

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací**

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Návrh inteligentní elektroinstalace rodinného domu**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2011/2012

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vlastislav ŠIMICE**  
Osobní číslo: **E11B0256P**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Elektronika a telekomunikace**  
Název tématu: **Návrh inteligentní elektroinstalace rodinného domu**  
Zadávající katedra: **Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací**

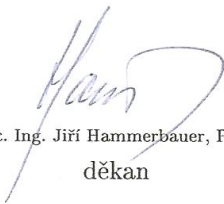
Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Seznamte se s problematikou inteligentní elektroinstalace.
2. Popište funkce a podrobné parametry jednotlivých řídicích prvků vybraného systému inteligentní elektroinstalace.
3. Navrhněte inteligentní elektroinstalaci pomocí vybraného systému v rodinném domě.
4. V případě možnosti navržené řešení zrealizujte.


Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**  
Rozsah pracovní zprávy: **dle doporučení vedoucího**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

**Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Kamil Kosturik, Ph.D.**  
Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací  
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Kamil Kosturik, Ph.D.**  
Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací  
Datum zadání bakalářské práce: **6. června 2011**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2012**

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



  
Doc. Dr. Ing. Vjačeslav Georgie  
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

## **Anotace**

Předkládaná bakalářská práce se zabývá současnými trendy v oboru inteligentní elektroinstalace, jejich využitím a výsledným nasazením v praxi. Jsou zde popsány hlavní rozdíly mezi klasickou a inteligentní elektroinstalací. Na elektroinstalaci obecně je čím dál více kladen důraz na komfort a hospodárnost. Cílem této práce bylo navrhnout systém, který bude splňovat základní požadavky komfortu a zároveň bude cenově dostupný pro více investorů.

## **Klíčová slova**

Inteligentní elektroinstalace, KNX/EIB, PIR detektor, SIMATIC, sběrnice, automatizace budov, akční člen, snímač, PLC

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with the current trends in the field of intelligent electrical installation, resulting in their use and involvement in practice. It describes the main differences between classical and intelligent electrical installation. The electrical installation in general emphasizes more and more on comfort and efficiency. The aim of this thesis was to design a system that will meet the essential requirements of comfort and make it more affordable for investors.

## **Key words**

Intelligent electrical installation, KNX/EIB, PIR detector, SIMATIC, bus, building automatization, actuator, sensor, PLC

## **Prohlášení**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

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

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

V Plzni dne 6.6.2012

Vlastislav Šimice

.....

# Obsah

ÚVOD .....	6
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	7
<b>1 KLASICKÁ VS. INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE.....</b>	<b>9</b>
1.1 ZPŮSOBY VYUŽITÍ INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE.....	12
1.2 OVLÁDÁNÍ OKEN, ROLET A MARKÝZ .....	12
1.3 OVLÁDÁNÍ OSVĚTLENÍ .....	13
1.4 REGULACE VYTÁPĚNÍ, KLIMATIZACE A VENTILACE.....	14
<b>2 KNX/EIB .....</b>	<b>15</b>
2.1 PŘIPOJENÍ ZAŘÍZENÍ NA SBĚRNICI.....	15
2.2 KNX/EIB TP .....	16
2.2.1 Topologie vedení KNX/EIB TP .....	16
2.2.2 Topologie vedení pro více linií.....	17
2.3 INDIVIDUÁLNÍ ADRESA.....	18
2.4 SKUPINOVÁ ADRESA.....	18
2.5 KNX/EIB PL .....	19
2.6 ETS.....	20
<b>3 VÝROBCI INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE .....</b>	<b>21</b>
3.1 VZOROVÝ DŮM.....	21
3.2 ABB.....	22
3.3 LOXONE.....	24
3.4 ELKO EP S.R.O. ....	25
3.5 ESTELAR S.R.O. ....	25
3.6 PLC SIEMENS SIMATIC.....	26
3.7 SIMATIC S7 – 1200 .....	28
3.7.1 CPU moduly.....	28
3.7.2 Paměť CPU .....	30
3.7.3 Signální desky .....	30
3.7.4 Signální moduly .....	31
3.7.5 Komunikační možnosti .....	31
3.7.6 Řízení na dálku a monitoring.....	32
3.8 SOFTWARE STEP 7 BASIC.....	32
<b>4 NÁVRH SYSTÉMU INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE .....</b>	<b>33</b>
4.1 FUNKCE NAVRŽENÉHO SYSTÉMU.....	33
4.2 ZABEZPEČENÍ.....	37
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>41</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>42</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....</b>	<b>43</b>
<b>PŘÍLOHY: .....</b>	<b>45</b>

## Úvod

Na elektrické instalace v budovách jsou poslední dobou kladeny stále vyšší požadavky. Především se jedná o zvýšení komfortu, snížení finančních nákladů na energii a možnost pozdější změny. Tyto požadavky mohou plnit různé samostatné systémy zajišťující provoz budovy. Jeden ovládá osvětlení, druhý vytápění, další provoz žaluzií, klimatizace a podobně. Každý systém pro svůj provoz potřebuje snímače a zařízení. Tyto samostatné systémy obvykle nelze spojit tak, aby mohly vzájemně komunikovat, čímž by se dosáhlo maximálních možností daného zařízení.

Tato omezení lze překročit systémy inteligentní elektroinstalace, kdy jednotlivé prvky systému si mohou předávat informace a vzájemně spolu komunikují. Vzájemnou podporou při řízení jednotlivých funkcí je možné dosáhnout výrazného snížení nákladů na energii. Systémové inteligentní elektroinstalace umí nabídnout vysoký komfort ovládání s možností vzdáleného přístupu. Internetová rozhraní umožňují vzdálené vizualizace a správu, popřípadě servis celé instalace. Stisknutím jediného tlačítka jsme schopni najednou ovládat osvětlení, topení, rolety a další spotřebiče v budově nebo v libovolné návaznosti je propojit dle konkrétního požadavku. Pokud má uživatel potřebu změnit funkci daného tlačítka, lze to bez nutnosti jakýchkoliv stavebních úprav změnit pouhým přeprogramováním. Přes nesčetnou řadu výhod má inteligentní elektroinstalace i svou nevýhodu a tou je vyšší cena oproti klasické elektroinstalaci. Proto je před projektováním dobré zamyslet se nad tím, co všechno budeme od instalace vyžadovat. S rostoucím počtem požadavků a nároků na komfort se cenově přibližuje inteligentní elektroinstalace klasické a je pouze na investorovi, zda je ochoten akceptovat tyto finanční náklady. V této práci je navrženo řešení elektroinstalace, která dokáže zvýšit komfort a současně není přehnaně drahá.

## Seznam symbolů a zkratk

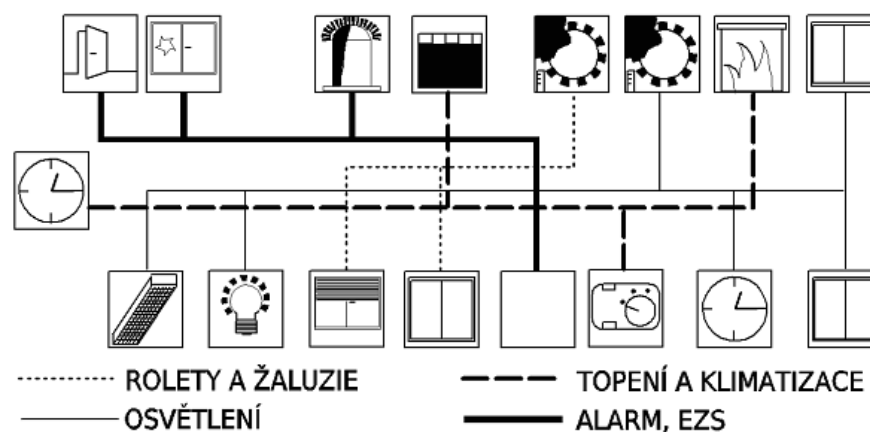
L1, L2, L3 [-].....	Fázové vodiče napájecí soustavy
AC.....	Střídavé napětí (Alternating Current)
bit.....	Nejmenší jednotka informace
CPU.....	Procesor (Central Processing Unit)
EEPROM.....	Elektricky mazatelná paměť (Electrically Erasable Programmable Read – Only Memory)
EIB.....	Evropská instalační sběrnice (European Installation Bus)
EN.....	Evropská norma
ETS.....	Software pro programování KNX/EIB (Engineering Tool Software)
EZS.....	Elektronický zabezpečovací systém
DC.....	Stejnoseměrné napětí (Direct Current)
Device I/O.....	Vstupy/výstupy zařízení
F.....	Farad – jednotka kapacity
Hz.....	Hertz – jednotka kmitočtu
HMI.....	Dotykový terminál (Human-Machine Interface)
I/O.....	Vstup/Výstup (Input/Output)
Km.....	Kilometr – jednotka délky
KNX.....	Mezinárodní organizace spravující EIB (Konnex Association)
KNX/EIB PL.....	Komunikace KNX/EIB po silovém vedení
KNX/EIB RF.....	Komunikace KNX/EIB bezdrátovým přenosem
KNX/EIB TP.....	Komunikace KNX/EIB po sběrnici
LAN.....	Lokální počítačová síť (Local Area Network)
m.....	Metr – jednotka délky
PIR.....	Infrapasivní detektor
PLC.....	Programovatelný logický automat
Profinet.....	Automatizační komunikační sběrnice pro automatizaci
PEI.....	Aplikační rozhraní systému KNX/EIB (Physical External Interface)
RS 232.....	Sériový port
RJ-45.....	Koncovka síťového kabelu
SFSK.....	Kmitočtové klíčování (Spread Frequency Shift Keying)
UTP.....	Kroucená dvojlinka – nestíněná (Unshielded Twisted Pair)



V..... Volt – jednotka napětí  
W..... Watt – jednotka výkonu  
 $\Omega$ ..... Ohm – jednotka odporu

## 1 Klasická vs. Inteligentní elektroinstalace

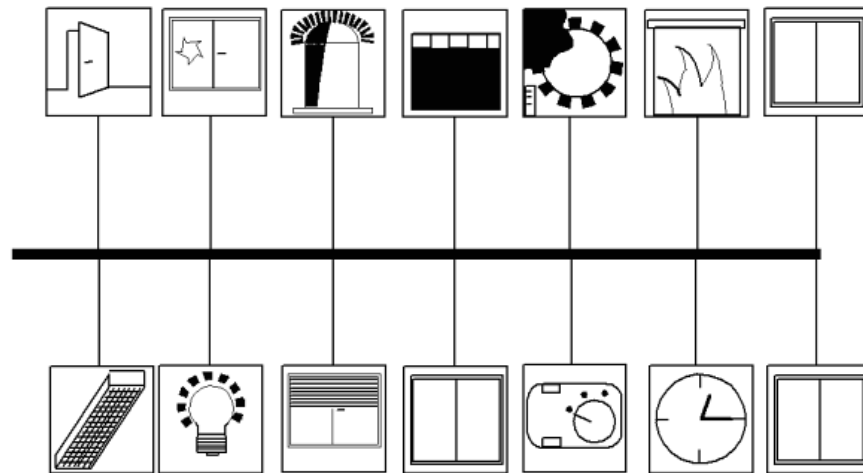
Začátky klasické elektroinstalace jsou datovány od začátku 19. století, kdy se tímto způsobem ovládalo několik svítidel. V dnešní době je klasická elektroinstalace stále využívána ve velké míře pro ovládání svítidel, zásuvek, topení, rolet a dalších zařízení. Investor musí při projektování navrhnout, kde umístí jednotlivá tlačítka pro ovládání spotřebičů. Jakákoliv následná úprava funkce je spojena se stavebním zásahem do zdiva. Klasická instalace je vhodná pro jednoduché aplikace.



Obr. 1.1 Schéma klasické elektroinstalace, přejato z [2]

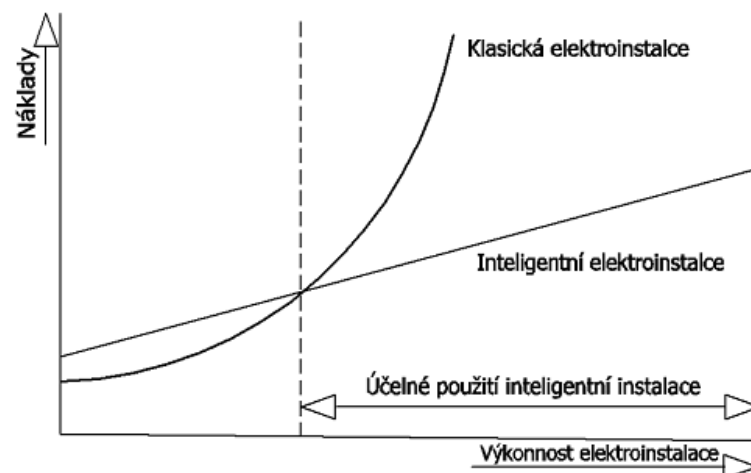
Hlavní výhodou klasické elektroinstalace je její nízká finanční náročnost a relativně jednoduchá realizace, kdy montážní firmy nemají s tímto způsobem instalace větší problém. Přibyla spousta nových systémů pro zabezpečení, řízení a pohodlí domova. Klasická elektroinstalace potřebuje napájené vedení pro přenos energie, ale také samostatné vodiče pro každý spínací příkaz, ovladač, zprávu, a další. Nastává problém s velkým množstvím vodičů, ovládacích míst a velice složitou elektroinstalací pro dosažení požadovaných zákaznických přání. Tyto problémy lze vyřešit pomocí inteligentní elektroinstalace, která poskytuje jednoduchost a vysoký komfort při ovládání, např. osvětlení, pohybových senzorů, nastavování vytápění v závislostech na individuálních potřebách nebo úspory na energiích vynaložených na vytápění, osvětlení, chlazení a řadu dalších. Velkým a zřejmě jediným problémem pro masivnější rozšíření této elektroinstalace jsou vysoké pořizovací náklady.

Také je zatím malé množství firem, které tyto služby nabízejí na profesionální úrovni a pochopitelně si služby nechají draze zaplatit.



Obr. 1.2 Schéma inteligentní elektroinstalace sběrnicevého typu, přejato z [2]

Při použití inteligentní elektroinstalace u rozsáhlejších systémů se však finanční náklady postupně srovnávají. Dle výzkumu jsou v České republice pouze 3% rekonstruovaných nebo nově vystavených objektů s inteligentní elektroinstalací. Využívání této instalace v západní Evropě ve výstavbě je zhruba 30%.



Obr. 1.3 Závislost finančních nákladů na výkonnosti elektroinstalace, přejato z [2]

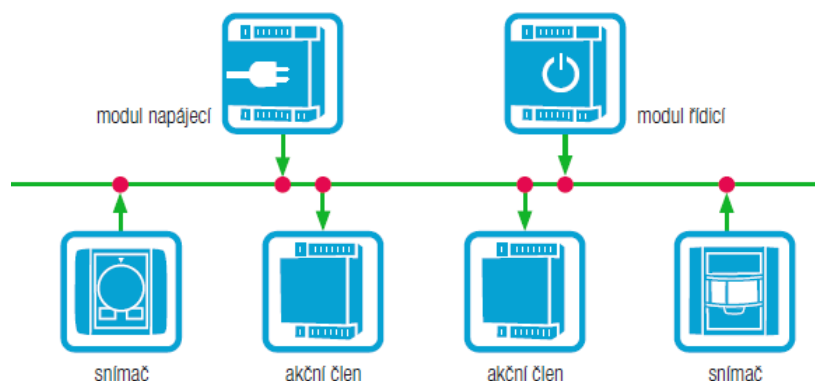
Inteligentní instalace slouží k ovládání a řízení různých technologií a procesů, se kterými se lze v budovách a objektech běžně setkat. Jejím hlavním úkolem je spojení samostatných technologií do jednoho kompaktního celku. Tento systém má za úkol provádění měření a regulace v topném systému, ovládání a řízení osvětlení, spínání ventilace, řízení pohonu okenních žaluzií nebo rolet, řízení pohonu otevírání a zavírání oken, EZS, spínání závlahových systémů a také vizualizaci systému. Inteligentní elektroinstalace se navrhuje modulárně. Základní rozdílem od klasické elektroinstalace je způsob rozvodu kabeláže, který

celkové zapojení výrazně zjednodušuje. Například v EIB to znamená, že jednotlivé prvky systému jsou vzájemně propojeny speciálním stíněným čtyřžilovým sběrnicevým kabelem, který má zelený plášť. Vodiče v zelené barvě na obrázcích značí sběrnici. Modrý a černý vodič na obrázku 1.4 slouží jako napájecí U+ a U-, zelený a oranžový vodič se užívá pro datové přenosy D+ a D-. V celém systému jsou svorky na jednotlivých prvcích systému barevně označeny, aby nedošlo k záměně připojení a nefunkčnosti.



Obr. 1.4 Sběrnicevý kabel KEE224, čtyřžilový (2x2x0,8 mm) se sběrnicevou spojkou, přejato z [4]

Sběrnicevá instalace umožňuje snadné projektování, protože je jednoduchá, přehledná a neobsahuje různé elektrické systémy [1]. Na obrázku 1.5 je vzorové schéma zapojení inteligentní elektroinstalace. Při návrhu je nutné dbát na maximální délku primární sběrnice, která je 700 metrů. Sběrnicevý kabel určený pro tyto aplikace má hodnotu činného odporu  $72\Omega/\text{km}$  a parazitní kapacitu rovnu  $0,12\mu\text{F}/\text{km}$ . Z těchto hodnot se dopočítá přenosové zpoždění vedení  $\tau = R \cdot C = 9\mu\text{s}/\text{km}$ . Celkové zpoždění přenosu nesmí přesáhnout hodnotu  $100\mu\text{s}$ , proto je maximální možná délka sběrnice 700m. Připojování jednotlivých prvků na sběrnici je výhradně paralelní s maximální délkou 30 metrů. Limitující je i počet prvků připojitelných na sběrnici, konkrétně se jedná o 64 prvků. V případě, že je třeba zapojit více prvků, musíme připojit sekundární sběrnici. Toto řešení se používá u rozsáhlejších systémů. Pro konečné stanovení počtu prvků primární sběrnice je v technické dokumentaci každého prvku zadán parametr „zatížení sběrnice“  $I_p$  v jednotkách mA. Celkový součet všech prvků by neměl překročit hranici jmenovitého výstupního proudu napájecího modulu, který je 640mA. Podle velikosti zatěžovacího proudu dimenzujeme napájecí modul: 160mA, 320mA nebo nejvyšší 640mA. Při mezní hodnotě volíme raději výkonnější zdroj z důvodu funkčnosti systému.



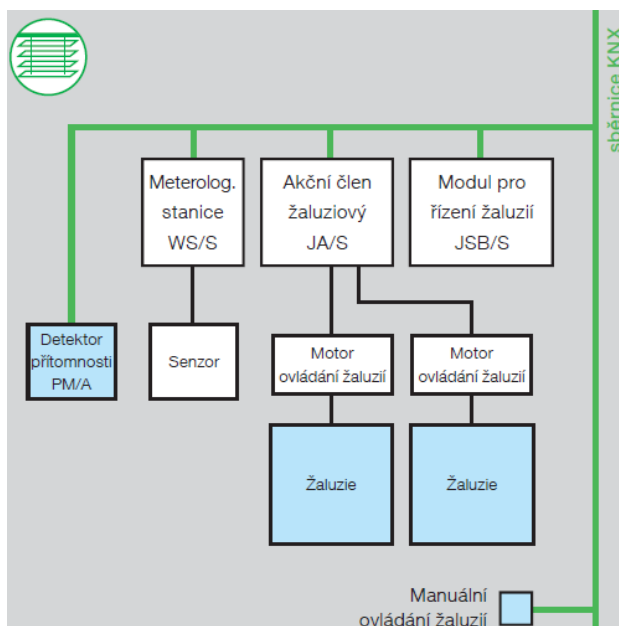
Obr. 1.5 Schéma sběrnicevých zapojení inteligentní elektroinstalace, přejato z [4]

## 1.1 Způsoby využití inteligentní elektroinstalace

V této pasáži popisují hlavní využití inteligentní elektroinstalace v rodinném domě a její výhody. Inteligentní elektroinstalace se využívá i u jiných typů staveb. Jedná se o hlavní a nejvíce využívané funkce.

## 1.2 Ovládání oken, rolet a markýz

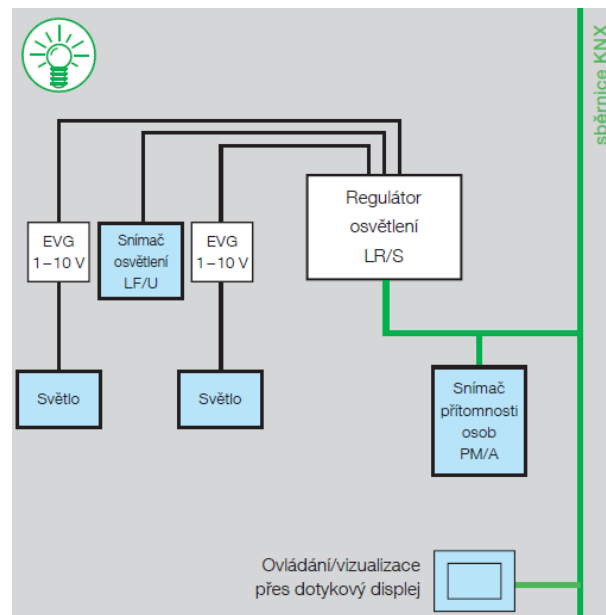
Velká část dnešní době stavěných rodinných domů má instalovány rolety. Ačkoliv to znamená navýšení stavebního rozpočtu v řádu stovek tisíc korun, uživatel ušetří náklady za vytápění, klimatizaci a v neposlední řadě se výrazně zvýší bezpečnost budovy. Další výhodou je zvýšení komfortu soukromí. Ovládání rolet může být jednotlivé po oknech, společné pro místnost nebo centrální pro celou budovu. Může být připojeno na senzor světla, deště nebo větru, kdy se rolety automaticky stahují/vytahují. Chod pohonů rolet je řízen časově nebo spínači v koncových polohách. Umístění střešních oken může být pro osoby menšího vzrůstu a děti špatně dosažitelné, proto se okna mohou osadit přídatnými motory, které ovládání zajišťují přes pohodlně umístěné tlačítko. Tyto motory lze připojit k detektoru deště přes spínací relé, a zajistit tak automatické zavření oken v případě deště. Schematické zapojení jednotlivých senzorů a akčních členů je na obrázku 1.6.



Obr. 1.6 Schéma zapojení ovládání žaluzií, přejato z [5]

### 1.3 Ovládání osvětlení

Ovládání osvětlení patří mezi základní funkce každého systému elektroinstalace. Pomocí inteligentní elektroinstalace lze jednoduše zvýšit komfort spínání. Uživatel může jednotlivé osvětlení řídit dálkově nebo přidat centrální funkci pro osvětlení domu, čímž se při odchodu se vypnou všechna světla. Osvětlení lze ovládat komfortně pomocí detektoru pohybu, který zajistí osvětlení prostoru na určitou dobu bez nutnosti hledání tlačítka. Nejvíce je tento princip využit při osvětlení schodiště. Dalším kladem je úspora energie. Intenzitu světla lze plynule měnit v závislosti na požadavku investora nebo lze naprogramovat různé světelné scény, např. pro sledování televizoru. Alternativně je možné přidat osvětlení objektu po dobu nepřítomnosti nebo v případě narušení nepovolanou osobou. Tyto funkce pasivně zvyšují celkovou bezpečnost.



Obr. 1.7 Schéma zapojení ovládání osvětlení, přejato z [5]

#### 1.4 Regulace vytápění, klimatizace a ventilace

I v moderních budovách je významné množství energie neefektivně využito při topení nebo chlazení. Díky prvkům inteligentní elektroinstalace lze plynule řídit teplotu v jednotlivých místnostech a optimalizovat tyto ztráty. Tyto prvky optimálně kombinují přítomnost osoby v místnosti s její skutečnou energetickou spotřebou na topení nebo chlazení v závislosti na typu využití. Jednotlivé místnosti mají předem nastavenou teplotu, která je řízena pomocí termostatů je tato teplota řízena. Programově lze nastavit týdenní topný cyklus a pohodlně nastavit teplotu pro každý den zvlášť. Nejjednodušší regulace topení je pomocí termohlavic. Ty mohou být ovládány manuálně přímo na místě nebo mohou být připojeny na řídicí systém a ovládány dálkově dle volby uživatele. Ovládání a regulace topení může být napojeno na detektory přítomnosti osob pro automatizaci a řízení spotřeby tepelných a chladicích systémů.

## 2 KNX/EIB

KNX/EIB je evropská instalační sběrnice, která se používá pro síťové spojení jednotlivých komponent. Začala se využívat od roku 1990 a v tutéž dobu byla založena i mezinárodní organizace EIBA (European Installation Bus Association), která sjednotila sběrniceový systém EIB jako mezinárodně normalizovaný systém. KNX/EIB je systém inteligentního ovládání elektroinstalací v objektu. Skládá se ze dvou obvodů - silnoproudého (230V AC) vedení a slaboproudé sběrnice (24V DC). Silnoproudý obvod napájí jednotlivé prvky v instalaci (svítidla, zásuvky, motory atd.) a propojuje je se systémovými komponenty. Sběrnice spojuje systémové komponenty s akčními členy (vypínače, snímače) a zároveň se snímači (pohybové čidlo, detektor deště). Velkou výhodou celého systému KNX/EIB je jeho univerzálnost. Jednotlivé prvky systému KNX/EIB jsou mezi sebou kompatibilní, takže je možné kombinovat zařízení od různých výrobců. Na tomto standardizovaném systému se usnesla asociace Konnex, která je sdružením vedoucích firem v oblasti automatizované elektroinstalace v Evropě.

### 2.1 Připojení zařízení na sběrnici

Obecně existují čtyři různé typy zařízení KNX/EIB, které je nutné připojit na sběrnici.

- Systémové přístroje: Napájecí zdroj, komunikační rozhraní RS 232, USB, tlumivka, liniová nebo oblastní spojka, datový vodič.
- Akční členy (výkonové jednotky): Akční členy pro ovládání topení, spínací členy, analogové akční členy, spínací a stmívací členy, roletové a žaluziové akční členy.
- Snímače: tlačítkové ovladače, pohybové senzory, snímače hodnot (teplota, světlo, déšť, atd.), analogové a binární vstupy, termostaty.
- Kontroléry: Akční členy mohou být v komplikovanějších funkcích spojeny s řídicími jednotkami (logický modul, logický obvod).

Jednotlivá zařízení se na sběrnici připojují pomocí sběrniceové spojky, viz obrázek 2.1. Akční členy a systémové přístroje mají tuto spojku integrovanou přímo na sobě. Tyto přístroje bývají většinou osazeny na DIN liště rozvaděče. Snímače se připojují v instalační krabici pomocí sběrniceové spojky a vrchní část snímače (tlačítko, čidlo) se připojuje do PEI konektoru. Lze je libovolně měnit podle designu jednotlivého výrobce.





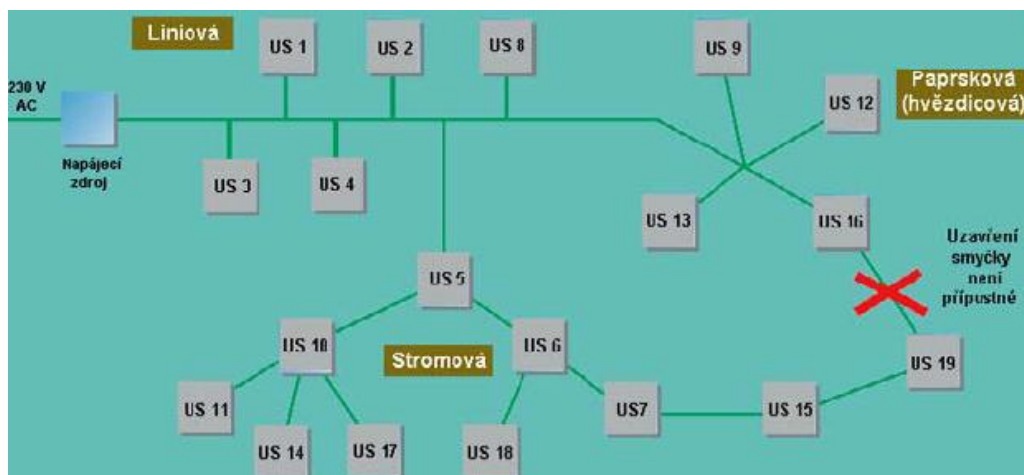
Obr. 2.1 Detail zapojení zásuvky pomocí sběrnového kabelu

## 2.2 KNX/EIB TP

Jedná se o decentralizovaný sběrnový systém, kdy je propojení realizováno pomocí TP (twisted pair) sběrnového kabelu. Toto řešení je nejvíce využíváno u novostaveb a rekonstrukcí. Z hlediska pořizovacích nákladů se jedná o nejlevnější variantu. Alternativou k tomuto systému je KNX/EIB PL a KNX/EIB RF, o kterých bude zmínka v následujících kapitolách.

### 2.2.1 Topologie vedení KNX/EIB TP

Délka vedení je v rámci jedné linie omezena na celkovou délku maximálně 1000 m. Maximální vzdálenost mezi zdrojem napětí a nejvzdálenější účastnickou stanicí je 350 m. Sběrnové vedení KNX/EIB lze rozvést téměř jakýmkoliv způsobem. Je přípustné směšování topologií lineárního vedení, stromové struktury nebo vedení do hvězdy. V žádném případě nesmí být uzavřena smyčka na linii. U KNX/EIB není potřebný zakončovací odpor [4]. Schéma propojení jednotlivých topologických struktur je na obrázku 2.2, kde je rovněž naznačeno, že smyčka musí být vždy otevřená, jinak systém nebude fungovat.

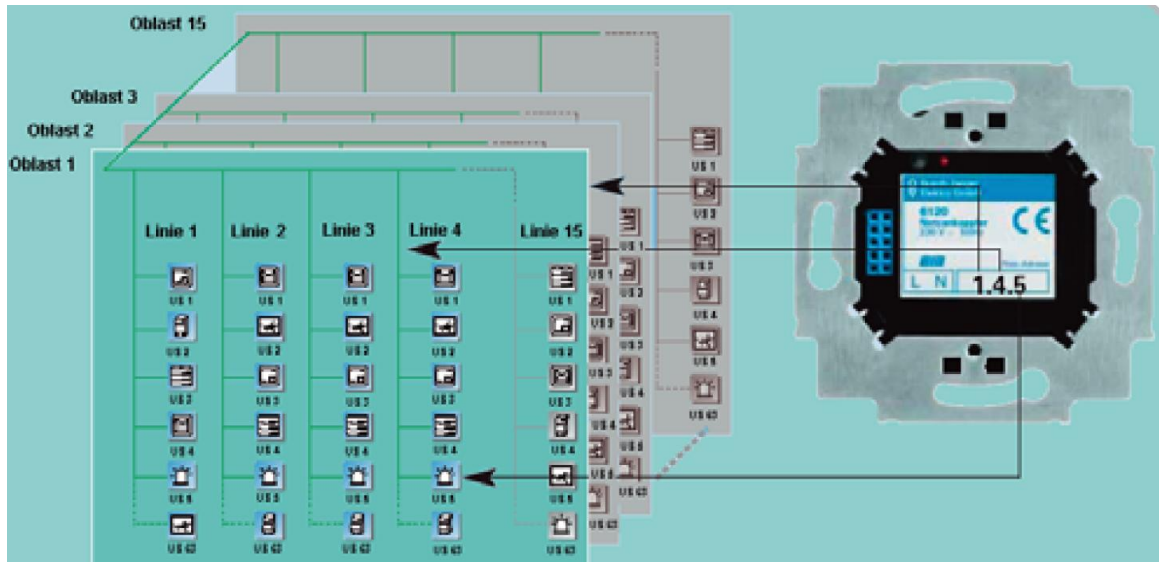


Obr. 2.2 Topologie spojování jednotlivých struktur vedení, přejato z [5]

### 2.2.2 Topologie vedení pro více linií

Pokud v rozvodu použijeme více než 64 účastnických stanic nebo se jedná o budovu s více částmi, je nutné zřídit další linky. Jednotlivé linky jsou mezi sebou propojovány linkovými spojkami, které se spojují do hlavní linky. Všechny linky vyžadují samostatné napájení. Hlavní linka se od ostatních linek odlišuje tím, že neobsahuje akční členy a snímače, ale pouze linkové spojky systému. Při realizaci projektu je možné vytvořit až 15 linek, přitom je ale nutné na linky 13 – 15 přihlížet jako na rezervu. Linkové spojky se propojují přes datové svorkovnice. Účastníci na sběrnici jsou připojeni přes datovou svorkovnici podle obr. 2.3.

V rozvodech složitých elektroinstalací může nastat situace, kdy ani tento počet účastnických stanic nebude dostačující. Pokud vznikne požadavek, při kterém nebude stačit kapacita 15 linek, lze k pátevní linkě připojit až 15 hlavních linek (oblastí). U rozsáhlých rozvodů lze zapojení rozšířit pomocí opakovačů až na 255 přístrojů v jedné lince. Tímto způsobem lze připojit více než 56 000 účastnických stanic. Na obr. 2.3 je znázorněno umístění snímače v první oblasti, ve čtvrté lince, na pozici 5. Tato hodnota je důležitá pro následné programování systému, kdy každý prvek má přesně danou pozici. Komunikace po sběrnici probíhá tím způsobem, že všechny prvky na sběrnici primární i sekundární mají pevně zadané číslo. Jakmile se po sběrnici pošle telegram, připojené akční členy poslouchají. Pokud se najde takový, který má požadované číslo telegramu, daný akční člen vykoná svoji funkci, např. sepne, zhasne a podobně.



Obr. 2.3 Schéma zapojení a topologie spojení rozvodů KNX/EIB TP, přejato z [5]

## 2.3 Individuální adresa

Individuální adresa identifikuje jednotlivé účastníky připojené na sběrnici. Individuální adresa je typicky 16 bitové číslo. V každém projektu se může využít každá adresa pouze jednou. Uspořádání individuální adresy je ve tvaru: oblast.linie.účastník. Toto označení je znázorněno na obrázku 2.3. Liniové spojky a oblastní spojky jsou jediné prvky s pevně danou adresou.

Rezervované adresy:

- Oblast.0.0 – adresa oblastní spojky
- Oblast.Linie.0 – adresa liniové spojky

## 2.4 Skupinová adresa

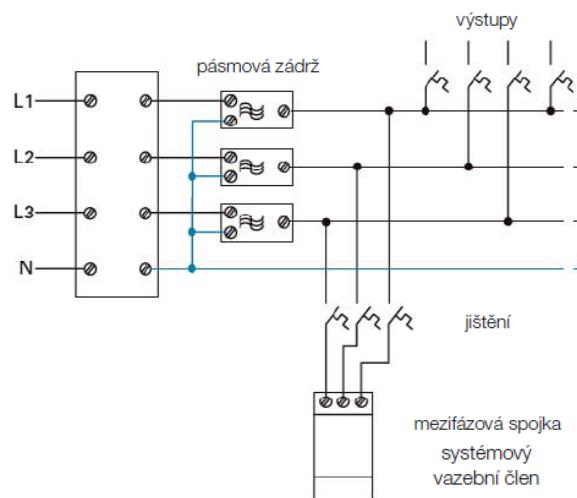
Skupinová adresa je očíslování jednotlivých funkcí systému. V každém systému se vyskytuje nejméně dvakrát. Jednou je přiřazena snímači a podruhé akčnímu členu. Tímto se jednotlivé prvky navzájem spojí a plní daný příkaz, např. sepnutí. Dříve se užívalo skupinové adresování dvouúrovňové. Od verze programu ETS 2 se užívá adresování tříúrovňové.

Tab. 2.1 Uspořádání skupinové adresy

	Adresování ve 2 úrovních	Adresování ve 3 úrovních
Hlavní skupina	16 adres	16 adres
Střední skupina	-	8 adres
Podskupina	2048 adres	256 adres
<b>počet skupinových adres</b>	<b>32 768 adres</b>	<b>32 768 adres</b>

## 2.5 KNX/EIB PL

U technologie KNX/EIB PL (Power Line) je sloučen přenos informací a energie do jednoho vodiče. Celkově je však tato instalace velmi podobná technologii KNX/EIB TP. Hlavní rozdíly jsou v přístrojích systému a v připojení ke sběrníkovému vedení v závislosti na přenosovém vedení 230/400V, kdy v rozvaděči musí být osazeny filtry typu pásmová zadrž dle obr. 2.4, aby odfiltrovaly rušivé signály o stejném kmitočtu jako informační. Informační signály jsou přenášeny prostřednictvím dvou rozdílných kmitočtů. Pro zajištění bezpečného přenosu dat s garantovanou vysokou spolehlivostí se využívá technologie SFSK kmitočtového klíčování při procesu rozložení pásma ( Spread Frequency Shift Keying).

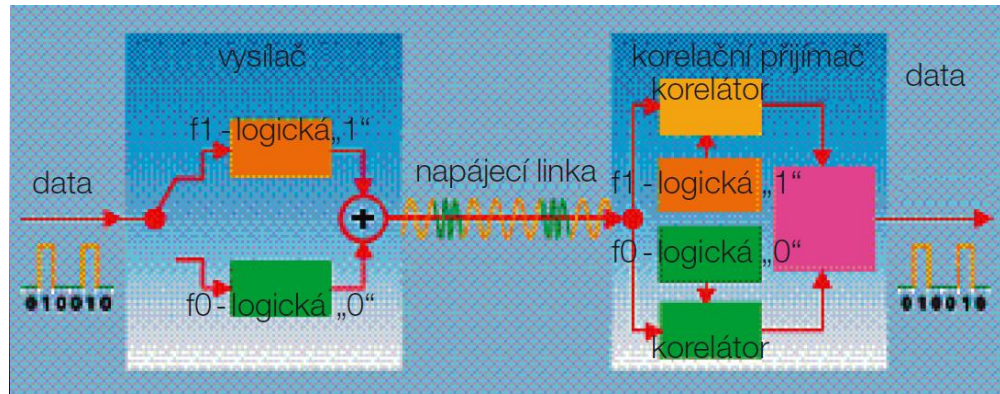


Obr. 2.4 Schéma zapojení KNX/EIB PL v rozvaděči

Technologií porovnání vzorků a procesu korekce je možné přijatý signál v případě poruchy opravit již během přenosu. Pokud je informační zpráva přijata bezchybně, příjemce to potvrdí odesílateli. Proces přenosu je tímto považován za ukončený. Pokud odesílatel neobdrží zprávu o doručení, odeslání se opakuje. Velikost informačního paketu je 156 bitů a doba odeslání k příjemci je maximálně 130ms. Z toho vyplývá přenosová rychlost  $v_p = 1200 \text{ bit/s}$ , která se pro tuto technologii dostatečně hodí.

KNX/EIB PL používá pro přenos frekvenční pásma dle normy EN 50065:

- Pásmo A: 105,6 kHz – 115,2 kHz
- Pásmo B: 100,8 kHz – 120 kHz
- Pásmo C: 129,6 kHz – 134,4 kHz [6]



Obr. 2.5 Přenos signálu klíčováním kmitočtů, přejato z [5]

Technologii KNX/EIB TP a PL lze spojit do jedné instalace pomocí systémového vazebního členu. Tento člen určuje výsledné zapojení. Liniová spojka se užívá pouze u TP a vazební člen u PL technologie. Ve výsledku koncový uživatel nepozná rozdíl a systém se chová jako celek. Nevýhodou technologie KNX/EIB PL je vyšší cena oproti sběrníkovému systému KNX/EIB.

## 2.6 ETS

Všechna zařízení pracující podle standardu KNX/EIB lze oživovat a programovat softwarem ETS (Engineering Tool Software). Program vznikl v devadesátých letech a v současné době je na trhu verze ETS 4. Velkou výhodou je univerzalita použití ve všech systémech KNX/EIB. Od roku 1992 je to jediný prostředek pro oživení a programování systémů asociace Konnex.

## 3 Výrobci inteligentní elektroinstalace

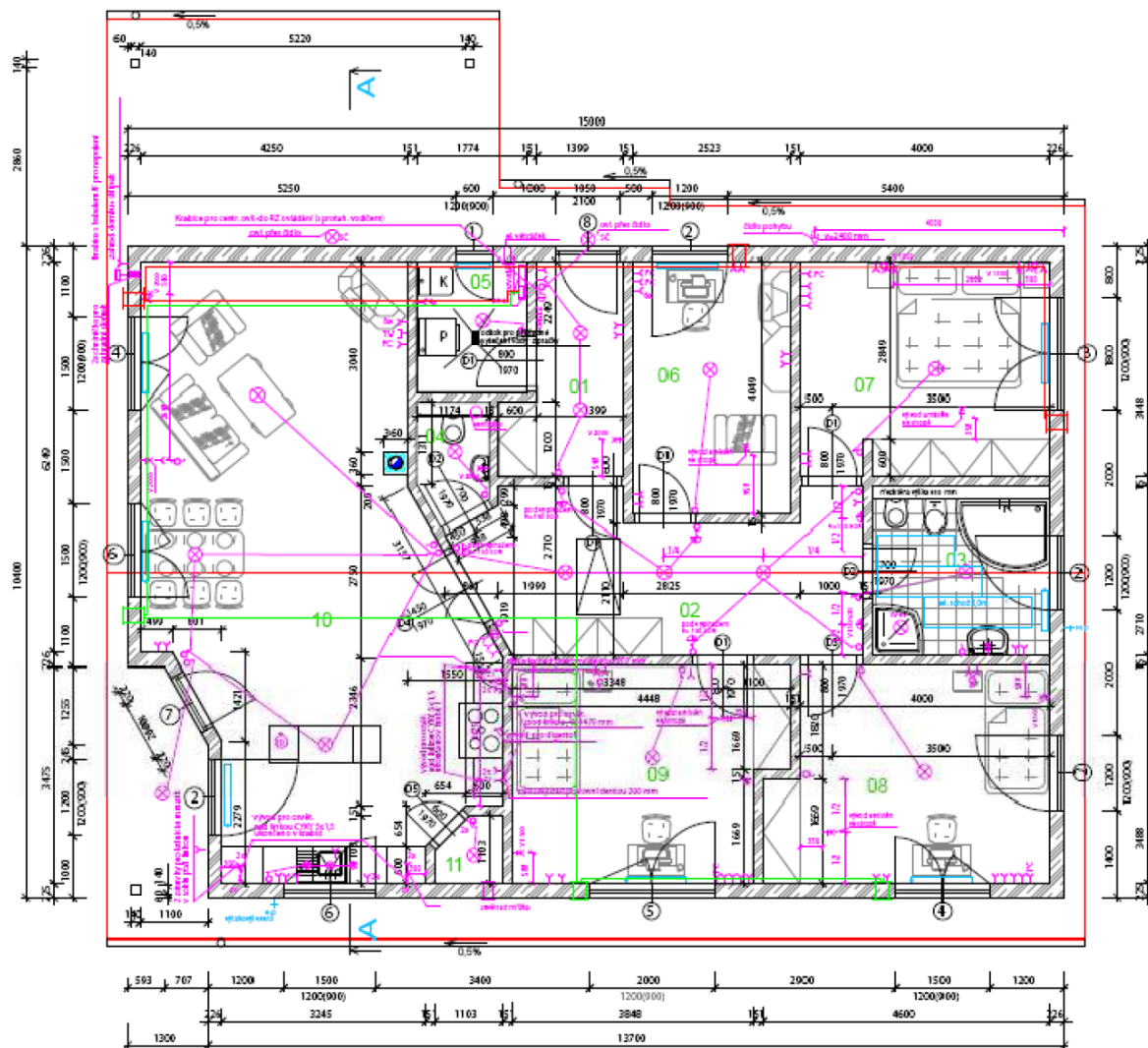
V dnešní době existuje celá řada výrobců inteligentní elektroinstalace. V této kapitole je přehled nejvýznamnějších výrobců jak domácích, tak převážně zahraničních. Ve vzorovém projektu je nastíněn ukázkový rozpočet pro uvedené produkty.

### 3.1 Vzorový dům

Pro vzorový dům jsem porovnal finanční náklady řešení inteligentní elektroinstalace od různých výrobců. Základní požadavky na systém jsou:

1. Řízení osvětlení
  - Počet světelných okruhů: 14
    - Stmívaných: 3
    - Řízených zapnuto/vypnuto: 11
    - Časové spínání
    - Počet tlačítek: 20
2. Řízení teploty a vytápění
  - Centrální řízení vytápění
  - Lokální regulace teploty v pokojích: 8 termohlavic
3. Ovládání žaluzií: 10
4. Centrální funkce
  - Vypnutí osvětlení v domě jedním tlačítkem
5. Vizualizace a ovládání přes internet s možností konfigurace přes PC

Jedná se o novostavbu jednopatrového RD se čtyřmi pokoji, koupelnou, toaletou, obývacím pokojem s kuchyní a technickou místností.



Obr. 3.1 Půdorysné schéma vzorového RD

### 3.2 ABB

Firma ABB patří mezi největší výrobce pro energetiku a automatizaci na světě. Dodává širokou škálu výrobků od kabelového příslušenství až po velké pohony a trafostanice pro průmyslové využití. V oboru automatizace a inteligentní elektroinstalace patří ABB k leaderům. Nabízí produkty na špičkové úrovni a neustále rozšiřuje spolupráci s výrobcí spotřební elektroniky a tím spojenou vzájemnou komunikací s řídicím systémem. Například v oboru audio je to renomovaná firma Bang&Olufsen, přístroje pro domácnost od firmy Miele a řada dalších. Kvalita nabízených produktů se samozřejmě odráží v ceně, proto patří k nejdražším na trhu. Společnost v současné době nabízí dva systémy inteligentní elektroinstalace.

## Ego-n

Jedná se o sběrniceový systém, který ke komunikaci využívá mezi jednotlivými prvky systému sběrnici. Lze ho doplnit v případě potřeby bezdrátovou komunikací. Ego-n je navržen jako centralizovaný, kdy většinu funkcí a logiku zajišťuje řídicí modul připojený na primární sběrnici. Na sběrnice (primární a 8 sekundárních) tohoto systému lze připojit až 512 prvků. Tato instalace se využívá u rodinných a bytových domů. Ve velkých objektech by toto zapojení nevyhovovalo. Systém Ego-n umožňuje tyto funkce: spínání a stmívání osvětlení, řízení rolet, žaluzií, topení, chlazení, detekci pohybu, logické a centrální funkce. Systém je možné napojit na EZS přes binární vstupy. Lze ho také pomocí vizualizace vzdáleně ovládat pomocí internetu nebo GSM. Tabulka 3.1 zobrazuje podrobný rozpis jednotlivých prvků pro splnění předepsaných funkcí zvoleného RD.

Tab. 3.1 Rozpočet pro vzorový RD realizovaný systémem Ego-n

Položka	Název	Množství	Kč/ks	Celkem Kč
1	Řídicí modul	1	9 230 Kč	9 230 Kč
2	Napájecí modul	1	4 790 Kč	4 790 Kč
3	Komunikační modul	1	11 050 Kč	11 050 Kč
4	Snímač tlačítkový Ego-n, jednoduchý	20	1 673 Kč	33 460 Kč
5	Prostorový termostat Ego-n	8	1 950 Kč	15 600 Kč
6	Spínací modul 8x10A	2	5 380 Kč	10 760 Kč
7	Žaluziový modul	2	6 250 Kč	12 500 Kč
8	Stmívací modul	3	4 820 Kč	14 460 Kč
9	Spínací modul pro termohlavice	2	5 745 Kč	11 490 Kč
10	Sběrniceový kabel 100 m	2	1 520 Kč	3 040 Kč

**Celkové náklady: 126 380 Kč**

## ABB i-bus

Tento systém byl navržen dle standardů KNX a pracuje decentralizovaným způsobem, tzn. každou funkci plní samostatný modul (žaluziový, spínací, světelný, atd.). Dle způsobu předávání informací se dělí na sběrniceový KNX/EIB TP a KNX/EIB PL, kde se informace šíří po silovém vedení pomocí změny kmitočtu. Podrobný popis jednotlivých systémů je popsán v kapitole 2. ABB i-bus ovládá všechny dostupné funkce, co se automatizace budov týká. Dle mého názoru je to nejlepší výrobek na našem trhu. Systém se chová jako otevřený, lze ho doplnit o prvky od jiných výrobců.



Tab. 3.2 Rozpočet pro vzorový RD pomocí technologie KNX/EIB

Položka	Název	Množství	Kč/ks	Celkem Kč
1	Napájecí modul + 2x tlumivka	1	9 360 Kč	9 360 Kč
2	Spínací aktor 16F 16A, žaluziový 8F 16A	1	17 537 Kč	17 537 Kč
3	Stmívací aktor 4F 4x210W	1	13 658 Kč	13 658 Kč
4	Spínací aktor pro termohlavice	1	7 032 Kč	7 032 Kč
5	Žaluziový aktor 4F/RO 230V AC/ 24-48V DC	3	8 260 Kč	24 780 Kč
6	Busankopler modul pod omítku (žaluzie)	8	2 188 Kč	17 504 Kč
7	Binární jednotka 2F	6	1 642 Kč	9 852 Kč
8	Binární jednotka 4F	1	2 947 Kč	2 947 Kč
9	Tlačítkový senzor 2 Plus s LCD 5F BS	1	9 273 Kč	9 273 Kč
10	Tlačítkový senzor 6F	1	4 653 Kč	4 653 Kč
11	Tlačítkový senzor 2 Plus s LCD 2F BS	8	5 347 Kč	42 776 Kč
12	Vypínačové tlačítko	10	179 Kč	1 790 Kč
13	Adaptér pro termohlavice 24/230V - Honeywell	8	38 Kč	304 Kč
14	HomeServer 2.0 NET	1	52 100 Kč	52 100 Kč
15	Sběrníkový kabel 100 m	2	1 520 Kč	3 040 Kč

**Celkové náklady: 246 931 Kč**

### 3.3 LOXONE

Rakouský výrobce Loxone vstoupil na trh v roce 2009 a zabývá se pouze automatizací budov. Systém se chová jako centralizovaný. Hlavní řídicí prvek je miniserver, který se po naprogramování stará o realizaci určených funkcí. Velkou výhodou oproti konkurenci je možnost ovládání přes internet bez nutnosti dokoupení rozšiřujícího prvku. Celková realizace a programování systému není složitá. Konfigurační software je možné získat od výrobce bezplatně. Systém je kompatibilní s technologií KNX a k miniserveru je možné připojit sběrnici. Tento produkt je primárně určen pro rodinné domy a byty. Cenově nejdostupnější systém inteligentní elektroinstalace nabízí poměrně kvalitní zpracování a přehledné vizualizace. Aplikace jsou zdarma ke stažení pro ovládání systému pomocí PDA a standardně přes webový prohlížeč.

Tab. 3.3 Rozpočet pro vzorový RD realizovaný systémem LOXONE miniserver

Položka	Název	Množství	Kč/ks	Celkem Kč
1	Miniserver	1	12 848 Kč	12 848 Kč
2	Extension	3	10 268 Kč	30 805 Kč
3	Dimmer Extension - stmívací člen	1	11 264 Kč	11 264 Kč
4	DMX Extension	1	8 530 Kč	8 530 Kč
5	Napájecí zdroj 24V/2,4A, DC	1	2 639 Kč	2 639 Kč
6	Sběrníkový kabel 100 m	2	1 476 Kč	2 952 Kč
7	Vizualizace na PC, iPad, online servis	1	ZDARMA	ZDARMA

**Celkové náklady: 78 704 Kč**

### 3.4 ELKO EP s.r.o.

ELKO EP český výrobce elektroinstalačního materiálu a inteligentní elektroinstalace. Novinkou v nabídce je centralizovaný systém iNELS SMART HOME SOLUTIONS, který spojuje původní sběrniceový systém iNELS BUS System a bezdrátový iNELS RF Control. Díky tomuto řešení je vhodný jak pro novou výstavbu, tak pro doplnění instalace. V cenovém srovnání se zahraniční konkurencí je ELKO EP zhruba o třetinu levnější. Nevýhodou je nutnost užití omezeného počtu prvků a to pouze od tohoto výrobce. Pro vzorový RD je instalace zvolena pro sběrniceový systém iNELS BUS System.

Tab. 3.4 Rozpočet pro vzorový RD realizovaný systémem iNELS

Položka	Název	Množství	Kč/ks	Celkem Kč
1	Centrální jednotka	1	9 245 Kč	9 245 Kč
2	Oddělovač sběrnice od napájení	1	1 250 Kč	1 250 Kč
3	Spínací čtyřkanálová jednotka	3	3 095 Kč	9 285 Kč
4	Spínací dvoukanálová jednotka	10	2 340 Kč	23 400 Kč
5	Stmívací jednotka	3	3 550 Kč	10 650 Kč
6	Tlačítko dvoukanálové pro sběrnici	1	975 Kč	975 Kč
7	Tlačítko čtyřkanálové pro sběrnici	20	1 243 Kč	24 860 Kč
8	Prostorový termoregulátor	8	2 210 Kč	17 680 Kč
9	Napájecí zdroj	1	4 255 Kč	4 255 Kč
10	Sběrniceový kabel 100 m	2	1 427 Kč	2 854 Kč

**Celkové náklady: 104 454 Kč**

### 3.5 ESTELAR s.r.o.

Další český výrobce ESTELAR působí na našem trhu od roku 1996. Prezentuje se systémem inteligentní elektroinstalace pod názvem GILD, který je navržen jako centralizovaný a základní funkce lze naprogramovat bez užití speciálního programu, ale pouze stisknutím příslušného tlačítka a displeje na řídicí jednotce. Tato funkce výrazně zjednodušuje oživení systému, které zvládne i běžný uživatel. Realizace instalace vychází cenově nejvýhodněji pro vzorový RD pomocí systému GILD. Nenabídne však srovnatelný komfort jako zahraniční konkurence např. ve vizualizacích, v možnostech dalšího rozšíření, atd.

Tab. 3.5 Rozpočet pro vzorový RD realizovaný systémem GILD

Položka	Název	Množství	Kč/ks	Celkem Kč
1	Řídící jednotka	1	4 900 Kč	4 900 Kč
2	Převodník pro připojení na LAN	1	3 400 Kč	3 400 Kč
3	Spínací modul 12xRELÉ NO, 10A	2	5 800 Kč	11 600 Kč
4	Modul ovládání žaluzií 6 kanálů	2	5 800 Kč	11 600 Kč
5	Modul ovládání termohlavic	2	6 500 Kč	13 000 Kč
6	Stmívač univerzální 1000 W	1	4 990 Kč	4 990 Kč
7	Adresní modul pro připojení tlačítek - 4 tlač.	9	130 Kč	1 170 Kč
8	Napájecí zdroj 12V/6A, DC	1	5 100 Kč	5 100 Kč
9	Dotykový multifunkční terminál	1	22 900 Kč	22 900 Kč
10	Sběrníkový kabel 100 m	2	1 411 Kč	2 822 Kč
11	Rozhraní pro sběrnici ModBus	1	2 740 Kč	2 740 Kč
<b>Celkové náklady:</b>				<b>96 013 Kč</b>

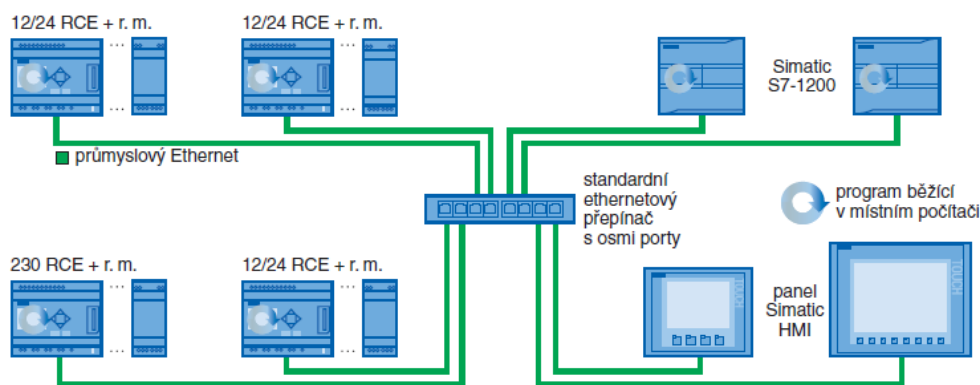
### 3.6 PLC SIEMENS SIMATIC

Základním PLC firmy SIEMENS je mikrosystém LOGO!, který je navržen pro řízení jednoduchých a malých automatizačních úloh, zejména pro systémy budov. Programování logického modulu je velmi jednoduché a lze ho realizovat přímo na zařízení bez použití jakéhokoliv softwaru. Tuto možnost však ale nabízí pouze nejnovější varianta LOGO! 0BA7. Při realizaci složitějších automatizačních úloh není toto řešení praktické, a proto je tato verze nově vybavena integrovaným ethernetovým rozhraním, které dále slouží také pro komunikaci mezi dalšími funkčními bloky, jako jsou LOGO!, SIMATIC PLC a další.

Ethernetové rozhraní slouží rovněž ke vzdálené správě zařízení a lze ho programovat a mít k němu online přístup. Je možné propojit mezi sebou 8 základních jednotek pomocí standardního ethernetového switchu. PLC pak mohou v síti pracovat v režimech MASTER – MASTER nebo MASTER – SLAVE.

V režimu MASTER – MASTER má každá jednotka vytvořen svůj vlastní řídicí program a s ostatními jednotkami si vyměňuje pouze údaje potřebné pro chod.

V režimu MASTER – SLAVE je řídicí program vytvořen pro hlavní jednotku LOGO! a ostatní jednotky tvoří vzdálené I/O. Tento režim se používá v úlohách, kde jsou technologická zařízení umístěna na velké ploše a obsahují velké množství I/O. Tímto způsobem je možné připojit až 128 digitálních a 48 analogových I/O.



Obr. 3.2 Externí komunikace základních jednotek LOGO! 0BA7 s možností definovat až 64 digitálních síťových I/O uzlů na jednu jednotku, přejato z [9]

Další novinkou je slot pro SD kartu, který slouží pro kopírování a zálohu programu nebo také kondenzátor pro zálohu data a času namísto baterie.



Obr. 3.3 Základní jednotka Logo! 0BA7 typu 230 RCE s kartou SD, přejato z [9]

Nová verze programovacího softwaru LOGO!Soft Comfort, která je kompletně v češtině, umožňuje vytvářet složitější řídicí programy s pomocí více jak 400 nových funkcí, obsažených v nové základní jednotce. Programování je přehlednější a uživatelsky příjemnější. Pro opakované funkce je nově možnost tvorby knihoven s makry s možností snadného vložení do programu.

Základní jednotku lze libovolně rozšířit pomocí kompatibilních modulů. Základní jednotka obsahuje 8 DI a 4 DO v závislosti na konfiguraci jednotky. To je pro většinu aplikací nedostačující a pro rozšíření I/O použijeme digitální/analogové rozšiřující moduly. Pokud bychom požadovali podrobný grafický výstup, lze jednotku osadit rozšiřujícím displejem. Dalším důležitým modulem využitým v inteligentní elektroinstalaci je komunikační modul CM EIB /KNX, který dokáže komunikovat se zařízeními připojenými pomocí technologie KNX/EIB.

### 3.7 SIMATIC S7 – 1200

Simatic S7-1200 představuje kompaktní, modulární a moderní řídicí systém, který je možno využít v širokém spektru aplikací. Komunikační rozhraní splňuje ty nejvyšší požadavky na moderní průmyslovou komunikaci a celá řada vestavěných funkcí dělá toto PLC nedílnou součástí těch nejmodernějších automatizačních aplikací [10]. Siemens řadu uvedl na trh v roce 2009 jako náhradu řady Simatic S7 - 200.

Tab. 3.7 Vzorový dům realizovaný pomocí PLC SIMATIC S7-1200

Položka	Název	Množství	Kč/ks	Celkem Kč
1	CPU 1214 C	1	6 830 Kč	6 830 Kč
2	Spínaný napájecí zdroj 24V/2,4A, DC	1	4 538 Kč	4 538 Kč
3	Patice relé FINDER - řada 93.xx	21	175 Kč	3 675 Kč
4	Relé Finder úzké 24VDC 6A	21	78 Kč	1 638 Kč
5	Spojovací materiál do rozvaděče	1	1 543 Kč	1 543 Kč
6	Signální modul DI/DO digitální	2	5 375 Kč	10 750 Kč
7	Termohlavice programovatelná	8	2 536 Kč	20 288 Kč
8	CP1242-7, GSM / GPRS modem pro S7-1200	1	10 400 Kč	10 400 Kč
<b>Celkové náklady:</b>				<b>68 015 Kč</b>

#### 3.7.1 CPU moduly

Srdcem celého systému je základní jednotka, která se nabízí ve třech provedeních. Označeny jsou CPU 1211C, 1212C a 1214C. Písmeno C znamená, že jednotka obsahuje čítač reálných hodin. Odlišují se počtem integrovaných I/O, velikostí interní paměti a možností dalšího rozšíření. Proto je při návrhu dobré zvážit veškeré možnosti budoucího připojení jednotlivých prvků systému. Všechny varianty jsou dále dostupné v závislosti na napájecím napětí (24V DC nebo klasicky 230V AC) a podle použití výstupů (reléové nebo tranzistorové). Tabulka 3.8 zobrazuje vlastnosti jednotlivých CPU modulů.

Tab. 3.8 Vlastnosti CPU SIMATIC S7-1200

Vlastnosti	1211C	1212C	1214C
CPU	DC/DC/DC, AC/DC/RLY, DC/DC/RLY		
Integrovaná pracovní paměť	25 kB	25 kB	50 kB
Integrovaná nahrávací paměť	1 MB	1 MB	2 MB
Paměťový modul	Paměťová karta MMC( max. vel. 24 MB )		
Vestavěné digitální I/O	6 vstupů 4 výstupy	8 vstupů 6 výstupy	14 vstupů 10 výstupy
Vestavěné analogové I	2 vstupy		
Rozšiřitelné signální moduly	žádný	2 max.	8. max
Maximální lokální digitální I/O	14	82	284
Maximální lokální analogové I/O	3	15	51
Rychlé čítače	3	4	6
Pulzní výstupy	2 @ 100 kHz ( DC výstupy ) / 2 @ 1 Hz ( RLY výstupy )		
Pulzně - synchronizační vstupy	6	8	14
Přerušeni podle hran	6x náběžných 6x sestupných hran	8x náběžných 6x sestupných hran	12x náběžných 12x sestupných hran
Přesnost reálných hodin	60 sekund / měsíc		
Rychlost vykonávání logických operací	0,1μs/ příkaz		
Rychlost vykonávání operace se slovy word	12μs/ příkaz		
Rychlost vykonávání reálné aritmetiky	18μs/ příkaz		
Počet spojení CPU	1		
Typ spojení	Rozhraní RJ 45		
Rychlost datového přenosu	10/100 Mbit/s		
Rozšiřující komunikační moduly	3 maximálně		

### 3.7.2 Paměť CPU

Koncepce paměti Simatic S7 – 1200 je založena na podobném principu jako vyšší řady programovatelných automatů Simatic S7 – 300 a 400. Paměť je rozdělena na programovou (work memory) a datovou (load memory). Integrovaná programová paměť je energeticky nezávislá a je v ní uložen hlavní program. Velikost je dána typem CPU a je rozšiřitelná pomocí externí paměti MMC. Paměť programová je umístěna na CPU a ukládají se do ní jednotlivé části programu během jeho chodu. Tato paměť je energeticky závislá a při výpadku napájení jsou data ztracena. Pro tento případ může uživatel definovat až 2048 remanentních bytů, do kterých se ukládají data z datových bloků či paměťové bity.

### 3.7.3 Signální desky

Signální desky slouží k přizpůsobení CPU modulu dané aplikaci bez nutnosti nákupu drahých signálních modulů a zároveň se nemění rozměry. Toto řešení se využívá v aplikacích s malým počtem signálních I/O. Signální desku je možné připojit pouze k CPU 1212C a 1214C. Základní jednotka tuto variantu nenabízí a rozšíření I/O lze provést přes signální moduly.



Obr. 3.4 Ukázka zapojení signální desky ( signal board ), přejato z [9]

Tab. 3.9 Dostupné signální desky

SB 1223 DC/DC	SB 1332 AQ
Digitální I/O	Analogové O
DI 2x24 V DC 0,5 A	AO 1 x 12 bit
DO 2x24 V DC 0,5 A	+ 10 V DC / 0 - 20 mA

### 3.7.4 Signální moduly

Ve většině aplikací nám počet I/O na CPU nebude stačit. Tento problém lze jednoduše vyřešit připojením potřebného digitálního/analogového signálního modulu.

Tab. 3.10 Signální moduly Analog/digitální

Digitální/analogové vstupy	<b>SM 1221 DC</b>	<b>SM 1231 AI</b>	
	DI 8 x 24 V DC DI 16 x 24 V DC	AI 4 x 13 bit +-10 V DC / 0,20 mA	
Digitální výstupy	<b>SM 1222 DC</b>	<b>SM 1222 RLY</b>	<b>SM 1222 RLY</b>
	DO 8 x 24 V DC 0,5 A DO 16 x 24 V DC 0,5 A	DO 8 x RLY 30 V DC / 250 V AC 2 A	DO 16 x RLY 30 V DC / 250 V AC 2 A
Digitální vstupy / výstupy	<b>SM 1223 DC/DC</b>	<b>SM 1223 RLY</b>	
	DI 8 (16)x 24 V DC DO 8 (16) x 24 V DC 0,5 A	DI 8 (16) x 24 V DC DO 8 (16) x RLY 30 V DC / 250 V AC 2 A	
Analogové vstupy / výstupy	<b>SM 1234 AI / AQ</b>	<b>SM 1232 AQ</b>	
	AI 4 x 13 bit +-10 V DC / 0 - 20 mA AO 2 x 14 bit +- 10 V DC / 0 - 20 mA	AO 2 x 14 bit +- 10 V DC / 0 - 20 mA	

### 3.7.5 Komunikační možnosti

Základní jednotka je osazena integrovaným rozhraním Profinet, které výrazně usnadňuje připojení zařízení na Profinetu I/O Device, programování CPU, komunikaci s HMI displeji a PLC – PLC komunikaci. Komunikace mezi zařízeními probíhá prostřednictvím otevřených ethernetových protokolů přes klasický konektor RJ-45 podporující Auto-Cros-Over a rychlost 10/100 Mbit/s.



Obr. 3.5 Integrované rozhraní Profinet, přejato z [9]



### **3.7.6 Řízení na dálku a monitoring**

Základní modul CPU lze jednoduše rozšířit pomocí komunikačních procesorů CP 1242-7 a při použití konkrétního modulu lze systém vzdáleně řídit pomocí SMS či internetu. Toto lze využít například pro vzdálené stažení rolet, zhasnutí/rozsvícení světel a další funkce.

### **3.8 Software STEP 7 Basic**

Jedná se o nové vývojové prostředí pro řadu S7-1200. V tomto prostředí lze vytvořit nejen uživatelský program, ale i grafiku pro HMI panely. Verze Simatic STEP 7 BasicV10.5 a vyšší mají integrované prostředí WinCC Basic, které je zaměřeno právě na HMI moduly. Dříve tato možnost neexistovala, což mělo za důsledek vyšší finanční náklady. Má zkušenost s verzí V10.5 není úplně kladná, občas se vyskytovaly problémy s online připojením k CPU při nahrávání programu do CPU. Tento problém a některé další byly odstraněny ve verzi V11 SP1, se kterou jsem zatím neměl žádný problém.

## 4 Návrh systému inteligentní elektroinstalace

Pro návrh systému inteligentní elektroinstalace RD Třemošná, par. č. 787/xx, jsem zvolil systém SIMATIC S7 -1200. Hlavním důvodem pro volbu tohoto systému byla nízká cena oproti konkurenci. Jedná se o centralizovaný systém, kde veškerou logiku a ovládání zajišťuje řídicí jednotka. Na obrázku 4.7 je znázorněno zapojení celého systému. Pro spínání jsem zvolil spínací relé včetně patice od firmy Finder. Standardně je lze osadit na DIN lištu a rozměrově je vhodné pro užití do rozvaděče. Na patici je osazena led dioda, která indikuje sepnutý stav relé. To výrazně zjednodušuje zapojení a programování. Relé spínají maximálně 6A, což je dostačující pro všechny běžně užívané prvky.

### 4.1 Funkce navrženého systému

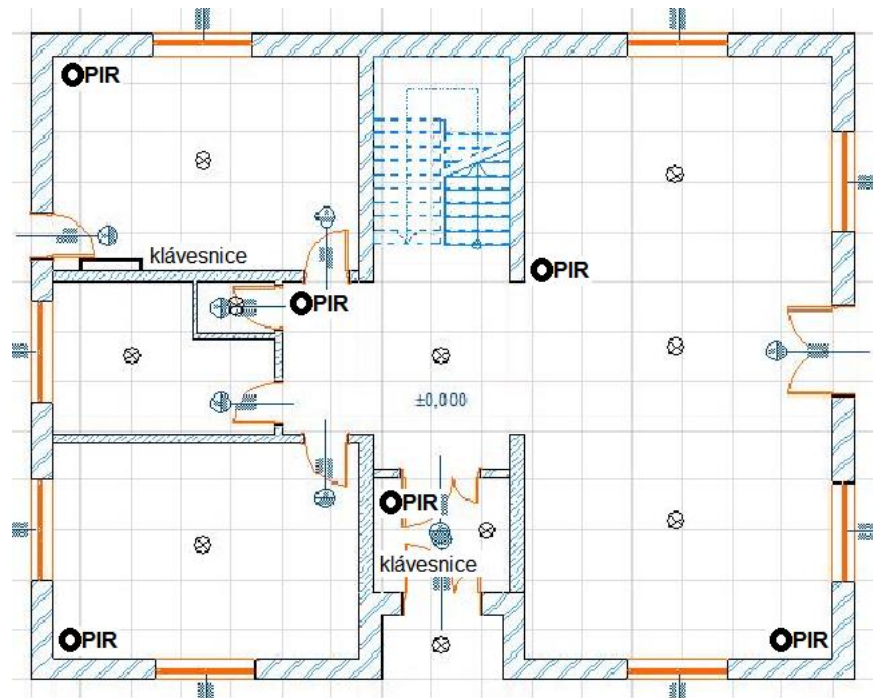
Navržená elektroinstalace by měla plnit tyto funkce:

1. Ovládání rolet
2. Ovládání otvírání/zavírání střešních oken
3. Centrální funkce
  - Zatažení/vytažení rolet
  - Vypnutí všech nepotřebných zásuvek
4. Při rozsvícení se automaticky zatáhnou rolety v místnosti

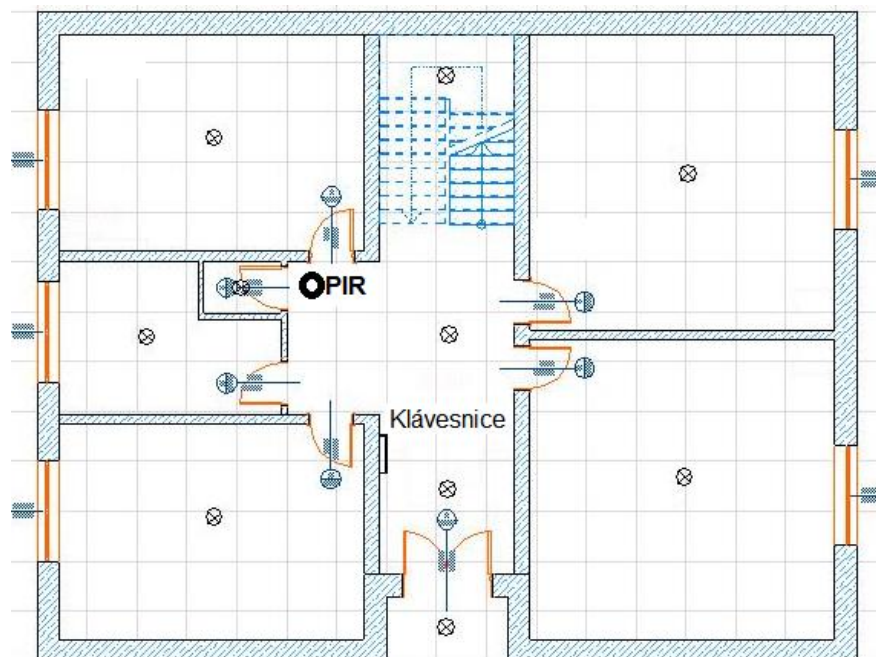
Obrázky 4.2 a 4.3 zobrazují půdorysné schéma jednotlivých pater s rozmístěním místností a umístěním světel a rolet. Tlačítko pro centrální funkce je umístěno u vstupních dveří v 1. PP. Schodišťové světlo je z důvodu komfortu spínáno PIR detektorem osazeným do instalační krabice. Provoz může být automatický nebo ho lze tlačítkem pod detektorem vypnout a ovládání je manuální.



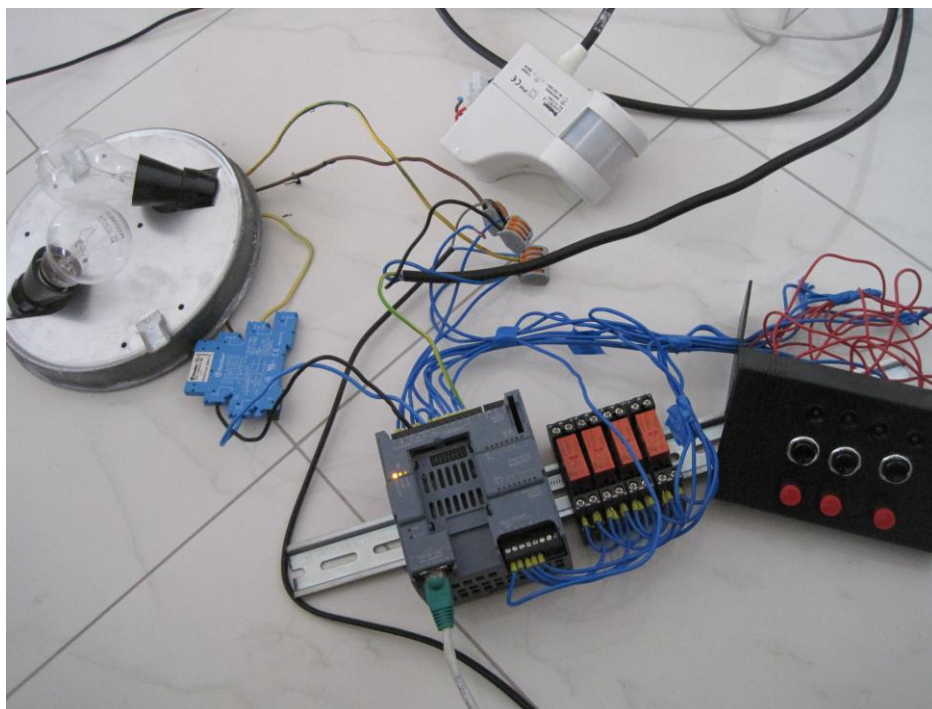
Obr. 4.1 Automatický spínač se snímačem pohybu, přejato z [4]



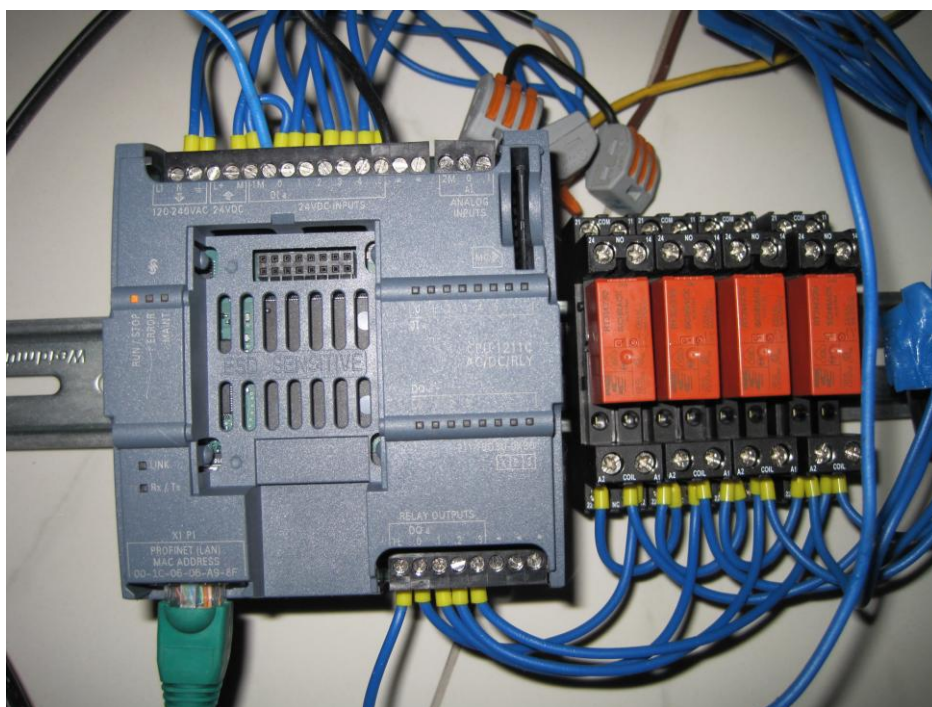
Obr. 4.2 Půdorysné schéma realizovaného domu 1.PP



Obr. 4.3 Půdorysné schéma realizovaného domu 1.NP



Obr. 4.4 Zapojení PIR detektoru pro spínání osvětlení



Obr. 4.5 Detailní zapojení CPU při zkušebním testování a ladění programu



Obr. 4.6 Detail ovládání střešního okna pomocí motoru



Obr. 4.7 Výsledné zapojení systému SIMATIC v rozvaděči

Pro automatické ovládání rolet a otevírání/zavírání střešních oken bych doporučil osazení meteorologické stanice, která snímá aktuální intenzitu světla a deště a při překročení definovaných hodnot dává signál o jejich překročení. Nastavení hodnot je triviální pomocí tlačítek a grafického displeje dle obr. 4.8.

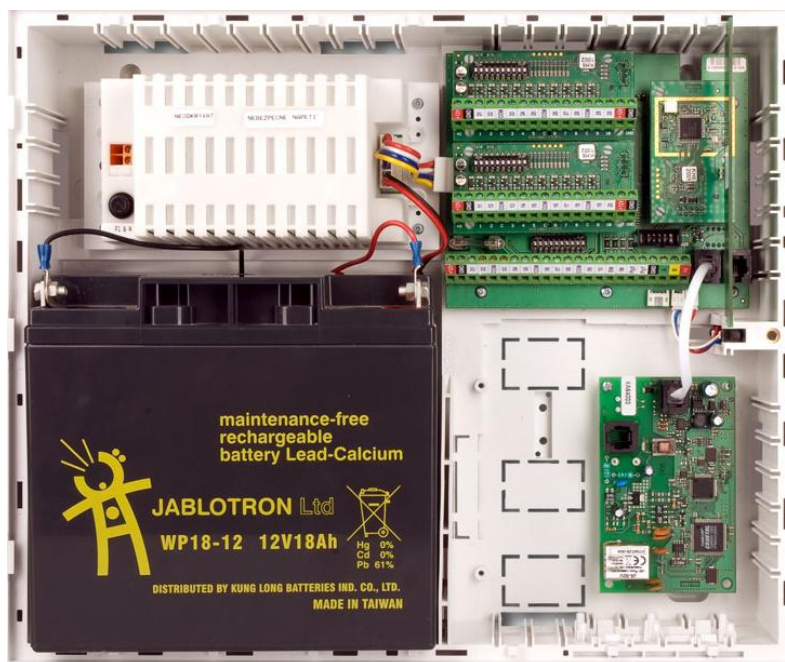


Obr. 4.8 Meteorologická stanice pro snímání světla, deště a větru

## 4.2 Zabezpečení

Zabezpečení domu a obecně ochraně osob a majetku je v současné době věnována stále větší pozornost. Na trhu existuje celá řada firem, které se zabývají zabezpečovací technikou. Pro konkrétní případ jsem zvolil českou firmu Jablotron, která patří ke špičce ve svém odvětví. Nabízí 3 zabezpečovací systémy - JABLOTRON 100, Oasis a PROFI. Systémy mohou být bezdrátové, drátové nebo hybridní v závislosti na konkrétních požadavcích investora. Základním prvkem všech systémů je ústředna, na kterou se bezdrátově, drátově nebo po sběrnici připojují jednotlivé akční členy, PIR senzory, detektory otevření, požární detektory, atd..

Pro tento dům jsem navrhl systém Oasis s ústřednou JA-83K. Jedná se o hybridní ústřednu, ke které lze připojit jak klasicky drátové, tak i bezdrátové prvky. Pokud bychom chtěli zabezpečit okolní objekty, lze připojit 2 podsystémy. Bezdrátová technologie pracuje v pásmu 868Mhz. Ústředna je vybavena akumulátorem 18Ah pro případ výpadku síťového napájení 230V. Systém je napájen 20V AC ze síťového napájecího modulu nebo spínaným zdrojem, který je lepší variantou. Ústředna je chráněna proti neoprávněnému zásahu, při odšroubování a odkrytí čelního panelu se spustí připojená siréna. Pro vzdálenou správu, dálkové ovládání celého systému a report na mobilní telefon slouží komunikátor TEL/LAN JA-80V. Díky tomuto prvku lze mít přes internetovou stránku pod kontrolou svůj dům z jakéhokoliv místa.



Obr. 4.9 Ústředna osazená akumulátorem 18Ah + TEL/LAN komunikátorem JA -80V + spínaný napájecí zdroj

K ústředně budou drátově připojeny kombinované PIR detektory řady JS-25. Tyto PIR detektory kombinují klasické prostorové pohybové čidlo a snímač tříštění skla a budou osazeny v přízemí. Snímač pohybu zpracovává signál metodou násobné analýzy signálu a tím je vysoce odolný vůči falešným poplachům. Propojování s ústřednou je realizováno UTP kabelem a napájení je z ústředny. Všechny PIR detektory jsou chráněny proti neoprávněnému otevření nebo manipulaci spínačem, který po rozepnutí pošle signál do ústředny a ta spustí poplach. Při výměně baterií u bezdrátových detektorů se musí zadat z klávesnice servisní kód, který vyřadí veškeré zabezpečovací spínače. V technické místnosti bude na stropě umístěn detektor požáru SD-282ST. Tento prvek je z důvodu legislativy nezbytnou součástí každého rodinného domu. Protože vytápění i ohřev vody zajišťuje plynový kondenzační kotel, je z důvodu bezpečnosti osazen detektor plynů, který indikuje únik všech hořlavých plynů. Signalizace probíhá ve dvou úrovních koncentrace, signalizace probíhá akusticky i opticky. Ústředna při tomto poplachu rovněž vysílá SMS zprávu o stavu. Vnější zálohovaná siréna OS-365A je osazena vestavěným automaticky dobíjeným NiCd akumulátorem a optickým LED blikáčem. Siréna na obr. 4.5 je zatím osazena uvnitř objektu z důvodu nedokončených stavebních prací na fasádě domu.



Obr. 4.10 Vnější zálohovaná siréna OS-365A

V 1.NP bude na chodbě umístěn bezdrátový PIR detektor JA-80P. Detektory v jednotlivých patrech tvoří dvě oddělené sekce a lze je zajistit při odchodu z objektu kompletně všechny nebo jen určitou sekci. Detailní umístění jednotlivých detektorů a ovládacích klávesnic je na obr. 4.2 a 4.3. Umístění detektorů bylo voleno dle doporučení výrobce. V dalších místnostech nebudou zatím žádná pohybová čidla instalována. Díky bezdrátové technologii je dodatečná montáž velmi jednoduchá bez jakéhokoliv stavebního zásahu. Pomocí klávesnice se detektoru přiřadí pořadové číslo. Výdrž baterií je uváděna dle výrobce cca. 1 rok. Nízký stav baterie je indikován na klávesnici pro konkrétní detektor. Detailní pohled na bezdrátový PIR detektor je na obr. 4.11. Vstupní dveře a okna v 1.PP budou osazena detektorem otevření-82M, který lze vestavět do většiny vyráběných oken a dveří. Při zajištění objektu signalizuje narušení objektu nebo může vypínat topení při otevřeném okně.

Klávesnice budou osazeny u obou vstupních dveří v 1.PP. Zde se bude zabezpečovat objekt při odchodu a příchodu. V 1.NP bude klávesnice umístěna na chodbě pro zabezpečení objektu v době spánku. Bohužel z nedostatku financí není RD ještě kompletně dokončen, a tak jsou zapojeny jen nejnútnejší prvky systému, aby nedošlo k jejich poškození (instalována jen jedna klávesnice a některé PIR detektory). Nicméně systém je momentálně plně funkční a v provozu. Po dokončení se pouze připojí detektory.





Obr. 4.11 Osazení vnitřních součástek bezdrátového PIR detektoru

## Závěr

Tato bakalářská práce popisuje současné trendy v projektování a realizaci inteligentní elektroinstalace, která je vhodná převážně pro bytovou výstavbu. Jedná se o přehled nejpoužívanějších systémů v České republice. Nejvíce používanou technologií inteligentní elektroinstalace jsou systémy spojené pomocí sběrnice, ať už se jedná o KNX/EIB nebo o sběrnice jiného typu. Výsledný systém je připraven plnit nejrozmanitější požadavky uživatelů objektu.

První kapitola se věnuje popisu jednotlivých rozdílů mezi elektroinstalací klasickou a inteligentní. Hodnotí klady, zápory a finanční nákladnost obou instalací. Následuje popis nejdůležitějších funkcí systému inteligentní elektroinstalace včetně detailů jednotlivých zapojení. Existuje celá řada dalších funkcí, které jsou pro běžného uživatele cenově nedostupné, a proto se o nich v této práci nezmiňují.

Druhá kapitola se popisuje systém inteligentní elektroinstalace dle standardu Evropské instalační sběrnice KNX. Je zde zmínka o asociaci Konnex, která tvoří standardy pro EIB a zároveň sdružuje firmy, které dle daných norem nabízejí komponenty KNX/EIB. Popisuje jednotlivé druhy přenosu dat, topologie sítí a konkrétní parametry při jejich realizaci.

Kapitola třetí detailně popisuje automatizační systém SIMATIC S7-1200, který jsem zvolil pro realizaci inteligentní elektroinstalace RD. Důvod, proč jsem tento systém zvolil, je prostý, jedná se o finanční náklady na realizaci. Pro vzorový dům jsem vytvořil dle podkladů od výrobců cenové kalkulace, ze kterých vyplývá, že systém inteligentní elektroinstalace je při realizaci systémem KNX nejdražší. Nejlevnější je varianta od SIMATICu. Pro minimální automatizační úkoly bych navrhl mikrosystém LOGO 0BA7, který plně obslouží ovládání rolet.

Závěrečná kapitola se týká samotné realizace inteligentní elektroinstalace RD. Popis jednotlivých prvků a finanční náklady byly již zmíněny v předchozí kapitole. Byly určeny funkce, které má instalace plnit. Na obrázcích je vidět postup od zkušebního programování u PC až po výsledné zapojení v rozvaděči. Další a dle mého velmi důležitou kapitolou je zabezpečení. Na schématech je vidět umístění PIR detektorů a ovládacích klávesnic. Provoz a funkce systému SIMATIC S7-1200 i zabezpečovacího systému byly vyzkoušeny ve zkušebním provozu a plní všechny zadané funkce. Existují možnosti, jak systém ještě zdokonalit, to však nebylo možné vzhledem k nedostatku financí realizovat.

## Použitá literatura

- [1] STÝSKALÍK, Jiří. *Inteligentní instalace budov INELS : Instalační příručka*. 1. vyd. Holešov-Všetuly : [s.n.], 2009. 67 s.
- [2] HORÁK, Petr. *Co je inteligentní instalace?* [online]. 2009 [cit. 2010-01-01].
- [4] ABB: *Inteligentní elektroinstalace Ego-n. Návrhový a instalační manuál*. Jablonec nad Nisou. 5. Vydání. 2010. 99 s.
- [5] ABB i-bus KNX: *Popis systému* [online]. Jablonec nad Nisou : [s.n.], 2010 [cit. 2011-01-17]. Dostupné z WWW: <http://www117.abb.com/index.asp?thema=8915>
- [6] TOMAN, Karel, KUNC, Josef. *Systémová technika budov: Elektroinstalace podle standardu EIB*. 1. Vydání. Praha: FCC Public, 1998. 87 s. ISBN 80-901985-4-6.
- [7] ABB i-bus KNX: *Příručka pro elektroinstalatéry* [online]. Jablonec nad Nisou : [s.n.], 2010 [cit. 2010-03-24]. Dostupné z WWW: [http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/87b165ae33986c9bc125773d0045f001/\\$file/elektronicky\\_prospekt\\_12.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/87b165ae33986c9bc125773d0045f001/$file/elektronicky_prospekt_12.pdf)
- [8] ABB i-bus KNX: *Popis systému* [online]. Jablonec nad Nisou : [s.n.], 2010 [cit. 2011-01-17]. Dostupné z WWW: < <http://www.abb.com/product/sk/9aac111724.aspx> >
- [9] Siemens [online]. Dostupné z WWW:< <http://www1.siemens.cz> > [cit. 2012-05-01].
- [10] Loxone [online]. Dostupné z WWW: < <http://loxone.cz> > [cit. 2012-05-08].
- [11] Estelar [online]. Dostupné z WWW: < <http://www.gildsystem.cz/cz/> > [cit. 2012-05-08].
- [12] KNX association[online]. [cit. 2011-02-27]. 2010 Dostupné z WWW: < <http://knx.org/knx-tools/ets4/descriptoin>

## Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1.1 Schéma klasické elektroinstalace	str. 8
Obr. 1.2 Schéma inteligentní elektroinstalace sběrnicového typu	str. 9
Obr. 1.3 Závislost finančních nákladů na výkonnosti elektroinstalace, přejato z [2]	str. 9
Obr. 1.4 Sběrníkový kabel KEE224, čtyřžilový se sběrnicovou spojkou, přejato z [4]	str.10
Obr. 1.5 Schéma sběrnicového zapojení inteligentní elektroinstalace, přejato z [4]	str.11
Obr. 1.6 Schéma zapojení ovládání žaluzií, přejato z [5]	str.12
Obr. 1.7 Schéma zapojení ovládání osvětlení, přejato z [5]	str.13
Obr. 2.1 Detail zapojení zásuvky pomocí sběrnicového kabelu	str.14
Obr. 2.2 Topologie spojování jednotlivých struktur vedení, přejato z [5]	str.15
Obr. 2.3 Schéma zapojení a topologie spojení rozvodů KNX/EIB TP, přejato z [5]	str.16
Obr. 2.4 Schéma zapojení KNX/EIB PL v rozvaděči	str.17
Obr. 2.5 Přenos signálu klíčováním kmitočtů, přejato z [5]	str.18
Obr. 3.1 Půdorysné schéma vzorového RD	str.20
Obr. 3.2 Externí komunikace základních jednotek LOGO! 0BA7 s možností definovat až 64 digitálních síťových I/O uzlů na jednotku, přejato z [9]	str.27
Obr. 3.3 Základní jednotka Logo! 0BA7 typu 230 RCE s kartou SD, přejato z [9]	str.27
Obr. 3.4 Ukázka zapojení signální desky (signal board), přejato z [9]	str.28
Obr. 3.5 Integrované rozhraní Profinet, přejato z [9]	str.29
Obr. 4.1 Automatický spínač se snímačem pohybu, přejato z [4]	str.33
Obr. 4.2 Půdorysné schéma realizovaného domu 1.PP	str.34
Obr. 4.3 Půdorysné schéma realizovaného domu 1.NP	str.34
Obr. 4.4 Zapojení PIR čidla pro spínání osvětlení	str.35
Obr. 4.5 Detailní zapojení CPU při zkušebním testování a ladění programu	str.35
Obr. 4.6 Detail ovládání střešního okna	str.36
Obr. 4.7 Výsledné zapojení systému SIMATIC v rozvaděči	str.36
Obr. 4.8 Meteorologická stanice pro snímání světla, deště a větru	str.37
Obr. 4.9 Ústředna osazená akumulátorem 18Ah + TEL/LAN komunikátorem JA -80V + spínaný napájecí zdroj	str.38
Obr. 4.10 Vnější zálohovaná siréna OS-365A	str.39
Obr. 4.11 Osazení vnitřních součástek bezdrátového PIR detektoru	str.40

Tab. 2.1 Uspořádání skupinové adresy	str.18
Tab. 3.1 Rozpočet pro vzorový RD realizovaný systémem Ego-n	str.23
Tab. 3.2 Rozpočet pro vzorový RD pomocí technologie KNX/EIB	str.24
Tab. 3.3 Rozpočet pro vzorový RD realizovaný systémem LOXONE miniserver	str.24
Tab. 3.4 Rozpočet pro vzorový RD realizovaný systémem iNELS	str.25
Tab. 3.5 Rozpočet pro vzorový RD realizovaný systémem GILD	str.26
Tab. 3.7 Vzorový dům realizovaný pomocí PLC SIMATIC S7-1200	str.28
Tab. 3.8 Vlastnosti CPU SIMATIC S7-1200	str.29
Tab. 3.9 Dostupné signální desky	str.30
Tab. 3.10 Signální moduly analog/digitální	str.31

## **Přílohy:**

- Příloha č.1 Certifikát firmy SIMEX Control s.r.o. o absolvování kurzu SIMATIC S7-1200.
- Příloha č.2 Projekt rodinného domu spustitelný v prostředí STEP 7 Basic na CD
- Příloha č.3 Fotodokumentace z místa realizace přiložena na CD
- Příloha č.4 Fotodokumentace technologie KNX/EIB přiložena na CD

simexcontrol

# CERTIFIKÁT

*ŠIMICE Vlastislav*

absolvoval v termínu 19.09. –21.09. 2011 kurz

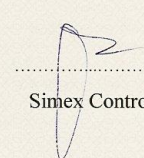
## S7 – 1200

**Hlavní témata kurzu S7 – 1200:**

- Přehled systému SIMATIC S7-1200; školící sestavy a adresace.
- Software STEP7 Basic; zařízení S7-1200, vlastnosti PLC.
  - PLC tag-y a lokální tag-y; Editace bloků.
  - Programové, datové, funkční bloky a funkce.
- Binární a digitální operace; datové bloky a remanence.
- Organizační bloky, cyklické a hardwarové přerušení.
- Úvod do HMI; komunikace mezi PLC a dotykovým panelem.
  - Diagnostika a odstraňování chyb.

V Brně 21.září 2011



  
Simex Control s.r.o.

SIMEX CONTROL s.r.o. • UL. 4. KVĚTNA 175 • 755 01 VSETÍN  
SIMEX CONTROL s.r.o. • PALACKÉHO TRÁDA 186 • 621 00 BRNO - REČKOVICE