

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ**

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Návrh elektroinstalace v objektu za pomoci systému Ego-n  
a KNX**

*Originál (kopie) zadání BP/DP*

## **Abstrakt**

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na inteligentní elektroinstalace Ego-n a KNX sběrnicevého typu, jejich popisu, včetně jednotlivých funkčních prvků, výhod a nevýhod. Dále dvou kompletních projektů v rodinném sídle, včetně výkresů zapojení a rozvaděčů, popis programování inteligentních systémů pomocí PC a bez něj a uvedení do provozu. Nakonec uvádí ekonomickou bilanci obou elektroinstalací včetně použitých zařízení a materiálu.

## **Klíčová slova**

Inteligentní sběrnicevá elektroinstalace, funkční prvky, výhody a nevýhody, technická zpráva, dimenzování hlavní přípojky, projekt elektroinstalace v pasivním domě, silnoproudá a slaboproudá zapojení, programování a oživení, ekonomická bilance.

## **Abstract**

The submitted diploma thesis is aimed to smart wiring bus system Ego-n and KNX, it's description, including functional elements, advantages and disadvantages. Two project for a passive house, including a design of the wiring diagrams, programming description with and without PC and system activation. The economic overall results of both suggested wirings, including used devices and materials on the end.

## **Key words**

Smart wiring bus system, functional elements, advantages and disadvantages, technical report, dimensioning of the main connection, bus wiring projects, high and low voltage current connection, system programming, system activation, economic overall.

## **Prohlášení**

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

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

.....

podpis

V Plzni dne 11.5.2016

Michal Vít

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Jaroslavu Holému za trpělivost, ochotu, připomínky a metodické vedení práce.

Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Milanu Klingrovi za profesionální rady, přístup, ochotu a čas, který mi při zpracování věnoval.

# Obsah

<b>OBSAH</b> .....	<b>7</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>9</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1 INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE EGO-N</b> .....	<b>11</b>
1.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE .....	11
1.1.1 Sběrnice .....	11
1.1.2 Kabel pro sběrníkovou instalaci .....	13
1.1.3 Programování instalace .....	13
1.1.4 Montáž modulů do rozvaděče .....	13
1.1.5 Jištění modulů Ego-n .....	14
1.2 PRVKY SYSTÉMU EGO-N .....	15
1.2.1 Modul řídicí .....	15
1.2.2 Modul napájecí .....	16
1.2.3 Modul komunikační .....	17
1.2.4 Modul GSM .....	18
1.2.5 Snímače systému Ego-n .....	20
1.2.6 Akční členy systému Ego-n .....	22
1.3 VÝHODY A NEVÝHODY SYSTÉMU EGO-N .....	23
1.3.1 Nevýhody .....	23
1.3.2 Výhody .....	23
<b>2 INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE ABB I-BUS KNX</b> .....	<b>24</b>
2.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE .....	24
2.2 TOPOLOGIE .....	24
2.3 SBĚRNICOVÝ KABEL .....	25
2.4 JEDNOTKA NAPÁJECÍHO ZDROJE .....	25
2.5 PŘEPĚŤOVÁ OCHRANA SYSTÉMU .....	26
2.6 PŘÍSTROJE NA SBĚRNICI .....	27
2.6.1 Vnitřní struktura sběrníkové spojky .....	28
2.6.2 Stanovení typu aplikačního modulu .....	29
2.7 PŘEHLED ZÁKLADNÍCH SYSTÉMOVÝCH PROFILŮ KNX .....	29
2.7.1 Systém 1 (TP1/PL110) .....	29
2.7.2 Systém 2 a 7 (TP1) .....	30
2.8 STMÍVÁNÍ, ŘÍZENÍ ŽALUZIÍ A POHONU .....	30
2.8.1 Funkce stmívání telegramem Start/Stop .....	30
2.8.2 Stmívání cyklickým telegramem .....	30
2.8.3 Uživatelská funkce stmívání .....	30
2.8.4 Uživatelská funkce řízení žaluzií .....	31
2.8.5 Uživatelská funkce řízení pohonu .....	31
2.8.6 Řízení pohonu – struktura objektů .....	31
2.9 KOMUNIKACE V INSTALACI .....	31
2.9.1 Základní princip činnosti .....	31
2.9.2 Individuální adresa .....	32
2.9.3 Skupinová adresa .....	32
2.9.4 Skupinové objekty .....	32
2.9.5 Vlajky .....	33
2.9.6 Standardizované typy datových bodů (DPT) .....	33
2.9.7 Komunikace .....	34
2.10 TELEGRAM KNX TP1 .....	36
2.11 KNX POWERLINE PL 110 .....	37
2.11.1 Přenosová technika .....	37

2.11.2	Topologie, adresování.....	40
2.11.3	Systémové přístroje KNX PL 110.....	40
2.11.4	Pásmová zádrž.....	41
2.11.5	Silová vedení.....	42
2.12	VÝHODY A NEVÝHODY SYSTÉMU I-BUS KNX.....	42
2.12.1	Nevýhody.....	42
2.12.2	Výhody.....	43
<b>3</b>	<b>PROJEKT ELEKTROINSTALACE V RODINNÉM SÍDLÉ .....</b>	<b>44</b>
3.1	POŽADAVKY NA INSTALACI EGO-N.....	44
3.2	POŽADAVKY NA INSTALACI KNX.....	45
3.3	TECHNICKÁ ZPRÁVA .....	48
3.3.1	Předmět projektu.....	48
3.3.2	Základní údaje .....	48
3.3.3	Prostředí, základní charakteristiky, krytí elektroinstalace.....	49
3.3.4	Ochrana před úrazem elektrickým proudem.....	49
3.3.5	Ochrana proti přetížení a zkratu.....	49
3.3.6	Způsob kompenzace účinníku.....	49
3.3.7	Stupeň důležitosti dodávky elektrické energie.....	49
3.3.8	Silnoproudá elektroinstalace .....	50
3.3.9	Zásuvkové rozvody.....	50
3.3.10	Světelné rozvody.....	51
3.3.11	Domovní rozvaděč .....	52
3.3.12	Ekvipotenciální sběrnice (ochranné pospojování).....	53
3.3.13	Slaboproudá elektroinstalace .....	53
3.3.14	Rozvod televize a rádia .....	53
3.3.15	Požární signalizace.....	54
3.3.16	Internet.....	54
3.3.17	Zvonek s videotelefonem .....	54
3.3.18	Bleskosvod .....	54
3.4	DIMENZOVÁNÍ A KONTROLY .....	55
3.4.1	Dimenzování kabelu hlavní přípojky RD .....	55
3.4.2	Kontrola přípojky na úbytek napětí.....	57
3.4.3	Návrh jištění hlavní přípojky objektu.....	57
3.4.4	Výpočet zkratových poměrů .....	58
3.4.5	Kontrola na minimální průřez.....	61
3.5	ZÁVĚR KAPITOLY.....	62
<b>4</b>	<b>PROGRAMOVÁNÍ INSTALACÍ.....</b>	<b>63</b>
4.1	PROGRAMOVÁNÍ INSTALACE EGO-N .....	63
4.1.1	Úroveň BASIC.....	63
4.1.2	Úroveň PLUS.....	65
4.2	PROGRAMOVÁNÍ INSTALACE KNX .....	68
<b>5</b>	<b>EKONOMICKÁ BILANCE .....</b>	<b>76</b>
5.1	NÁKLADY NA SPOLEČNÝ MATERIÁL .....	76
5.2	NÁKLADY NA POŘÍZENÍ SYSTÉMU EGO-N .....	78
5.3	NÁKLADY NA POŘÍZENÍ SYSTÉMU KNX I-BUS .....	79
5.4	ZHODNOCENÍ.....	81
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>82</b>
	<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....</b>	<b>84</b>
	<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>1</b>



## Seznam symbolů a zkratek

LED.....	Dioda emitující světlo
$I_p$ [A] .....	Celkový proud primární sběrnici
$I_s$ [A].....	Celkový proud sekundární sběrnici
AC, DC .....	Střídavé napájení, stejnosměrné napájení
IPX.....	Stupeň krytí (Ingress protection)
TCP, UDP, FTP, HTTP .....	Síťové protokoly
Hz.....	Jednotka frekvence (kmitočtu)
Ah.....	Jednotka elektrického náboje
GSM, DSC, PSC .....	Frekvenční skupiny mobilních sítí
Wh.....	Jednotka energie
EIBA .....	Sdružení firem elektroinstalací v Evropě
IP .....	Identifikace síťového rozhraní v počítačové síti
EEPROM .....	Elektronicky mazatelná paměť
dB.....	Jednotka pro měření hladiny intenzity zvuku
UTP.....	Druh kabelu pro telekomunikace, tzv. kroucená dvoulinka
RS232.....	Sériový port pro komunikační rozhraní mezi PC a elektronikou
USB.....	Univerzální sériová sběrnice
DIN .....	Kovová lišta normalizovaného tvaru a rozměrů
SELV .....	Bezpečné malé napětí
Buffer .....	Vyrovnávací paměť sloužící pro dočasné uložení dat

## Úvod

Předkládaná práce je zaměřena na dva typy inteligentních elektroinstalací, jejich charakteristiku, porovnání, výhody a nevýhody, uvedení do chodu, programování, včetně nákladů na pořízení. Hlavním cílem je vypracovat projekty systémových elektroinstalací Ego-n a i-bus KNX, ukázat jejich využití v rodinném domě a možnosti naprogramování. Téma pro diplomovou práci bylo autorem vybráno z důvodu zájmu o projektování elektroinstalací.

Obsah práce je rozdělen do pěti částí. První se zabývá inteligentní elektroinstalací Ego-n, jejím popisem, strukturou, funkčními prvky, výhodami a nevýhodami toho systému. Druhá část se zaměřuje na další typ chytré elektroinstalace i-bus KNX, popisem její funkčnosti, topologie, komunikací prvků po sběrnici, ale také možnosti přenosu informací po silovém vedení a v neposlední řadě výhodami a nevýhodami.

Třetí část obsahuje dva projekty výše zmíněných elektroinstalací, tedy Ego-n a i-bus KNX, obsahující požadavky, které bude systém v pasivním rodinném sídle splňovat, technickou zprávu na silnoproudé, slaboproudé a další zapojení, včetně dimenzování a kontroly pro hlavní přípojku objektu.

Čtvrtá část se věnuje nastavení a oživení obou systému, včetně kroku za krokem s přehlednými obrázky, a také programování pomocí PC a bez něj.

Poslední pátá část je zaměřena na počáteční investice spojené s pořízením jedné či druhé elektroinstalace na základě cenových nabídek, tedy materiálu na rozvod elektřiny, bezpečnost objektu a jištění. Dále ke zhodnocení obou nabídek a vyvození závěru.

# 1 Inteligentní elektroinstalace Ego-n

## 1.1 Základní informace

Ego-n je inteligentní sběrniceový systém, ve kterém je možné propojit až 512 systémových prvků, snímačů a akčních členů. Základním prvek je tedy sběrnice, na kterou jsou připojeny všechny snímače (pohybová čidla, systémové vypínače, termostaty atd.) a akční členy (silové prvky pro ovládání spotřebičů). Všechny tyto komponenty jsou navzájem ovládány pomocí datových zpráv vysílaných podle předem naprogramovaného příkazu nebo naměřené hodnoty.[1]

### 1.1.1 Sběrnice

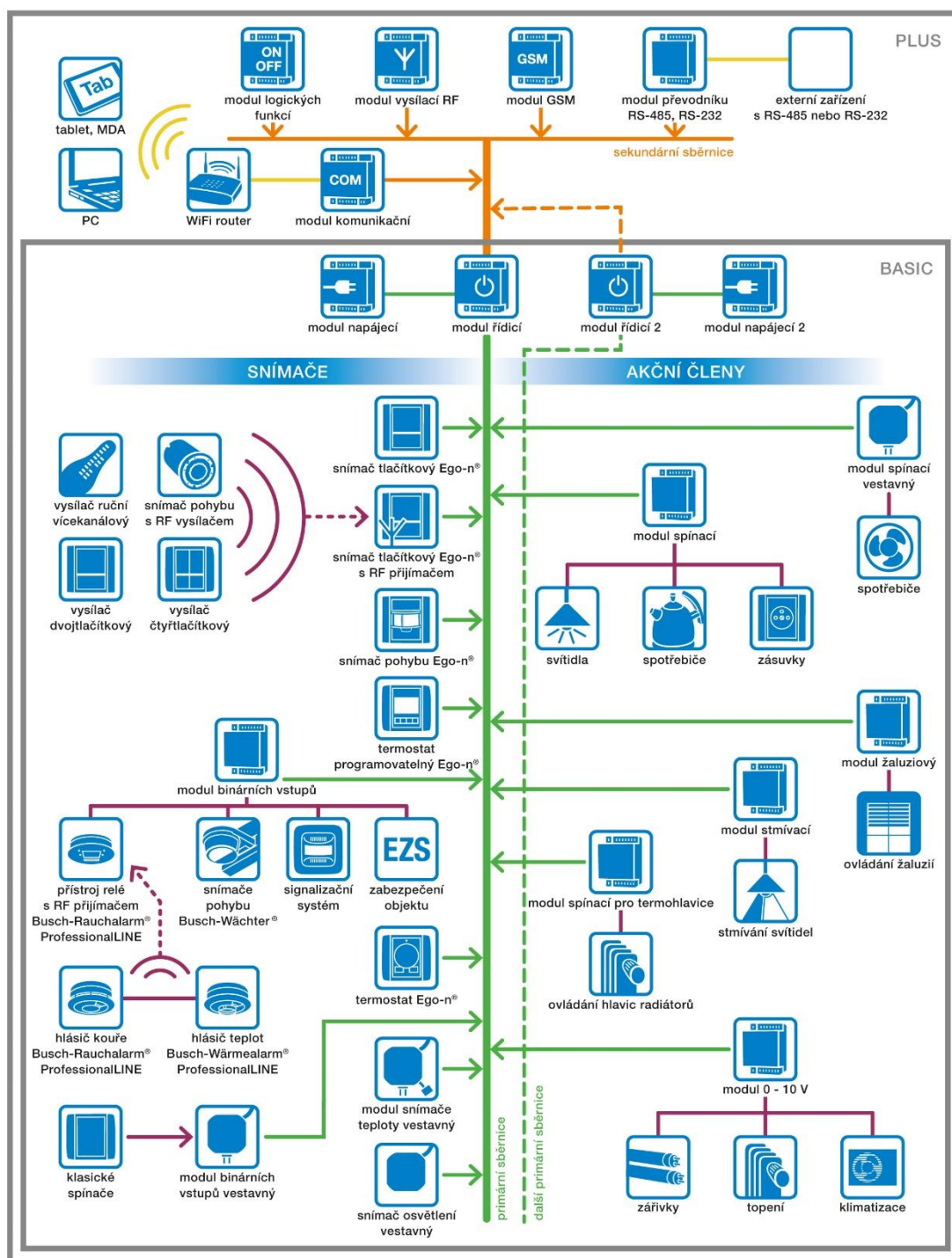
Celý systém je tvořen dvěma typy sběrnic, primární a sekundární sběrnici. Na primární sběrnici se připojují snímače, akční členy, modul řídicí a modul komunikační. Na jednu primární sběrnici lze připojit maximálně 64 prvků, hlavně z důvodu překročení jmenovitého výstupního proudu modulu napájecího, který je max. 1 A. Sekundární sběrnice propojuje řídicí členy a jsou na ni připojeny vstupně výstupní jednotky, např. modul komunikační, který zároveň napájí sekundární sběrnici, modul GSM, modul vysílací RF a modul logických funkcí.[1]

Topologie primární sběrnice je liniová, viz *Obr. 1.1*, přičemž maximální délka je 700 m a maximální délka jedné odbočky je 30 m. Většina komponentů systému je k primární sběrnici připojena pomocí bezšroubových svorek.[1]

Počet řídicích modulů propojených sekundární sběrnici je maximálně 8. V systému tedy může být připojeno až 512 prvků. Pokud je ale v instalaci více sekundárních prvků stejného typu, musí být každému z nich přiřazena jiná sekundární adresa. Délka sekundární sběrnice je maximálně 2000 m.[1]

Komunikace mezi prvky probíhá po sběrnici pomocí digitálních telegramů (paketů) tak, že každý prvek má své unikátní registrační číslo uložené ve vyjímatelné paměťové kartě. Při stisknutí např. snímače osvětlení, je odesláno registrační číslo do sběrnice. Pokud se v systému objevuje takový akční člen, který má naprogramované shodné registrační číslo ve své paměti, pak reaguje dle svého nastavení, např. sepne osvětlení.[1]

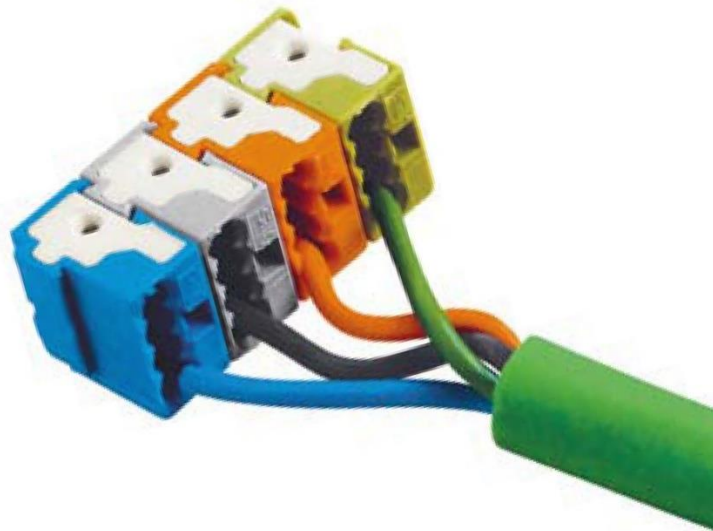
Konec sběrnice je dobré přivést zpět do rozvaděče a nikam nepřipojovat. Také se na konec sběrnice připojuje terminační odpor, z důvodu odrazu signálu na sběrnici a tím spojeného rušení.



Obr 1.1 Základní struktura systému Ego-n (převzato z [1])

### 1.1.2 Kabel pro sběrnicovou instalaci

Všechny komponenty systému elektroinstalace musí být propojeny speciálním kabelem s označením KSE224, viz *Obr. 1.2*, v elektrotechnickém značení se jedná o kabel typu YCYM 2x2x0,8 mm. Kabel je tedy čtyř žilový se zelenou barvou pláště a potiskem názvu systému. Barvy izolace žil jsou zelená a oranžová, slouží pro přenos dat a komunikaci prvků primární sběrnice, dále šedá a modrá pro napájení prvků systému, jako jsou tlačítka s LED, snímače pohybu a termostaty.[1]



*Obr. 1.2 Sběrnicevý kabel KSE224 (převzato z [1])*

### 1.1.3 Programování instalace

Oživení elektroinstalace se provádí buď bez počítače pomocí tlačítkového módu nebo s počítačem pomocí speciálního softwaru Ego-n Asistent 2. Tomuto tématu se budu více věnovat v kapitole 4.

### 1.1.4 Montáž modulů do rozvaděče

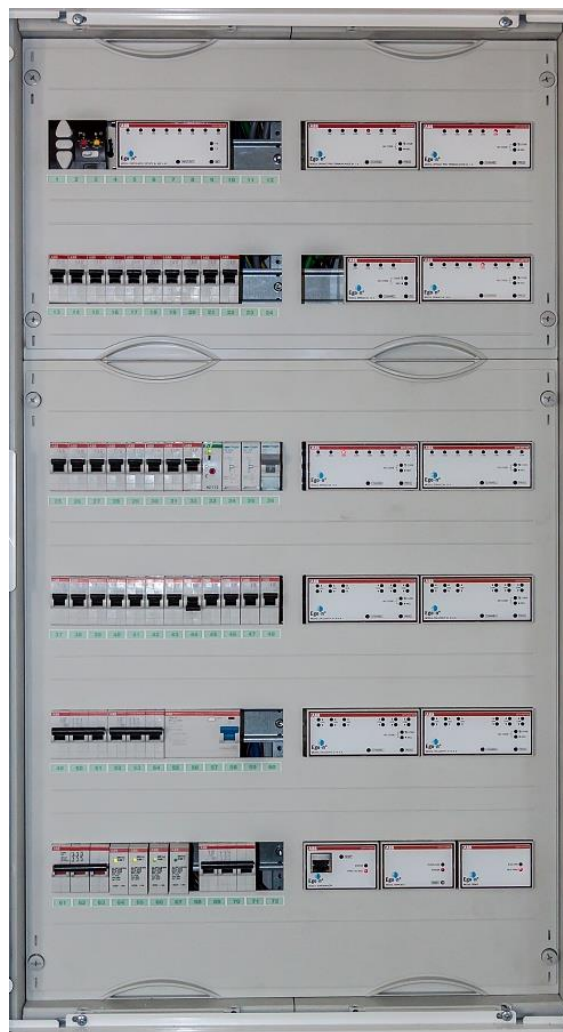
Většina modulů elektroinstalace Ego-n je určena pro umístění do rozvaděče na DIN lišty 35 mm. Všechny přívody pro ovládané spotřebiče, jako jsou např. svítidla, zásuvky, žaluziové motory atd. je nutné přivést do rozvaděče, kde budou zapojeny do výstupů akčních členů.[1]

Moduly jsou napájeny napětím 230 V připojeným na svorky L a N. Napájení modulů je dvou vodičové s třídou izolace II. U stmívacího a napájecího modulu je dobré nechávat kolem

nich mezeru alespoň 19 mm, kvůli zvýšeným tepelným ztrátám oproti ostatním prvkům. Také se doporučuje umisťovat prvky Ego-n odděleně od ostatních jisticích prvků elektroinstalace.[1]

### 1.1.5 Jištění modulů Ego-n

Jištění modulů těchto silových obvodů, pomocí jističe a proudového chrániče, musí být provedeno před akčním členem. Vzhledem k malým proudovým odběrům modulů může být na jednu instalaci použit jeden jistič charakteristiky B o jmenovité hodnotě proudu 4 A nebo 6 A. Máme-li v rozvaděči více jističů pro napájení modulů, musí být všechny připojeny na stejnou fázi. Při instalaci je dobré použít všechny tři stupně přepět'ových ochran a nejjemnější stupeň je třeba zařadit před jištění napájecího modulu.[1]



Obr. 1.3 Příklad osazení rozvaděče moduly Ego-n a jisticími prvky

## 1.2 Prvky systému Ego-n

### 1.2.1 Modul řídicí

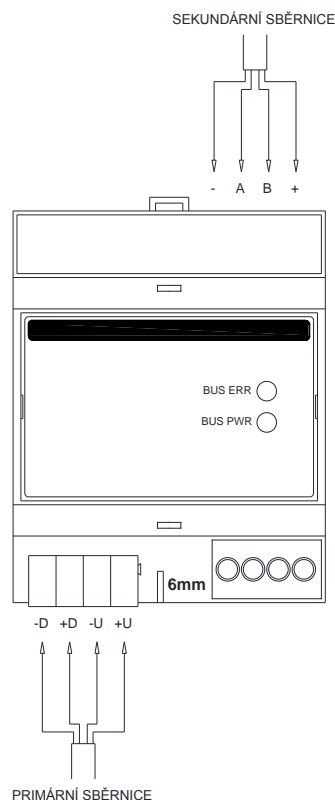
Modul řídicí je základním prvkem primární sběrnice systému Ego-n. Umožňuje připojení až 64 akčních členů a snímačů k primární sběrnici viz kapitola 1.1.1. Při větších aplikacích je nutné modul chladit přídavným ventilátorem nebo klimatizací, teplota by neměla překročit 35 °C.[1]

Zajišťuje tyto funkce:

- řízení primární sběrnice,
- kontrola primární sběrnice a detekce chyb,
- komunikace se sekundární sběrnici,
- filtrace zpráv pro sekundární sběrnici,
- předávání zpráv ze sekundární sběrnice.

Tab. 1.1 Technické údaje modulu řídicího [1]

Napájecí napětí	z primární sběrnice
Ztrátový výkon	max. 1 W
Stupeň krytí	IP 20
Pracovní teplota	-10 °C až +55 °C
Zatížení primární sběrnice	$I_p = 40 \text{ mA}$
Zatížení sekundární sběrnice	$I_s = 2,5 \text{ mA}$
Identifikace v sekundární sběrnici	A0h až A7h
Šířka modulu	4 M



Obr. 1.4 Schéma modulu řídicího [1]

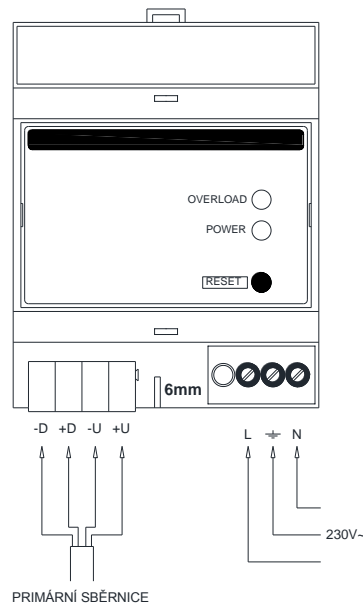
## 1.2.2 Modul napájecí

Modul napájecí dodává napětí nutné pro činnost sběrnice systému a pro napájení prvků připojených na sběrnici, které nemají vlastní zdroj. Při normálním stavu modul dodává napětí do sběrnice, při stavu, kdy odběr přesáhne jmenovitý proud, modul testuje, zda-li se jedná o krátkodobý či trvalý zkrat, pokud o trvalý zkrat, napájecí napětí se od výstupu odpojí. Znovu napojení na napájení se provede pomocí tlačítka RESET.[1]

Tab. 1.2 Technické údaje modulu napájecího [1]

Napájecí napětí	230 V AC ( $\pm 10\%$ ), 50 Hz
Jmenovité výstupní napětí	24 V DC
Jmenovitý výstupní proud	1 A
Zkratový výstupní proud	1,2 A
Ztrátový výkon	max. 6 W
Stupeň krytí	IP 20
Pracovní teplota	-10 °C až +55 °C
Šířka modulu	4 M





Obr. 1.5 Schéma modulu napájecího [1]

### 1.2.3 Modul komunikační

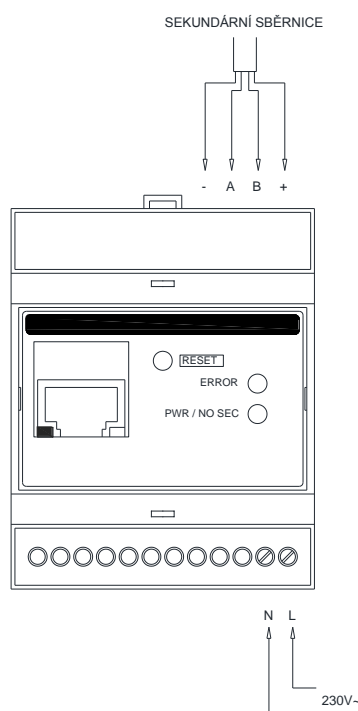
Modul komunikační řídí sekundární sběrnici, zajišťuje její napájení a komunikaci mezi jednotlivými prvky sekundární sběrnice. Rozšiřuje možnosti ovládání a nastavení parametrů jednotlivých komponentů i celého systému pomocí PC prostřednictvím sítě Ethernet. Součástí modulu je i zálohovaný zdroj času, který slouží pro distribuci časových značek do systému a ve funkci časových spínačů.[1]

Jako jediný modul sekundární sběrnice má funkci MASTER, to znamená, že po připojení napájecího napětí automaticky začne zjišťovat počet a typ prvků na sekundární sběrnici.[1]

Modul má také své jištění, konkrétně na sekundární straně transformátoru pojistku T 250 mA.[1]

Tab. 1.3 Technické údaje modulu komunikačního [1]

Napájecí napětí	230 V AC ( $\pm 10\%$ ), 50 Hz
Ztrátový výkon	max. 6 W
Napájení sekundární sběrnice	12 V DC, max. 150 mA do 35°C
Jištění	T 250 mA
Stupeň krytí	IP 20
Pracovní teplota	-10 °C až +55 °C
Šířka modulu	4 M
Podporované protokoly	TCP, UDP, FTP, http
Počet časových bloků	40



Obr. 1.6 Schéma modulu komunikačního [1]

### 1.2.4 Modul GSM

Modul GSM slouží pro sledování a ovládání systémových zařízení pomocí krátkých textových zpráv (SMS). Systém lze tedy pomocí tohoto modulu ovládat a také získávat zpětné informace o jeho stavu a aktuálních událostech.[1]

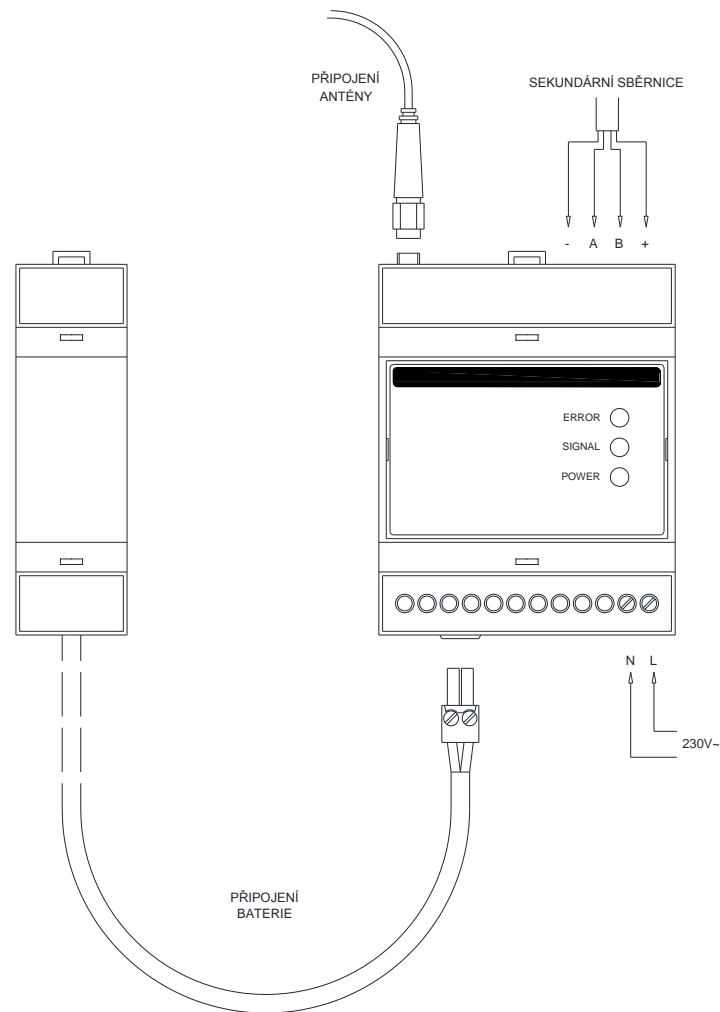
Do modulu se musí pomocí PC předem naprogramovat telefonní číslo, text zprávy a registrační čísla prvků (snímačů), na které má modul reagovat odesláním SMS. Modul také umí vyslat zprávu o výpadku napájecího napětí a obnovení napájení. Platnost přijatých SMS lze nastavit ve třech úrovních. Buď modul reaguje na všechny SMS, nebo na SMS

z libovolného telefonního čísla uloženého v paměti modulu, nebo reaguje pouze na určené číslo ze seznamu.[1]

Počet telefonních čísel, se kterými může modul komunikovat je 16. Počet přednastavených zpráv (hlášení) je také 16 a počet příchozích zpráv (příkazů) je 40.[1]

Tab. 1.4 Technické údaje modulu GSM [1]

Napájecí napětí	230 V AC ( $\pm 10\%$ ), 50 Hz
Zálohování napětí	externí Li-ion baterie 1,7 Ah
Doba provozu na plně nabitou baterii	asi 24 h
Doba nutná k plnému nabití baterie	asi 48 h
Ztrátový výkon	max. 3 W
Stupeň krytí	IP 20
Pracovní teplota	-10 °C až +55 °C
	0 °C až +45 °C (baterie)
Šířka modulu	4 M + 1M
Zatížení sekundární sběrnice	$I_s = 2,5$ mA
Identifikace v sekundární sběrnici	40h
Pracovní kmitočet	GSM 850/900 MHz, DSC 1800 MHz, PSC 1900 MHz



Obr. 1.7 Schéma modulu GSM [1]

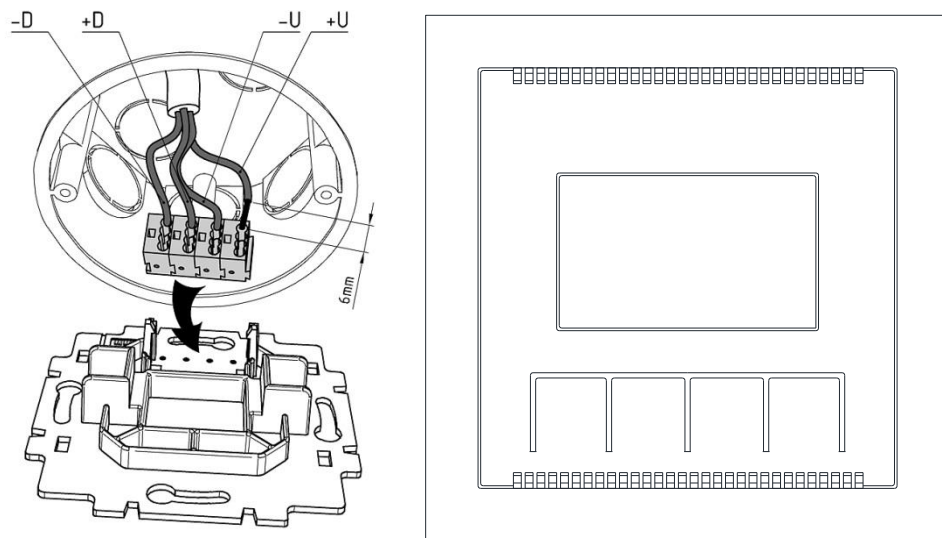
### 1.2.5 Snímače systému Ego-n

#### *Snímač tlačítkový s LCD*

Pomocí tlačítkového snímače s LCD můžeme ovládat až 16 nezávislých prvků připojených na sběrnici, např. spínání, stmívání, vyvolání funkce scény a zobrazení spotřebovaných energií z registrů pulsního čítače v jednotkách Wh, kWh, litry atd. Také umožňuje zobrazení až 16 hlášení (zpráv) o stavu prvků sběrnice. Má vestavěné čidlo pro měření teploty v místě, kde se nachází.[1]

Tab. 1.5 Technické údaje tlačítkového snímače s LCD [1]

Napájení	Z primární sběrnice
Zatížení sběrnice	$I_p = 20 \text{ mA}$
Ekvivalentní zkrácení sběrnice	$I_{EKV} = 10 \text{ m}$
Max. počet hlášení	16
Časové programy	4 volitelné: denní, týdenní, Po – Pá + So- Ne
Počet časových značek pro každý den	4
Pracovní teplota	$-10 \text{ °C až } +55 \text{ °C}$
Přesnost vnitřního čidla teploty	$\pm 1 \text{ K}$



Obr. 1.8 Zleva – zapojení tlačítkového snímače, snímač tlačítkový [1]

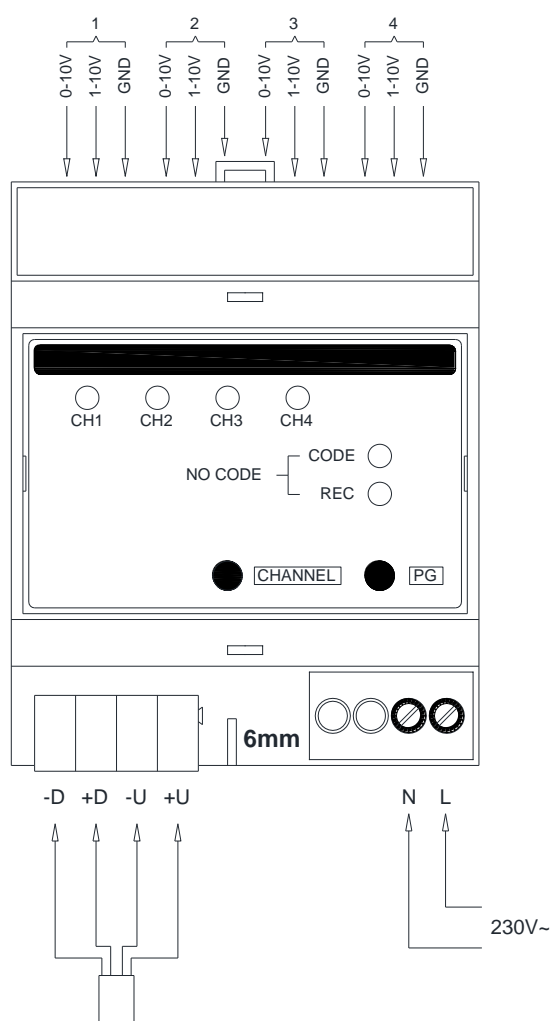
## 1.2.6 Akční členy systému Ego-n

### Modul výstupů 4x 0(1) - 10 V

Modul výstupů se používá pro řízení až čtyř stmívatelných předřadníků. Lze jej také využít pro ovládání jiných přístrojů, které jsou určené pro řízení napětím 0(1) – 10 V.[1]

Tab. 1.6 Technické údaje modulu výstupů [1]

Napájecí napětí	230 V AC ( $\pm 10\%$ ), 50 Hz
Výstupní napětí	4x 0-10 $\pm 0,25$ V DC, max. 2,5 mA 4x 1-10 $\pm 0,25$ V DC, max. -10 mA
Elektrická pevnost výstupu proti napájení a sběrnici	4 kV
Ztrátový výkon	Max. 4,5 W
Stupeň krytí	IP 20
Pracovní teplota	-10 °C až +55 °C
Šířka přístroje	4 M
Ekvivalentní zkrácení sběrnice	$I_{EKV} = 5$ m



Obr. 1.9 Modul výstupů 4x 0(1) – 10 V [1]

## 1.3 Výhody a nevýhody systému Ego-n

### 1.3.1 Nevýhody

- Elektroinstalace může obsahovat pouze omezený počet prvků, konkrétně 512.

### 1.3.2 Výhody

- Systém navrhnutý speciálně pro rodinné domy a bytové jednotky.
- Jednoduchá změna funkcí spínačů.
- Snadné rozšíření instalace o další prvky, např. radiofrekvenční ovládání.
- Řízení na dálku pomocí chytrého telefonu a tabletu.
- Systém se opakovaně nedotazuje na stavy (např. teplota v pokoji), pouze reaguje na změny.
- Možnost použití logických funkcí, např. je-li otevřené okno v ložnici, přestaň zde topit atd.
- Simulace přítomnosti za nepřítomnosti v rodinném domě pomocí časového spínání světel.
- Sběrníkový decentralizovaný systém, který není řízen centrální jednotkou, ale každý modul řídí svojí část.
- Díky časovacím možnostem akčních členů, které např. spínají osvětlení nebo termohlavice, je energie spotřebována pouze v určitou dobu, a tak je omezeno plýtvání touto energií, což vede k úspoře cca 11 – 30 % ročně.

## 2 Inteligentní elektroinstalace ABB i-bus KNX

### 2.1 Základní informace

KNX je inteligentní sběrnice elektroinstalace hojně využívaná jednak v komerčních budovách, ale také rodinných domech a sídlech. Díky obrovským technickým možnostem je určena zejména pro velké a luxusní projekty. Jedná se o systém, který udělá objekt nejen komfortnější, ale také je možno ušetřit na nákladech za energii.[2]

Podobně jako systém Ego-n je KNX 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, např. žaluzie, osvětlení, topná či chladicí tělesa atd.[2] Výměna informací probíhá po dvou vodičové datové sběrnici, která prochází celou budovou, nebo také pomocí silového vedení, což je levnější variantou.[8]

Systém KNX nemá žádný centrální řídicí počítač, jedná se tedy o decentralizovaný systém. Intelligence je vložena do každého účastníka v podobě mikroprocesoru.[8]

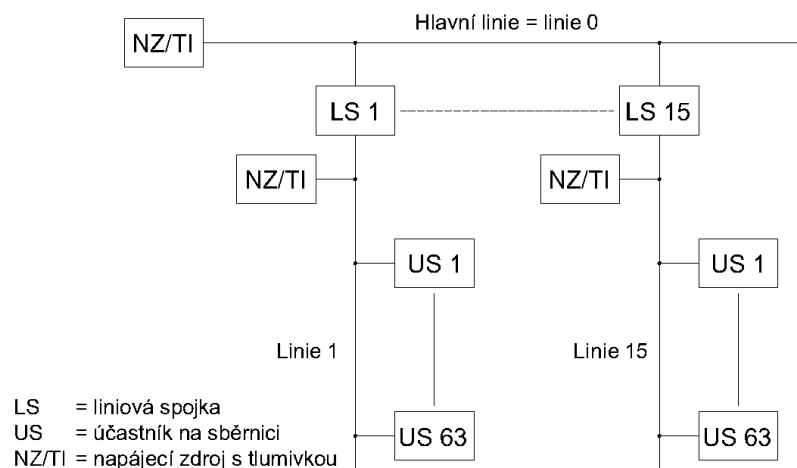
### 2.2 Topologie

Topologie sběrnice je liniová a každý účastník na sběrnici (sběrnice přístroj) si může vyměňovat informace s kterýmkoli jiným přístrojem prostřednictvím telegramů. Linie se maximálně skládá ze 4 liniových segmentů, vždy s maximálně 64 přístroji na sběrnici.[2]

V instalaci je možné použít více než jednu linii, pak se tomu říká oblast. Propojení jednotlivých linií se realizuje pomocí liniových spojek. Jednu hlavní linii lze vzájemně propojit s až 15 liniemi. Maximální počet účastníků se snižuje o počet použitých liniových spojek. Každá linie musí mít vlastní napájecí zdroj a tlumivku. Sběrnice vedení různých linií nesmí být nikdy navzájem propojena.[2] Liniová spojka zajišťuje galvanické oddělení linií od ostatních při zachování výměny informací.[8]

Jedna oblast se dá ještě rozšířit na několik oblastí pomocí páteřní linie. Maximální počet oblastí je 15, je tedy možná spolupráce s více než 58 000 přístroji na sběrnici.[2]





Obr. 2.1 Topologie – Oblast [Převzato z [2]]

### 2.3 Sběrníkový kabel

Pro propojení jednotlivých periférií systému se používají certifikované kabely KNX TP1 (kroucený pár), např. YCYM 2x2x0,8 pro pevnou instalaci do suchých, vlhkým či mokrých prostor se zkušebním napětím 4 kV, nebo kabel JY(St)Y 2x2x0,8 pouze pro pevné vnitřní instalace se zkušebním napětím 2,5 kV.[2]

Použití certifikovaných kabelů je založeno na odporu smyčky 72  $\Omega$  a na parazitní kapacitě smyčky 0,12  $\mu\text{F}$  na 1000 m vedení.[2]

Pro sběrnici se používá síť bezpečného malého napětí SELV 29 V DC, která nesmí být uzemněna.[2]

### 2.4 Jednotka napájecího zdroje

Jednotky napájecích zdrojů produkují a kontrolují systémové napětí 29 V potřebné pro provoz instalace KNX TP1. Jak již bylo řečeno, každá linie vyžaduje vlastní napájecí zdroj pro přístroje na sběrnici. Tento zdroj je vybaven napěťovými a proudovými řídicími obvody a je proto zkratu-vzdorný. Dojde-li ke krátkodobému přerušení dodávky ze sítě, zdroj přemostí zálohovací dobou alespoň 100 ms (buffer).[2]

Sběrníkové přístroje vyžadují napájecí napětí minimálně 21 V a mají odběr ze sběrnice až 200 mW. K napájecímu zdroji 640 mA lze bezpečně připojit 64 přístrojů s maximálním

příkonem 200 mW, při přibližně rovnoměrném rozložení na linii. Vzdálenost napájecího zdroje od sběrnicevého přístroje nesmí překročit délku 350 m.[2]

Pro ochranu přístrojů na sběrnici před účinky statických nábojů jsou v napájecím zdroji oba póly sběrnice vysoko-ohmovými odpory propojeny s ochrannou svorkou.[2]

## 2.5 Přepět'ová ochrana systému

Jako je tomu u klasické instalace, kde se musí připojit veškeré vodivé části objektu (vodovodní, otopná potrubí atd.) na přípojnicí pro vyrovnání potenciálu při přepětí, tak i zde je toto z bezpečnostního hlediska nutné.[2]

Pro síť AC 230/400 V:

- jmenovitý propustný proud na vodič musí být minimálně 12,5 kA (10/350  $\mu$ s),
- ochranná úroveň 4 kV,
- svodič přepětí typu 1 dle ČSN EN 61643-11:2001.[3]

Pro sběrnicevé vedení:

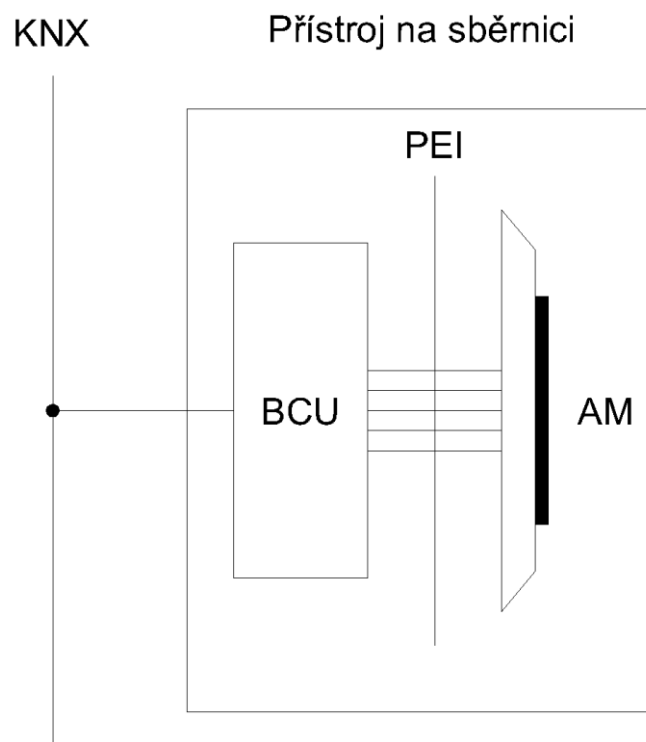
- jmenovitý propustný proud na vodič musí být minimálně 2,5 kA (10/350  $\mu$ s),
- ochranná úroveň 600 V,
- svodič přepětí kategorie D1 dle ČSN EN 61643-21:2002.[4]

Komponenty systému jsou zkoušeny podle normy ČSN EN 61000-6-2, což zajišťuje odolnost proti přepětí o vrcholové hodnotě impulsu až 2 kV. Pokud je přepětí nad tuto hodnotu, je nutné použít přepět'ové ochrany integrované na propojovací svorce, což splňuje technické směrnice asociace EIBA.[8]

## 2.6 Přístroje na sběrnici

Přístroje na sběrnici nebo-li funkční účastníci (spínací, stmívací nebo žaluziový akční člen, tlačítkový snímač atd.) se skládají ze tří různých částí:

- Sběrnicová spojka (BCU),
- Aplikační modul (AM),
- Aplikační program (AP).



Obr. 2.2 Přístroje na sběrnici [převzato z[2]]

Sběrnicová spojka a aplikační modul se dodávají buď odděleně, nebo v jednom společném krytu. V případě oddělení se sběrnicová spojka a aplikační modul spojí prostřednictvím standardizovaného aplikačního rozhraní PEI (viz Obr. 2.2). Jedná se o 10-ti nebo 12-ti pólové PEI, které slouží k výměně hlášení mezi oběma částmi (5polů) a 1 proudovému napájení aplikačního modulu (2 póly).[2]

Funkční účastníky rozdělujeme do tří skupin:

- 1) Snímače – AM předává informace sběrnice spojce, kde jsou tyto data zakódována a odeslána na sběrnici. BCU tedy v určitém časovém intervalu kontroluje stav aplikačního modulu.
- 2) Akční členy – zde BCU přijímá telegramy ze sběrnice, dekoduje je a předá informace AM.
- 3) Kontroléry – ovlivňují vzájemné působení snímačů KNX a akčních členů (např. logický modul).

### 2.6.1 Vnitřní struktura sběrnice spojky

Sběrnice spojka se skládá ze dvou částí: kontroléru a přenosového modulu. V pamětech se ukládají následující data:

- 1) Systémový software

Jednotlivé systémové profily se identifikují podle jejich „verze masky“ nebo „přístrojového decriptoru typu 0“. Verze masky se skládá ze 2 bytů, kde:

- První číslice *y* udává odpovídající médium – 0 pro TP1, 1 pro PL110, 2 pro RD a 5 pro KNXnet/IP.
- Předposlední číslice *x* udává aktuální verzi softwarového profilu.

- 2) Dočasné hodnoty

Tyto aplikační a systémové hodnoty jsou většinou uloženy v paměti RAM a vymažou se, pokud nejsou zálohovány před výpadkem napájení.

### 3) Aplikační program

Jedná se o individuální a skupinové adresy, které se obvykle ukládají do EEPROM nebo Flash paměti a mohou být přepisovány.[2]

#### 2.6.2 Stanovení typu aplikačního modulu

Aplikační spojka je schopna přes pól č. 6 PEI detekovat dle odporu v aplikačním modulu, jestli tento modul namontovaný na BCU patří nahranému aplikačnímu programu. Pokud tomu tak není, sběrnice spojka zastaví základní přehled aplikačních typů PEI. V Tab. 2.1 můžeme vidět typy aplikačních modulů.[2]

Tab. 2.1 Typy aplikačních modulů

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	Sériové synchronní
14	3,50	Sériové synchronní pevná délka
16	4,00	Sériové synchronní
19	4,75	4+1 binární vstupy
20	5,00	Nahrávání aplikačního programu

## 2.7 Přehled základních systémových profilů KNX

### 2.7.1 Systém 1 (TP1/PL110)

Technologie systému 1 je první generací KNX přístrojů. V této technologii je stanoven maximální počet skupinových objektů na 12 a max. počet skupinových adres na 64. Chybí zde podpora styčných objektů, sériového čísla a řízení přístupu.[2]

## 2.7.2 Systém 2 a 7 (TP1)

Technologie systému 2 a 7 jsou další generací KNX přístrojů. Zde je větší maximální počet skupinových objektů, a to 255 a max. 254 skupinových adres. Nechybí zde podpora styčných objektů, což jsou určité systémové a aplikační vlastnosti (tabulky adres), které lze načíst nebo zapsat programovacím nástrojem (např. ETS). Dále podpora sériového čísla, kterým jsou přístroje vybaveny před dokončením výroby. V poslední řadě podpora kontrolu výstupu, kde je nutné zadat klíč o velikosti 4 bytu pro autorizaci přístupu k paměti přístrojů.[2]

## 2.8 Stmívání, řízení žaluzií a pohonu

### 2.8.1 Funkce stmívání telegramem Start/Stop

Dobou stisku tlačítka se určuje, zda-li stmívací modul vyhodnotí akci jako spínací nebo stmívací. Pokud tlačítko stiskneme po kratší dobu než je  $t_2$  (např.  $<500$  ms), odešle se spínací telegram. Stiskneme-li tlačítko po dobu delší než je  $t_2$ , odešle se telegram značící start stmívání a pokračuje tak dlouho, než tlačítko uvolníme.[2]

Telegramy spínací a stmívací jsou odesílány s odlišnými skupinovými adresami, aby se dosáhlo správné funkce.[2]

### 2.8.2 Stmívání cyklickým telegramem

Toto nastavení se volí u infračerveného řízení stmívání proto, aby se vyloučil stav, v němž by stmívací akční člen nepřijal telegram, např. přerušením paprsku průchodem člověka. Infračervený snímač v tomto nastavení odesílá cyklický telegram „změnit jas o 12,5 %“.[2]

### 2.8.3 Uživatelská funkce stmívání

Digitální hodnota jasu je během doby stmívání zvětšena či zmenšena sběrnicovou spojkou BCU s parametrizovanou rychlostí stmívání. Do posuvného registru v aplikačním modulu je hodnota jasu stále předávána. 8 bitové datové slovo propouští  $2^8$  stupňů jasu.[2]

Datové slovo se předává digitálně analogovému převodníku, který je převádí na řídicí napětí 0-10 V. Toto napětí využívá stmívatelný elektronický předřadník k řízení emise světla žárovky. Výkonový spínač v aplikačním modulu je určen pro zapínání a vypínání napájecího napětí.[2]

## 2.8.4 Uživatelská funkce řízení žaluzií

Při krátkém stisku tlačítka po dobu  $t_1$  je vyslán telegram o akci otevřít či zavřít žaluzie. Pokud stiskneme tlačítko po dobu delší, tedy  $t_2$  (např. 500 ms), je aktivována funkce žaluzie vysunout nebo spustit.[2]

## 2.8.5 Uživatelská funkce řízení pohonu

Při přijetí telegramu předává sběrniceová spojka výkonovému spínači S2 příkaz vysunout či spustit žaluzie. Pokud sběrniceová spojka obdrží telegram o akci otevřít či zavřít lamely, spíná na příslušnou dobu výkonový spínač S1. Byl-li motor v pohybu při této akci, tento telegram zastaví posun žaluzie. Při přijetí telegramu vysunout či spustit žaluzie, sběrniceová spojka zapíná výkonový spínač S1 na interval delší, než je doba potřebná pro úplné rozvinutí či svinutí žaluzií. Motor automaticky vypíná pohon při dosažení mezní polohy.[2]

## 2.8.6 Řízení pohonu – struktura objektů

Jedním ze snímačů je také snímač měřící intenzitu slunečního záření, který pokud svítí slunce např. přímo do oken, použije skupinovou adresu 2/1/31 generovanou sběrniceovou spojkou a to je vyhodnoceno tím, že se spustí žaluzie.[2]

Dále je možné mít nainstalován snímač větru, který při silném větru odešle telegram se skupinovou adresou 2/1/99 generovaný sběrniceovou spojkou tohoto snímače a to zabezpečí, že žaluzie se plně otevřou a jsou zablokovány pro jakoukoli manipulaci, dokud síla větru neklesne na nastavenou hladinu, kdy je odeslán telegram pro odblokování žaluzií.[2]

## 2.9 Komunikace v instalaci

### 2.9.1 Základní princip činnosti

Po instalaci přístrojů kompatibilních s režimem S, instalace ještě není připravena k provozu. Je potřeba naprogramovat jednotlivé akční členy a snímače pomocí softwaru ETS. Toto obsahuje zadání individuálních adres jednotlivým přístrojům, parametrizace aplikačního softwaru snímačům a akčním členům a nakonec zadání skupinových adres. U přístrojů kompatibilních s režimem E je postup stejný, až na nastavení skupinových adres, které se nastavují lokálně na přístroji nebo na kontroléru, tedy centrálním řadiči.[2]

### 2.9.2 Individuální adresa

Má následující formát: Oblast [4 bity] – Linie [4 bity] – Sběrnice [1 byte]. Musí tedy být jednoznačná. Individuální adresa nemá v normálním provozu instalace velký význam, spíše se používají skupinové adresy, jak bude popsáno dále.[2]

### 2.9.3 Skupinová adresa

Jak již bylo řečeno, používají se v instalaci skupinové adresy ke komunikaci mezi přístroji. Tedy přiřazují se příslušným snímačům a akčním členům. Jakmile je skupinová adresa určena buď v režimu ETS (režim S) nebo automaticky a tedy neviditelně v režimu E, lze ji vybrat ve „2-úrovňové“ (hlavní skupina/podskupina) nebo „3-úrovňové“ struktuře (hlavní/střední skupina/podskupina).[2]

Jakým způsobem budou úrovně používány, závisí na projektantovi, např. hlavní skupina – přízemí poschodí, střední skupina – osvětlení, topení..., podskupina – funkce spotřebiče nebo skupiny spotřebičů.[2]

Účastníkům na sběrnici lze adresu přiřazovat libovolně, bez ohledu v jaké části instalace se nachází. Akčním členům lze přiřadit několik adres, avšak snímače odesílají pouze jednu skupinovou adresu v jednom telegramu.[2]

### 2.9.4 Skupinové objekty

Skupinovými objekty se rozumí jednotlivá paměťová místa v účastníku na sběrnici, které mají rozměr od 1 bitu až do 14 bytů. Ke spínání stačí pouze dva stavy (0 a 1), proto se zde používají skupinové objekty o rozměru 1 bitu. Pokud se přenáší telegramem text, je informace obsáhlejší a je nutné použít komunikační objekty s maximální možnou velikostí 14 bytů.[2]

V ETS lze propojovat skupinové objekty se stejnými rozměry skupinových adres. Také je možné přiřadit i několik skupinových adres jednomu skupinovému objektu, ale jen ta první z nich je vysílanou skupinovou adresou.[2]



### 2.9.5 Vlajky

Každý skupinový objekt je vybaven vlajkami, pomocí kterých lze nastavit různé akce. Např. Read (čtení), kde lze či nelze číst hodnotu objektu po sběrnici, nebo Write (zápis), kde hodnota objektu může být změněna po sběrnici či nesmí a další, jako jsou Transmit (přenos), Update (aktualizace) atd.[2]

Hodnota objektu se na sběrnici odešle tímto způsobem:

- a) Stiskneme-li pravé horní tlačítko na snímači, tento snímač zapíše „1“ i do svého skupinového objektu s číslem 0. A jelikož jsou u snímače nastaveny vlajky komunikace a přenosu, vyšle přístroj telegram na sběrnici, s informací: skupinová adresa 1/1/1, zapsat hodnotu, „1“.
- b) Všichni účastníci v celé instalaci KNX se skupinovou adresou 1/1/1, zapíší do svých skupinových objektů „1“.
- c) Tedy např. do skupinového objektu č. 0 akčního členu zapsána „1“.
- d) Že se změnila hodnota skupinového objektu, zjistí aplikační software akčního modulu, a proto sepne výstupní relé.

### 2.9.6 Standardizované typy datových bodů (DPT)

Na dnešním trhu se vyskytuje velké množství stejných přístrojů od různých výrobců, proto byly typy datových bodů standardizovány, aby zajistily kompatibilitu mezi těmito přístroji. Standardizace zahrnuje požadavky na formát dat a strukturu skupinových objektů funkcí snímačů i akčních členů. Pokud máme kombinaci různých standardizovaných typů datových bodů, říká se jim funkční bloky.[2]

*Datové body:*

*Spínání* – používá se pro spínání funkce akčního členu a má takovýto tvar: (1.001),[2]

*Řízené spínání* – používá se pro ovládání akčních členů skupinovým objektem s vyšší prioritou, který má rozměr 2 bity a tvar (2.001).[2]

*Funkční bloky:*

*Řízení žaluzií* – používá se pro řízení pohonů žaluzií a rolet, kde datový typ (1.008) znamená nahoru/dolů a datový typ (1.007) krokování,[2]

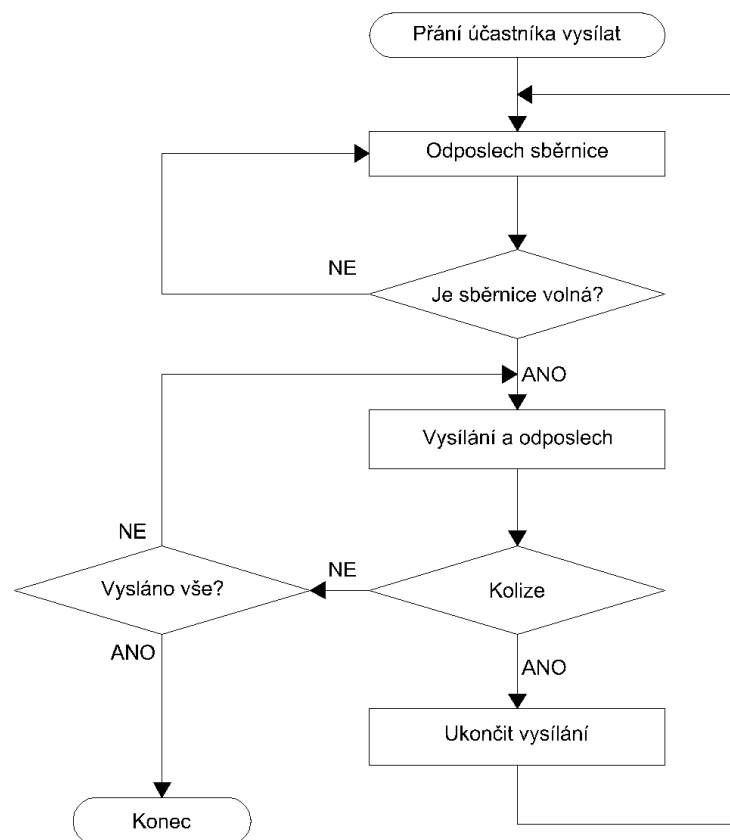
*Stmívání* – používá se pro řízené spínání světel 4 bitového objektu, kde bit č. 3 určuje, zda-li adresovaný přístroj snižuje či zvyšuje nastavenou hodnotu ve srovnání s aktuální hodnotou jasu, bit č. 0 až 2 vymezují stmívací rozsah (0-100%), který je rozdělený na 64 stmívacích úrovní,[2]

*2 bytová plovoucí hodnota* – používá se pro přenášení číselných hodnot různých fyzikálních veličin, jako je např. teplota, proud, napětí atd. s rozměrem 2 byty, datový typ (9.00x).[2]

### **2.9.7 Komunikace**

V instalaci jsou využívány dva logické stavy „0“ a „1“, jaké mohou bity nabývat. Když je logická „1“, není k dispozici žádný signál, pokud logická „0“, k dispozici je napětí signálu, tzn. prosazení logické „0“ při vysílání více účastníků současně.[2]

Další vlastností komunikace je, že nemůže dojít ke kolizi telegramů, což je zajištěno postupem CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance = Přenosový smysl mnohonásobného přístupu s vyhnutím se kolizi), viz *Obr. 2.3*, který hlídá, aby pouze jeden sběrníkový přístroj mohl bez porušení dokončit svůj přenos, zatímco ostatní přístroje sledují provoz na sběrnici a po skončení předešlého, může další přístroj odeslat svůj logický stav atd., čímž nedochází ke snížení průchodnosti dat.[2]



Obr. 2.3 Vývojový diagram přístupu na sběrnici CSMA/CA (převzato z [8])

Data, která jsou přenášena po obou vodičích krouceného páru, jsou symetrická z důvodu rušení, které působí na obě jádra ve stejné polaritě, a tudíž neovlivní rozdíl napětí signálu. Sběrnice vyhodnocuje rozdíl napětí mezi oběma vodiči.[2]

Data se po sběrnici přenášejí v podobě střídavého napětí. Na primární straně transformátoru je kondenzátor, který je pro data nízkou impedancí, tudíž se přes něj uzavírá obvod. Při činnosti jako vysílač se data přenášejí na primární stranu transformátoru, kde se superponují na stejnosměrné napětí. Při činnosti přijímače transformátor přenáší data na sekundární stranu, která je oddělena od stejnosměrného napětí.[2]

Přenášená data po sběrnici jsou minimálně ovlivněna napájecím zdrojem sběrnice, jelikož je sběrnice napájena přes tlumivku a ta pro stejnosměrné napětí představuje nulový odpor, zatímco pro střídavé napětí (kmitočet se nerovná nule) je odpor velký.[2]

## 2.10 Telegram KNX TP1

Princip přenosu informací po sběrnici spočívá v telegramu, skládající se ze sběrnice specifických údajů a užitečných dat, který informaci (např. stisknutí tlačítka) přenáší vysláním po znacích, vždy po 8 bitech. Rychlost vysílání je 9600 bitů/s, tedy 1 bit zaneprázdní sběrnici na 104  $\mu$ s a jeden znak skládající se z 11 bitů společně s dobou pauzy (2 bity) mezi dvěma znaky je přenesen za 1,35 ms (13 bitů).[2]

Než započne odesílání informace je nutné zjistit, zda-li není sběrnice zaneprázdněna (50 bitů) a vyhodnocení pro potvrzení (13 bitů), což celé zabere čas pro přenos telegramu 20 – 40 ms.[2]

V telegramu se také přenáší kontrolní informace pro rozpoznání přenosových chyb pomocí ověřovacího bytu, viz Tab. 2.2. Pokud odesílatel obdrží potvrzení NAK (příjem nebyl v pořádku), telegram bude zopakován až třikrát. Pokud obdrží BUSY (sběrnice je obsazena), vysílací účastník krátkou dobu počká a potom vyšle telegram znovu. Neobdrží-li vysílací účastník žádné potvrzení, bude telegram zopakován až třikrát.[2]

Tab. 2.2 Telegram: potvrzení (převzato z [2])

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Čtecí pořadí datových bitů
N	N	0	0	B	B	0	0	Potvrzovací hlášení
1	1	0	0	0	0	0	0	BUSY Data nelze zpracovat
0	0	0	0	1	1	0	0	NAK Příjem nebyl v pořádku
1	1	0	0	1	1	0	0	ACK Příjem byl správný

Aby došlo k rozpoznání informace při přenosu telegramu, kontrolní informace se přenáší formou paritních bitů (příčné zabezpečení) a zabezpečovacího bytu (podélné zabezpečení), což se nazývá křížové zabezpečení, které je vysvětleno níže.[2]

Každý znak telegramu je ověřen na svoji paritu, tj. paritní bit P obdrží hodnotu 0 nebo 1 tak, aby součet se všemi ostatními bity (tedy D0 až D7 plus P) byl roven 0. Kromě toho, jsou všechny znaky telegramu zajištěny na lichou paritu pro každé místo bitu, tj. ověřovací bit S7 nabývá hodnotu 0 nebo 1 tak, aby součet hodnot všech bitů D7 plus ověřovacího bitu byl roven 1.[2]



Obr. 2.4 Struktura telegramu TP 1 (převzato z [2])

## 2.11 KNX Powerline PL 110

Pokud nechceme v instalaci realizovat datovou sběrnici, je možné použít síť 230/400 V AC, po které lze přenášet telegramy systému po kterémkoliv fázovém a středním vodiči. Systém pracuje v poloduplexním režimu, tedy každý přístroj může vysílat i přijímat. Tak jako v instalaci s datovou sběrnici, viz kapitola 2.8, je možné řízení spínání, stmívání, ovládání žaluzií, hlášení, časové závislé nebo centrální řízení apod. Jelikož je signál přenášen po energetické síti využívající pro přenos kmitočty 105,6 kHz a 115,2 kHz, je toto upraveno normou ČSN EN 50065.[2][5]

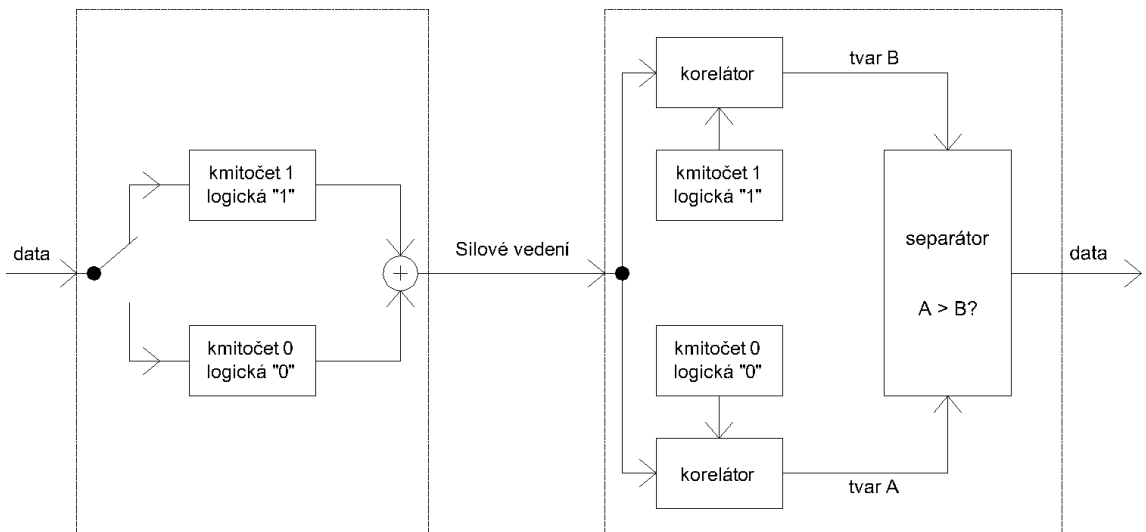
### 2.11.1 Přenosová technika

V přenosové technice se využívá kmitočtové klíčování v metodě rozložení pásma (SFSK, Spread Frequency Shift Keying). Hlavní výhodou SFSK je při úzkopásmovém přenosu nižší rušení než u FSK. SFSK je pospána a řídí se normou ČSN IEC 61334-1-2.[6]

Princip činnosti, viz Obr. 2.5, spočívá v odeslání hodnoty „0“ v pásmu 105,6 kHz nebo „1“ v pásmu 115,2 kHz, které jsou pomocí síťových spojek (signály včetně šumů) průběžně převedeny na digitální hodnoty. Tyto digitální hodnoty zpracovávají dva korelátory (pravděpodobnostní komparátory), které porovnají přijaté digitální hodnoty s uloženými digitalizovanými referenčními vzorky kmitočtů. V každé síťové spojce jsou dva korelátory, jeden pro bit „0“ a druhý pro bit „1“.[2]

V přenosu se také používá technika permanentní automatické přizpůsobení vysílacího výkonu a citlivosti příjmu, kde se vysílací výkon kontinuálně přizpůsobuje poměrům v síti. Stejně tak dělají i všechny přijímače.[2]

Aby bylo možné přenášet informaci na všech třech fázích, v malých instalacích s pasivním sdružením fází se používají mezifázové spojky pro vytvoření definovaného sdružení mezi fázemi. Ve větších instalacích se používají opakovací funkce systémové spojky, která je 4- pólová a sdružuje signály s maximální možnou úrovní vysílání na každou fázi. V instalaci se nesmí zároveň vyskytovat mezifázová spojka společně s opakovačem, pouze samostatně.[2]



Obr. 2.5 Kmitočtové klíčování (převzato z [2])

### Přenos telegramu

Na rozdíl od telegramu v KNX TP1, kde telegram obsahuje jednak přenášené informace ze snímače, tak i potvrzující kód viz kapitola 2.10, zde v PL 110 jsou potřeba další přídavné funkce, jako je např. tréninková sekvence, úvodní pole a další, kterým se věnuji dále.[2]

Tréninková sekvence, Tab. 2.3, umožňuje nastavení citlivosti přijímačů, tedy všech síťových spojek vyjma té, která vysílá, podle okamžitých podmínek v síti.[2]

Úvodní pole, Tab. 2.3, označuje začátek přenosu a řídí přístup na sběrnici.[2]

Telegram, který je stejný jako u KNX TP1, ke kterému se navíc připojují 4 bity zkušebních informací, kterými lze korigovat jednobitovou chybu a rozpoznat chybu vícebitovou.[2]

Systémové ID, Tab. 2.3, má v přenosu funkci, díky níž přijímače mohou rozpoznat, zda-li telegram patří do patřičné, nebo do jiné části instalace. Proto se každé instalaci přiřazuje vlastní systémové ID obsahující 8 bitů (+4 bity pro zkušební informaci).[2]

Tab. 2.3 Struktura telegramu PL 110 (převzato z [2])

<i>Cvičná</i>	<i>Úvodní</i>	<i>Telegram</i>	<i>ID systém</i>
<i>sekvence</i>	<i>pole</i>		
<i>4 bity</i>	<i>2x8 bitů</i>	<i>Proměnná délka</i>	<i>8 bitů</i>
		<i>pro 8 bitů navíc 4 bity pro korekci chyb</i>	

Výsledkem přijatého telegramu je odpovědní telegram, který musí být přijat vysílačem po určité době. Na rozdíl od KNX TP1, viz kapitola 2.10, zde existují pouze dva odpovědní telegramy: ACK (přenos úspěšný) a NACK (přenos neúspěšný).[2]

Odpovědní telegram musí být vyslán pouze jedním akčním členem na jednu skupinovou adresu, tzn., že při projektování musí být jeden skupinový objekt nastaven jako skupinový mluvčí.[2]

Tab. 2.4 Struktura odpovědního telegramu (převzato z [2])

<i>Cvičná</i>	<i>Úvodní</i>	<i>Telegram</i>
<i>sekvence</i>	<i>pole</i>	
<i>4 bity</i>	<i>2x8 bitů</i>	<i>8 bitů + 4 korekční bity</i>

### *Instalace bez systémové spojky*

Pokud v instalaci není systémová, ale pouze mezifázová spojka, při vyslání telegramu ze snímače, všechny akční členy poslouchají, ale jen jeden reaguje, je-li u něj nastavena vlajka mluvčího skupiny. Akční člen vyšle odpověď ACK pokud telegram přijal, v případě nepřijetí nevyšle žádnou odpověď a snímač telegram jednou zopakuje.[2]

### *Instalace se systémovou spojkou*

Pokud je v instalaci, tedy v rozváděči, nainstalována systémová spojka, chová se následujícím způsobem: vyšle-li snímač telegram a akční člen se stejnou adresou nebo vlajkou mluvčího skupiny tento telegram přijme, akční člen vyšle ACK, Tab. 2.2, děj je

ukončen a systémová spojka se neprojeví. V případě, že systémová spojka zaregistruje, že telegram ACK nebyl vyslán, zopakuje jej, akční člen telegram přijme a odešle ACK a proces je ukončen.

Pokud akční člen i přesto telegram nepřijme, systémová spojka odešle NACK, snímač toto přijme a děj je ukončen.[2]

Stejně jako u instalace KNX TP1 se v KNX PL 110 smí vyskytovat pouze jedna systémová spojka.[2]

### 2.11.2 Topologie, adresování

Logické adresování v KNX PL 110 je kompatibilní s KNX TP1. Adresovat lze pouze 8 oblastí, místo 15 u KNX TP1, vždy se 16 liniemi po 256 přístrojích. Oblasti signálu KNX PL 110 musí být pomocí pásmové zádrže signálově odděleny od distribuční sítě. Všechny přístroje jsou datově spojeny se 3 fázemi silové el. instalace 230/400 V AC, v závislosti na použití mezifázové nebo systémové spojky.[2]

### 2.11.3 Systémové přístroje KNX PL 110

#### *Síťová spojka*

Existují čtyři konstrukční druhy síťových spojek:

- pro zapuštěnou montáž do standardních přístrojových krabic pod omítku,
- pro povrchovou montáž do nástěnných krabic,
- pro montáž do rozvodnic na nosnou DIN lištu,
- adaptér (pro zasunutí do zásuvky – nepoužívá se v ČR).[2]

Každá síťová spojka má zabudovanou síťovou část pro vlastní napájení. Příkon na stejnosměrné straně je:



- ve stavu „Přijímání“: 5V/30mA a 24V/1mA => 174 mW,
- ve stavu „Vysílání“: 5V/30mA a 24V/10...60mA => 390 mW...1,59 W, v závislosti na impedanci sítě,
- Ztrátový výkon: 0,5 – 1,5W.[2]

### *Mezifázová spojka*

Konstrukční forma mezifázové spojky je pro montáž do rozvodnic s šířkou 1 modulu, má třífázové připojení bez středního vodiče, pasivní kapacitní připojení, jistí se jističem a používá se v malých instalacích bez systémové spojky.[2]

### *Systémová spojka*

Systémová spojka je taktéž určena pro montáž do rozvodnic s šířkou 4 modulů, má třífázové připojení plus střední vodič, zajišťuje aktivní sdružování fází a opakování telegramů, na jednu instalaci je přípustná pouze jedna spojka, všem síťovým spojkám se musí sdělit přítomnost resp. nepřítomnost této spojky a lze ji použít také jako mediální oblastní spojku.[2]

Mediální spojka slouží pro propojení instalace KNX TP1 a KNX PL 110, oblastní spojka pak pro propojení oblastí PL 110 a pro konfiguraci a strukturovanou topologii v rozsáhlých instalacích.[2]

## **2.11.4 Pásmová zádrž**

Pásmová zádrž je lineární filtr, který nepropouští signál určitých frekvencí. V tomto případě se jedná o pasivní filtr složený z rezistorů a kondenzátorů.[7] Pro každou fázi se musí nainstalovat jedna pásmová zádrž. Přívod k pásmové zádrži a vedení vycházející z pásmové zádrže by měly být co nejdál od sebe (min. 10 cm), aby se zabránilo nežádoucímu ovlivňování signálů. Instaluje se v rozváděči přímo za hlavním jističem nebo proudovým chráničem. Pokud instalace obsahuje vlastní distribuční transformátor, lze od pásmové zádrže upustit.[2]

Jak již bylo řečeno v kap. 2.11.1, v systému se využívají frekvence v pásmu 105,6 až 115,2 kHz, tudíž pásmová zadrž zajišťuje nepropouštění těchto ovládacích kmitočtů a zároveň zadrží případné poruchy shodných kmitočtů, jež přicházejí po vedení.[8]

Vlastnosti:

- Pro montáž do rozvodnic s šířkou 2,5 modulu
- Jednofázové připojení + střední vodič
- Maximální zatížení 63 A při provozní teplotě 25 °C
- Velikost útlumu je 40dB

### **2.11.5 Silová vedení**

V instalaci je možné použít běžné kabely 230/400 V s výjimkou stíněných kabelů, které mají stínění uzemněné, kvůli útlumu signálu.[2]

## **2.12 Výhody a nevýhody systému i-bus KNX**

### **2.12.1 Nevýhody**

- Systém se cyklicky dotazuje na stavy v přístrojích a tím se zvyšuje provoz na sběrnici, např. stmívač se dotazuje na intenzitu osvětlení každých 5 sekund.
- Drahý systém převážně určený do luxusních objektů a komerčních budov.
- Je nutné systému velmi dobře rozumět pro efektivní a optimalizované fungování.
- Sběrnice neumí přenášet data ve formě zvuku či obrazu.
- Tento typ systému není vhodný jako alternativa pro měření a regulace.

### 2.12.2 Výhody

- Elektroinstalace může obsahovat velké množství přístrojů, až 58 000.
- Na každý vyslaný telegram je odpovězeno odpovědním telegramem o správnosti doručení.
- Sběrníková spojka umožňuje filtrování adres, díky tomu se nezahluje část linie, kam není telegram nutno posílat.
- Jako sběrnici lze použít buď kabel KSK224 nebo silové vedení v objektu.
- Díky využití energie s nejvyšší účinností, např. použití elektronických předřadníků pro osvětlení nebo spolupráce stínící techniky (žaluzie s topením) se celkové průměrné roční úspory energií, díky těmto optimalizacím, pohybují mezi 11 až 31 %.

### 3 Projekt elektroinstalace v rodinném sídle

Než se začne s projektováním je nejprve potřeba si promyslet, co od elektroinstalace očekáváme. Jestli chceme, aby šlo o klasickou instalaci, ve které nejsou žádné snímače a akční členy, a nároky na komfort nejsou tak veliké. Nebo na komfortu a úspoře energií trváme, máme dostatek financí pro realizaci inteligentní elektroinstalace, kde můžeme ovládat světla z několika míst, spínat zásuvky, mít žaluzie, které se podle světla a větru samy naklápí a vysouvají, a toto vše také pomocí tabletu či chytrého mobilního telefonu.

#### 3.1 Požadavky na instalaci Ego-n

Pasivní rodinný dům, který bude ovládán pomocí inteligentní elektroinstalace ABB Ego-n bude obsahovat následující funkční uspořádání:

- 26 světelných okruhů ovládaných pomocí tlačítkových snímačů jak ručně individuálně, tak i společně,
- 4 stmívatelná světla nebo nastavení scénických režimů,
- 12 řízených žaluzií pomocí tlačítkových snímačů a dálkově, individuálně i společně
- 1 centrální vypínač pro vypnutí všech světel a stažení žaluzií

1. Stanovení počtu akčních členů (výstupů) v instalaci:

	Množství	Akční členy ABB Ego-n	ks	Šířka
Počet spínaných světel	26	modul spínací 8x10 A	3	18 M
		modul spínací 4x10 A	1	4 M
Počet spínaných žaluzií	12	modul žaluziový 6x2x6 A	2	12 M
Počet okruhů fan-coilů	9	modul spínací pro termohlavice	2	12 M
Počet stmívaných obvodů	4	modul stmívací 2x300 W	2	8 M

2. Stanovení počtu snímačů (vstupů) v instalaci:

Typ	ks
Snímač jednonásobný	16
Snímač dvojnásobný	15
Termostat	6
LCD Termostat	2

## 3. Stanovení počtu primárních sběrnic:

	<b>Množství</b>	<b>Modul</b>	<b>ks</b>	<b>Šířka</b>
Primární sběrnice	1	Napájecí	1	4 M
		Řídící	1	4 M

## 4. Stanovení počtu prvků sekundární sběrnice:

<b>Typ</b>	<b>ks</b>	<b>Šířka</b>
Komunikační modul	1	4 M
Modul GSM	1	4 M

### 3.2 Požadavky na instalaci KNX

Pasivní rodinný dům ovládaný pomocí inteligentní elektroinstalace ABB i-bus KNX bude obsahovat následující funkční uspořádání:

- 26 světelných okruhů ovládaných pomocí tlačítkových snímačů jak ručně individuálně, tak i společně,
- 7 stmívatelných světelných okruhů, s individuálním i společným ručním ovládaním,
- 12 žaluzií, proporcionálně nastavitelné, ovládané jak ručně individuálně, tak společně, i dálkově,
- 7 okenních kontaktů pro omezení vytápění při otevřených oknech,
- 1 informační LCD displej, který zobrazuje funkce a hodnoty regulátoru teploty (žádaná skutečná teplota, provozní režim den/noc), ohlašuje silný vítr, déšť, otevřena okna, umožňuje ovládat všechny světla a žaluzie v domě, a také slouží jako videotelefon,
- 7 termostatů s otočným kolečkem pro regulaci vytápění a nastavení režimu
- 1 centrální vypínač pro vypnutí všech světel a stažení žaluzií

Povětrnostní stanice složí s využitím snímačů pro zajištění údajů o soumraku, osvětlení ve třech směrech, dešti, teplotě, celkovém osvětlení, rychlosti větru, o datu a čase.

Automatika natáčení lamel jako funkce venkovního jasu bude realizována po krocích (3 kroky) analogovým nastavením mezních hodnot.

### 1. Stanovení počtu akčních členů v instalaci:

	<b>Množství</b>	<b>Akční členy ABB KNX</b>	<b>ks</b>	<b>Šířka</b>
Počet spínaných světel	26	Spínací 12x10 A	3	36 M
		Spínací 2x10 A	1	2 M
Počet spínaných žaluzií	12	Žaluziový s detekcí pohybu	3	24 M
Počet stmívaných obvodů	7	Stmívací 4x10-315 W	2	16 M
Počet okruhů fan-coilů	9	Topení 12-násobný	1	8 M
Počet logických funkcí	4	Modul logický	1	2 M
Počet okenních kontaktů	12	Vstup binární 8-násobný	1	4 M
		Vstup binární 4-násobný	1	2 M
Počet měřených funkcí	7	Stanice povětrnostní	1	4 M
Programovací člen	1	KNX/IP rozhraní	1	2 M

### 2. Stanovení počtu snímačů (vstupů) v instalaci:

<b>Typ</b>	<b>ks</b>
Snímač povětrnostních údajů	1
Ovladač 3-násobný pri-On	10
Ovladač 1-násobný pri-On	12
Ovladač otočný pri-On	2
Prvek ovládací 1-násobný	3
TFT displej s ovladačem otočným	1
Displej dotykový ABB ComfortPanel	1

### 3. Stanovení počtu sběrniceových liniových segmentů

	<b>Množství</b>	<b>Modul</b>	<b>ks</b>	<b>Šířka</b>
Počet liniových segmentů	1	Zdroj napájecí, SELV, 640 mA	1	4 M

## 4. Ostatní prvky

Typ	ks
Lišta horní s termostatem při-On	7
Lišta uzavírací dolní se snímačem teploty	8
Lišta uzavírací horní standardní	8
Základna 1-násobná při-On	12
Základna 2-násobná při-On	8
Spojka sběrnice	20
Krabice montážní pro dotykový panel	1
Zdroj napájecí pro dotykový panel	1

Celkem přístrojů v instalaci: 42

Podle toho, jaké přístroje do instalace vybereme, mohou specifikované funkce na sběrnice linii vést ke zdatelné telegramové zátěži. Samočině vysílaná stavová hlášení v jednom 4-násobném, po sekundách snímajícím světelném regulačním okruhu, způsobují zátěž sběrnice mezi 4 až 8 telegramy za sekundu. To jsou 4x8 bitové hodnoty jasu plus 1 bitový spínací stav (zapínání/vypínání). Maximální přenosová kapacita by neměla překročit 48 telegramů za sekundu, při maximální délce (1000 m) jenom 24, což v tomto případě nemůže nastat.

Zatížení sběrnice:

- 2 4-násobné regulátory osvětlení (stmívací akční členy) se dotazují každých 5 sekund =  $8 \cdot 12 = \text{max. } 96$  telegramů za minutu (resp. 48 telegramů bez změny stavu),
- 9 infodisplejů se každý dotazují 1x za 5 minut =  $2,4 \cdot 9 = 21,6$  telegramů za minutu,
- Logické moduly se dotazují pro dodatečnou jistotu každých 5 minut =  $11,2 \cdot 1 = 11,2$  telegramů za minutu,
- 8 snímačů teploty vysílá 1x za minutu =  $2 \cdot 8 = 16$  telegramů za minutu

Celkové zatížení sběrnice je cca 145 telegramů za minutu, resp. 73 telegramů za minutu, což je cca 3 (6 %), resp. 2 (4 %) telegramy za sekundu.

Rezerva je tedy dostatečná a nemusíme se obávat, že by se sběrnice zahltila a docházelo tak k nepřijetí telegramů.

### 3.3 Technická zpráva

Nedílnou součástí každé projektové dokumentace, která mimo jiné dle vyhlášky č. 499/2006 Sb. obsahuje mnoho informací jen pro elektrikáře, ale i pro stavebníky a investory, je technická zpráva obsahující základní údaje o stavbě, jako je např.: k jaké síti bude objekt připojen, jak bude jištěn, řešení způsobu ochrany před nebezpečným dotykem, řešení silnoproudých a slaboproudých rozvodů, jištění proti atmosférickým přepětím atd.

#### 3.3.1 Předmět projektu

Předmětem tohoto projektu je návrh inteligentní elektroinstalace Ego-n a KNX v pasivním domě, silové napojení objektu na síť, uzemňovací a jímací soustavu bleskosvodu a anténní rozvod. Objekt bude napájen z veřejné sítě kabelem k HDS typu SP1/P s pojistkami o hodnotě 3x40A. Elektroměrový rozvaděč (ER) (500 x 1200 x 250 s krytím IP44) bude osazen dvojsazbovým trojfázovým elektroměrem s předřazeným jističem 3 x 32 A a přijímačem HDO s jističem 1 x 6 A, a umístěn ve zděném pilíři oplocení rodinného domu. Umístění rozvaděče HDS musí splňovat normu ČSN 33 2130 a ČSN 33 3320 ed. 2, tedy spodní okraj skříně musí být minimálně 0,6 m nad definitivně upraveným terénem a musí být zajištěna trvalá přístupnost s volným prostorem před HDS minimálně 0,8 m.[13][14]

Z elektroměrového rozvaděče HDS bude připojen hlavní rozvaděč domu (RZ), kabelem CYKY 4Jx16 mm<sup>2</sup> a kabelem pro HDO CYKY 3Jx1,5 mm<sup>2</sup>. Tyto kabely budou umístěny pod zemí v hloubce 0,7 m v ochranné ohebné trubce (husím krku) o průměru 32 mm a překryty ochrannou fólií. Z rozvaděče RZ bude napojena elektroinstalace celého objektu.[13]

#### 3.3.2 Základní údaje

Stavba:	pasivní rodinný dům
Místo stavby:	Chrást u Plzně
Stavební úřad:	Chrást - Plzeň sever
Projektant:	Michal Vít
Datum zpracování:	10. 4. 2016
Uživatel:	Michal Vít



Rozvodná síť:	3 + PE + N, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C-S
Instalovaný příkon:	$P_i = 23,83 \text{ kW}$
Stupeň elektrizace:	C
Činitel soudobosti:	$\beta = 0,77 [-]$
Soudobý příkon:	$P_\beta = P_i \cdot \beta = 23,83 \cdot 0,77 = 18,35 \text{ kW}$
Hlavní jistič před elektroměrem:	32 A

### 3.3.3 Prostředí, základní charakteristiky, krytí elektroinstalace

Obytné místnosti:	normální prostředí
Vnější vlivy:	AA5
Koupelna a umývací prostory:	provedeny dle ČSN 33 2000-7-701 ed.
Doporučené krytí:	IP20 pro normální prostředí uvnitř domu IP44 venku a vybraná zařízení v koupelně

### 3.3.4 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Bude provedena dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2. Ochrana živých částí bude provedena izolací, krytím a proudovými chrániči s vybavovacím proudem 30 mA. Ochrana neživých částí se realizuje automatickým odpojením od zdroje dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2, uzemněním, pospojováním, doplňujícím pospojováním a zvýšená ochrana proudovým chráničem.[11][13]

### 3.3.5 Ochrana proti přetížení a zkratu

Bude provedena dle ČSN 33 2000-5-52 ed.2 a ČSN 33 2000-4-473. Jednotlivé okruhy budou chráněny jističi, v příslušných napájecích bodech budou použity pojistky.[13]

### 3.3.6 Způsob kompenzace účinníku

Charakter zátěže nevyžaduje přídavnou kompenzaci účinníku, jelikož instalace nebude obsahovat výkonné motory.[13]

### 3.3.7 Stupeň důležitosti dodávky elektrické energie

Stupeň dodávky el. energie bude dle ČSN 34 1610 ve 3. stupni.[13]

### 3.3.8 Silnoproudá elektroinstalace

Kabely budou v normálních prostorách s měděnými (Cu) jádry s PVC izolací, typ CYKY pro pevné přívody a H07RN-F pro pohyblivé přívody.[13]

Systémové přístroje inteligentní elektroinstalace Ego-n budou liniově propojeny sběrnicevým kabelem KSE224. Konec sběrnicevého kabelu bude ukončen v posledním přístroji.[1] V instalaci KNX budou všechny přístroje propojeny sběrnicevým kabelem typu KSK224. Konec sběrnicevého kabelu bude také ukončen v posledním přístroji.

Silové obvody budou umístěny v drážkách pod omítkou ve výšce 150 – 450 mm od hotového stropu nebo hotové podlahy v horní a dolní vodorovné zóně nebo v podhledech. V svislých zónách budou kabely umístěny v rozmezí 100 – 300 mm od okenního nebo dveřního otvoru nebo od rohu místnosti (v hrubé stavbě).[11] Kabely v podhledech budou umístěny v ochranných PVC trubkách. V instalačních krabicích bude provedeno pospojování propojovacích kabelů. Kabelová vedení jsou volena s ohledem na jejich uložení a dovolený celkový úbytek napětí mezi zdrojem a spotřebičem, který nepřekročí 3 % jmenovitého napětí el. soustavy. Prostupy kabelů do budovy musí být provedeny vlhkotěsně a plynotěsně.[13]

Veškeré silnoproudé kabely budou taženy dle výkresu A-9 v příloze A.

### 3.3.9 Zásuvkové rozvody

Jednofázové zásuvkové rozvody budou řešeny kabelem CYKY 3Jx1,5 mm<sup>2</sup>. Pro trojfázový účelový okruh bude použit kabel typu 5Jx2,5 mm<sup>2</sup>. Proudová zatížitelnost, maximálně na 10 zásuvek, bude 16 A. Zásuvky na 400 V budou mít proudovou zatížitelnost 16 A nebo 20 A. Jednofázové zásuvkové okruhy budou smyčkovány v zásuvkách. Všechny vývody pro zásuvky budou chráněny proudovým chráničem s vybavovacím proudem 30 mA. Venkovní zásuvky musí mít krytí minimálně IP44 s víčkem. Všechny zásuvky pro obecné použití budou instalovány ve výšce 300 mm nad hotovou podlahou. Zásuvky v kuchyni budou instalovány podle umístění zařízení. Zásuvky pro obecné použití v kuchyni budou instalovány pod okrajem horních skříněk.[12][13]

Obvody pro varnou desku, myčku, elektrickou troubu a mikrovlnnou troubu budou samostatně jištěny jističem o hodnotě 16 A. Stejně tak lednice bude jištěna samostatně jističem o hodnotě 16 A.[13]

Elektroinstalace v prostorách s vanou nebo sprchou musí být v souladu s předpisy, hlavně s ČSN 33 2000-7-701 ed.2, je potřeba dodržet požadavky jednotlivých zón při umístění elektrických zařízení. Koupelnové zásuvky budou instalovány v zóně 3, tj. ve výšce 1200 mm nad podlahou a minimálně 200 mm od okraje umyvadla. Zásuvka pro pračku bude umístěna ve výšce 900 mm nad hotovou podlahou.[12][13]

Veškeré zásuvkové rozvody budou provedeny dle výkresu A-7.

### 3.3.10 Světelné rozvody

Podle normy ČSN 73 4301 bude navrženo umělé osvětlení rodinného domu. Svítidla budou vybrána tak, aby byly zachovány minimální hodnoty dle Tab. 3.1.

Tab. 3.1 Nejnižší požadované hodnoty  $E_m$ ,  $UGR_L$ ,  $R_a$

Prostor	Udržovaná osvětlenost $E_m$ (lx)	Index oslnění $UGR_L$	Index podání barev $R_a$
Celkové osvětlení obytné místnosti	50	22	80
Komunikace v bytě	75	22	80
Obytné kuchyně, šatny, spíže	100	22	80
Koupelny WC	200	22	80
Domácí dílny, místnosti pro domácí práce	300	22	80
Kuchyňská pracovní linka, varná deska sporáku	300	22	90

Ovládání osvětlení bude v instalaci jak Ego-n, tak i KNX realizování pomocí spínacích modulů 8x10 A a 12x10 A umístěných v rozvaděči RZ.

V instalaci Ego-n bude provedeno stmívání čtyř zdrojů osvětlení, v obývacím pokoji, dvou dětských pokojích a ložnici. Stmívání budou ovládat dva akční členy stmívací, každý o dvou výstupech. Svítidlo bude potřeba navrhnout tak, aby se jednalo o odporovou zátěž 230 V minimálně 40 W, maximálně 300 W (halogenové žárovky nebo žárovky na 230 V). Stmívací modul je triakový stmíváč a jiná zátěž pro stmívání nebude přípustná, bude napájen přímo z jištění výstupu. Pokud budeme potřebovat stmíváč vypnout, bude třeba vypnout jistič k danému svítidlu. Tato vlastnost je dána konstrukcí stmíváče.[1]

V rozvaděči budou umístěny jističe k jednotlivým světelným okruhům v horní části 1. pole a mezi nimi bude vynechána šíře o velikosti 1M (jednoho modulu, 18 mm). Osvětlení bude provedeno dle výkresu A-8. Umístění spínačů bude ve výšce 1000 – 1200 mm nad hotovou podlahou.[13]

V instalaci KNX bude taktéž provedeno stmívání sedmy zdrojů osvětlení s možností nastavení scény, např. scéna TV, kdy světla se ztlumí na 30 % výkonu. Stmívání bude ovládáno členem akčním stmívacím v rozvaděči. Stmíváč je navržen pro žárovky 230 V, halogenové žárovky 230 V DC, stmívateľné úsporné žárovky a LED, se čtyřmi výstupy pro ovládání 4 nezávislých světél o výkonu 10-315 W až 1x1260 W. U stmíváče je možné paralelní propojení různých kombinací výstupů jednotlivých kanálů pro zvýšení zatížitelnosti.[16]

V horní části rozvaděče (1. pole) budou umístěny jističe, chrániče, stykače a hlavní pojistky. Osvětlení bude provedeno dle výkresu A-8 viz příloha A. Umístění spínačů bude ve výšce 1000-1200 mm nad hotovou podlahou viz příloha A dle výkresu A-3 pro Ego-n a A-4 pro i-bus KNX.

Pro světelné okruhy budou použity kabely s PVC izolací s měděnými jádry. Pro vedení ke svítidlům bude použit kabel CYKY 3Jx1,5 mm<sup>2</sup>. [13]

### **3.3.11 Domovní rozvaděč**

Domovní rozvaděč RZ bude umístěn v technické místnosti domu a bude napájen z elektroměrového rozvaděče HDS. Společně s HOP (hlavní ochranné pospojování) budou

umístěny pod omítku. Elektroinstalace celého objektu včetně venkovní elektroinstalace bude napájena s rozvaděče RZ. Uspořádání prvků v rozvaděči a jeho schéma viz příloha A výkres A-12 pro Ego-n a A-14 pro i-bus KNX.

### **3.3.12 Ekvipotenciální sběrnice (ochranné pospojování)**

Na ekvipotenciální sběrnici bude připojen obvodový zemnič, vodiče PE a PEN, přívod a odvod topného média, přívod vody (je-li kovový), odpadní potrubí (je-li kovové).

LPS (Lighting Protection System) nebo-li systém ochrany před bleskem je dle normy ČSN 62305-3 ed.2 stanovena na třídu 3.[17]

Připojení všech vodičů na systém vyrovnání potenciálu se provádí co nejbližší vstupu všech vedení do objektu. Může být spojeno několik vodičů a pak společně přivedeno na lištu vyrovnání potenciálu. V systému TN musí být instalováno vodivé spojení mezi lištou vyrovnání celkového potenciálu a vodiče PE a PEN. Minimální průřez vodiče pro vyrovnání potenciálu je 16 mm<sup>2</sup> Cu.[13]

Všechny kovové předměty v technické místnosti, skladu, v prostorách sociálního zařízení a kuchyni budou propojeny doplňujícím pospojováním. To bude provedeno měděným vodičem o průřezu 6 mm<sup>2</sup> dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2 a ČSN 33 2000-5-54 ed.3.[13]

### **3.3.13 Slaboproudá elektroinstalace**

Kabelové trasy budou vedeny zdmi nebo stropy pod omítkou v ohebných kabelových chráničkách (husí krk) 2316/LPE2. Souběhy tras silnoproudu a slaboproudu budou ve vzdálenosti nejméně 300 mm nebo v kanále se stínicí přepážkou. Slaboproudé rozvody budou provedeny stíněnými kabely dle výkresů A-10 (1-3) pro Ego-n a A-13 (1-6) pro i-bus KNX viz příloha A.[13]

### **3.3.14 Rozvod televize a rádia**

V rodinném domě bude realizován rozvod TV příjmu, dle výkresu A-2 v příloze A, pomocí 75 Ω koaxiálního kabelu. Účastnické zásuvky budou v provedení se třemi vývody TV+R+SAT.[13]

Z rozvaděče RZ budou taženy tři koaxiální kabely do prostorů půdy, kde bude napojena anténní soustava pro příjem DVB-T a v dalším roce už nejspíše i DVB-T2, signálu, satelitní televize a rádia.

### **3.3.15 Požární signalizace**

Dle vyhlášky č. 268/2011 Sb. se do kuchyně umístí kombinovaný detektor kouře a teplot Jablotron SD 283ST. Čidla slouží pro včasné rozpoznání a signalizaci doutnání nebo otevřeného plamene s vývinem kouře dle ČSN EN 14604.[13] Detektor kouře pracuje na principu rozptýleného světla, ale jelikož je méně citlivý na malé částice v kouři vznikající při hoření kapalin (např. alkoholu), je doplněn druhým detektorem teplot, který reaguje pomaleji, ale za to lépe při vývinu požáru s malým množstvím kouře.

### **3.3.16 Internet**

Rozvod internetu bude dle výkresu A-2 v příloze A realizován pomocí stíněného kabelu FTP cat. 6, zakončené v datových zásuvkách 1xRJ45 cat. 6 a bezdrátově pomocí Wi-Fi routeru. Router a modem budou umístěny v technické místnosti a napájeny ze zásuvky s předřazeným jističem o velikosti 10 A. Příjem signálu bude realizován z antény umístěné na střeše.[13]

### **3.3.17 Zvonek s videotelefonem**

Umístění videotelefonu bude ve vstupní chodbě napravo od dveří a napájen 15 V DC adaptérem. Propojení vnitřní a venkovní jednotky bude 4-žilovým kabelem CGSG 4x0,75 mm<sup>2</sup>. Venku bude uložen v ohebné ochranné trubce o průměru 32 mm pod zemí v hloubce 0,7 m a vzdálen nejméně 0,15 m od silového vedení. Umístění venkovní jednotky bude na pilíři oplocení u vchodové branky ve výšce 1200 mm nad definitivně upraveným terénem a v provedení IP44.[13]

### **3.3.18 Bleskosvod**

Bleskosvod bude proveden dle normy ČSN EN 62305-4 ed.2, jako hřebenový se dvěma svody umístěných v rozích RD. Svody budou okapovými svorkami připevněny k okapům. Jímací a svodová vedení budou provedena drátem AlMgSi Ø8 mm a od zkušebních svorek k základovému zemniči budou vedeny drátem FeZn Ø10 mm. Svod musí být chráněn proti mechanickému poškození ochranným ocelovým úhelníkem nebo trubkou. Uzemnění bude provedeno základovým zemničem FeZn 30x4 mm, který bude umístěn v základech po

obvodě RD. Maximální zemní odpor nesmí překročit hodnotu  $10 \Omega$ . [18] Všechny spoje umístěné v zemi se musí chránit proti korozi, nejčastěji asfaltovým nátěrem. Uzemnění bude provedeno dle ČSN 33 2000-5-54 ed.3. [13] Schéma bleskosvodu je možné vidět na výkresu A-6 v příloze A.

### 3.4 Dimenzování a kontroly

Při dimenzování hlavní přípojky RD je vycházeno z platných norem ČSN a ze cvičení Projektování instalačních rozvodů.

Výpočtové zatížení přívodních vedení vychází z platné normy ČSN 33 2130 ed.3. Návrh průřezu přívodních vedení se bude řídit dle ČSN 33 2000-5-52 ed.2. Chránění pracovních vodičů proti nadproudům a přepětí se řídí normou ČSN 33 2000-4-43 ed.2. K výpočtu zkratových proudů se využívá metoda ekvivalentního napěťového zdroje v místě zkratu, dle normy ČSN EN 60909-0. [13]

#### 3.4.1 Dimenzování kabelu hlavní přípojky RD

Součinitel soudobosti:	$\beta = 0,77$
Celkový příkon:	$P_i = 23,83 \text{ kW}$
Celkový instalovaný soudobý příkon:	$P_\beta = P_i \cdot \beta = 23,83 \cdot 0,77 = 18,35 \text{ kW} \quad (1)$
Sdružené napětí:	$U_s = 400 \text{ V}$
Účinník:	$\cos \varphi = 0,98 [-]$
Teplota okolí (země):	$t = 20^\circ\text{C}$
Měrný tepelný odpor půdy:	$2,5 \text{ K} \cdot \text{m} \cdot \text{W}^{-1}$

Na rozvodnou síť k RD bude použit 4-žilový celoplastový kabel CYKY, uložený v zemi.

#### Celkový výpočtový proud přípojkou:

$$P_\beta = \sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_p \cdot \cos \varphi \rightarrow I_p = \frac{P_\beta}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \varphi} = \frac{18,35 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,98} = 27,03 \text{ A} \quad (2)$$

**Dovolené zatížení vodiče:**

Kontrola spočívá v porovnání proudu procházejícího vodičem ( $I_P$ ) s dovolenou hodnotou proudu ( $I_{DOV}$ ) pro daný průřez vodiče, typ izolace a pracovní podmínky pro ochlazování (způsob uložení vodiče a okolní teplota). Aby nebyla překročena maximální povolená teplota izolace vodiče, musí platit vztah:

$$I_P \leq I_{DOV}. \quad (3)$$

Např. dle normy je povolena dlouhodobá provozní teplota PVC izolace 70 °C. Hodnoty v normě pro dovolené proudové zatížení  $I_{DOV}$  odpovídají vypočteným a naměřeným přechodným elektrotepelným dějům a zajišťují nepřekročení dovolené provozní teploty vodiče. Pro daný typ provedení vodiče existuje rovnice:

$$I_{DOV} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_{NV}, \quad (4)$$

kde  $I_{NV}$  je proudové zatížení vodiče A pro daný typ a průřez a pro tento základní způsob uložení:  $I_{NV}$  – v zemi s měrným tepelným odporem 0,7 K.m/W, v hloubce asi 70 mm pod povrchem a s teplotou země 20 °C,

$k_1$ ,  $k_2$  – jsou korekční (přepočítávací) koeficienty respektující odlišné podmínky od normalizovaných podmínek (např. okolní teplota).

Jmenovité proudové zatížení některých vodičů a hodnoty nejčastěji přepočítávacích součinitelů proudové zatížitelnosti jsou uvedeny v tabulkách v příloze ČSN 33 2000-5-52 ed.2.[19]

Přepočítávací součinitelé proudové zatížitelnosti dle ČSN 33 2000-5-52 ed.2 [19]:

$k_1$  – rozlišuje druh prostředí - pro uložení v zemi je 1,1 [-],

$k_2$  – respektuje teplotu prostředí – pro teplotu okolí  $t = 20^\circ\text{C}$  je 1,22 [-].

Dle ČSN 33 2000-5-52 ed.2 jsem zvolil kabel CYKY 4Jx16 mm<sup>2</sup>, kde dovolený zatěžovací proud pro základní způsob uložení v trubkách v zemi je  $I_{NV} = 67 \text{ A}$ . [19]



Dovolený proud kabelem při respektování prostředí [19]:

$$I_{DOV} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_{NV} = 1,1 \cdot 1,22 \cdot 67 = 89,914 \text{ A} \quad (5)$$

$$I_{DOV} > I_P$$

$89,914 \text{ A} > 27,03 \text{ A} \rightarrow$  *Kabel CYKY 4Jx16 vyhovuje.*

### 3.4.2 Kontrola přípojky na úbytek napětí

Hlavní přípojkový kabel CYKY 4Jx16 mm<sup>2</sup> o délce 38 m. Úbytek napětí v rozvodu mezi přípojkovou skříní a rozvaděčem za elektroměrem, u světelného a smíšeného odběru nesmí překročit 2 %  $U_s$ .

$$l = 38 \text{ m}$$

$$P_\beta = 18,35 \text{ kW}$$

$$\gamma_{Cu} = 56,06 \text{ S}_m/\text{mm}^2$$

$$U_s = 400 \text{ V}$$

$$S = 16$$

Výpočet úbytku napětí:

$$\Delta U_s = \frac{l \cdot P_\beta}{\gamma \cdot S \cdot U_s} = \frac{38 \cdot 18,35}{56,06 \cdot 16 \cdot 400} = 1,944 \text{ V} \quad (6)$$

$$2 \% U_s = 0,02 \cdot 400 = 8 \text{ V} \quad (7)$$

$8 \text{ V} > 1,944 \text{ V} \rightarrow$  *Kabel CYKY 4Jx16 vyhovuje z hlediska úbytku napětí.*

### 3.4.3 Návrh jištění hlavní přípojky objektu

Musí být splněny následující podmínky [13]:

- Jmenovitá hodnota proudu hlavního jističe před elektroměrem musí být větší než maximální proud protékající přípojkou a zároveň menší než dovolený proud kabelem CYKY 4Jx16 při respektování prostředí.

$$I_p \leq I_N \leq I_{DOV} \quad (8)$$

$$27,03 \text{ A} \leq 32 \text{ A} \leq 89,914 \text{ A} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$I_p$  - maximální proud protékající přípojkou

$I_N$  - jmenovitá hodnota proudu jističího prvku

$I_{DOV}$  - dovolený proud kabelem při respektování prostředí

- b) Při návrhu pojistek před hlavním jističem musí být respektována pravidla soudobosti. Pojistky před hlavním jističem musí mít jmenovitou hodnotu proudu o 2 stupně vyšší než je jmenovitá hodnota hlavního jističe před elektroměrem.

$$I_N \leq I_{NP} \quad (9)$$

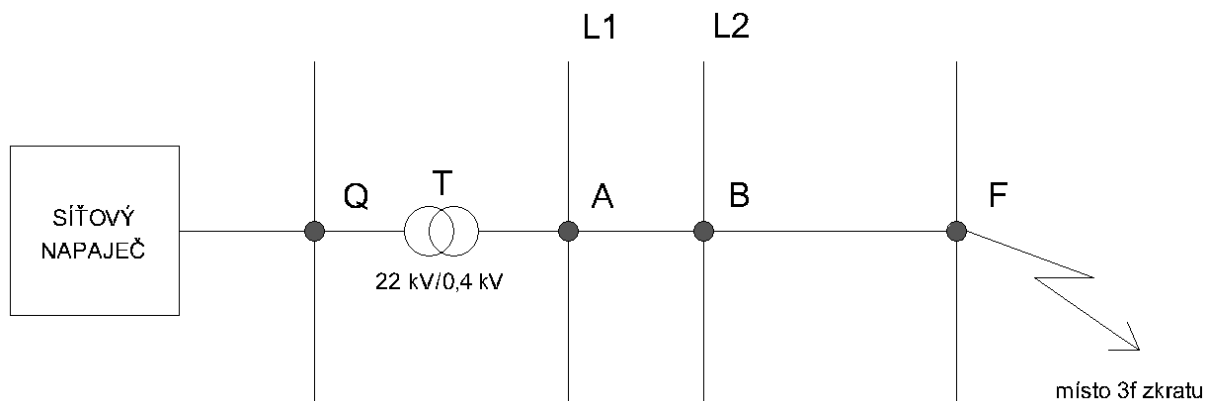
$$32 \text{ A} \leq 50 \text{ A} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$I_{NP}$  - jmenovitá hodnota proudu pojistek před hlavním jističem

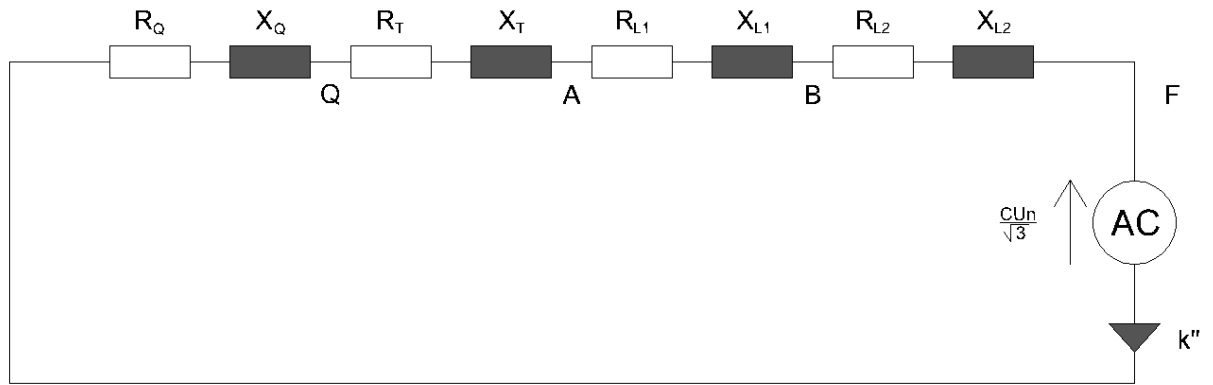
### 3.4.4 Výpočet zkratových poměrů

V blízkosti zdrojů se generují velké zkratové proudy v řádech desítek tisíc ampér a elektrizační soustava RD musí být před těmito poruchami chráněna. S rostoucí vzdáleností se zkratové proudy přibližují tzv. ustálenému zkratovému proudu, což obvykle zasáhne onu instalaci v RD.[20]

Pro výpočet zkratového proudu  $I_k$  jsem použil metodu ekvivalentního zdroje v místě zkratu, viz Obr. 3.1, kde tento zdroj je jediným zdrojem napětí, umístěným v místě zkratu.



Obr. 3.1 Schéma obvodu [13]



Obr. 3.2 Náhradní schéma obvodu [13]

Parametry:

1) Elektrizace soustava

$S_{sk} = 54,5 \text{ MVA}$

$P = 55 \text{ (trans. 22 kV/0,4 kV)}$

$I_k = 3,15 \text{ kA}$

$$Z_S = \frac{c \cdot U_n}{S_{sk}} \cdot \frac{1}{p^2} = \frac{1,1 \cdot 22000^2}{54,5 \cdot 10^6} \cdot \frac{1}{55^2} = 3,229 \text{ m}\Omega \quad (10)$$

2) Transformátor

$U_2 = 400 \text{ V}$

Jmenovité napětí nakrátko –  $U_{KR} = 6\%$

Ohmická složka jmenovitého napětí nakrátko  $U_{RR} = 3,2\%$

$S_{RT} = 0,4 \text{ MVA}$

$$Z_T = \frac{U_{KR\%}}{100} \cdot \frac{U_{RTL}^2}{S_{RT}} = \frac{6}{100} \cdot \frac{400^2}{0,4 \cdot 10^6} = 24 \text{ m}\Omega \quad (11)$$

$$R_T = \frac{U_{RR\%}}{100} \cdot \frac{U_{RTL}^2}{S_{RT}} = \frac{3,2}{100} \cdot \frac{400^2}{0,4 \cdot 10^6} = 12,8 \text{ m}\Omega \quad (12)$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \sqrt{24^2 - 12,8^2} = 20,302 \text{ m}\Omega \quad (13)$$

## 3) Kabelové vedení

**Kabel L<sub>1</sub>:**AYKY 3x120 mm<sup>2</sup> + 70 mm<sup>2</sup>

$$R_1 = 0,4423 \frac{\Omega}{km}$$

$$X_1 = 0,15 \frac{\Omega}{km}$$

$$l_1 = 90 m$$

$$R_{l1} = R_1 \cdot l_1 = 0,4423 \cdot 90 = 39,807 m\Omega \quad (14)$$

$$X_{l1} = X_1 \cdot l_1 = 0,15 \cdot 90 = 13,5 m\Omega \quad (15)$$

$$Z_{l1} = \sqrt{R_{l1}^2 + X_{l1}^2} = \sqrt{39,807^2 + 13,5^2} = 42,034 m\Omega \quad (16)$$

**Kabel L<sub>2</sub>:**CYKY 4Jx16 mm<sup>2</sup>

$$R_2 = 0,76 \frac{\Omega}{km}$$

$$X_2 = 0,9 \frac{\Omega}{km}$$

$$l_2 = 38 m$$

$$R_{l2} = R_2 \cdot l_2 = 0,76 \cdot 38 = 28,88 m\Omega \quad (17)$$

$$X_{l2} = X_2 \cdot L_2 = 0,9 \cdot 38 = 34,2 m\Omega \quad (18)$$

$$Z_{l2} = \sqrt{R_{l2}^2 + X_{l2}^2} = \sqrt{28,88^2 + 34,2^2} = 44,763 m\Omega \quad (19)$$

**Celková náhradní impedance zkratové smyčky:**

$$Z_C = Z_S + Z_T + Z_{l1} + Z_{l2} = 3,229 + 24 + 42,034 + 44,763 = 114,026 m\Omega \quad (20)$$

**Výpočet zkratového proudu:**

$$I_k'' = \frac{c \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_C} = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 0,114026} = 2227,861 \text{ A} \quad (21)$$

**Výpočet zkratového výkonu:**

$$S_k'' = \sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_k'' = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 2227,861 = 1543,507 \text{ kVA} \quad (22)$$

**Ekvivalentní oteplovací zkratový proud [21][22]:**

$t_k$  – doba trvání zkratu,

$k_\varepsilon$  – normalizovaný koeficient závislý na poměru R a L ve smyčce, ve které se uzavírá zkratový proud, tabelizován je dle napěťové úrovně a doby trvání zkratu.

Dle ČSN 33 3015 z tabulky pro  $t_k = 1\text{ s}$  a místa zkratu v kabelovém rozvodu *nn* jsem zvolil koeficient  $k_\varepsilon = 1$ .

$$I_{K\varepsilon} = I_k'' \cdot k_\varepsilon = 2227,861 \cdot 1 = 2227,861 \text{ A} \quad (23)$$

**3.4.5 Kontrola na minimální průřez**

Pro náš kabel CYKY 4Jx16 platí [13]:

- teplota jádra, která nemá být překročena při normálním provozu  $\vartheta_{\text{dov}} = 70^\circ\text{C}$ ,
- teplota jádra, která nesmí být nikdy překročena  $\vartheta_K = 180^\circ\text{C}$ .

Z normy ČSN 33 3015 jsem určil pomocí těchto teplot koeficient  $k$ , pro výpočet minimálního průřezu kabelu ( $k = 200$ ).[13]

$$S_{\text{min}} = \frac{I_{K\varepsilon} \cdot \sqrt{t_k}}{k} = \frac{2227,861 \cdot 1}{200} = 11,139 \text{ mm}^2 \quad (24)$$

$$S_{\text{min}} \leq S \quad (25)$$

$11,139 \text{ mm}^2 \leq 16 \text{ mm}^2 \rightarrow$  **Kabel CYKY 4Jx16 vyhovuje z hlediska průřezu.**

### **3.5 Závěr kapitoly**

Veškeré elektrické rozvody v objektu budou provedeny dle předpisů a norem ČSN. Elektromontážní práce budou prováděny dle pracovních předpisů s dodržáním bezpečnostních nařízení a správné montážní technologie.

Po ukončení montážních prací bude vypracována výchozí revize, která bude v písemném provedení předána investorovi. Ostatní viz výkresová dokumentace.

## 4 Programování instalací

### 4.1 Programování instalace Ego-n

Inteligentní elektroinstalace Ego-n lze programovat buď bez počítače, nebo s počítačem, záleží na tom, jakou úroveň si vybereme. Na výběr jsou úrovně Basic (bez PC) a Plus, které popíší dále.

#### 4.1.1 Úroveň BASIC

Je-li v instalaci pouze jedna primární sběrnice bez prvků sekundární sběrnice, je možné prvky programovat tlačítkovým módem. Před tímto krokem je nutné si připravit instalační seznam s akčními prvky a kanály viz Tab. 4.1, které budeme obsazovat a zkontrolovat pár věcí:

- V rozvaděči musí být kompletní vybavení a silové propojení prvků Ego-n,
- primární sběrnice musí být zapojena a ukončena v bezšroubových svorkách,
- modul řídicí nesmí hlásit chybu komunikace primární sběrnice.

Tab. 4.1 Instalační seznam [převzato z [1]]

Snímač	Akční člen	Kanál	Ovládané zařízení akčním členem	Funkce	Název aktoru	Rozvaděč	Patro	Registrační číslo
Snímač v ložnici	Spínací modul 8x10A	1	Světlo v ložnici	ON/OFF	S2	RZ	2	E1 01 00000000BE
Snímač v koupelně	Spínací modul 8x10A	2	Světlo v koupelně	ON/OFF	S2	RZ	2	E1 02 00000000BE

Před samotným programováním je nutné odpojit z rozvaděče z jednoho modulu svorky primární sběrnice, který se chystáme nastavit, a připojit na toto místo programovací přípravek. Po tomto kroku se primární sběrnice opět připojí do vybraného modulu. Dále je třeba zasunout do programovacího přípravku snímače.

Jak naprogramovat snímač do kanálu akčního prvku:

- 1) Podle instalačního seznamu v Tab. 4.1 zvolíme kanál, do kterého budeme programovat, v tomto případě kanál č. 1.
- 2) Dále vybereme ke kanálu příslušný snímač a připojíme jej do programovacího přípravku.
- 3) Na akčním prvku (zde Spínací modul 8x10A) stiskneme 1x tlačítko PROG a rozsvítí se dioda REC – programovací režim.
- 4) Nyní vybereme pomocí tlačítka CHANNEL příslušný kanál, který jsme si na začátku definovali a dlouhým stiskem téhož tlačítka potvrdíme. Také je možné přidat další kanály stejným postupem.
- 5) Nyní na snímači dvojitým stiskem horního a dolního hmatníku naprogramujeme funkci Zapnout/Vypnout nebo roleta Nahoru/Dolů.
- 6) V posledním kroku 2x zmáčkneme tlačítko PROG a tím se vrátíme do normálního režimu.

Jak smazat snímač z kanálu akčního prvku:

- 1) Vybereme ke kanálu příslušný snímač a připojíme jej do programovacího přípravku.
- 2) Na akčním prvku stiskneme 2x tlačítko PROG, tím se dostaneme do mazacího režimu (svítí všechny výstupy akčního prvku).
- 3) Nyní pomocí tlačítka CHANNEL najedeme opakovaným stiskem na programovací kanál, který chceme vymazat a dlouhým stiskem potvrdíme.
- 4) Teď 2x stiskneme tlačítko hmatníku snímače a tím se vymaže informace z kanálu akčního členu.



- 5) V poslední řadě, stiskneme tlačítko PROG 1x a tím se vrátíme do normálního režimu.

#### 4.1.2 Úroveň PLUS

Tato úroveň je dostupná v případě, že se v instalaci nachází komunikační modul se sekundární sběrnici a dalšími připojenými prvky.

Abychom mohli začít programovat, je nutné nainstalovat do PC software Ego-n Asistent 2, který je zdarma ke stažení na oficiálních stránkách. Dále je třeba propojit PC či router s instalací, pomocí UTP síťového kabelu, který se zapojí do komunikačního modulu. Nyní je třeba nastavit na PC pevnou IP adresu protokolu TCP/IP na hodnotu 192.168.1.159. Pokud chceme systém začlenit do již stávající ethernetové sítě, kterou máme doma, je nutné nejprve zjistit parametry této sítě, jako je maska podsítě, výchozí brána a volný TCP port. Tyto parametry pak vložíme do komunikačního modulu pomocí programu Ego-n IP Konfigurator, který se musí nainstalovat spolu s Ego-n Asistentem.

##### 4.1.2.1 Programování v Ego-n Asistent 2

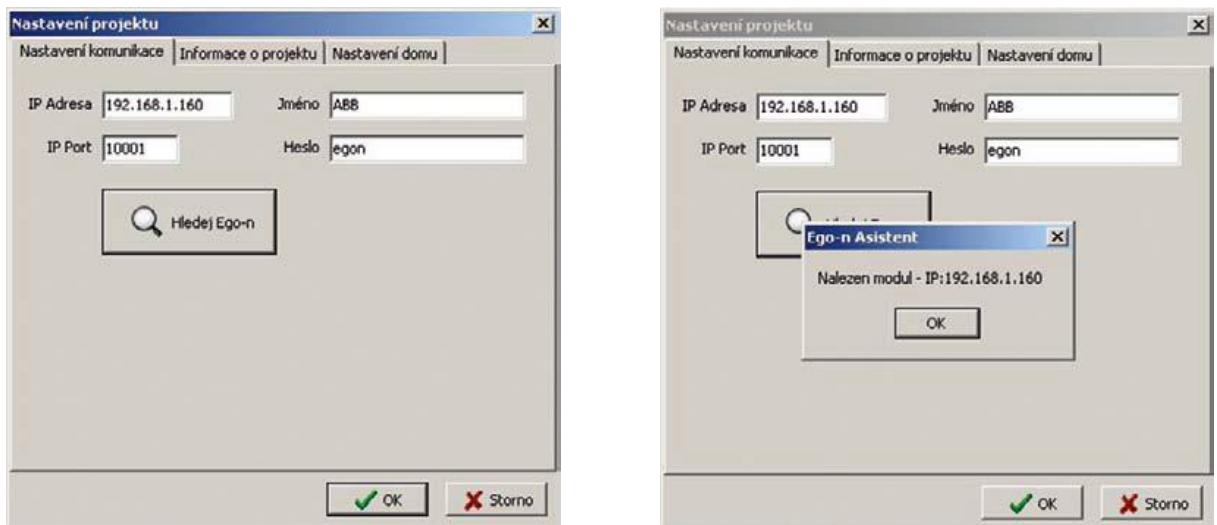
Po prvním spuštění softwaru se zobrazí jako na *Obr. 4.1* uvítací okno, kde zaškrtneme Nový projekt a potvrdíme OK.



Obr. 4.1 Ego-n Asistent 2 – spuštění [1]

Při založení nového projektu vyskočí okno nastavení parametrů tohoto projektu, viz *Obr. 4.2*. Zde buďto nastavíme parametry ručně nebo klikneme na tlačítko Hledej Ego-n

a software v síti ethernet nastaví parametry automaticky. Pokud nejsou parametry v pořádku, je nutné ručně vypnout firewall systému Windows, který brání v komunikaci.



Obr. 4.2 a 4.3 Ego-n Asistent 2 – nastavení [1]

Nyní se dostaneme do hlavního okna softwaru, kde klikneme na ikonku Připojit, tím se naváže spojení se systémem, které je signalizováno nápisem v levém dolním rohu Připojeno. Jedná se o první připojení k systému, automaticky se tedy spustí načítání konfigurace systému. Toto je možné opakovat stiskem tlačítka Načti. Načtení prvku je signalizováno zelenou „fajfkou“ před názvem v systémovém stromu.

Dalším krokem je nutné pojmenování jednotlivých přístrojů a kanálů přehledně tak, abychom si zlepšili následnou orientaci a vytváření vazeb. Abychom se dostali do okna pro pojmenování, musíme v systémovém stromu pravým tlačítkem kliknout na požadovaný prvek a vybrat možnost Nastavení. Zde pojmenujeme jak přístroj, tak i kanály.

Aby systém fungoval, musíme vytvořit vazby mezi snímačem a výstupním prvkem systému. Klikneme na kartu vazby základní nebo pokročilé. Na levé straně se zobrazí seznam použitelných snímačů rozdělených do skupin a na straně pravé je seznam použitelných výstupů také ve skupinách dle druhu. Vybereme požadovaný výstup a snímač a uprostřed klikneme na tlačítko Nový. Nyní se dostaneme do editace parametrů vazby, které mohou být:

- a) výběr událostí snímače, na které výstup reaguje,

- b) zvolená akce, která se provede na základě přijaté události,
- c) pokud má výstupní přístroj více kanálů, lze ovládat více výstupů najednou, např. scénické snímače,
- d) možnost zpětné vazby signalizací, pokud máme tlačítkový snímače s touto funkcí.

V pokročilejších vazbách je možné vytvářet složitější vazby, např. mezi výstupem a signalizační LED.

Karta RF přijímače (radio-frekvenční) je určena ke správě RF vysílačů uložených v přijímačích, které jsou připojeny k systému. Vybereme-li na pravé straně určitý přijímač, uprostřed se nám zobrazí seznam uložených vysílačů, které můžeme přejmenovat a změnit jejich režim funkce.

Karta logické bloky umožňuje vytvářet podmíněné vazby, tedy že určitá akce na výstupu systému se provede na základě více vstupních událostí, např. je-li otevřené okno v místnosti, zastaví se topení, je-li okno zavřené, topí se normálně. Vytvoření logické vazby probíhá následovně:

- 1) Vybereme vstupní snímače,
- 2) v pravé části vybereme jednotku logických bloků, kde bude logická vazba vytvořena,
- 3) stiskem tlačítka Nový založíme nový logický blok,
- 4) ze seznamu snímačů v levé části aplikace vybereme požadované dva snímače a metodou „táhni a pusť“ je přeneseme do políček Vstup A resp. Vstup B,
- 5) dále se zobrazí okno nastavení nového logického bloku, kde můžeme vybrat jednu ze tří logických funkcí nebo negaci na vstupech nebo výstupech,

- 6) nakonec je nutné vytvořit vazbu na výstup systému, přepneme se do karty Vazby a vybereme požadovaný výstup, který propojíme s nově vytvořeným logickým blokem.

Nastavení parametrů GSM modulu se provádí v položce Modul GSM v levém okně stromu systému, kde klikneme na nastavení, a otevře se nám nové okno. Zde je možné zadat základní jména a čísla k mobilním telefonům, na které budou odesílány texty s informacemi o systému. Také je možné povolit z jakých jmen a čísel bude systém povely přijímat.

Vzdálené ovládání elektroinstalace pomocí Aplikace na tabletu či chytrém telefonu se nastavuje v kartě WWW ovládání. Zde se definují skupiny a ve skupinách jednotlivé typy virtuálních ovladačů.

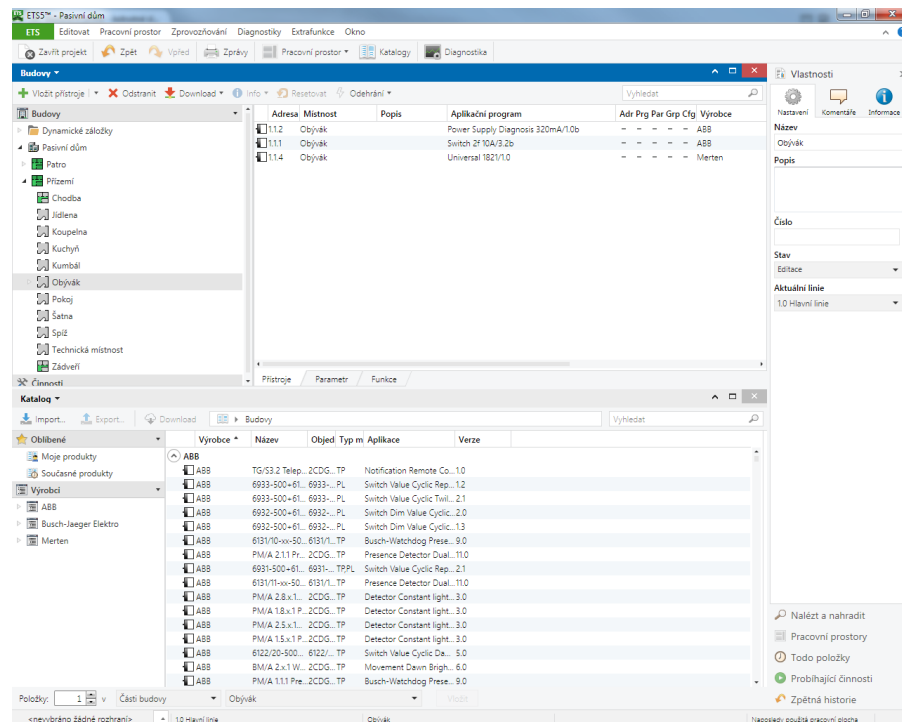
Veškeré operace a změny v systému lze provádět v režimu off-line, jelikož stačí se nejprve k systému připojit, stáhnout data, udělat změny a poté tyto změny nahrát zpět do systému.

## 4.2 Programování instalace KNX

Tento systém je možné zprovoznit pouze pomocí softwaru, tedy není zde možné ruční programování jako u Ego-na.

Při uvádění instalace do provozu není nutné mít celou instalaci již umístěnou v objektu se všemi přístroji na sběrnici. Lepší je si předem nahrát alespoň individuální adresy do vestavěných přístrojů a sběrnice spojky, až pak na místě instalace natáhnout kompletní data do přístrojů.

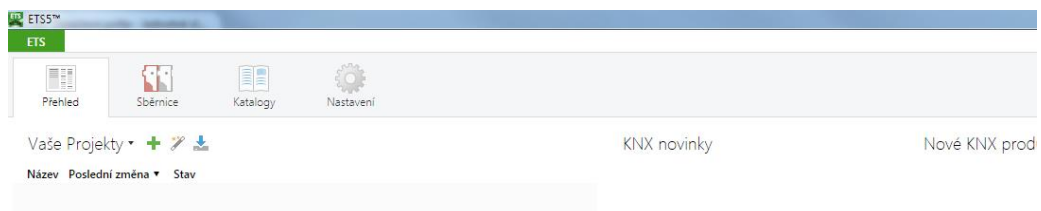
Jelikož je software ETS 5 placený, získal jsem přístup pouze k demo-verzi, která může obsahovat pouze 5 přístrojů a je dosti ořezaná, tudíž jsem se dostal pouze k základním funkcím.



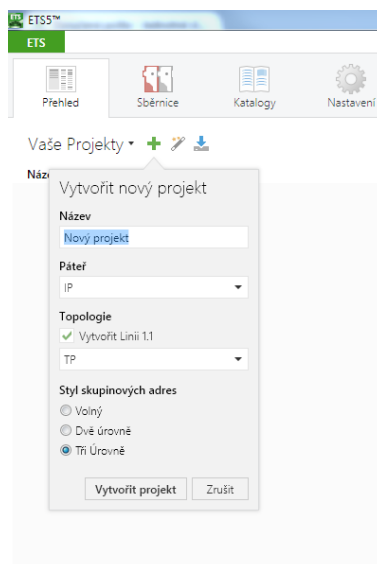
Obr. 4.4 Software ETS 5

### Postup oživení a naprogramování:

- 1) Nejprve je nutné stáhnout a nainstalovat software z oficiálních stránek KNX pod názvem ETS 5.
- 2) Otevřeme program a zobrazí se nám okno Přehled. Zde, vedle nápisu Vaše Projekty, jak je možné vidět na Obr. 4.5, klikneme na ikonku „Plus“ pro vytvoření nového projektu. Vhodně ho pojmenujeme a vybereme přenosové médium TP pro kroucený pár (také je možné vybrat PL pro Powerline, kterou jsem popisoval v kapitole 2.11). Necháme zaškrtnuto Vytvořit linii 1.1 a vybereme 3-úrovňový styl skupinových adres. Nyní klikneme na Vytvořit projekt.

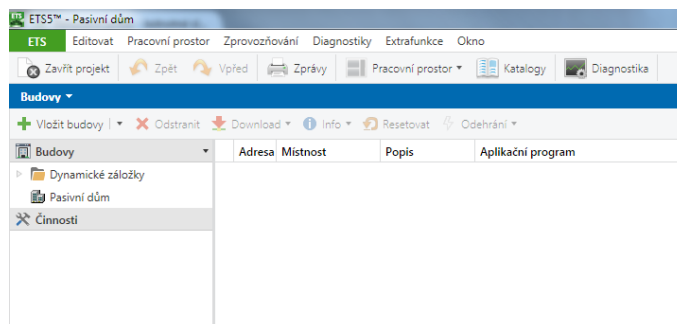


Obr. 4.5 Přehled

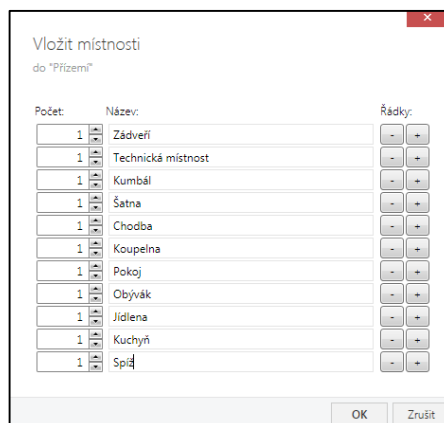


Obr. 4.6 Nový projekt

- 3) Dále vytvoříme strukturu budovy kliknutím na šipku vpravo od Vložit budovy a vybereme Podlaží viz Obr. 4.7. Vytvoříme přízemí a první patro a potvrdíme tlačítkem OK. Postupně vytvoříme místnosti v budově kliknutím na Vložit místnosti a všechny opět pojmenujeme, jako na Obr. 4.8. Taktéž přidáme rozvaděče kliknutím na symbol rozvaděče (přidat rozvaděč).

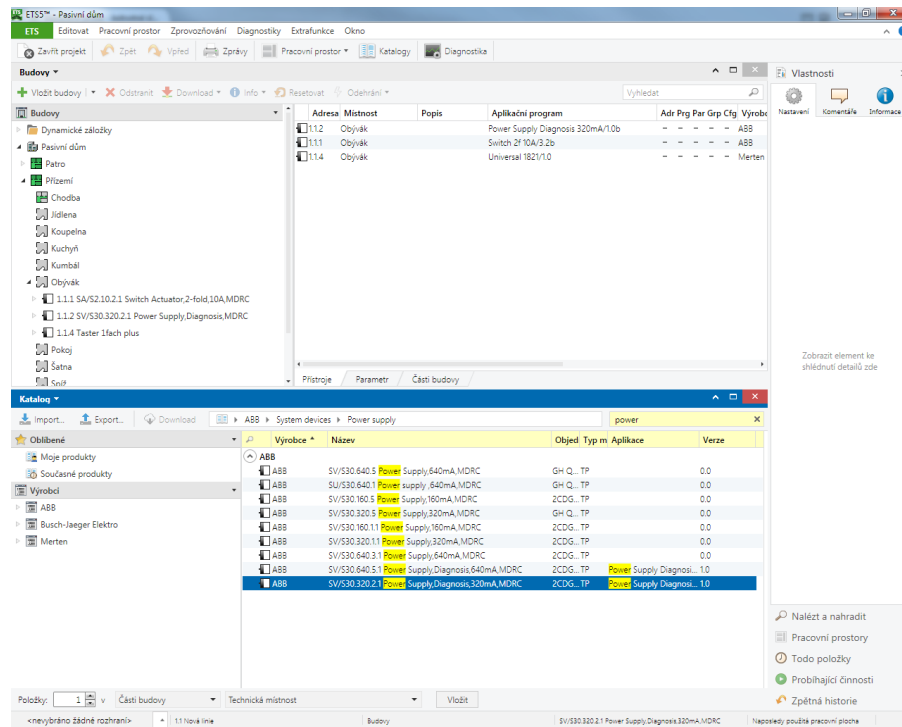


Obr. 4.7 Budovy



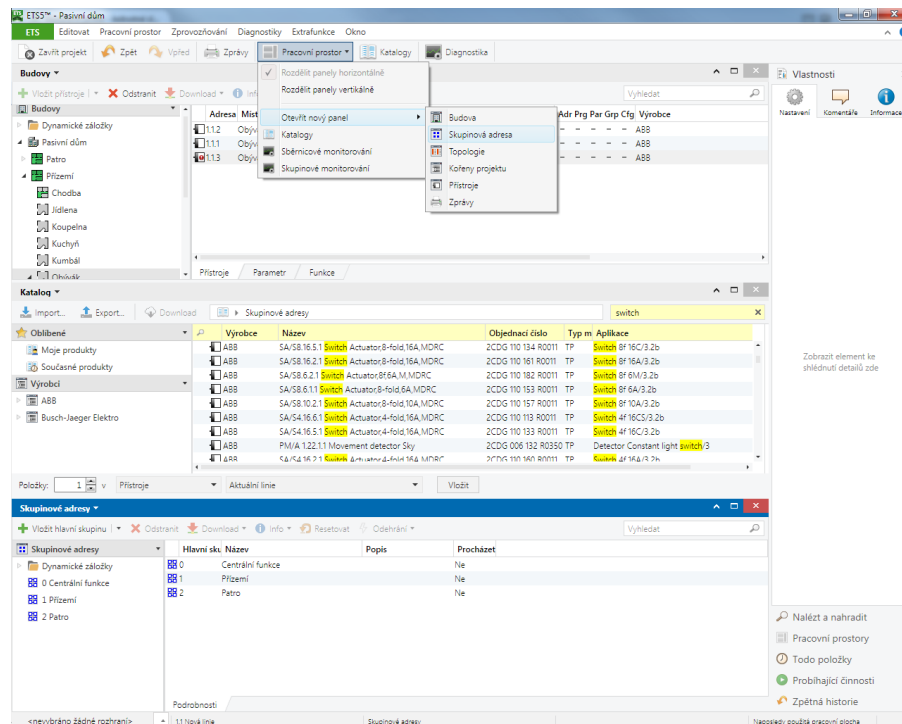
Obr. 4.8 Vložení místností

- 4) Další nutností je importovat údaje o produktech, které jsou dostupné buď online, nebo na CD od výrobce. Klikneme v hlavním panelu na tlačítko Katalogy a vlevo na Import, kde vyhledáme příslušný soubor a importujeme.
- 5) Nyní vyhledáme v katalogu, viz Obr. 4.9 potřebné přístroje, např. napájecí zdroj, spínací modul a tlačítkový snímač a tažením přidáme do konkrétní místnosti.



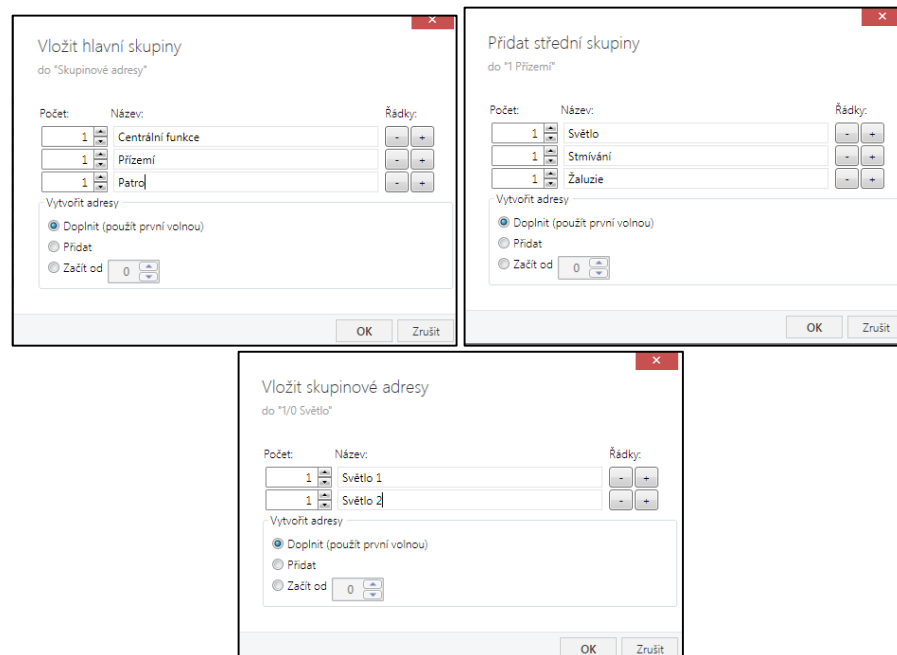
Obr. 4.9 Katalog

- 6) Pokud chceme upravit vlastnosti jednotlivých přístrojů, které jsme do instalace importovali, klikneme na konkrétní přístroj pravým tlačítkem myši a vybereme Nastavení. Na levé straně se nám ukáže okno, kde doplníme popis přístroje. Nejlepší popis se skládá z toho: „Co to je, kde to je instalováno a k čemu to slouží.“
- 7) Snímače a akční členy musí vždy vědět, které z jejich skupinových objektů mají vzájemně mezi sebou komunikovat. Proto je třeba přiřadit skupinové adresy skupinovým objektům, čímž se objekty vzájemně logicky propojí. Máme otevřené okno Budovy z minula a k tomu otevřeme okno Skupinové adresy, kliknutím na Pracovní prostor → Otevřít nový panel → Skupinová adresa, jako na Obr. 4.10.



Obr. 4.10 Skupinové adresy

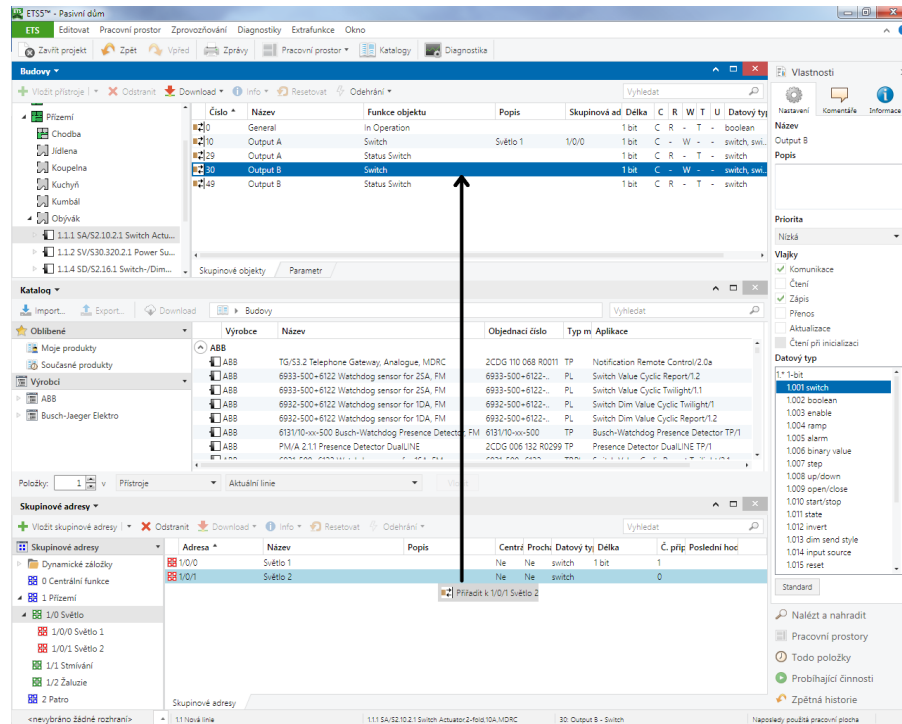
Nyní klikneme v okně Skupinové adresy na Vložit hlavní skupinu (Obr. 4.11) a přidáme např. centrální funkce a jednotlivá patra. Poté klikneme na jednu z vytvořených skupin a v ní vytvoříme kliknutím na Vložit střední skupiny (Obr. 4.12), tedy akce, které chceme, aby v dané místnosti byly dostupné. Nakonec je ještě třeba vytvořit skupinové adresy, kliknutím na vytvořenou střední skupinu a pak na Vložit skupinové adresy viz Obr. 4.13. Zde vytvoříme skupinové adresy pro dvě světla v obýváku.



Obr. 4.11, 4.12 a 4.13 Vkládání skupin

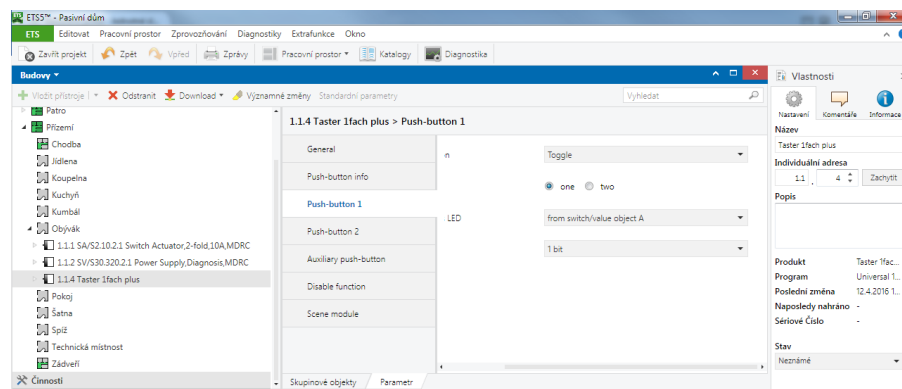


- 8) Skupinové objekty mohou mít několik skupinových vazeb. Nyní tedy propojíme metodou „táhni a pusť“ skupinovou adresu např. světla v obýváku se spínacím akčním členem (skupinovým objektem), jako je možné vidět na Obr. 4.14. Poté je ještě nutné propojit stejným způsobem skupinovou adresu s tlačítkovým snímačem, který bude světlo řídit.



Obr. 4.14 Propojení skupinových adres s přístroji

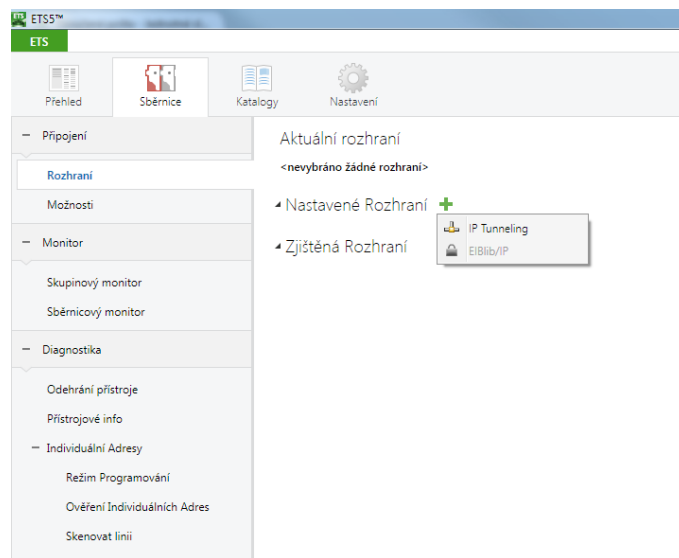
- 9) Pokud chcete upravit parametry jednotlivých přístrojů, stačí v okně Budovy vybrat příslušný přístroj a kliknout na Parametr viz Obr. 4.15. Zde se nastavují konkrétní funkce v aplikačním programu, jako je např. akce po zmáčknutí levého horního snímače → rozsvícení v pokoji atd.



Obr. 4.15 Parametry přístrojů

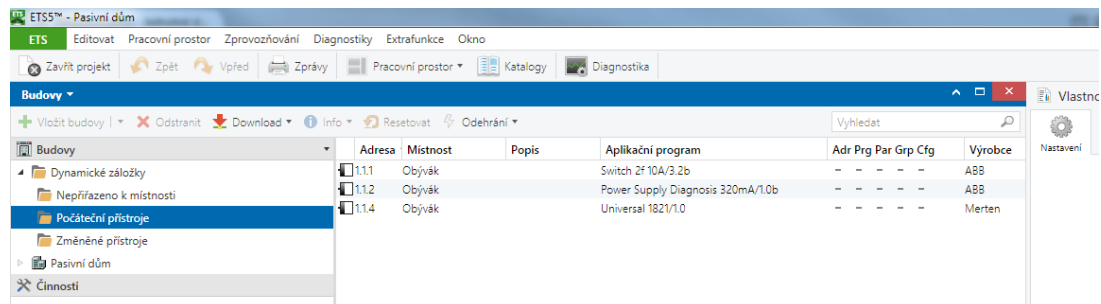
10) Nyní je nutné propojit instalaci s PC pomocí sériového rozhraní (RS232) nebo rozhraním USB či připojením k síti a toto připojení nastavit v programu. Kliknutím na Sběrnice v horní liště programu, viz Obr. 4.16, se dostaneme do nastavení připojení, zde vybereme požadované připojení (USB, IP Tunneling, EIBlib/IP, RS.232).

Pokud vybereme klasické připojení přes USB, ovladač se ve Windows automaticky nainstaluje. Vybereme-li rozhraní RS232, je nutné v komunikačních parametrech vybrat port COM 1.



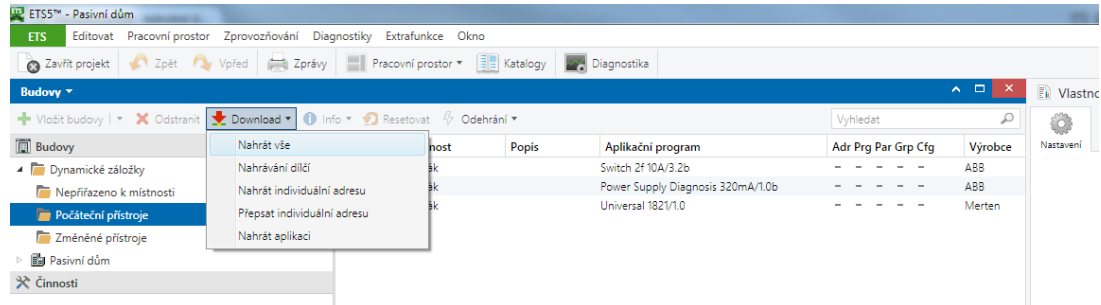
Obr. 4.16 Nastavení rozhraní

11) Teď musíme do všech přístrojů nahrát jejich individuální i skupinové adresy. Vrátime se do projektu a v okně budovy rozklikneme Dynamické záložky a klikneme na Počáteční přístroje, zde by se nám měly zobrazit všechny přístroje, jako na Obr 4.17, do kterých ještě nebylo nic nahráno. Také je možné v záložce Nepřiřazeno k místnosti vidět ty přístroje, které nebyly nikam přiřazeny.



Obr. 4.17 Dynamické záložky

Nyní klikneme v horní části okna na Download a na Nahrát vše viz Obr. 4.18. Tímto se nám na sběrnici nahrají veškeré individuální i skupinové adresy společně s aplikačním programem.



Obr. 4.18 Nahrání informací do systému

Pokud se vše nahrálo, můžeme u zkratk Adr, Prg, Grp, Par, Cfg, vidět zelené fajfky.

12) Nyní je potřeba, aby každý přístroj v instalaci obdržel své naprogramování (adresy a program). Postupně na nich budeme mačkat programovací tlačítka a LED diody nám budou signalizovat úspěšné zapsání dat do paměti přístroje.

13) Na závěr je doporučeno zkontrolovat celý projekt pomocí diagnostiky v ETS 5. Diagnostiku spustíme tak, že klikneme na Diagnostiky v horní systémové liště, rozbálí se nám nabídka a zde klikneme na Zkontrolovat projekt. Tato diagnostika může odhalit chyby jak je chybějící nebo nesprávně zvolené systémové přístroje, chybějící přiřazení adres nebo chybějící individuální adresy. Avšak neodhalí hrubší chyby, jako jsou logické chyby projektanta, nachází-li se přístroj v nesprávné linii atd.

Nyní je vše připraveno a mělo by fungovat správně. Pokud se vyskytla jakákoli chyba, pro změny v konfiguracích platí obdobné postupy, jako při programování. Při změně např. individuálních adres u některých přístrojů je vždy nutné tyto změny znovu nahrát do přístroje.

## 5 Ekonomická bilance

V poslední části se zabývám ekonomickou bilancí výše popsané elektroinstalace Ego-n a KNX i-bus. Jsou zde vypsány veškeré náklady na pořízení obou instalací, kabeláž, rozvaděč, včetně spínačů a akčních členů. Všechny ceny jsou uvedeny tak, jak se obvykle kalkulují zákazníkovi, tedy bez daně.

### 5.1 Náklady na společný materiál

Tab. 5.1 Materiál pro ochranu před atmosférickým přepětím

Materiál	cena za kus/m	ks/m	cena
svorka okapová	10,74 Kč	2	21,49 Kč
svorka zkušební	19,83 Kč	2	39,67 Kč
ochranný úhelník	114,05 Kč	2	228,10 Kč
základový zemnič 30x4	25,62 Kč	40	1 024,79 Kč
držák	16,53 Kč	20	330,58 Kč
drát AlMgSi průměr 8 mm	109,56 Kč	8	876,48 Kč
drát FeZn průměr 10 mm	21,49 Kč	3	64,46 Kč
jímací tyč	173,55 Kč	2	347,11 Kč
svodič bleskových proudů DEHNventil DV M TNC 255	13 821,00 Kč	1	13 821,00 Kč
svodič přepětí DEHNgate DGA FF TV	1 382,70 Kč	1	1 382,70 Kč
svodič přepětí DEHNlink DLI ISDN I	2 224,00 Kč	3	6 672,00 Kč
DEHNflex M DFL M 255	1 657,60 Kč	1	1 657,60 Kč
<b>Cena celkem</b>			<b>26 465,98 Kč</b>

Tab. 5.2 Kabely

Materiál	cena za kus/m	ks/m	cena
CYKY 4Jx16 mm	143,33 Kč	38	5 446,54 Kč
CYKY 3Jx1,5 mm	9,88 Kč	450	4 446,00 Kč
CYKY 3Jx2,5 mm	15,99 Kč	380	6 076,20 Kč
CYKY 5Jx2,5 mm	26,49 Kč	10	264,90 Kč
SYKFY 3x2x0,5 mm	5,07 Kč	60	304,20 Kč
CY 6 mm zl/žl	19,52 Kč	5	97,60 Kč
CYKY 2-Ox1,5 mm	8,05 Kč	15	120,75 Kč
2xCYKY 2Dx1,5 mm	12,11 Kč	80	968,80 Kč
UTP cat. 6	9,34 Kč	20	186,80 Kč
koaxiál 75 ohmů	15,26 Kč	30	457,80 Kč
<b>Cena celkem</b>			<b>18 369,59 Kč</b>

Tab. 5.3 Materiál pro zabezpečovací techniku

<b>Materiál</b>	<b>cena za kus/m</b>	<b>ks/m</b>	<b>cena</b>
ústředna systému JA-82K	1 274,38 Kč	1	1 274,38 Kč
modul radiové komunikace ústředny JA-82R	2 368,60 Kč	1	2 368,60 Kč
GSM komunikátor JA-82Y	5 480,17 Kč	1	5 480,17 Kč
bezdrátová klávesnice JA-81F	2 244,63 Kč	1	2 244,63 Kč
bezdrátový PIR detektor pohybu JA-83P	1 166,94 Kč	8	9 335,54 Kč
bezdrátový magnetický detektor otevření dveří JA-83M	787,60 Kč	2	1 575,21 Kč
bezdrátová siréna JA-80L	1 100,00 Kč	1	1 100,00 Kč
bezdrátový ovladač Jablotron, klíčenka	418,18 Kč	5	2 090,91 Kč
RFID přístupová karta	39,67 Kč	1	39,67 Kč
Kombinovaný detektor kouře a teplot se sirénou Jablotron SD-282ST	695,04 Kč	1	695,04 Kč
kabel SYKFY 3x2x0,5	5,90 Kč	25	147,52 Kč
<b>Cena celkem</b>			<b>26 351,65 Kč</b>

Tab. 5.4 Prvky do bytové rozvaděče RZ

<b>Materiál</b>	<b>cena za kus/m</b>	<b>ks/m</b>	<b>cena</b>
Hlavní vypínač APN 25A/3	743,00 Kč	1	743,00 Kč
Chránič OEZ OFE-25-2-030AC	778,00 Kč	3	2 334,00 Kč
Jistič OEZ LPE 16B-1	65,00 Kč	25	1 625,00 Kč
Jistič OEZ Minia LTN 16B-3	435,00 Kč	1	435,00 Kč
Jistič OEZ LPE 2B-1	108,00 Kč	1	108,00 Kč
Jistič OEZ LTN 10D-1N	334,00 Kč	1	334,00 Kč
Jistič OEZ LPE 10B-1	68,00 Kč	9	612,00 Kč
Stykač OEZ RSI 20-11-A230	677,00 Kč	2	1 354,00 Kč
<b>Cena celkem</b>			<b>7 545,00 Kč</b>

## 5.2 Náklady na pořízení systému Ego-n

Tab. 5.5 Přístroje Ego-n

Název	Barva	Kč/1ks	Množství	Cena
Snímač tlačítkový, jednonásobný	karmínová/ ledově šedá	1 455,00 Kč	9	13 095,00 Kč
Snímač tlačítkový, dvojnásobný	karmínová/ ledově šedá	1 520,00 Kč	9	13 680,00 Kč
Termostat prostorový	karmínová/ ledově šedá	1 930,00 Kč	7	13 510,00 Kč
Termostat programovatelný	karmínová/ ledově šedá	3 630,00 Kč	2	7 260,00 Kč
Snímač rychlosti větru, vestavný	-	4 334,00 Kč	1	4 334,00 Kč
Snímač osvětlení, vestavný	-	2 545,00 Kč	1	2 545,00 Kč
Rámečky Element	karmínová/ ledově šedá	33,00 Kč	18	594,00 Kč
<b>Cena celkem</b>				<b>55 018,00 Kč</b>

Tab. 5.6 Rozvaděč Ego-n

Název	Kč/1ks	Množství	Cena
Modul napájecí, řadový	6 190,00 Kč	1	6 190,00 Kč
Modul řídicí, řadový	9 160,00 Kč	1	9 160,00 Kč
Modul komunikační, řadový	10 940,00 Kč	1	10 940,00 Kč
Modul GSM, řadový	14 300,00 Kč	1	14 300,00 Kč
Modul spínací, řadový, 8x10 A	5 250,00 Kč	3	15 750,00 Kč
Modul spínací, řadový, 4x10 A	4 510,00 Kč	1	4 510,00 Kč
Modul spínací pro termohlavice, řadový	5 740,00 Kč	2	11 480,00 Kč
Modul stmívací, dvoukanálový, řadový	6 299,00 Kč	2	12 598,00 Kč
Modul žaluziový, řadový	6 150,00 Kč	2	12 300,00 Kč
<b>Cena celkem</b>			<b>97 228,00 Kč</b>

### 5.3 Náklady na pořízení systému KNX i-bus

Tab. 5.7 Přístroje KNX i-bus

Název	Barva	Kč/1ks	Množství	Celkem
Ovladač 3-násobný ABB při-On(černé sklo)	černé sklo	4 950,00 Kč	10	49 500,00 Kč
Prvek ovládací 1-násobný (mechová černá)	mechová černá	3 831,00 Kč	3	11 493,00 Kč
Ovladač 1-násobný ABB při-On(černé sklo)	černé sklo	2 458,00 Kč	10	24 580,00 Kč
Lišta horní s termostatem ABB-při-On (černé sklo)	černé sklo	5 202,00 Kč	7	36 414,00 Kč
TFT displej s ovladačem otočným ABB při-On(černé sklo)	černé sklo	30 091,00 Kč	1	30 091,00 Kč
Základna 1-násobná ABB-přiOn	-	741,00 Kč	12	8 892,00 Kč
Spojka sběrnice výkonová ABB-přiOn	-	3 721,00 Kč	20	74 420,00 Kč
Základna 2-násobná ABB-přiOn	-	1 959,00 Kč	8	15 672,00 Kč
Lišta uzavírací dolní se snímačem teploty ABB-přiOn	černé sklo	1 397,00 Kč	8	11 176,00 Kč
Lišta uzavírací horní standardní ABB-přiOn	černé sklo	378,00 Kč	8	3 024,00 Kč
Ovladač otočný ABB-přiOn	černé sklo	3 264,00 Kč	2	6 528,00 Kč
Displej dotykový ABB ComfortPanel 12,1	černé sklo	125 670,00 Kč	1	125 670,00 Kč
Krabice montážní pro dotykový panel, zapuštěná	-	3 254,00 Kč	1	3 254,00 Kč
Zdroj napájecí pro dotykový displej	-	10 822,00 Kč	1	10 822,00 Kč
<b>Cena celkem</b>				<b>411 536,00 Kč</b>

Tab. 5.8 Rozvaděč KNX i-bus

Název	Kč/1ks	Množství	Celkem
Zdroj napájecí, SELV, řadový, 640 mA	10 032,00 Kč	1	10 032,00 Kč
Člen akční spínací, řadový, 10 A, 12-násobný	14 221,00 Kč	2	28 442,00 Kč
Člen akční spínací, řadový, 10 A, 2-násobný	6 477,00 Kč	1	6 477,00 Kč
Akční člen stmívací, univerzální, 4x10-315 W, 4-násobný	16 536,00 Kč	2	33 072,00 Kč
Akční člen žaluziový s detekcí pohybu, řadový, 8-násobný	16 371,00 Kč	2	32 742,00 Kč
Člen akční topení, řadový, 12-násobný	13 499,00 Kč	1	13 499,00 Kč
Modul logický, řadový	16 784,00 Kč	1	16 784,00 Kč
Stanice povětrnostní, řadová	23 811,00 Kč	1	23 811,00 Kč
Snímač povětrnostních údajů, venkovní montáž	11 686,00 Kč	1	11 686,00 Kč
KNX/IP rozhraní	8 957,00 Kč	1	8 957,00 Kč
Vstup binární 8-násobný	10 749,00 Kč	1	10 749,00 Kč
Vstup binární 4-násobný	6 835,00 Kč	1	6 835,00 Kč
<b>Cena celkem bez DPH</b>			<b>203 086,00 Kč</b>



## 5.4 Zhodnocení

Celkové náklady na pořízení elektroinstalace Ego-n se vším co je uvedeno v tabulkách výše, včetně EZS jsou:

**230 978,22 Kč**

Celkové náklady na systém KNX i-bus, opět se vším všudy jsou:

**693 354,22 Kč**

Z těchto cen je patrné, jak jsem se zmiňoval v kapitole 2.1, že KNX je určen pro ty, kteří nemají hluboko do kapsy a chtějí z elektroinstalace využít maximum funkcí pro jejich pohodlí a luxus. Zatímco Ego-n je lepší variantou pro ne tak náročné uživatele a cena se základní výbavou je jen o pár desítek tisíc vyšší než u klasické elektroinstalace.

## Závěr

V této práci jsem se zabýval inteligentní elektroinstalací Ego-n, která je velmi intuitivní a dokáže z rodinného domu udělat velice komfortní a úsporné bydlení, díky decentralizovanému způsobu řízení systému přes datovou sběrnici, kam se všechny prvky připojují liniově. Velký přínos tohoto systému vidím v tom, že je kdykoli možné přenastavení funkcí pro ovládání nebo rozšíření o další řídicí prvky např. modulu logických funkcí a dalších. Nevýhodou je omezení instalace na maximální počet 512 prvků.

Systém i-bus KNX byl další variantou pro elektroinstalaci v rodinném domě. Tento systém je základem pro dříve jmenovaný Ego-n. Je mnohem složitější a je s ním možné dosáhnout nespočet variací zapojení a uspořádání. Hlavní rozdíl mezi touto instalací a Ego-nem je, že KNX používá dvou vodičový kabel, po kterém jsou účastníci na sběrnici napájeni a zároveň po ní mezi sebou komunikují rychlostí až 9600 bitů/s, na rozdíl od čtyřvodičového kabelu pro Ego-na. Pokud chceme systém aplikovat do starší elektroinstalace nebo ušetřit za sběrnici, je zde varianta použití rozvodů silového napájení, po kterém mohou účastníci komunikovat. Telegramy se vysílají na kmitočtech 105,6 a 115,2 kHz a je použito kmitočtové klíčování SFSK, které má výhodu při úzkopásmovém přenosu nižší rušení než u FSK. Také je v této variantě nutností použít pásmovou zádrž pro nepropouštění výše zmíněných přenosových frekvencí a případné „zadržetí“ poruchových frekvencí přicházejících po vedení.

Jedna z nevýhod u KNX je cyklické opakování (dotazování) na stavy v instalaci, což zatěžuje sběrnici a hrozí ztráta telegramů. Toto je samozřejmě nutné optimalizovat hlavně u rozsáhlejších projektů, kde jsou linie rozděleny do několika oblastí s tisíci a více prvky. Další nevýhodou je nemožnost přenosu obrazu a zvuku po sběrnici.

Dále jsem pro obě elektroinstalace navrhl varianty pro pasivní patrový rodinný dům, kde v případě Ego-na jde o základní akce, jako je spínání a stmívání světel. U KNX o složitější funkce, např. je-li otevřené okno v obývacím pokoji, vypni zde topení, nebo překračuje-li intenzita uvnitř pokoje stanovenou hodnotu, zatáhni žaluzie atd.

V CAD systému jsem vyhotovil návrh výkresů rozmístění silových zásuvek, snímačů, datové techniky, umístění modulů v rozvaděči a jištění celé elektroinstalace. Dále také ochranu před atmosférickým přepětím.

Navrhl jsem kabel hlavní přípojky objektu CYKY 4Jx16 mm<sup>2</sup> na základě těchto výsledků: celkový proud touto přípojkou 27,03 A nepřesáhl dovolený a tedy maximální proud 89,914 A, úbytek napětí vyšel 1,944 V, což splňuje limit 8 % z U<sub>s</sub>. Velikost hlavního jističe jsem zvolil 32 A a při kontrole na minimální průřez vyšlo 11,139 mm<sup>2</sup>, což plně vyhovuje výše zmíněnému kabelu.

Popsal jsem postupy naprogramování a oživení obou instalací, což se u Ego-na provádí ručně nebo pomocí softwaru Ego-n Asistent 2 a u KNX pouze v softwaru ETS 5. V tomto softwaru, ETS 5 jsem měl možnost pracovat a celkově mi přišel velmi přehledný a intuitivní.

V poslední části jsem uvedl ekonomickou bilanci, tedy náklady na pořízení Ego-na i KNX. Rozdíl pořizovacích nákladů vyšel celých 462 376 Kč. U levnější varianty s Ego-nem jsme na částce 230 978,22 Kč, zatímco u KNX mnohonásobně výše s částkou 693 354,22 Kč.

Myslím si, že pořízení levnější varianty elektroinstalace Ego-n je rozumnou investicí do budoucna, která se vyplatí nejen z důvodu komfortu, ale i úspory.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Tiskové materiály, ABB Elektro-Praga, Ego-n - Návrhový a instalační manuál, 2015, 8. vydání, 108 s.
- [2] KNX training, Základní kurz
- [3] ČSN EN 61643-11 ed. 2. Ochrany před přepětím nízkého napětí – část 11: Ochrany před přepětím zapojené v sítích nízkého napětí – Požadavky a zkušební metody.
- [4] ČSN EN 61643-21. Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 21: Ochrany před přepětím zapojené v telekomunikačních a signalizačních sítích – Požadavky na funkci a zkušební metody. 2002.
- [5] ČSN EN 50065-1 ed. 2. Signalizace v instalacích nízkého napětí v kmitočtovém rozsahu 3 kHz až 148,5 kHz - Část 1: Všeobecné požadavky, kmitočtová pásma a elektromagnetická rušení.
- [6] ČSN IEC 61334-1-2. Automatizace dodávky elektrické energie s použitím vf přenosových systémů po distribučním vedení - Část 1-2: Všeobecné zásady - Návod pro specifikace.
- [7] Wikipedia. Pásmová zádrž [online]. Poslední změna 15.3.2016. [Cit. 15.3.2016]. Dostupné na:  
[https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1smov%C3%A1\\_z%C3%A1dr%C5%BE](https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1smov%C3%A1_z%C3%A1dr%C5%BE)
- [8] Toman, K., Kunc, J., Systémová technika budov – elektroinstalace podle standardu EIB, Praha, vydavatelství FCC Public, 1998, 96 s., 80-901985-4-6
- [9] SmartHome, KNX/EIB System design [online]. Poslední změna 9.4.2016. [Cit. 9.4.2016]. Dostupné na: <http://www.smarthome.eu/order-plans-ets>
- [10] Cisco, KNX Deployment [online]. Poslední změna 9.4.2016. [Cit. 9.4.2016]. Dostupné na:  
[http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/security/physical\\_security/cnbm/3-x/User/Guide/Mediator\\_UserGuide/KNX.html](http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/security/physical_security/cnbm/3-x/User/Guide/Mediator_UserGuide/KNX.html)
- [11] Kunc, J., Elektroinstalace krok za krokem, Praha, vydavatelství Grada Publishing, 2003, 136 s., 80-247-0559-1
- [12] Kunc J., Komfortní a úsporná elektroinstalace, Šlapanice, vydavatelství ERA, 2003, 124 s., 80-86517-73-X
- [13] Martínek, Z., Doc. Ing. CSc., *Přednášky předmětu KEE/PIR*, Plzeň, ZČU Plzeň, 2011.
- [14] ČSN 33 2130 ed. 3. Elektrické instalace nízkého napětí: Vnitřní elektrické rozvody. 2009.
- [15] ČSN 73 4301. Obytné budovy. 2004.
- [16] Katalog, ABB Elektro-Praga, Domovní elektroinstalační materiál, 2016, 674 s.
- [17] ČSN EN 62305-3 ed.2. Ochrana před blesk – Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života. 2012.
- [18] ČSN EN 65305-4 ed.2. Ochrana před bleskem – Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách. 2011

- [19] ČSN 33 2000-5-52 ed.2. Elektronické instalace budov - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení. Oddíl 523: Dovolené proudy v elektrických rozvodech. 2012.
- [20] Štěpán, F., Električka - Zkratové proudy v instalacích nízkého napětí, základní veličiny, zjednodušený výpočet, dimenzování vedení a jisticích přístrojů [online]. Poslední změna 20.4.2016. [Cit. 20.4.2016]. Dostupné na: <http://elektrika.cz/data/clanky/zkratove-proudy-v-instalacich-nizkeho-napeti-zakladni-veliciny-zjednoduseny-vypocet-dimenzovani-vedeni-a-jisticich-pristroju>
- [21] ČSN EN 60909-0. Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách - Část 0: Výpočet proudů. 2002.
- [22] ČSN 33 3015. Elektrotechnické předpisy. Elektrické stanice a elektrická zařízení. Zásady dimenzování podle elektrodynamické a tepelné odolnosti při zkratech. 1984.

## **Přílohy**

### **Příloha A – Projekt inteligentní elektroinstalace Ego-n a i-bus KNX**

- A-1 EZS + EPS
- A-2 Datové rozvody
- A-3 Spínače Ego-n + kabel KSE224
- A-4 Spínače KNX + kabel KSK224
- A-5 Žaluziové rozvody
- A-6 Ochrana před účinky blesku
- A-7 Zásuvkové rozvody
- A-8 Světelné rozvody
- A-9 Bytový rozvaděč – silová část
- A-10 Bytový rozvaděč Ego-n – slaboproudá část (část 1-3)
- A-11 Elektroměrový rozvaděč
- A-12 Bytový rozvaděč Ego-n – rozvodná krabice
- A-13 Bytový rozvaděč KNX – slaboproudá část (část 1-6)
- A-14 Bytový rozvaděč KNX – rozvodná krabice