

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2013

Ondřej Plocek

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

**Projekt laboratorního pracoviště s inteligentní
elektroinstalací**

Plocek Ondřej

Diplomová práce
2013



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Ondřej Plocek**
Osobní číslo: **D10761**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Dopravní infrastruktura: Elektrotechnická zařízení v dopravě**
Název tématu: **Projekt laboratorního pracoviště s inteligentní elektroinstalací**
Zadávající katedra: **Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě**

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

1. Rešerše provedení topologií inteligentních sítí
2. Rešerše komerčních systémů a provedení
3. Podpůrné prostředky pro instalaci inteligentních systémů
4. Návrhy koncepcí univerzálního laboratorního pracoviště
5. Zpracování projektové dokumentace v různých provedeních tohoto pracoviště
6. Ekonomicko - technická analýza jednotlivých návrhů

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. Projekt bibliografické citace. [online]. [cit. 2012-04-15]. Dostupné z: www.citace.com

2. Hodinka, Miloslav. Přenos a rozvod elektrické energie. Praha, Státní nakladatelství technické literatury, 1989. ISBN 80-03-00065-3.

3. Vodrážka, Jiří. Přenosové systémy 2: sítě a zařízení SDH a jejich návrh. Praha, Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-03048-2 (brož.).

4. Energie budoucnosti - virtuální elektrárny a inteligentní sítě?. [online]. 16.3.2009. [cit. 2012-02-21]. Dostupné z:

www.nazeleno.cz/energie/energetika/energie-budoucnosti-virtualni-elektrarny-a-inteligentni-site.aspx

5. Smart Grid, Siemens CZ. [online]. 16.3.2009. [cit. 2012-02-21]. Dostupné z: www.siemens.cz/smartgrid/index.php

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Radovan Doleček, Ph.D.

Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě

Datum zadání diplomové práce: **21. března 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **23. května 2013**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.



doc. Ing. Radovan Doleček, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 26. února 2013

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Použité literární prameny a informace, které jsem využil ke své práci, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že na moji práci se vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a dále s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 23.5.2013

Plocek Ondřej

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Radovanovi Dolečkovi, Ph.D. za jeho odborné vedení a ochotu poskytovat konzultace a cenné informace.

Dále děkuji všem, kteří mi při vytváření diplomové práce vyšli vstříc nebo mi pomohli svými cennými radami. V neposlední řadě patří poděkování rodičům a mé rodině, kteří mne v průběhu celého studia na vysoké škole podporovali.

SOUHRN

Diplomová práce se zabývá problematikou inteligentních elektroinstalací v objektech a distribučních sítích. Porovnává výhody a nevýhody současné distribuční sítě a elektroinstalací v objektech. Dále popisuje potřebu rozvoje inteligentních systémů v distribuční síti a objektech z pohledu budoucí udržitelnosti výroby, distribuce a spotřeby elektrické energie. Podává přehled a srovnání mezi několika možnými výrobci inteligentní elektroinstalace z pohledu technického i ekonomického. V rámci inteligentní elektroinstalace v objektech popisuje možné funkce celého systému. Výsledkem diplomové práce je zpracování projektu laboratorního pracoviště, který lze pak realizovat a použít pro případnou výuku.

KLÍČOVÁ SLOVA

inteligentní síť, elektroinstalace, inteligentní dům, laboratorní pracoviště, smart grid

ABSTRACT

This thesis deals with the intelligent wiring in buildings and distribution networks. Compares the advantages and disadvantages of the distribution network and wiring in buildings. It also describes the need to develop intelligent systems in the distribution network and the terms of future sustainability of production, distribution and consumption of electrical energy. It gives an overview and comparison of several possible producers of smart wiring from the perspective of both technical and economic. The intelligent wiring in buildings describes the possible functions of the system. The result of this thesis is the elaboration of the project laboratory work, which can then be implemented and used for any training.

KEYWORDS

intelligent net, electrical wiring, intelligent house, laboratory workplace, smart grid

Obsah

Úvod	9
1 Provedení topologie distribuční sítě	10
1.1 Současná přenosová soustava a její provedení	10
1.2 Řízení a regulace současné elektrizační soustavy.....	11
1.2.1 Řízení elektrizační soustavy pomocí HDO.....	11
1.2.2 Důvody použití HDO v elektrizační soustavě	11
1.2.3 Možnosti současných přijímačů HDO	12
1.3 Výhody současné distribuční sítě	12
1.4 Nevýhody současné distribuční sítě.....	12
1.5 Inteligentní sítě	13
1.6 Topologie inteligentní sítě	13
1.7 Budoucí inteligentní energetické sítě.....	15
1.8 Inteligentní dům - řešení inteligentní elektroinstalace.....	16
1.8.1 Chytrý elektroměr	17
1.8.2 Chytré zásuvky - Smart Plugs.....	18
1.8.3 Vysokorychlostní spojení	19
1.8.4 Spotřebitel jako přímý účastník inteligentní sítě	19
1.8.5 Chytré elektrospotřebiče	19
1.8.6 Fotovoltaické panely.....	19
1.9 Kogenerační jednotka	19
1.9.1 Nabíjecí stanoviště pro elektromobil	20
1.9.2 Akumulace energie	20
1.10 Výhody inteligentních domů a inteligentních sítí.....	20
1.11 Nevýhody inteligentních domů a inteligentních sítí.....	21
2 Návrh laboratorního pracoviště	22
2.1 Jednotlivé funkce inteligentní elektroinstalace.....	23
2.1.1 Ovládání osvětlení	23
2.1.2 Ovládání venkovních rolet.....	23
2.1.3 Ovládání topení a klimatizace.....	23
2.1.4 Detekce pohybu	23
2.1.5 Dálkové ovládání a správa.....	24
2.2 Přínosy použití inteligentní elektroinstalace.....	24
2.3 Nevýhody inteligentní elektroinstalace	25
3 Podpurné prostředky pro instalaci inteligentních systémů	26
3.1 Napájecí zdroj	26
3.2 Centrální jednotka.....	27
3.3 Teplotní senzor	28
3.4 Čidlo intenzity osvětlení	29
3.5 Roletový ovladač	30
3.6 Detektor pohybu	31
3.7 Ovládací panel	32
3.8 GSM Modul	33
4 Nalezení vhodného řešení a provedení instalace.....	34
4.1 Vhodné řešení provedení inteligentní elektroinstalace laboratorního pracoviště.....	34
4.2 Systém inteligentní elektroinstalace iNELS	34

4.2.1	Vlastnosti systému iNELS BUS System	34
4.2.2	Sběrnice CIB.....	35
4.2.3	Pravidla pro instalaci sběrnice CIB	36
4.3	Model obytné místnosti - laboratorního pracoviště	36
4.3.1	Zapojení napájecího zdroje PS-100 k centrální jednotce CU2-01M	38
4.3.2	Řešení osvětlení	38
4.3.3	Zapojení detektorů pohybů	39
4.3.4	Topná soustava a ovládání venkovních rolet.....	39
4.3.5	Klimatizace místnosti	41
4.3.6	GSM komunikátor - GSM2-01	41
5	Nastavení a zprovoznění inteligentní elektroinstalace	43
5.1	Nastavení a zprovoznění systému iNELS.....	43
5.1.1	iNELS Manager - IDM	44
5.2	iNELS Designer	45
6	Zhodnocení návrhu laboratorního pracoviště	46
6.1	Shrnutí finančních nákladů na pořízení jednotlivých inteligentních systémů	46
6.2	Shrnutí technických parametrů jednotlivých inteligentních systémů.....	46
6.3	Porovnání jednotlivých inteligentních systémů.....	47
6.3.1	iNELS	47
6.3.2	Foxtrot.....	47
6.3.3	GILD.....	47
6.3.4	ABB	47
6.4	Celkové finanční náklady pro laboratorní pracoviště s použitím systému iNELS	48
6.5	Aplikace projektu inteligentního pracoviště do výuky	48
6.5.1	Funkce využitelné v laboratorním pracovišti pro výuku	49
7	Závěr	50
	POUŽITÁ LITERATURA.....	51
	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ.....	54
	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....	55

ÚVOD

V dnešní době se automatizace prolíná do stále více odvětví, než v minulosti. Je to dáno především postupným zdokonalováním a vývojem nových technologií, ať už se jedná o použité elektrotechnické součástky a technologie jejich výroby, ale i neustále se zvyšujícími výkony počítačových systémů a na druhou stranu zvyšování kladených požadavků na software ovládající automatické systémy.

Vývoj klasické elektroinstalace a rozvodů elektrické energie je znám již přes jedno století a probíhá do současnosti. V budoucnu by s postupným zaváděním obnovitelných zdrojů el. energie do distribuční sítě a stávajícího chování uživatelů - spotřebitelů elektrické energii vedlo k postupným problémům vedoucím až k nedozírným následkům, kdy by mohlo dojít k naprostému kolapsu v distribuci elektrické energie. Proto se začínají aplikovat inteligentní systémy do distribuční sítě a rozšiřují se zejména u spotřebitelů - inteligentních domech, kde se instalují inteligentní systémy.

Historickým představitelem inteligentního domu v tehdejší Československu je prvorepubliková vila Tugendhat v Brně, kde se objevily první prvky inteligentního domu - především v topném systému vily, ovládání obrovských oken pomocí elektromotoru a přechod z ulice na terasu byl hlídán fotobuňkou.

V roce 1985 se v USA objevil první projekt Smart - House, tak jak ho známe dnes. Iniciátorem projektu byla Národní asociace stavitelů domů v USA. Samotná stavba byla započata až v roce 1990. V domě byly všechny systémy ovládající bezpečnost, zábavu, vytápění a klimatizaci integrovány do centrální řídicí jednotky, která zabezpečovala funkci celého systému.

S postupem času byla myšlenka chytrých domů stále více aktuální. S přihlédnutím k prvním realizacím v USA a projektům Smart House se v Evropě jedna z prvních realizací chytrého domu objevila v Nizozemsku v roce 2001.

V současné době se stále více rozšiřují stavby a objekty, ve kterých je instalována inteligentní elektroinstalace. V budoucnosti by ani nebylo možné se bez inteligentních domů obejít.

Cílem této diplomové práce je popis a nalezení vhodného systému inteligentní elektroinstalace pro využití v laboratorním pracovišti na modelu obytné místnosti. Posouzení technických parametrů a finanční nákladnosti pro případnou fyzickou realizaci pro výuku.

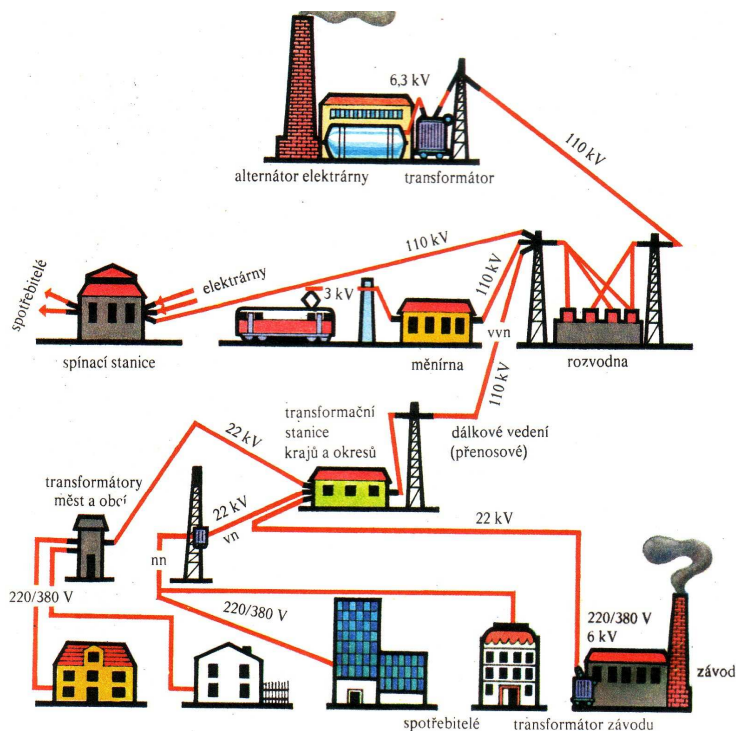
1 PROVEDENÍ TOPOLOGIE DISTRIBUČNÍ SÍTĚ

Elektrická přenosová soustava je systém prostředků, které zajišťují přenos elektrické energie od výroby elektrické energie až ke koncovým spotřebitelům při splnění požadovaných parametrů jako je např. výkon, minimalizace úbytků napětí, stabilita kmitočtu sítě a tvar křivky (sinusovky).

1.1 Současná přenosová soustava a její provedení

V současných elektrárnách se v elektrických generátorech mechanický pohyb mění v elektrickou energii. Pohyb el. generátoru se získává spalováním určitého druhu paliva - uhlí, jaderné palivo, plyn a pomocí vytvořené páry se roztáčí turbína pohánějící el. generátor. El. energie je z generátoru přivedena do transformátorů, kde dochází ke zvýšení napětí na 400 kV, 220 kV nebo 110 kV, popřípadě jako je tomu u nás ve východních Čechách na 35 kV, která se dále rozvádí do jednotlivých rozvodů v níž se provádí připínání / odpínání elektrárny od přenosové sítě. Rozvodna dále slouží k rozvětvení proudu o velmi vysokém napětí dálkovým vedením do jednotlivých krajů. Tato vedení mohou vést k dalším elektrárnám, spínacím stanicím, do měníren apod. Většina elektrické energie se vede přenosovou sítí až do jednotlivých transformačních stanic, které pokrývají např. okres, nebo kraj a kde se zpět převádí velmi vysoké napětí (vvn, 400 kV, 220 kV, 110 kV, nebo 35 kV) na úroveň vysokého napětí (vn, 22 kV). Část se odvádí k jednotlivým transformátorům s menší působností - městské části, jednotlivé menší vesnice, kde se transformuje na úroveň nízkého napětí (nn), což je úroveň 230 V/400 V, a část se dále rozvádí k velkým průmyslovým zónám a závodům, které mají větší energetické nároky (továrny těžkých strojů, chemické závody, logistická centra apod.) a většinou mají své vlastní transformační stanice, kdy v rámci areálu podniku transformují vvn na potřebné napěťové hladiny dle svých potřeb.

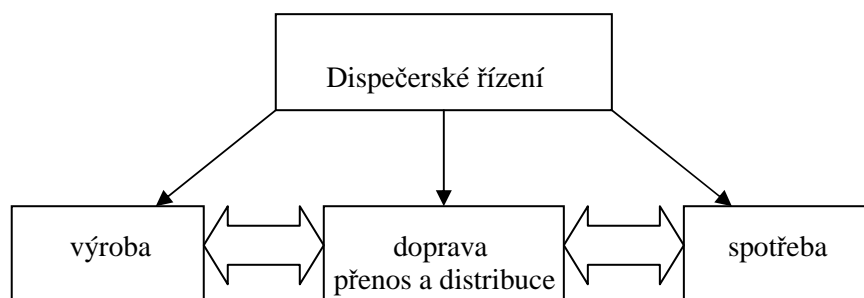
Obrázek 1.1 představuje schéma současné komerční rozvodné sítě, na kterém je vidět, že současná distribuční síť pracuje výhradně jednosměrně od výroby el. energie (vyšších napěťových hladin) ke spotřebiteli (nižších napěťových hladin).



Obrázek 1.1 - Schéma současné komerční rozvodné sítě [4]

1.2 Řízení a regulace současné elektrizační soustavy

Aby přenosová soustava fungovala a byla schopna reagovat na případné výkyvy v odběru a výrobě el. energie je nutné ji určitým způsobem řídit. Elektrizační soustava je řízena dispečerským způsobem, který elektrizační soustavu řídí pomocí aplikačních řídicích systémů. Jedná se o velice složitý systém zahrnující výrobu el. energie, přenos a spotřebu el. energie. V tomto systému se všechny zúčastněné subjekty navzájem ovlivňují a musí být v neustálé rovnováze. Schéma dispečerského řízení je schematicky ukázáno v obrázku 1.2.



Obrázek 1.2 - Dispečerské řízení ES v ČR [5]

1.2.1 Řízení elektrizační soustavy pomocí HDO

Jedna z dalších možností jak řídit elektrizační soustavu je využití tzv. hromadného dálkového ovládání - HDO. Pod tímto pojmem rozumíme soubor technický prostředků jimiž jsou - vysílače, přijímače, centrální automatika přenosové cesty a další, které umožňují vysílat povely nebo signály za účelem zapínání nebo vypínání spotřebičů, k přepínání tarifů a nebo ke spínání pouličního osvětlení.

HDO používá pro přenos informace silová vedení energetické sítě. Jedná se o informace ve tvaru impulsního kódu, která je trojfázově vysílána pracovním nízkofrekvenčním kmitočtem vysílače (uvádí se rozmezí 150 - 2500Hz) a ve vhodném napájecím místě je superponována na základní napětí vn nebo vvn vedení o frekvenci 50Hz. Dnes je též možné povelovací signál přenést radiově (RHDO) a ne jen po silovém vedení.[7]

1.2.2 Důvody použití HDO v elektrizační soustavě

Používání HDO pramení již z minulosti kdy bylo třeba využít slabší, především noční hodiny, kdy poptávka po elektřině klesala, aby se nemuseli odstavovat zejména uhelné elektrárny s nutností ranního najetí zpět na plný výkon. Proto se zavedli dvě sazby tarifů - nízký vžitý též pod názvem „noční“ při kterém se pomocí HDO zapínaly energeticky náročnější spotřebiče jako např. el. akumulární kamna nebo el. vytápění přímotopy v objektech, ohříváče na vodu. Od té doby elektroměry byly schopné rozpoznat vysoký tarif - VT a nízký tarif - NT. V minulosti se ale pro spínání používali tzv. elektromechanické spínací hodiny s přesně stanoveným časovým rozmezím od 22.00 do 6.00hod.

V dnešní době by již tento způsob nebyl vůbec efektivní, neboť díky HDO lze dnes ovlivnit diagram denního zatížení (DDZ) a částečně tak řídit rovnováhu mezi výrobními zdroji soustavy se spotřebou el. energie. Právě díky HDO lze regulovat připojováním a odpojováním energeticky náročnějších spotřebičů průběh DDZ a udržovat tak důležitou rovnováhu mezi výrobou a spotřebou el. energie.

Signál HDO dnes není pouze jeden kód sloužící k zapnutí a vypnutí, ale jejich např. jako ve středočeském kraji celkem 164 různých kódů, kterých se vyše denně na 190 telegramů, včetně těch opakovacích. Z výše uvedeného počtu kódů (164 různých) plyne že je pomocí HDO ovládáno na 40 různých skupin spotřebičů a pro řízení DDZ je použito 16 skupin. [7]

Možné provedení HDO spínače je vidět na obrázku 1.3. Dle signalizace lze určit, zda je zrovna zapnut/vypnut nízký nebo vysoký tarif, dle kontrolky vpravo nahoře a popřípadě uživateli umožnit

zapnutí nebo vypnutí energeticky náročnějších spotřebičů, pokud se tak neděje automaticky, jako například u spínání el. akumulčních kamen, bojlerů apod.



Obrázek 1.3 - Spínač HDO [8]

1.2.3 Možnosti současných přijímačů HDO

Řízení el. soustavy pomocí HDO je již 40 let starou záležitostí a tak s postupem času jako u elektroměrů dochází k rozšiřování užitečných vlastností přístrojů.

Současné HDO přijímače disponují programovým nastavením kmitočtu a citlivosti na přijímací ovládací telegram, účinnou filtrací rušení ovládacího telegramu, dále i odolnost vůči atmosférickým rušením. Dovolují též realizaci časových funkcí ve spojení s PC, spínacích programů a využití určitých protokolů dálkové parametrizace.

Pro samotného uživatele je možné v širokých mezích volit parametry zpracovávaných povelových kódů, ovládací frekvenci a šířku filtru, citlivost, různé časové funkce i reakci na výpadek a opětovný náběh napájecího napětí. [9]

1.3 Výhody současné distribuční sítě

Hlavní výhodou současné distribuční sítě je spolehlivost, řízení a provoz bez větších rizik. Zásobování rozsáhlých území po celé ČR a dále spolupráce se zahraničními sítěmi. Její vývoj je znám již přes jedno století a neustále se rozvíjí dále.

1.4 Nevýhody současné distribuční sítě

Z výše uvedeného popisu je jednoznačné to, že současná komerční rozvodná síť funguje v podstatě jednosměrně od vyšších napěťových hladin na straně výroby k těm nižším tzn. až ke koncovému spotřebiteli. S postupným zaváděním obnovitelných zdrojů energie OZE do stávající energetické sítě dochází k výrazným výkyvům dodávek el. energie spolu se změnou počasí (slunečno/zataženo, větrno/ bezvětří apod.) Pokud do sítě dále připojíme malé kogenerační jednotky a nebo uvažujeme o vytvoření malých lokálních sítí tzv. microgrids dochází k obtížnému řízení současných elektrických sítí a to zejména proto, že není možno předem určit kolik bude energie vytvořeno v OZE a není též možné určit předem kudy a jakým směrem v síti poteče.

S nástupem OZE je nutné změnit stávající topologii distribuční sítě a zavádět do elektrizační sítě další informační technologie, které jsou schopny modelovat a řídit elektrizační soustavu v reálném čase jak z pohledu stability tak i nenadálých poruch. To by současná komerční soustava nebyla schopna a hrozilo by riziko nenadálých událostí včetně blackoutu s nedozírnými následky.

1.5 Inteligentní síť

Inteligentní síť rozumíme silové elektrické a komunikační síť, které jsou schopny regulovat výrobu a spotřebu elektrické energie v reálném čase a to jak v místním tak i globálním měřítku. Oproti stávajícím elektrickým sítím se u inteligentních sítí jedná o obousměrnou interaktivní komunikaci výrobních zdrojů a spotřebičů o aktuálních možnostech výroby a velikosti spotřeby el. energie.

V České republice tyto inteligentní sítě rozvíjí energetická společnost ČEZ a.s. V rámci svého plánu budoucího rozvoje Future Motion vyčlenila tzv. „Smart Region“ ve kterém postupně začala zavádět chytré elektroměry (Smart Meters) a inteligentní sítě (Smart Grids). Mimo to zde vybuduje infrastrukturu pro dobíjení elektromobilů, instaluje prvky automatizace a monitoringu distribuční sítě a zapojí do sítě lokální výrobní zdroje energie. Jednou z oblastí pro vytvoření zkušebního Smart Regionu bylo vybráno město Vrchlabí.

Inteligentní síť v sobě zahrnují inovativní pojetí, které dokáže efektivně začlenit působení všech připojených uživatelů, kterými jsou velké výrobní zdroje, lokální výrobní zdroje - obnovitelné zdroje energie - OZE a kogenerační jednotky KVET, spotřebitelů s možností jejich aktivní role a začlenění nových funkcí distribuční sítě, kterými například jsou dobíjecí stanice pro elektromobily nebo jednotky akumulace el.energie. Vše je v inteligentní síti společně provázáno s důrazem na účinnou udržitelnou ekonomiku a na zajištění bezpečných dodávek elektrické energie.

1.6 Topologie inteligentní sítě

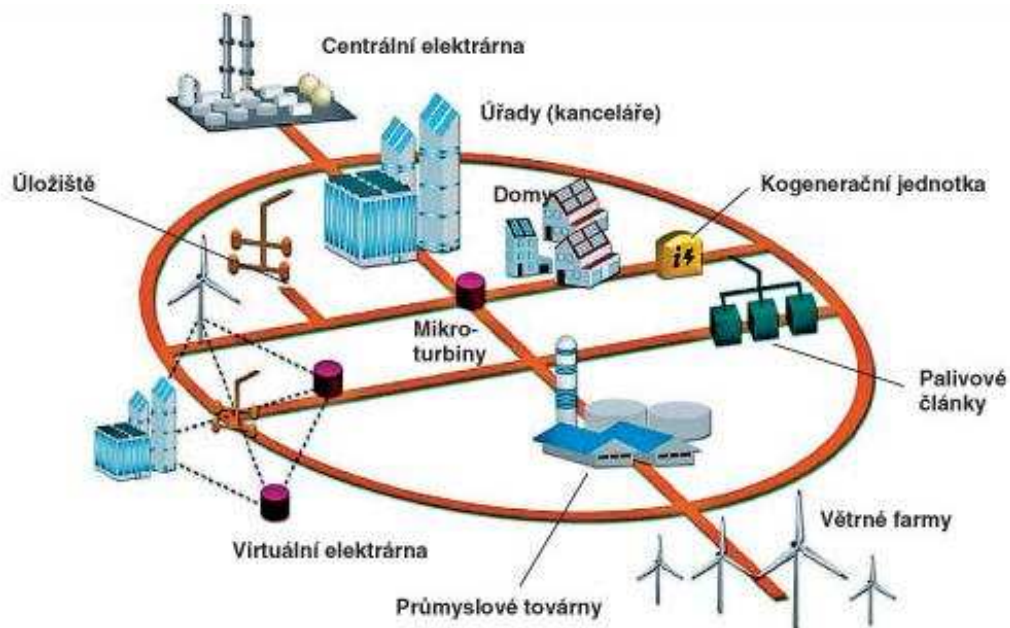
Jak bylo uvedeno výše, jsou inteligentní sítě schopny komunikovat obousměrnou interaktivní komunikací, oproti klasickým stávajícím rozvodným sítím. Stávající energetické sítě pomalu přestávají stačit nárokům, které jsou na ně kladeny a v budoucnu budou ještě více. Proto se začínají implementovat do stávajících sítí inteligentní sítě, které nabízejí schopnost přenášet a regulovat vyrobenou elektřinu z jakéhokoliv zdroje od centralizované i decentralizované výroby až ke konečnému spotřebiteli a vše předchozí uvedené s minimálním zásahem lidského činitele. V podstatě budou tyto sítě schopny díky „virtuálním elektrárnám“ a inteligentních sítí vyřešit většinu technických problémů samostatně. Model inteligentní sítě budoucnosti je zobrazen na obrázku 1.4.

Virtuálními elektrárnami rozumíme malé decentralizované a diverzifikované výrobní jednotky, které jsou právě pomocí inteligentních sítí centrálně řízeny, tak že z hlediska elektrické soustavy se chovají jako "klasické" výrobní jednotky většího výkonu. [1],[2],[27]

Reálné virtuální elektrárny jsou např. různě umístěné větrné elektrárny u mořského pobřeží a uvnitř vnitrozemí, dále lokálně rozmístěné vodní elektrárny, fotovoltaické ale i plynové a bioplynové elektrárny které zajišťují především stabilizační funkci.

Díky tomuto uskupení se dosáhne vyšší rovnováhy mezi výrobou a spotřebou el. energie v případě, že nastane situace kdy ve vnitrozemí nebude svítit slunce a bude bezvětří, budou pracovat výrobní jednotky umístěné na pobřeží. Případné dokrytí nedostatku vyrobené el. energie zajistí svou činností plynové elektrárny, částečně lze využít bioplynové elektrárny, nebo právě naakumulovanou energii v objektech spotřebitelů bude moci být odkoupena zpět pro potřeby ostatních.

Jednoznačnou snahou inteligentních sítí je decentralizace výroby el. energie k místům spotřeby a naopak dálkové přenosy aby byly omezeny na nejmenší možnou míru.

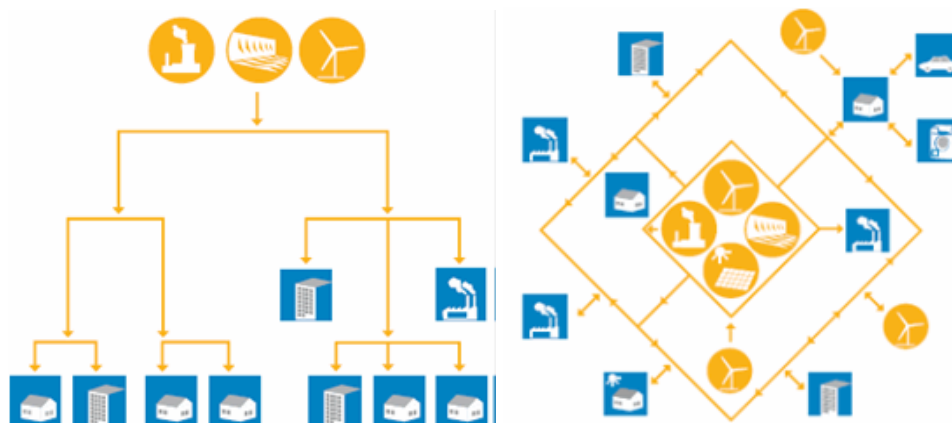


Obrázek 1.4 - Model inteligentní sítě [2]

Potřeba inteligentních sítí vychází zejména z toho, že současná rozvodná síť je sice spolehlivá a dodává elektrickou energii bez větších výpadků až ke spotřebiteli, ale její celkové využití není natolik efektivní, protože 80% z primárních zdrojů energie tvoří ztráty od výroby, přenosu až distribuci. Účinnost je tedy nízká a není schopna se přizpůsobit novým požadavkům a to zejména širokému rozšíření zdrojů energie z obnovitelných zdrojů OZE. Právě energie od OZE, zvláště pak od zdrojů, které dodávají energii proměnlivě (větrné a solární) vnáší problémy v podobě proměnlivé dodávky el. energie do stávající energetické sítě. Mají-li se integrovat OZE do rozvodné sítě a zvýšit celkovou efektivitu provozu energetických sítí je jedinou možností začít rozvíjet inteligentní sítě, které většinu nutných požadavků splňují.

Na obrázku 1.5 je možné porovnat rozdíly mezi stávající a budoucí inteligentní přenosovou sítí. V inteligentních sítích jsou veškeré zdroje elektrické energie uspořádány tak, že mají možnost se navzájem v případě potřeby doplňovat a ovlivňovat. Naproti tomu stávající síť, kde jsou všechny zdroje na okraji a od nich po přenosové síti se dodává el. energie ke spotřebiteli avšak bez možnosti ovlivňování sebe sama a jedním směrem.

Inteligentní síť je díky své topologii schopna v případě nutnosti odpojit malý celek výroby el. energie i spotřeby aniž by došlo k dalšímu negativnímu ovlivňování zbylých účastníků v síti.



Obrázek 1.5 - Schéma stávající přenosové sítě (vlevo), schéma inteligentní sítě (vpravo) [3]

1.7 Budoucí inteligentní energetické sítě

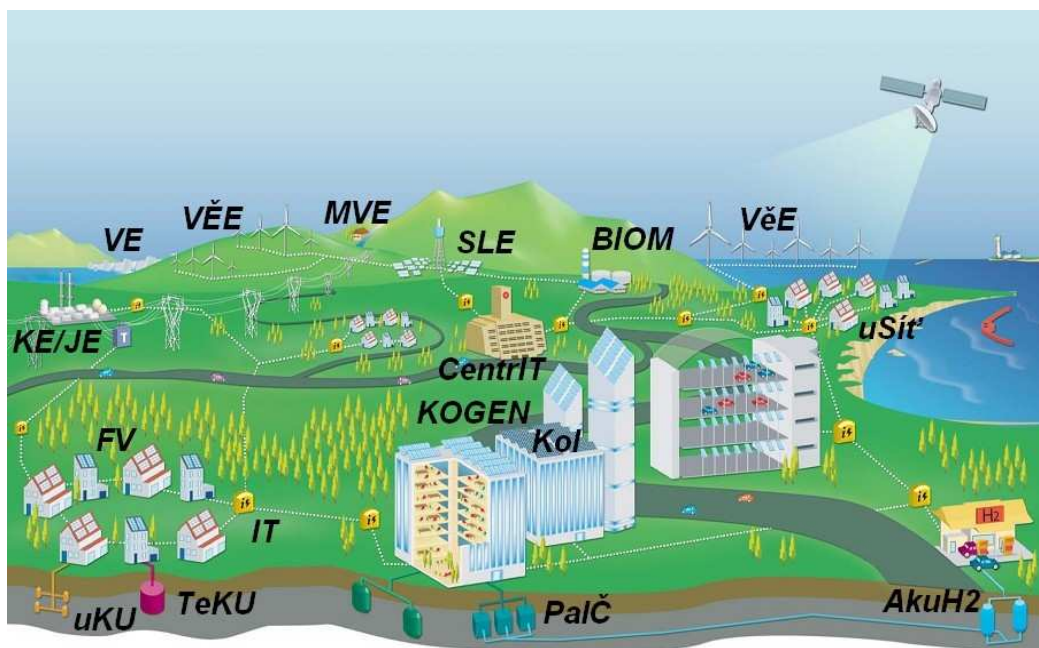
Budoucí decentralizované energetické sítě jsou pojaty jako sítě pokrývající mikro region viz obrázek 1.6 - území určité aglomerace ve které jsou domy osazeny vlastními prostředky výroby elektrické energie solárními kolektory (Kol) nebo fotovoltaickými panely (FV). Předpokladem inteligentních sítí je, že bude např. zvládnut pohon v automobilech pomocí vodíkových palivových článků a v každé této lokalitě mikro regionu bude instalována výrobní a plnírna vodíku s podzemními zásobníky plynu (AkuH₂). Jednotlivé mikro regiony budou tvořit tzv. mikro sítě, které mohou pracovat i v ostrovním režimu příp. se automaticky resynchronizovat s nadřazenou sítí. Důležitým a podstatným bodem mikro regionu je lokální řídicí a komunikační centrum (Local control and communication center) pro řízení energetického systému.

Na obrázku 1.6 je zobrazen mikro region se všemi výše uvedenými poznatky na straně spotřebitelů. Dále jsou v obrázku 1.6 zobrazeny možné výrobní el. energie - na horizontu krajiny vodní elektrárna (VE), na blízkém kopci on-shore větrná farma (VĚE), v horském údolí vodní elektrárna (MVE) a na úpatí hor jsou koncentrovány sluneční kolektory (SLE) a výrobní jednotka na zpracování biomasy (BIOM). Na mořském pobřeží jsou instalovány of-shore větrné elektrárny (VĚE) a v moři u pobřeží je vystavěna vlnová elektrárna. Součástí mikro regionu jsou i současné nízko emisní elektrárny (KE/JE) umístěné na obrázku 1.6 vlevo nahoře. Dále jsou v mikro regionu instalovány malé kogenerační jednotky (KOGEN), o kterých je pojednáno v další kapitole diplomové práce.

Zajímavostí je že se předpokládá rozvod el. energie v daném mikro regionu pomocí stejnosměrné přenosové vysokonapěťové linky realizované pomocí podzemních kabelů (v budoucnosti pomocí supravodivých kabelů). Tento důvod je proto, že při krátkých vzdálenostech je u stejnosměrného přenosu menší míra ztrát. S tím by souvisela nutná instalace střídačů u jednotlivých spotřebitelů, protože dnešní stroje a domácí spotřebiče pracují výhradně na střídavé napětí. Což ve výsledku přináší určité ztráty v přenosu, ale i další ekonomické náklady.

Družice na obrázku 1.6 je zde zobrazena z toho důvodu že zajišťuje sběr dat např. intenzitě větru a slunečního svitu, o síle mořských vln tak aby energetičtí dispečeré mohli lépe a efektivněji on-line předpovídat a řídit výrobu z obnovitelných zdrojů elektřiny OZE.

Další neméně důležitou otázkou je, co se stane když by místní komunikační a řídicí centrum (CentrIT) selhalo a nebylo by v provozu schopném stavu. Bylo by nutné zajistit několikanásobnou záložní činnost pro bezpečný provoz. Navíc pokud by mělo toto centrum řídit decentralizovaný systém, muselo by přes něj procházet poměrně extrémní množství dat, tak aby byl schopen řídit síť v reálném čase. Z toho plyne, že tento systém by musel být velmi spolehlivý, rychlý a softwarově propracovaný, protože jeho selhání by mělo za následek naprostý kolaps lokální sítě během několika vteřin. Je pravdou, že je zde zásadní rozdíl mezi centralizovanou a decentralizovanou sítí, protože u ní pokud dojde ke kolapsu hrozí výpadek větších a nedozírných následků tzv. blackout, u decentralizované energetické sítě dojde „pouze“ k výpadku mikro regionu lokálního významu, který by se měl lépe zprovoznit zpět. [6]



Obrázek 1.6 - Budoucí energetická síť smart regionu [11]

1.8 Inteligentní dům - řešení inteligentní elektroinstalace

Inteligentní dům je nedílnou součástí budoucích distribučních sítí, protože se stává aktivním prvkem v rámci mikro regionu. Vše vyplývá z použití inteligentních elektroinstalací a zařízení v objektech. Inteligentní domy přestávají jen spotřebovávat el. energii ale stávají se i drobnými dodavateli el. energie zpět do sítě.

V předchozích kapitolách byla vysvětlena topologie inteligentní sítě z pohledu distribučního přenosu - od výroby el. energie k zákazníkovi, tj. k místu spotřeby.

Řešení inteligentních sítí z pohledu budoucích realizací v domech, kancelářských komplexech a podnicích je naprosto rozdílná oproti současnému stavu.

Na obrázku 1.7 je zobrazen řez inteligentním domem, který v budoucnu bude komunikovat s inteligentní distribuční sítí a bez kterého by ani nebyla možná funkčnost a budoucnost inteligentních sítí jako celku.

Inteligentní dům a jeho elektroinstalace se neobejde bez následujících prvků uvedených níže.



Obrázek 1.7 - inteligentní dům s inteligentní elektroinstalací [2]

1.8.1 Chytrý elektroměr

Pro samotný rozvoj inteligentních sítí je nutné, aby provozovatelé měli přehled o spotřebách a požadavcích koncových odběratelů. To jim poskytnou právě chytré elektroměry (Smart Meters). Jedná se o základní prvek inteligentní sítě. V současné době společnost ČEZ a.s. nainstalovala zkušebně cca 5 tisíc těchto chytrých elektroměrů (Smart meters) na Pardubicku a v Jeřmanicích.

Chytré elektroměry dávají nové možnosti v rozhodování o využití energií, protože zajišťují přímou komunikaci mezi dodavatelem a spotřebitelem el. energie.

Rozdíl chytrých elektroměrů oproti stávajícím je, že jsou schopny ukládat průměrnou spotřebu a to dokonce každých 15 minut do své paměti. Zaznamenávají a vyhodnocují „kvalitu“ dodávky - přepětí, podpětí, odchylky od požadované frekvence, zaznamenávají mechanické zásahy do elektroměru a jsou schopny rozpoznat i napadení magnetickým polem. V případě potřeby je možno na dálku chytrý elektroměr odpojit. Všechna výše získaná data jsou elektroměry schopny přenést bez lidského zásahu do datového centra, kde jsou použita pro efektivnější řízení sítě nebo pro kvalitnější nákup elektrické energie a odpadá zde i pravidelný odečet lidským činitelem pro vyúčtování spotřeby el. energie dodavateli.

Neméně důležitou vlastností je že přináší pro své uživatele lepší přehled o aktuálních spotřebách v reálném čase a to zákazníkům přináší větší možnosti ovlivnit svou spotřebu el. energie.

V budoucnu si budou moci odběratelé sami vybrat ze širší nabídky tarifů dle svých aktuálních potřeb. Bude možno díky chytrým elektroměrům spínat spotřebu dle různých tarifů v rámci 24 hodin nebo dle smluvních podmínek s dodavatelem. Zvýše uvedeného vyplývá jednoznačně to, že díky datům z inteligentních elektroměrů bude možné optimalizovat spotřebu a výrobu elektrické energie a díky lepšímu přehledu o spotřebě elektrické energie snížit náklady na spotřebovanou energii - vybráním různých tarifů a spínání/vypínání spotřebičů v domácnosti tak aby spotřebitel efektivně využil reálné možnosti energetické sítě.

Na obrázku 1.8 je zobrazen jeden z mnoha typů chytrých elektroměrů instalovaných v domácnostech v současné době. V obrázku 1.7 je na pozici č.3.



Obrázek 1.8 - Příklad chytrého elektroměru ZPA-150 [1]

1.8.2 Chytré zásuvky - Smart Plugs

Další vcelku přínosnou myšlenkou inteligentních sítí je myšlenka aby se chytrá síť dokázala v případě potřeby sama regulovat. A to tak, že u chytrých sítí by bylo možné dle potřeby omezit dodávku k el. zařízením typu - myčka nádobí, pračka nebo sušičky, které nutně nepotřebují okamžitý příkon v době špičky, ale na rozdíl od nich je nutné, aby lednička či komunikační zdroje domácnosti (včetně televizoru) pracovaly neustále.

O takový systém se pokouší firma CISCO, která na vývoji tohoto systému pracuje. Systém by měl být schopen přijmout informaci z inteligentní sítě např. o tom, že v následujících třech hodinách bude nedostatek el. energie a proto bude cena díky tomu navýšena. Na to by měl systém zareagovat tak, že zjistí které spotřebiče lze v takové situaci odpojit od sítě. Řídící zařízení u spotřebitele by mělo být schopno dle nadefinovaného seznamu uživatele poslat například signál k bojleru pro ohřev vody s takovým předstihem aby byla voda ohřáta ještě před oznámenou budoucí dražší špičkou, nebo u moderních mrazáků by bylo možné zbytkový čas „levnější“ špičky použít k před mražení a v době „drahé“ špičky mrazák úplně vypnut za předpokladu toho, že nedojde k rozmražení potravin uvnitř.

K tomu aby byl tento systém vůbec života schopný je zapotřebí aby spotřebiče budoucnosti byly schopny s inteligentní sítí komunikovat. Je samozřejmé, že jen málokdo bude vyměňovat stávající el. spotřebiče v domácnosti za nové IP-kompatibilní. Proto firma CISCO vyvíjí inteligentní zásuvky - tzv. Smart Plugs. Tyto zásuvky budou umístěny mezi zásuvku a spotřebič a budou schopné provést některé základní činnosti typu vypnout nebo zapnout dané připojené zařízení na povel od řídicího zařízení. Budou též schopné například u televizorů snížit odběr u tzv. stand - by režimu. U elektrických spotřebičů budou schopny Smart Plugs při odchodu z domu odpojit přívod el. energie - k varné konvici, toasteru, sporáku i žehličku.

V současnosti by se za předchůdce Smart Plugs dalo považovat alespoň sdružené napájení TV a jeho příslušenství, když by uživatelé ve čtyřčlenné evropské domácnosti sdruženým spínačem vypínali při odchodu přívodní kabel, už jen toto omezení by znamenalo úsporu 200kWh za jeden rok. Pro srovnání lze 200kWh vyžehlit 3000 košil. Samozřejmě se nejedná o Smart Plug protože se o funkci musí starat sám uživatel. [10]

1.8.3 Vysokorychlostní spojení

Pro přesné a rychlé předávání informací v rámci přenosu el. energie do řídicích center je nutné, aby byly v celém systému rozmístěny moderní senzory komunikující spolehlivě a přesně přes vysokorychlostní komunikační síť. Na obrázku 1.7 je zobrazeno na pozici 4.

1.8.4 Spotřebitel jako přímý účastník inteligentní sítě

Spotřebitel bude v int. síti hrát důležitou roli, protože jeho rozhodování pomocí komunikačního počítače a informací od chytrého elektroměru a přehledu o celém int. systému domu bude moci buď energii spotřebovávat nebo naopak dodávat do celého systému a tím případně ušetřit i své náklady na bydlení.

1.8.5 Chytré elektrospotřebiče

Chytré elektrospotřebiče budou moci komunikovat s inteligentní elektroinstalací v domě a dle situace v distribuční síti a dodávek energie z vlastních zdrojů (fotovoltaické panely, tepelné čerpadlo, kogenerační jednotky) rozhodnout kdy a jak se spotřebič zapne nebo vypne. Jedná se ale o velmi nákladnou obměnu ze strany uživatele a doba obměny proto bude trvat déle než ostatní technologie a principy popsané výše.

1.8.6 Fotovoltaické panely

Jedním z předpokladů je, že budovy budou osazeny fotovoltaickými panely pro výrobu el. energie pro vlastní spotřebu a v případě přebytku, budou tento přebytek dodávat do distribuční sítě. V dnešní době se na novostavbách již realizuje instalace fotovoltaických panelů v součinnosti se současnou komerční elektroinstalací i distribuční sítí. Na obrázku 1.7 pod číslem 1 jsou fotovoltaické panely umístěny na střeše domu, jejich umístění na správně zvolenou světovou stranu, sklon apod. určuje projektant a dodavatel systému.

1.9 Kogenerační jednotka

Jeden z dalších prvků, který bude součástí inteligentních domů budou kogenerační jednotky, které jsou neméně důležitým prvkem oproti výše popsaným.

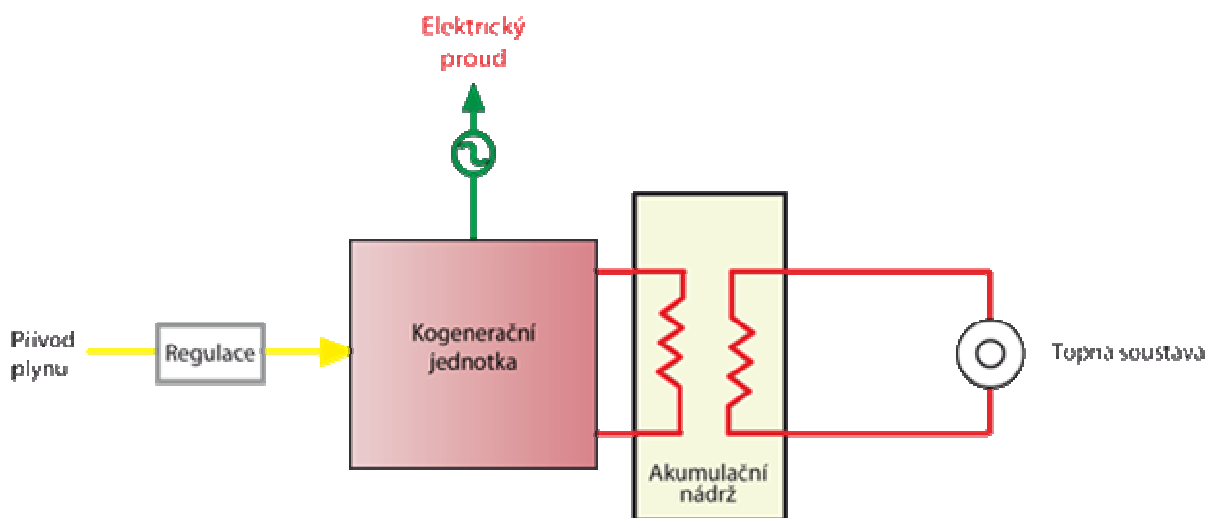
Kogenerační jednotka je konstruována jako spalovací motor kde palivem je nejčastěji zemní plyn, lze spalovat i jiná paliva - bioplyn, skládkový nebo koksárenský plyn. Prvotním přínosem kogenerační jednotky je že svou činností je schopna vyrábět el. energii a vzniklým odpadním teplem vytápět budovy.

Trigenerační jednotky ještě přidávají schopnost výroby chladu. Teplo je možné akumulovat do zásobníku, např. na noční hodiny, kdy se předpokládá nízká spotřeba elektrické energie. Tento zásobník je schopen překlenout období, kdy je kogenerační jednotka vypnuta - například v noci a předpokládá se v domě slabý odběr elektrické energie i tepla.

Kogenerační jednotky mají poměrně vysokou účinnost v rozmezí 75 až 90 %, oproti klasickým tepelným energetickým zdrojům.

Využití kogeneračních jednotek se předpokládá například u velkých firem vlastních podnikovou teplárnu, kde by klasický kotel byl nahrazen kogenerační jednotkou a případná el. energie, která by v závodě nebyla spotřebována by byla dodávána do sítě. Kogenerační jednotky je možné použít i pro jednotlivé rodinné domy, menší firmy, obchodní centra, nemocnice, lázeňské objekty apod.

Stručný princip funkce kogenerační jednotky je zobrazen v obrázku 1.9 níže.



Obrázek 1.9 - Schéma kogenerační jednotky [12]

1.9.1 Nabíjecí stanoviště pro elektromobil

Pod číslem 2 v obrázku 1.7 je vidět nabíjecí stanoviště elektromobilu, který v případě, kdy není primárně využito k přesunu osob může v době, kdy je v síti přebytek el. energie sloužit jako akumulace energie.

1.9.2 Akumulace energie

Součástí inteligentního domu by měly být i akumulátory sloužící jako úložiště el. energie pro dobu, kdy bude v distribuční síti nedostatek energie a tím bude automaticky cena vyšší. Naopak v případě přebytku el. energie v distribuční síti se akumulátory připojí a dobíjí se na tzv. horší časy - dražší ceny energie.

Energie se též bude ukládat do zásobníků vody - například určené pro vytápění nebo pro TUV - teplou užitkovou vodu, tzn. opět chytré elektroměry společně s int. sítí v domě budou mít přehled o stavu a cenách v distribuční síti a budou operativně, ekonomicky nabíjet akumulátory, využívat el. energii k ohřevu vody a ukládání energie do zásobníků.

1.10 Výhody inteligentních domů a inteligentních sítí

S postupným zaváděním OZE - obnovitelných zdrojů energie do distribuční sítě a jejich proměnlivým dodávkám el. energie, která je především závislá na klimatických podmínkách jež nelze 100 % předvídat, je nutné integrovat inteligentní síť v budoucnosti jako standard, protože právě inteligentní síť počítají s výkyvy dodávek el. energie a svou odlišnou topologií oproti současnému komerčnímu způsobu od velkých výroben energie (uhelné, jaderné elektrárny) ke spotřebiteli, tzn. jednosměrně, jsou schopny se vypořádat s proměnlivostí dodávek bez větších problémů.

Inteligentní síť komunikují oboustraně tzn. od výroben el. energie ke spotřebiteli a naopak. Jsou založeny na decentralizovaném uspořádání - vytváření mikro regionů, kde jsou instalovány různorodé výroby el. energie popsané výše.

Součástí inteligentních distribučních sítí budou muset být i inteligentní domy, které mají naprosto rozdílné chování od dnešních objektů, které v podstatě jen spotřebovávají el. energii, ale žádnou v případě potřeby nevrací zpět do sítě.

Inteligentní elektroinstalace v objektech nám zajistí snadné a efektivní řízení domácího osvětlení, žaluzií a rolet, vytápění, klimatizace ale v neposlední řadě přehraje uživateli jeho oblíbené filmy a hudbu, dokáže ohlídat objekt ve kterém je instalována inteligentní síť

Důležitou vlastností inteligentní sítě je především úspora energií, protože např. dokáže regulovat vytápění v objektu v závislosti na aktuálních klimatických podmínkách - sluneční svit, venkovní teplotě a na teplotě uvnitř objektu v reálném čase. Zapíná a vypíná elektrospotřebiče i v nepřítomnosti uživatelů a to i dle vysílaných povelů z distribuční sítě. Inteligentní síť je schopna s uživatelem

komunikovat na dálku přes internetové rozhraní, GSM rozhraní do mobilního telefonu - tzn. dokáže informovat uživatele o činnosti a stavu objektu na dálku v nepřítomnosti a uživatel jí může ovládat na dálku také. Ovládání v objektu je pomocí dotykových displejů, obrazovky TV, osobního počítače, notebooku a dalších multimediálních zařízení.

Výše popsaným chování se docílí menších nákladů na provoz objektu, sníží se spotřeba energií a tím celkový negativní dopad na životní prostředí při výrobě el. energie případně zpracování nerostných surovin.

1.11 Nevýhody inteligentních domů a inteligentních sítí

Z výše uvedených poznatků - především na vyspělé technologie - obsah mnoha zdrojů informací povely k řízení a ovládání, úplná změna topologie distribuční sítě, včetně instalací chytrých sítí v domě a patřičných technologií včetně chytrých el. spotřebičů je jasné že největší nevýhodou bude finanční nákladnost pro celkovou změnu chování výrobce i spotřebitele.

Jak bylo již uvedeno v bodě 1.4.4 je nutné aby systém pracoval spolehlivě a pomocí vysokorychlostních spojení. I tato potřeba je finančně nákladná a její ochrana před případnými hackery apod. v sobě skrývá určitá nebezpečí terosristických útoků, zapříčinění ekonomických ztrát. Ale v dnešní době technologie již zvládnutá a odzkoušená.

Z výše uvedených poznatků je jednoznačné že převažují výhody int. sítí a int. domů nad nevýhodami. Proto se v budoucnu této technologii nevyhneme.

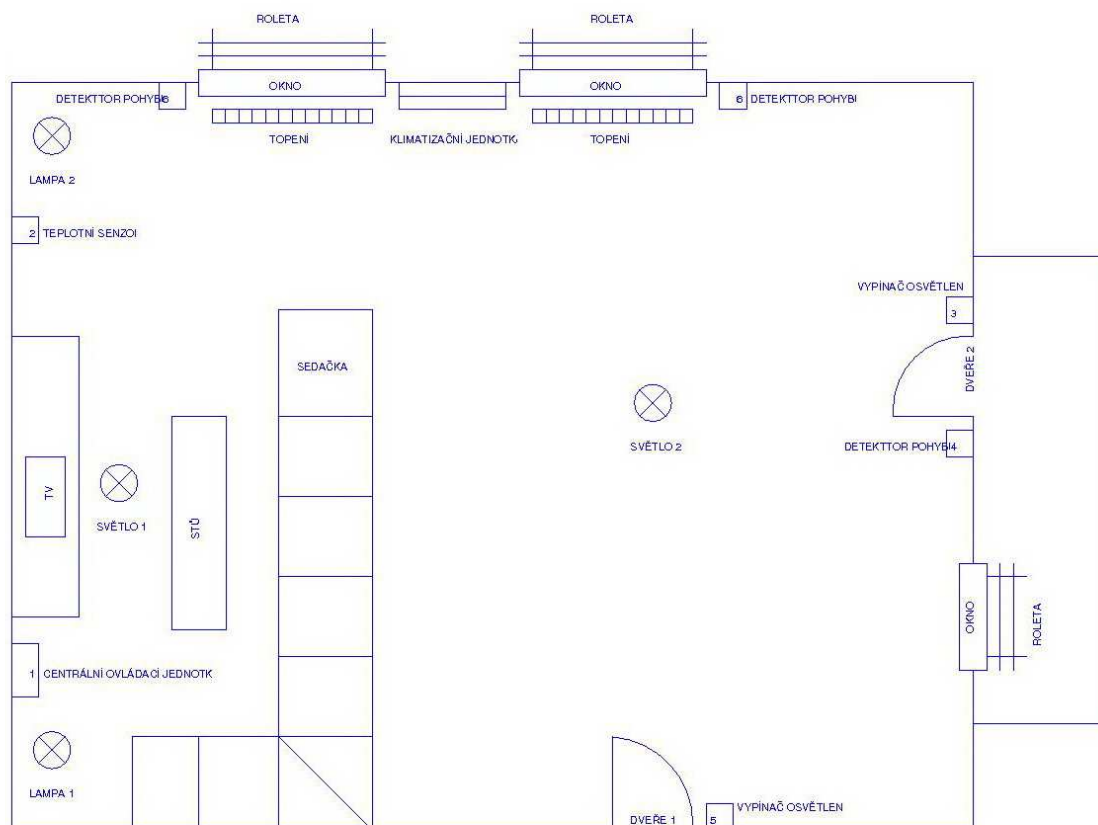
2 NÁVRH LABORATORNÍHO PRACOVIŠTĚ

Návrh laboratorního pracoviště v mé diplomové práci vychází z reálného uspořádání obývací pokoje v obytném domě. Proto zde nechybí TV sestava, okna s venkovními roletami, topení, klimatizační jednotka, stojací lampy, stropní osvětlení, spínače / vypínače osvětlení, detektory pohybu pro okna i pro balkónové dveře, teplotní senzor a samozřejmě centrální ovládací jednotka pro uživatele.

Mé navržené požadavky inteligentní elektroinstalace na modelu obytné místnosti shrnuji níže v bodech:

- osvětlení místnosti - ovládání ze dvou míst
- topná soustava a klimatizace - ovládání
- venkovní rolety - ovládání a součinnost s dalšími prvky int. systému
- použití čidel v místnosti - detekce pohybu, teploty, intenzity osvětlení
- možnost dálkového ovládání a správa inteligentního systému

Na obrázku 2.1 je model obytné místnosti s jednotlivým rozmístěním prvků int. elektroinstalace a celkového nastínění reálné podoby obývacího pokoje.



Obrázek 2.1 - Modelový obrázek obývacího pokoje

2.1 Jednotlivé funkce inteligentní elektroinstalace

V následujících podkapitolách je popsáno možné chování jednotlivých bodů inteligentní elektroinstalace v obytném pokoji.

2.1.1 Ovládání osvětlení

V obytném pokoji jsou nainstalovány celkem 4 svítidla - dvě stropní a pro dokreslení případné atmosféry uživatele jsou v pokoji též dvě stojací lampy.

Stropní světla jsou ovládána pomocí spínacích aktorů (spínačů), které jsou umístěny u vstupních dveří do pokoje. Stolní lampy jsou též ovládány z těchto míst.

Dále je možno ovládat světla dle detekce pohybu osob v místnosti za součinnosti senzoru osvětlení, tak aby byla zajištěna správná funkce osvětlení i v případě že bude aktivována detekce osob v místnosti, ale bude dostatečné osvětlení z venku - nebude tedy třeba rozsvítit světla a naopak. Zapomene-li uživatel nechat svítit světlo a s postupem času se zvýší intenzita osvětlení z venku je automaticky světlo zhasnuto, tak aby se šetřily vydané náklady na el. energii a šetřil se i případný použitý zdroj osvětlení ve svítidle.

Pomocí dotykové ovládací jednotky může uživatel ovládat a navolit jednotlivé scény dle jeho aktuální nálady - zvýšit / snížit jas osvětlení, navolit různé scény osvětlení, zhasnout všechny světla při odchodu z domu apod.

2.1.2 Ovládání venkovních rolet

V obytném pokoji lze venkovní rolety ovládat automaticky dle venkovních klimatických podmínek především závislost na slunečním záření, tzn. je-li slunečné počasí a je překročena nastavená intenzita osvětlení trvajících déle než je povolená nastavená délka zvýšené intenzity osvětlení, jsou rolety automaticky spuštěny dolů. Naopak v případě poklesu intenzity osvětlení pod stanovenou mez v interiéru a po nastavený čas uživatele jsou rolety opět automaticky zvednuty a je zajištěna automatická úroveň osvětlení interiéru v závislosti na venkovních podmínkách.

2.1.3 Ovládání topení a klimatizace

Topení je řízeno digitálním termostatem, který využívá k maximálnímu komfortu uživatele a úspoře energií více informací ke své činnosti - senzor osvětlení, informaci o tom, zda jsou venkovní rolety zavřeny / otevřeny a nesmí chybět informace o teplotě uvnitř sledované místnosti, což obstarává teplotní senzor.

Zdrojem tepla v tomto projektu je plynový kotel, takže v případě požadavku zvýšení tepla ve sledované místnosti znamená dát požadavek od centrální jednotky ke spuštění plynového kotle. Z obecného pohledu, je jedno jaký je zdroj topení, neboť vždy je nutno zajistit při požadavku zvýšení nebo snížení teploty součinnost inteligentního systému se zdrojem tepla používaném ve sledovaném objektu. Z obecného pohledu lze tedy využít tepelného čerpadla, vytápění pomocí elektrokotle, kotle na peletky apod.

2.1.4 Detekce pohybu

Detekce pohybu je provedena pomocí čidel PIR. Umístění je logicky u balkónových dveří a u oken, kde je nejpravděpodobnější možný výskyt nepovolané osoby.

V případě aktivace PIR detektoru způsobený pohybem osob a nedosáhnutí požadované intenzity osvětlení místnosti se rozsvítí světla v obytné místnosti. Tato funkce lze aplikovat i pro celý dům na jednotlivé místnosti.

V případě detekce pohybu PIR detektory, kdy není v objektu oprávněný uživatel tzn. je zde nepovolaná osoba (zloděj) je aktivováno osvětlení na plný jas a dále se aktivují venkovní rolety, v případě že nejsou spuštěny dole. Vše je provedeno tak aby měli případné nepovolané osoby ztížen útek ze sledovaného objektu právě spuštěnými venkovními roletami a byly rozsvíceny všechny světla v objektu tak aby byl jejich pohyb plně zaznamenán případným kamerovým systémem v objektu pro pozdější účely.

2.1.5 Dálkové ovládání a správa

Dalším přínosem chytré elektroinstalace je přínos pro uživatele, že může sledovaný objekt, a místnosti v objektu ovládat a sledovat na dálku v jeho nepřítomnosti.

Díky tomu může v případě potřeby zapnout topnou soustavu z režimu, kdy není v objektu nikdo a topná soustava udržuje nastavenou nižší konst. teplotu, tak že před příjezdem s časovou rezervou zapne topnou soustavu aby v okamžik příjezdu přijížděl do vytopeného prostředí. Lze rozsvítit světla například i v nepřítomnosti osob v objektu což je výhodné pro částečné matení případných zlodějů, ovládat venkovní rolety, klimatizaci a vše ostatní co je zahrnuto do inteligentní elektroinstalace.

Přes GSM bránu a internetové rozhraní lze ovládat vše co si uživatel přeje a tím plnohodnotně využít potenciál chytré elektroinstalace.

2.2 Přínosy použití inteligentní elektroinstalace

Jednoznačným kladem použití inteligentní elektroinstalace spočívá v jednoduchosti jejího používání uživateli - lokálně i na dálku pomocí ovládacích panelů v objektu, pomocí obrazovky TV a PC. Dálková správa je možná přes webové rozhraní - mobilní telefony, PC a další multimediální přístroje dnešní doby. Další přínosy inteligentní elektroinstalace jsou shrnuty níže bodově:

- komfort - stmívací funkce světel, ovládání přes dotykové displeje, ovládání systému dálkovými ovladači, ovládání pomocí hlasu, regulace teploty místnosti dle nastavených programů a to i v jednotlivých místnostech, ovládání přes mobil PC a atd...
- úspory - regulace osvětlení až 10%, blokování spínání určitých spotřebičů při vysokém tarifu elektroměru, časové nebo časově omezené spínání spotřebičů, eliminace nechtěně zapnutých spotřebičů - především omezení zapomenutých světel v nepřítomnosti uživatele
- bezpečí - přístupy do systému zaheslovány, ovládání pomocí klávesnice též blokovanou na kartu, kód, otisky prstů apod., prvky EZS, dotykové části napájeny bezpečným napětím, ochrana domu při špatných venkovních podmínkách - např. aut. zatáhnutí žaluzií
- přehled - naprostá a přesná informovanost uživatele o povelích a stavu systému
- automatizace - možno vykonávat více povelů na základě jednoho (zhasnout světla v celém objektu při odchodu, při příchodu lze rozpoznat uživatele a dle jeho nastavení zapnout vybrané spotřebiče, ovládání stínící techniky, topení, a audio systémů
- rozšiřitelnost - i v době již instalovaného systému lze i nadále dle potřeb uživatele rozšiřovat, funkce lze měnit v PC jak místně tak dálkově přes internet, není třeba příjezd technika do objektu
- asistenční technologie - hlasové ovládání a dálkové ovládání pro imobilní uživatele, zvukové zprávy pro nevidomé

Dalším přínosem jsou ekonomické úspory v podobě nižších finančních nákladů za platby energií. Zvýšení komfortu a bezpečnosti pro uživatele je další nespornou výhodou. Svým chováním uživatel může přispět k celkové úspoře energií a tím menšímu zatížení životního prostředí ve kterém žije.

2.3 Nevýhody inteligentní elektroinstalace

Nevýhodou jsou částečně vyšší počáteční finanční náklady, které musí budoucí uživatel vydat při stavbě nebo rekonstrukci objektu chce-li instalovat inteligentní systémy.

Instalace inteligentní sítě může být překážkou pro některé méně technicky zdatné uživatele, protože si nemusí i s jednoduchým a intuitivním ovládním int. systému rozumět a z tohoto pohledu se může v konečném resumé pro ně stát neefektivní.

Projekt i instalaci by měla provádět firma se specializací na int. systémy, což ovšem platí i pro klasickou elektroinstalaci známou do dnešních dní.

3 PODPŮRNÉ PROSTŘEDKY PRO INSTALACI INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

Pro projekt laboratorního pracoviště na modelu obytné místnosti v této kapitole zpracuji a porovnáám celkem čtyři možné výrobce komponent inteligentní elektroinstalace. Dle technických parametrů a finančních nákladů se rozhodnu, které konkrétní prvky použiji v laboratorním pracovišti.

3.1 Napájecí zdroj

Celý systém inteligentní elektroinstalace je nutný napájet ze stabilizovaného napájecího zdroje s požadovanými parametry aby byla zajištěna správná činnost int. systému. Níže v tabulce 3.1 jsou uvedeny čtyři možné napájecí zdroje s technickými a elektrickými parametry.

Tabulka 3.1 - Napájecí zdroje - parametry

Výrobce	Označení	U_{in}	U_{out}	P_{maxOUT}	Způsob instalace	Cena (Kč)	Ilustr. obrázek
		(V)	(V)	(W)			
iNELS	PS-100	230 AC	27/2 DC	100	rozvaděč nebo DIN lišta	2 016	
Foxtrot	PS60/27	230 AC	27/12 DC	60	rozvaděč nebo DIN lišta	3 490	
ABB	KNX 460	230 AC	30 DC	*	DIN lišta	8 553	
GILD	GRU01*	230 AC	24 DC	**	DIN lišta	4 900	

ceny platné bez DPH ke dni zpracování diplomové práce 27.4.2013

* U výrobce ABB se mi nezdařilo sehnat konkrétní údaj





** Napájecí zdroj je u systému GILD již součástí rozvaděčové řídicí jednotky

3.2 Centrální jednotka

Jedním z nejdůležitějších podpůrných prostředků pro instalaci inteligentního systému je jeho centrální jednotka. Centrální jednotka je jakýmsi mozkiem celého systému - řídí ho, dohlíží a spravuje.

Tabulka 3.2 přehledně uvádí jednotlivé centrální jednotky, které lze případně použít.

Tabulka 3.2 - Přehled parametrů a vlastností centrálních jednotek

Výrobce	Označení	U_{in}	Komunikace	Instalace	počet připojitelných modulů	Cena (Kč)	Ilustr. obrázek
		(V)					
iNELS	CU2-01M	27 DC	sběrnice CIB	rozvaděč nebo DIN lišta	64	9 900	
Foxtrot	CP-1000	27 DC	sběrnice CIB + TLC2	DIN lišta	64	9 900	
ABB	RC/A 4.2	230 AC	sběrnice KNX	na zeď	64	*	
GILD	GRU01	230 AC	sběrnice MODBUS	DIN lišta	32	4 900	

ceny platné bez DPH ke dni zpracování diplomové práce 27.4.2013





* cena nezjištěna - dle informace výrobce se jedná o výrobu na zakázku

3.3 Teplotní senzor

Teplotní senzor je nedílnou součástí pro správnou funkci topného systému, dále k případnému ovládání stínící techniky - podává přesné informace o aktuální teplotě v místnosti.

Níže v tabulce 3.3 jsou opět popsány parametry 4 možných použitých teplotních senzorů.

Tabulka 3.3 - Přehled parametrů a vlastností teplotních senzorů

Výrobce	Označení	U_{nap}	Komunikace	Instalace	způsob měření teploty	Cena (Kč)	Ilustr. obrázek
		(V)					
iNELS	SOPHY2-L*	27 DC	sběrnice CIB	instalační krabice	NTC	8 646	
Foxtrot	C-IT-0200R	24/27 DC	sběrnice CIB	instalační krabice	NTC	1 050	
ABB	C-IT-0401R	24/27 DC	sběrnice KNX	instalační krabice	NTC	2 500	
GILD	GS AMD 1	12 - 30 DC	sběrnice MODBUS	instalační krabice	**	2 990	

ceny platné bez DPH ke dni zpracování diplomové práce 27.4.2013

* cena jednotky SOPHY2-L je oproti konkurentům až čtyřikrát dražší, ale jedná se o jednotku zahrnující v sobě funkci teplotního senzoru, senzoru intenzity osvětlení, vysílače/přijímače IR signálu, lze použít též jako spínací aktor a tím ušetřit náklady i počet instalovaných jednotek





** způsob měření nezjištěn, výrobce udává zpracování teploty procesorem

3.4 Čidlo intenzity osvětlení

Čidlo intenzity osvětlení je důležitým prvkem pro funkci ovládání stínící techniky - venkovních rolet, žaluzií a markýz. Předává informaci o intenzitě osvětlení do systému ovládající topení a případně klimatizaci, dále na základě informace o intenzitě osvětlení je možné automaticky rozsvítit nebo zhasnout osvětlení.

Tabulka 3.4 podává opět shrnutí možných použitelných prvků.

Tabulka 3.4 -Přehled parametrů a vlastností čidel osvětlení

Výrobce	Označení	U_{nap}	Komunikace	Instalace	rozsah snímání osvětlení	Cena	Ilustr. obrázek
		(V)				(Kč)	
iNELS*	SOPHY2-L	27 DC	sběrnice CIB	instalační krabice	1-50 000 lx	8 646	
Foxtrot	C-IT-0401R	24/27 DC	sběrnice CIB	instalační krabice	0-50 000 lx	2 500	
ABB**	C-IT-0401R	24/27 DC	sběrnice KNX	instalační krabice	0-50 000 lx	2 500	
GILD	GS P20M	12 - 30 DC	sběrnice MODBUS	instalační krabice	350 - 820 nm	1 900	

ceny platné bez DPH ke dni zpracování diplomové práce 27.4.2013

* cena jednotky SOPHY2-L je oproti konkurentům až čtyřikrát dražší, ale jedná se o jednotku zahrnující v sobě funkci teplotního senzoru, senzoru intenzity osvětlení, vysílače/přijímače IR signálu, lze použít též jako spínací aktor a tím ušetřit náklady i počet instalovaných jednotek





** u výrobce ABB jsem nenalezl konkrétní výrobek, možno osadit prvkem systému Foxtrot

3.5 Roletový ovladač

Jak bylo uvedeno výše pro zajištění teplotní pohody je nutné mít v inteligentním systému obsažen aktor, který se bude starat o ovládání stínící techniky - tzn. je určen pro pohon žaluzií, rolet nebo markýz. Na základě vyhodnocení informací o intenzitě osvětlení, požadované teplotě v interiéru dostává povel od centrální jednotky k ovládání venkovních rolet - stáhnutí, vysunutí rolet.

Přehled roletových aktorů jednotlivých výrobců poskytuje tabulka 3.5.

Tabulka 3.5 - Přehled parametrů a vlastností roletových ovladačů

Výrobce	Označení	U_{nap}	Komunikace	Instalace	spínaný výkon	Cena (Kč)	Ilustr. obrázek
		(V)			(VA)		
iNELS	JA02-02B/DC	27 DC	sběrnice CIB	instalační krabice	1 000	1 914	
Foxtrot	C-0R-0202B	21 - 30 DC	sběrnice CIB	instalační krabice	4 000	1 810	
ABB	JRA/S	24/27 DC	sběrnice KNX	DIN lišta	*	12 896	
GILD	GM-Z-10	24 DC	sběrnice MODBUS	DIN lišta	1 250	1 950	

ceny platné bez DPH ke dni zpracování diplomové práce 27.4.2013




* u výrobku ABB se mi nezdařilo zjistit konkrétní hodnotu

3.6 Detektor pohybu

Detektory pohybu jsou nedílnou součástí již ve stávajících novostavbách, kde slouží například pro automatické rozsvícení světel na chodbách, ale slouží i jako ochrana majetku v rámci zabezpečovacího zařízení objektu. V inteligentních elektroinstalacích je jejich funkce též důležitá, protože zajišťují informaci o přítomnosti osob v objektu a je možno díky nim aktivovat případné zapnutí topné soustavy, rozsvítit světla, nebo naopak, nedetekují-li pohyb automaticky spustit režim, kdy světla nesvítí, spustit venkovní rolety, vypnout topnou soustavu apod.

Tabulka 3.6 shrnuje možné použití jednotlivých detektorů pohybů dle výrobce i s jejich parametry.

Tabulka 3.6 - Přehled parametrů a vlastností detektorů pohybu

Výrobce	Označení	U_{nap}	Komunikace	Úhel detekce	Detekční vzdálenost	Cena	Ilustr. obrázek
		(V)				(Kč)	
iNELS	JS -20	12 DC	sběrnice CIB	120 °	12 m	445	
Foxtrot*	JS-20	12 DC	sběrnice CIB	120 °	12 m	469	
ABB	JRA/S	24 DC	sběrnice KNX	220 °	16 m	7 072	
GILD**							

ceny platné bez DPH ke dni zpracování diplomové práce 27.4.2013

* Výrobce systému Foxtrot využívá komponentu systému iNELS, jen v ceně je nepatrný rozdíl, ačkoliv se jedná o stejný prvek





** Výrobce GILD neuvádí konkrétní typ použitého detektoru pohybu, dle dostupných informací je možno připojit detektory pohybu přes rozhraní GL-ER-81, které zajišťuje komunikaci po sběrnici s připojenými zařízeními, ale již se jedná o případné navýšení ceny v případě nutné realizace detektorů pohybu

3.7 Ovládací panel

Ovládací panel je v podstatě pro uživatele nejbližším kontaktem s inteligentní elektroinstalací. Pro snadné a jednoduché ovládání uživatelem celého inteligentního systému slouží ovládací jednotka s dotykovým displejem. Pomocí snímací dotykové plochy je možné ovládat jednotlivé okruhy inteligentního systému - topení, osvětlení, zabezpečení objektu a atd. Každý výrobce nabízí různé intuitivní ovládání a rozsah možných funkcí.

Níže uvedená tabulka 3.7 poskytuje přehled jednotlivých ovládacích jednotek.

Tabulka 3.7 - Přehled vlastností a parametrů ovládacích panelů





Výrobce	Označení	U _{nap}	Komunikace	Instalace	Typ displeje	Cena	Ilustr. obrázek
		(V)				(Kč)	
iNELS	EST2-RGB	27 DC	sběrnice CIB	instalační krabice	barevný TFT LCD	10 000	
Foxtrot	ID-18	24 DC	sběrnice CIB/ ethernet	instalační krabice	barevný TFT LCD	15 000	
ABB	Komfort Panel	230 AC	sběrnice KNX / ethernet	speciální krabice	barevný TFT LCD	76 966	
GILD	GT 800	12 DC	ethernet	instalační krabice	barevný TFT LCD	22 900	

ceny platné bez DPH ke dni zpracování diplomové práce 27.4.2013

3.8 GSM Modul

GSM modul je důležitým prvkem pro realizaci komunikace inteligentního objektu a uživatele v případě jeho nepřítomnosti. Uživateli umožňuje mít přehled o sledovaném objektu, ovládat osvětlení uvnitř i vně objektu, ovládat topnou soustavu, stínící techniku a další funkce, které si případně přeje a které jsou díky použitému int. elektroinstalaci možné.

Tabulka 3.8 -Přehled vlastností a parametrů GSM modů

Výrobce	Označení	U_{nap}	Komunikace	Instalace	GSM síť	Cena	Ilustr. obrázek
		(V)				(Kč)	
iNELS	GSM2-01	27 DC	RS232	DIN lišta	850/900/1800/1900 MHz	8 387	
Foxtrot	GSM2-01	27 DC	RS232	DIN lišta	850/900/1800/1900 MHz	8 387	
ABB	Modul GSM řadový	230 AC	sběrnice KNX	DIN lišta	850/900/1800/1900 MHz	14 014	
GILD	Siemens MC 55iT	230 AC	RS232	DIN lišta	850/900/1800/1900 MHz	2 204	

ceny platné bez DPH ke dni zpracování diplomové práce 27.4.2013

Cenové a parametrové srovnání GSM modulů je víceméně informativního charakteru, neboť většinou systém int. instalace konkrétního výrobce spolupracuje přes standardní rozhraní RS 232 apod. a je již na projektantovi a uživateli, který typ GSM modulu využije

U systému Foxtrot je opět použit prvek od konkurenčního výrobce systému iNELS

4 NALEZENÍ VHODNÉHO ŘEŠENÍ A PROVEDENÍ INSTALACE

V předchozí kapitole jsem posuzoval finanční nákladnost, technické parametry a možnosti využití jednotlivých komponentů dle nabídky čtyř výrobců zabývajících se jednotkami určených pro inteligentní elektroinstalaci.

Z tohoto pohledu se dle mé analýzy jeví jako nejvhodnější varianta použití systému iNELS od firmy ELKO EP s.r.o. Cenově se jedná o příznivý systém z hlediska finančních nákladů na jeho pořízení. Technické parametry jsou odpovídající požadavkům pro mé laboratorní pracoviště a srovnatelné s ostatními výrobci.

4.1 Vhodné řešení provedení inteligentní elektroinstalace laboratorního pracoviště

Vhodným řešením provedení laboratorního pracoviště s inteligentní elektroinstalací je předpoklad využití systému iNELS s jednou centrální jednotkou, která je napájena ze stabilizovaného zdroje - záložní akumulátory lze instalovat pouze jako doplněk. Jednotlivé aktory a senzory spolu komunikují pomocí liniové sběrnice CIB, která slouží i pro jejich napájení. Omezení v počtu možných připojitelných 32 jednotek na jednu sběrnici CIB je bezpečně splněno a je zde ještě rezerva pro případné rozšíření o další moduly.

Jednotlivé aktory a senzory pak dle vzájemných informací realizují na základě povelů centrální jednotky požadované funkce int. systému.

Celý systém je pak završen ovládním uživatele pomocí dotykové ovládací jednotky, nebo vzdáleného přístupu přes GSM modul, případně přes webové rozhraní.

4.2 Systém inteligentní elektroinstalace iNELS

Při projektu novostaveb kde se počítá s instalací chytré elektroinstalace je vhodné použít iNELS BUS System. Jedná se o systém, kde je komunikace realizována dvouvodičovou sběrnici po objektu, není třeba instalace silových vodičů.

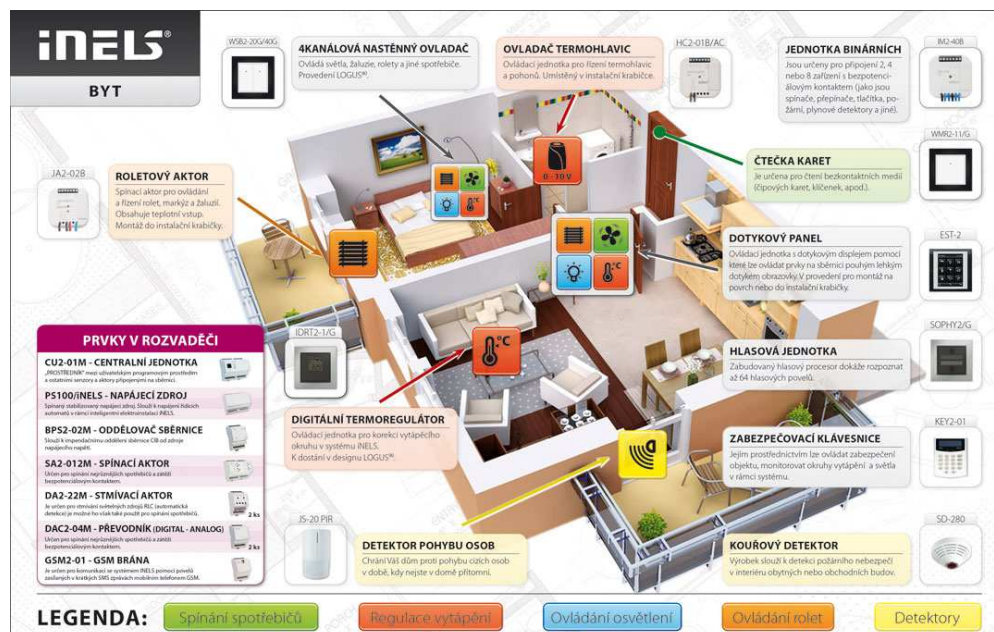
Systém se dále vyznačuje možností rozšířit již nainstalovanou sběrnici o další funkce, správu přes mobilní telefon, počítač, televizi a další. Samozřejmostí je regulace topného systému v závislosti na počasí, ovládní spotřebičů, ovládní osvětlení, ovládní rolet, detektory pohybu, kouře apod.

V objektech, kde je již klasická elektroinstalace zavedena lze objekt obohatit o bezdrátovou technologii systému iNELS RF Controls, která nevyžaduje žádné instalace se zásahem do zdí a lze ji jednoduše aplikovat do stávajících prostor s klasickou elektroinstalací.

4.2.1 Vlastnosti systému iNELS BUS System

Vlastnosti systému iNELS BUS System jsou shrnuty níže v jednotlivých bodech:

- elektroinstalace určená do novostaveb
- instalace je provedena dvouvodičovou sběrnici CIB
- již nainstalovaná elektroinstalace lze rozšiřovat bez zásahu do stávající
- možnost vzdálené správy - počítač, mobil, možno ovládat i přes televizi



Obrázek 4.1 - řešení elektroinstalace s použitím systému iNELS BUS System v praxi [17]

4.2.2 Sběrnice CIB

Sběrnice je tvořena dvojicí kroucených vodičů, kterými je sběrnice CIB napájena a je na ní realizována (modulována) komunikace mezi centrální jednotkou a prvky zapojenými ke sběrnici.

Sběrnice je vždy tvořena jedním Masterem a k němu je možno připojit až 32 jednotek Slave. Tabulka 4.1 podává informaci o parametrech CIB sběrnice.

Tabulka 4.1 - Základní parametry CIB sběrnice

Počet vodičů	2
Průřez vodičů	min. 0,8 mm ²
Topologie	libovolná, vyjma kruhu
Vzdálenost mastera od CIB modulu	max. 500 m
Jmenovitě napětí	24 V a 27,2 V DC
Přenosová rychlost	19,2 kb/s

Vodiče sběrnice CIB se doporučují např. J-Y(St)Y1x2x0,8 , YCYM 2x2x0,8 o minimálním průřezu 0,5 mm² , nejlépe však s průřezem 0,8mm², kdy odpor vodiče odpovídá hodnotě 7 Ω / 100 m. Průřez a celkovou topologii je nutno volit dle úbytků napětí na kabelech.

V případech kdy je sběrnice vedena v blízkosti silových vedení, nebo v okolí kde dochází k elektromagnetickému rušení se používá stíněná kroucená dvojlinka.

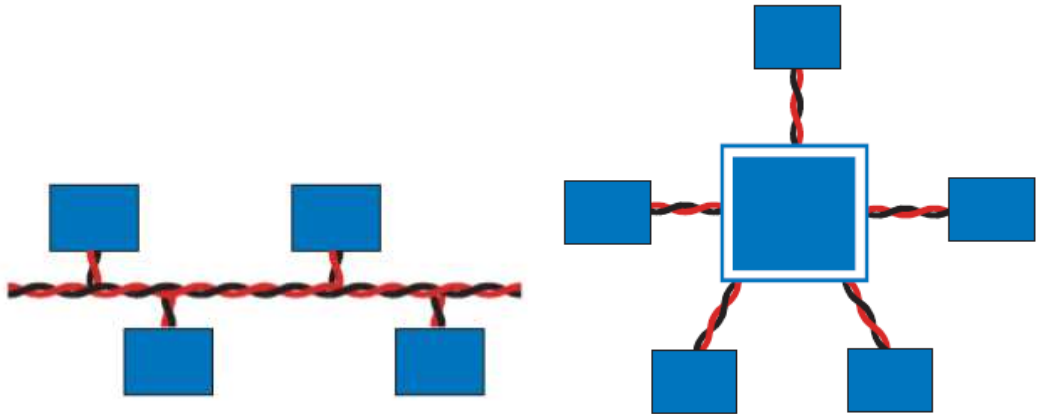
Topologie zapojení je libovolná - linie, hvězda a atd., pouze instalace s uzavřením do kruhu je zakázána. Na obrázku 4.2 je příklad možných zapojení sběrnice CIB.

V případě nutnosti připojení více jednotek ke sběrnici nebo delšího vedení než 500 m je možno s použitím rozšiřujících jednotek, která se k centrálním jednotkám připojují pomocí komunikační sběrnice TCL2. Jednotlivé napájení připojených jednotek je vedeno souběžně se sběrnici CIB.

Nominální napájecí napětí je 24 V až 27 V, spíše je doporučeno napětí 27 V z důvodu možnosti následného dobíjení případných záložních akumulátorů (2 x 12 V).

Komunikace mezi jednotkami po sběrnici je typu Master/Slave a probíhá pomocí 16 bitové adresy, která je ve tvaru čtyř hexadecimálních číslic uvedena vždy na krytu použitých jednotek v instalaci.

Celkově má systém přesný přehled o stavu jednotek a umožňuje neustálý dohled nad jednotkami zda komunikují nebo ne.



Obrázek 4.2 - Lineární a hvězdicová struktura CIB sběrnice [17]

4.2.3 Pravidla pro instalaci sběrnice CIB

Při instalaci sběrnice CIB je nutno dodržet následující pravidla:

- je vhodné omezit souběh s instalací 230 V AC
- při rozsáhlejší elektroinstalaci je nutno ověřit výpočty úbytky napájecího napětí na kabelech
- sběrnice CIB musí být navrhuta a instalována tak aby vždy splňovala zapojení SELV a PELV
- při instalaci je nutno zohlednit galvanické propojení vstupních a výstupních obvodů u všech sběrnicových systémů

4.3 Model obytné místnosti - laboratorního pracoviště

Na následujícím obrázku 4.3 je zobrazeno jednotlivé umístění konkrétních prvků systémů iNELS inteligentní elektroinstalace a její zapojení.

Pro přehlednost jsou jednotlivé okruhy odlišeny barevnou souvislou čarou oproti značení pomocí čerchovaných nebo přerušovaných čar dle standardu výrobce.

Světelný okruh je naznačen v obrázku 4.3 pomocí červené barvy, tzn. že je vedena sběrnice od centrální jednotky (7) ke spínači (5) a (3), kterým se ovládá světlo 1, světlo 2 a dále stojací lampy v rozích obývacího pokoje.

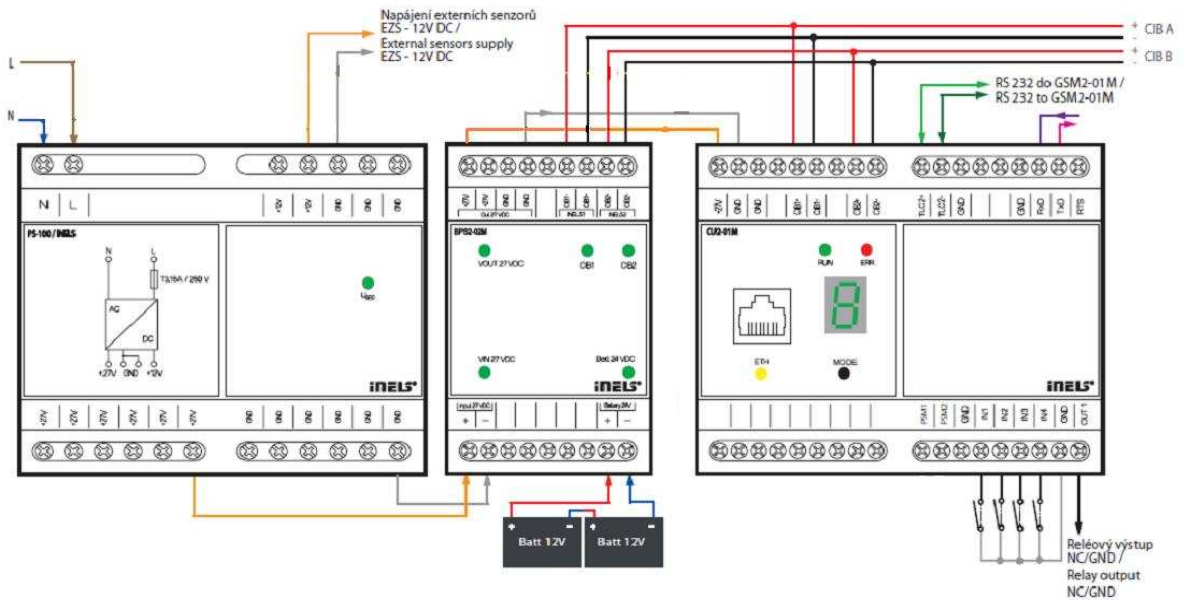
Zelená barva znázorňuje sběrnici komunikující a ovládající PIR detektory pohybu (4) a (6), na obrázku 4.3. je vidět, že v podstatě jako jediný okruh je veden kolem celého pokoje (dvěma cestami) a to především z důvodu aby byly zajištěny dvě cesty komunikace pro případ pokusu přerušování jednoho vedení nepovolanými osobami.

Žlutá barva je určena pro ovládání topného systému, kdy musí být zajištěno spojení s centrální jednotkou (7), ovládací jednotkou uživatele (1) a v neposlední řadě i s teplotním senzorem (2). S ovládáním topné soustavy úzce souvisí i ovládání rolet, které je též realizováno přes sběrnici, která je značena žlutou barvou, neboť topná soustava a stínící technika jsou v úzkém propojení.

Modrá barva znázorňuje ovládání klimatizační jednotky, tzn. od ovládací jednotky (1) přes centrální jednotku (7) ke klimatizační jednotce, která je umístěna u stropu mezi okny.

4.3.1 Zapojení napájecího zdroje PS-100 k centrální jednotce CU2-01M

Napájecí zdroj systému iNELS je napájen z klasické elektroinstalace 230V AC připojením vodičů ke svorkám L a N v levém horním rohu. Mezi stabilizovaný zdroj PS-100 je vřazen oddělovač sběrnice BPS2-02M od napájecího zdroje, kromě impedančního oddělení stabil. zdroje od sběrnice CIB je možno jej využít k připojení a dobíjení záložních akumulátorů a tím zálohovat centrální jednotku CU2-01M a všechny připojené jednotky na sběrnici CIB.

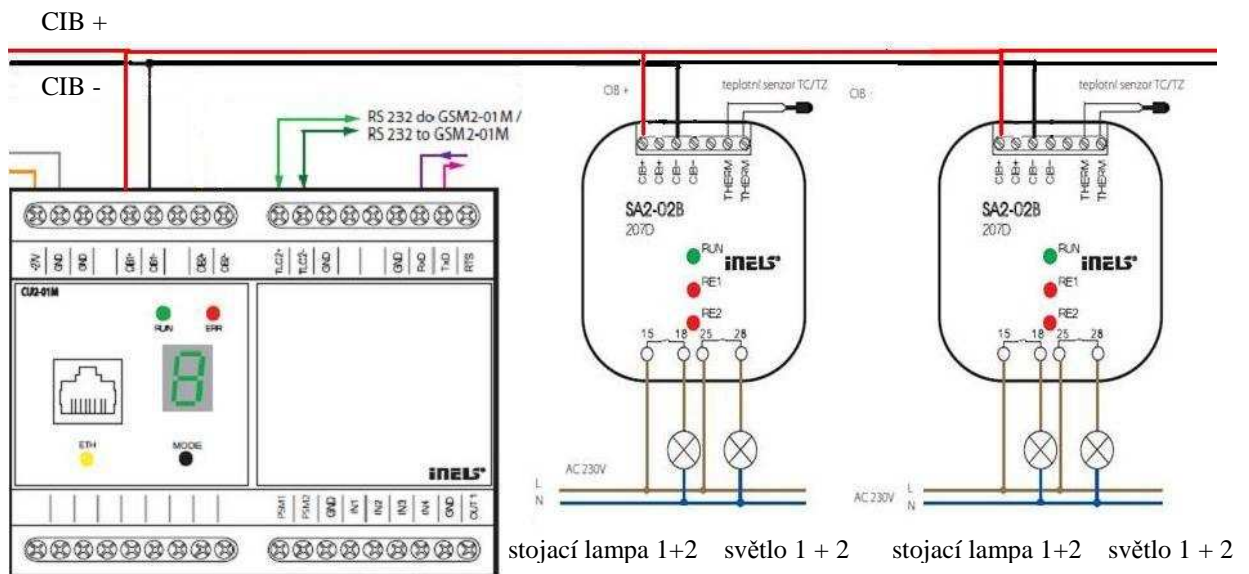


Obrázek 4.4 - Schematické zapojení stabilizovaného zdroje napětí, přes oddělovač až k centrální jednotce [16]

4.3.2 Řešení osvětlení

Zapojení světelného okruhu v místnosti je naznačeno v obrázku 4.3 pomocí červené barvy, tzn. že je vedena sběrnice od centrální jednotky (7) ke spínači (5) a (3), kterým se ovládá světlo 1, světlo 2 a dále stojací lampy v rozích obývacího pokoje.

Níže v obrázku 4.5 je detailní schematické zapojení od centrální jednotky přes sběrnici CIB k jednotlivým spínacím aktorům světla.



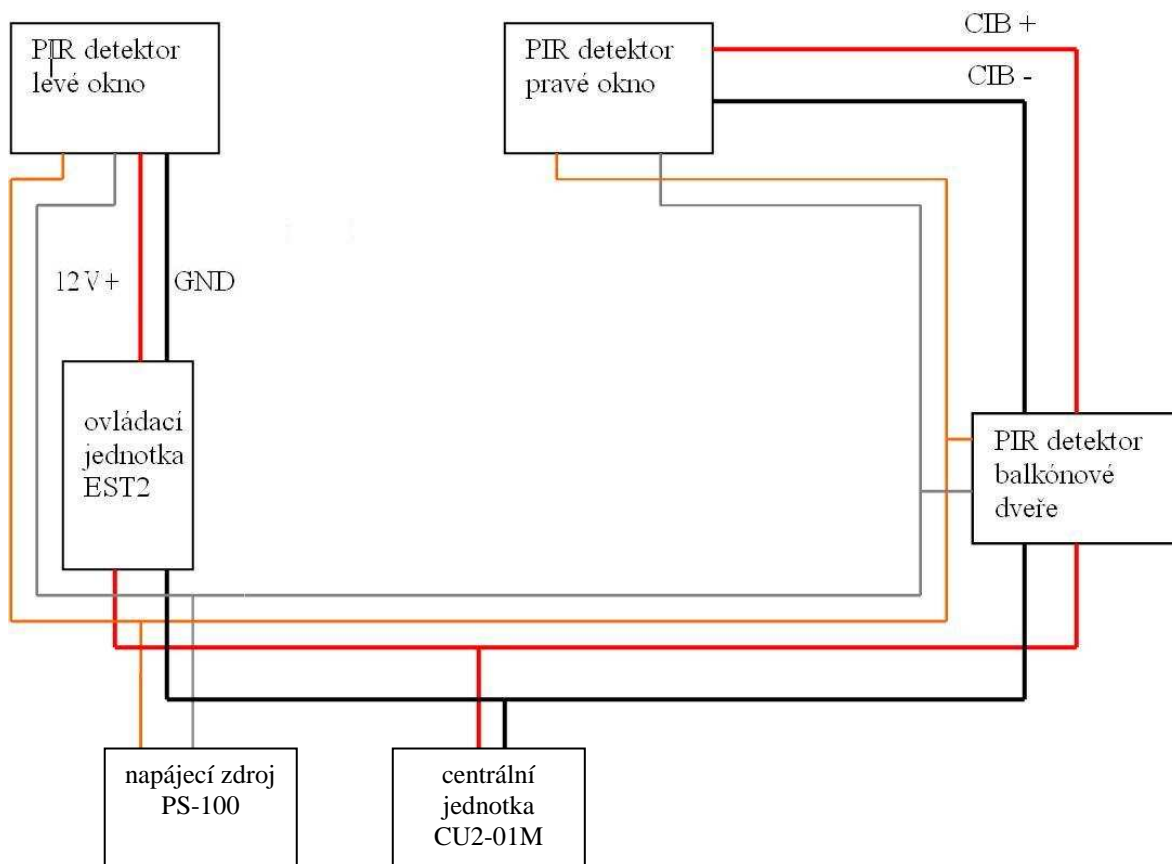
Obrázek 4.5 - Schéma zapojení světelného okruhu [16]

4.3.3 Zapojení detektorů pohybu

Detektory pohybu jsou umístěny u možných míst vniknutí nepovolaných osob do objektu, ale i tak aby pokryli obslužnost celé obytné místnosti. Proto jsou čidla umístěny u balkónových dveří a jednotlivých oken.

V obrázku 4.3 je naznačeno vedení ovládací PIR detektory zelenou barvou, tzn. od centrální jednotky je vedena jedna větev k čidlu na pozici 4 a 6 u pravého okna a druhá (záložní větev je vedena druhou stranou místnosti k čidlu 6 levého okna a pokračuje dále k čidlům pozice č.6 a č. 4.

Toto opatření je z toho důvodu, aby bylo zajištěno více komunikačních cest, pro případné nepovolené zásahy zloději do instalace za účelem vyřadit ji z provozu.



Obrázek 4.6 - Schéma zapojení okruhu pohybových detektorů PIR JS 20 [16]

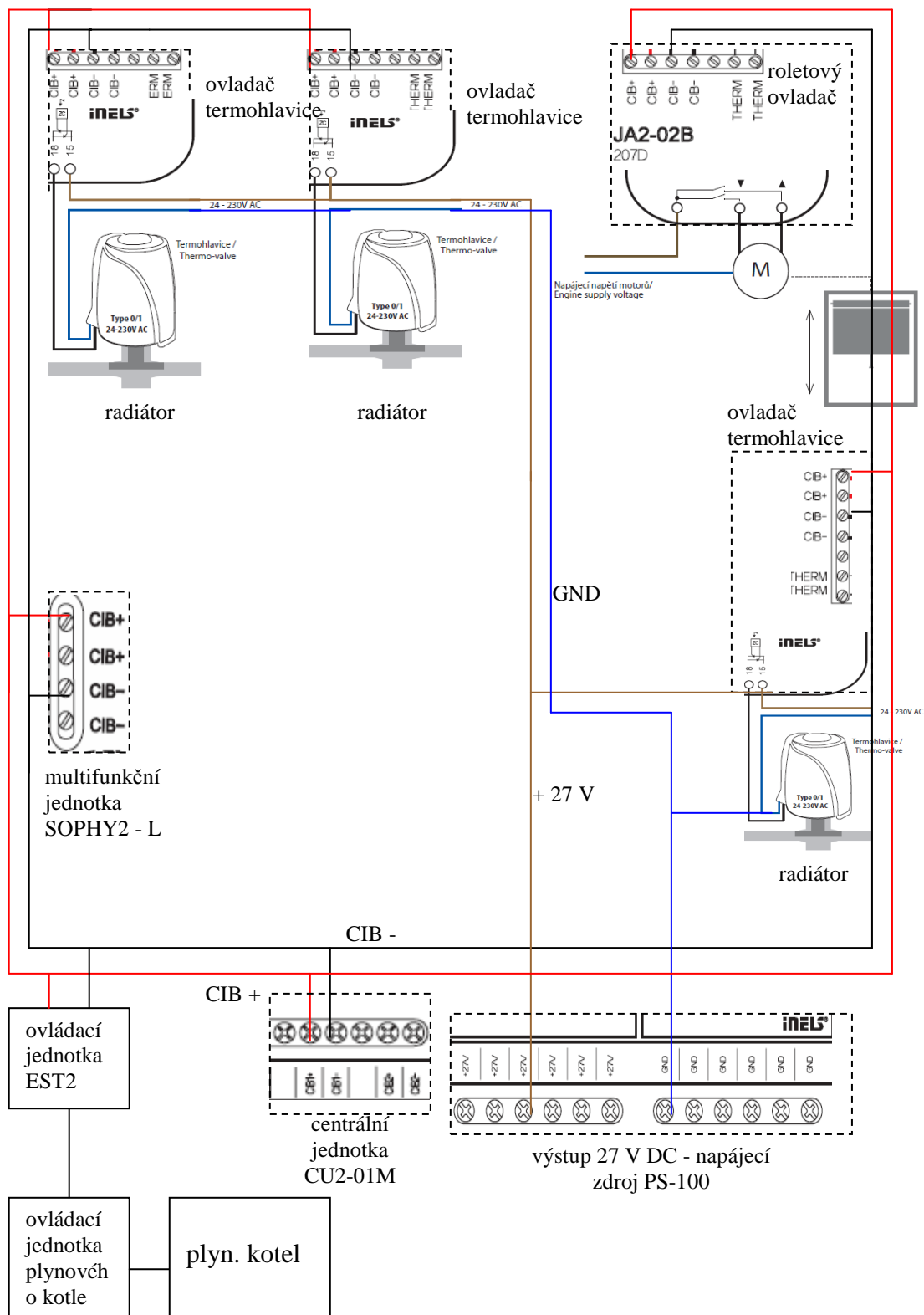
4.3.4 Topná soustava a ovládání venkovních rolet

Žlutá barva je určena pro ovládání topného systému, kdy musí být zajištěno spojení s centrální jednotkou (7), ovládací jednotkou uživatele (1) a v neposlední řadě i s teplotním senzorem (2). S ovládání topné soustavy úzce souvisí i ovládání rolet, které je též realizováno přes sběrnici, která je značena žlutou barvou, neboť topná soustava a stínící technika jsou v úzkém propojení.

Roletový ovladač venkovních rolet je naznačen pouze v jednom provedení, ačkoli jsou použity dohromady v obytné místnosti 3 okna s trojicí venkovních stínících rolet.

Pro přehlednost jsou v obrázku 4.7. naznačeny ovladače termohlavic HC2-01B/AC pouze jako části výřezu celého instalačního prvku - především detail svorkovnice. Totožné grafické provedení je uvedeno i u roletového ovladače JA2-02B, multifunkční jednotky SOPHY2-L, centrální jednotky CU2-01M a výstup z napájecího zdroje PS-100, který napájí motorky termohlavic radiátorů. Všude je shodně zobrazen výřez jednotky s detailem svorkovnice.

V případě potřeby zapnutí/vypnutí topné soustavy je nutné zajistit vazbu k ovládací jednotce použitého zdroje tepla, v mém případě plynového kotle.

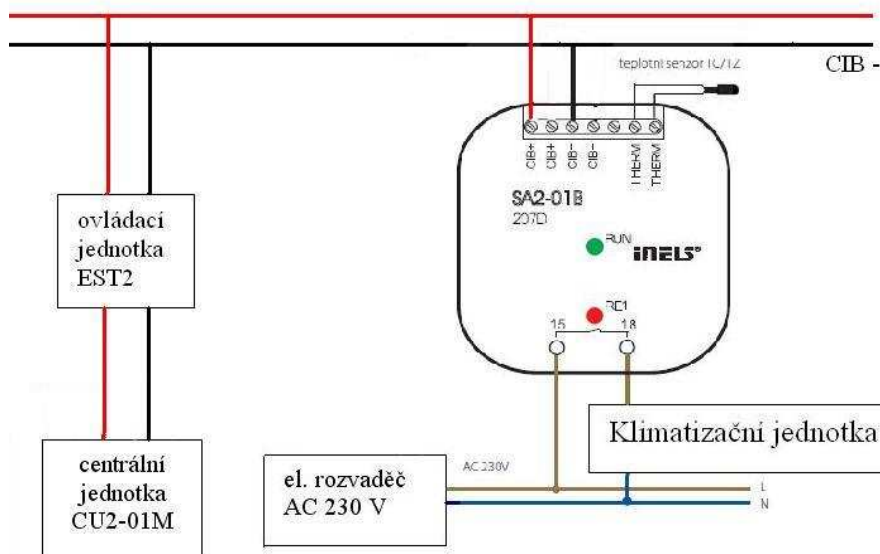


Obrázek 4.7 - Schéma zapojení topného okruhu laboratorního pracoviště [16]

4.3.5 Klimatizace místnosti

Teplotní pohodu uživatele, především v letním období, může pomoci vytvořit klimatizační jednotka umístěná v obrázku 4.3 mezi okny.

Předpokladem plné využitelnosti je, že bude také spolupracovat s celým inteligentním systémem v obytné místnosti. Proto bude spínána přes spínací aktor SA2-02, který je připojen ke sběrnici CIB, přes které celý systém řídí klimatizaci v součinnosti s topnou soustavou tak, aby systém využil informace o intenzitě osvětlení, teplotě v místnosti a o stavu stínící techniky a také zda se v objektu nacházejí jeho uživatelé, tzn. že přes sběrnici CIB komunikuje centrální jednotka také s PIR detektory pohybu, aby klimatizace neběžela v době kdy její uživatel není přítomen v objektu a není vyžadována její činnost. Protože jak známo je klimatizace jedním z energeticky náročnějších spotřebičů.



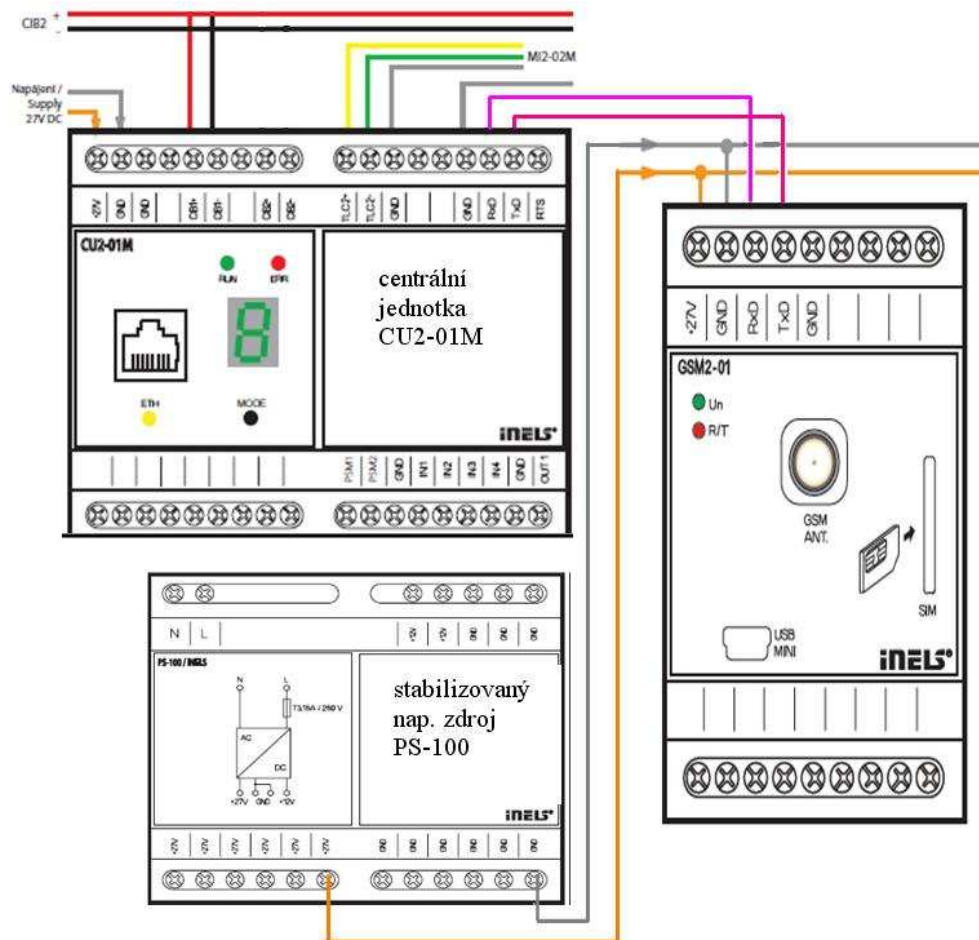
Obrázek 4.9 - GSM modul systému iNELS včetně jeho připojení k centr. jednotce [16]

4.3.6 GSM komunikátor - GSM2-01

Jak je z názvu patrné je tento modul určený pro správu systému iNELS pro dálkové ovládání pomocí mobilního telefonu přednostně pomocí SMS zpráv.

Prostřednictvím krátkých textových zpráv je umožněno ovládání systému na dálku, ale také zpětná vazba samotnému uživateli, díky tomu jsou mu odesílány SMS s informativním charakterem o činnosti systému ve sledovaném objektu.

Prostřednictvím softwarového programu IDM může GSM modul obsluhovat až 32 telefonních čísel, 48 odchozích SMS o délce 20 znaků, lze jím upozornit uživatele na narušení objektu, upozornit pomocí SMS na PCO - pult centrální ochrany a přivolat takto ostrahu objektu.



Obrázek 4.10 - GSM modul systému iNELS včetně jeho připojení k centr. jednotce [16]

5 NASTAVENÍ A ZPROVOZNĚNÍ INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE

Vzhledem k tomu, že je celá inteligentní elektroinstalace v laboratorním pracovišti realizována pomocí inteligentního systému iNELS je veškerá fyzická instalace podmíněna požadavky na tuto instalaci jež jsem popsal v kapitole 4.2 podrobně.

Jednotlivé senzory, aktory a dílčí jednotky, které jsou použity v laboratorním pracovišti - modelu obytného pokoje jsou uvedeny ve třetí kapitole diplomové práce. Potřebné počty jednotlivých prvků jsou uvedeny v tabulce 4.1 v kapitole 4. Jednotlivá schémata zapojení okruhů jsou uvedena v předchozí kapitole, kde je vždy řešen jeden okruh podrobně - napájení, osvětlení, topná soustava, detektory pohybu, dálkové ovládání a správa systému.

Správa celého systému se děje pomocí počítače v centrální jednotce konfiguračním softwarem IDM - iNELS Designer and Manager nebo na dálku přes GSM modul a webové rozhraní.

5.1 Nastavení a zprovoznění systému iNELS

Požadavkem je aby tuto operaci prováděla osoba, nebo organizace, která je „systémovým partnerem“ firmy ELKO EP s.r.o. - tj. vyškolená a vlastní platný certifikát systémového partnera a má samozřejmě odpovídající elektrotechnické vzdělání potřebné pro instalaci elektrotechnických zařízení.

Níže je uveden krok za krokem ke zprovoznění a nastavení systému iNELS:

- provést měření na vedení sběrnice -tj. jestli není zkrat na sběrnici, jinak hrozí poškození jednotek zapojených na sběrnici
- pokud je sběrnice bez závad , připojí se vedení sběrnice k centrální jednotce a připojí se k napájení systému
- k centrální jednotce se pomocí UTP kabelu připojí počítač, komunikaci s centrální jednotkou lze ověřit příkazem ping na IP adresu centrální jednotky. Tvar IP adresy se musí shodovat s IP adresou centrální jednotky. Základní nastavení IP adresy je: 192.168.1.1, maska sítě je: 255.255.255.0
- správná komunikace je zajištěna v případě že odezva na příkaz ping je v řádu několika milisekund
- chybné nastavení signalizuje nápis: „cílový hostitel není dostupný“
- po úspěšném spojení počítače s centrální jednotkou spustíme software iNELS Manager a připojíme se k centrální jednotce
- v dialogovém okně zadáme adresu IP a heslo
- spustíme správce zařízení - měl by být čistý bez jakékoliv načtené jednotky systému iNELS
- V menu spustíme „vyhledat zařízení“ - vyhledají se zapojené jednotky v systému int. elektroinstalace
- po vyhledání jednotek se ukončí okno stiskem „OK“ kdy dojde k inicializaci sběrnice a přihlášení nalezených jednotek
- provede se kontrola zda jsou přihlášeny všechny zapojené jednotky, chybí-li zbývá kontrola správnosti zapojení jednotky ke sběrnici - prohozené vodiče

- všechny obsažené jednotky je nutné dostatečně a zřetelně označit - např. „světlo - obývací“ apod.
- programování systému se provádí v softwarovém programu iNELS Manager

Podrobnější přehled aktivace a správy krok za krokem a popis celého systému iNELS je možno nalézt na příloženém CD mé diplomové práce, kde jsou jednotlivé informace ke komponentům systému iNELS a též obsáhlý kompletní manuál systému iNELS.

5.1.1 iNELS Manager - IDM

Z hlediska softwarové stránky se uvedení do provozu provádí pomocí počítače přes centrální jednotku softwarem IDM. Slouží k ovládání a konfiguraci systému iNELS. Lze jím programovat a ovládat celý systém iNELS odkudkoliv přes ethernetový port zapojením do sítě LAN.

IDM software ve spojení s centrální jednotkou je spíše určen pro obsluhu, která není schopna programovat v programových prostředí typu Mosaic apod., ale naopak umí pomocí srozumitelných dialogů a správného výběru z předem nastavených možností funkcí nastavit poměrně rozsáhlé úkoly s běžnými funkcemi osvětlení, pohybových detektorů, vytápění a včetně ovládání přes SMS nebo internetový prohlížeč i bez znalosti programování.

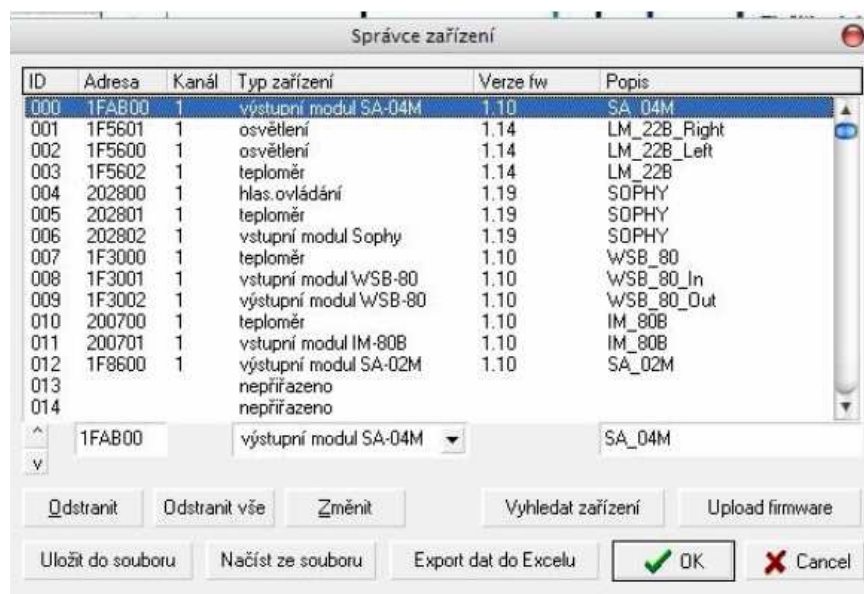
iNELS manager je velmi rozsáhlou částí softwaru, která obsahuje veškeré možnosti nastavení dle jednotlivých okruhů - osvětlení, topení, zabezpečovací část - pohybové detektory, čidla kouře apod., ovládání stínící techniky a všeho co je možno do systému aplikovat.

Představím - li blížeji např. nastavení osvětlení - je možno nastavit jak ovládat a která světla, rozsvítit/zhasnout požadovaný okruh světla, rozsvítit/zhasnout je pomalu, nastavit intenzitu osvětlení, po určitém čase naopak celý světelný okruh automaticky vypnout apod. Takto podrobně lze nastavit v podstatě vše co je možné v rámci inteligentní elektroinstalace.

V programu iNELS Manager se nastavují veškeré požadavky uživatele na systém, v mém případě to jsou požadavky z kapitoly 2.1.

Vše se odvíjí od možností provedení inteligentní elektroinstalace z pohledu objektu, projektanta a požadavků uživatele.

Na obrázku 5.1 je vidět správce zařízení v programu iNELS Manager s načtenými jednotkami systému. Zde je viditelné, že každá jednotka má své ID, adresu, kanál, informaci o jaké se jedná zařízení, verzi případného softwaru a samotný popis, který většinou podává informaci o použitém aktoru nebo senzoru. Jedná se vcelku o přehledný grafický popis použitých prvků a jejich funkcí.



Obrázek 5.1 - Příklad dialogové okna správce zařízení softwaru iNELS Manager [16]

6 ZHODNOCENÍ NÁVRHU LABORATORNÍHO PRACOVÍŠTĚ

V ekonomicko technické analýze jednotlivých návrhů porovnáám rozdíly mezi systémy iNELS, Foxtrot, ABB a GILD. Technické parametry a finanční nákladnost jednotlivých komponentů od různých výrobců jsem provedl podrobně v kapitole třetí.

6.1 Shrnutí finančních nákladů na pořízení jednotlivých inteligentních systémů

Z následujícího shrnutí finančních nákladů, které je provedeno v tabulce 6.1 se potvrzuje správnost mého rozhodnutí použít pro laboratorní pracoviště právě systém iNELS. Tabulka 6.1 uvádí jednoduché a přehledné srovnání finanční nákladnosti jednotlivých inteligentních systémů dle výrobců. V konečné sumě jsou zahrnuty jednotlivé komponenty inteligentní elektroinstalace.

Tabulka 6.1- Porovnání finančních nákladů intel. systémů dle výrobce

Pořadí	celkové finanční náklady	Výrobce
1.	32 921 Kč	iNELS
2.	34 219 Kč	Foxtrot
3.	35 085 Kč	GILD
4.	110 487 Kč	ABB

ceny jsou bez DPH a platné ke dni zpracování diplomové práce 27.4.2013

6.2 Shrnutí technických parametrů jednotlivých inteligentních systémů

Z hlediska technický parametrů se jedná u všech čtyřech výrobců o plnohodnotné inteligentní systémy použitelné pro instalaci v objektech. Liší se pouze svými technickými možnostmi, které jsou jednotlivé systémy schopné ovládat a obsluhovat především z hlediska velikosti objektu, ve kterém má být instalace provedena.

Níže v tabulce 6.2 je jednoduché srovnání základních technických parametrů , které byly popsány již v kapitole třetí, zde je tabulka doplněna ještě o poslední sloupec, ve kterém je popsáno pro jednotlivé inteligentní systémy na jak rozsáhlé objekty je onen systém použitelný.

Z tabulky 6.2 vyplývá, že každý systém inteligentní sítě níže komunikuje pomocí určité komunikační sběrnice, instalace jednotlivých jednotek lze provést jak na DIN lištu, nebo do instalačních krabic. Napájecí napětí jednotlivých jednotek je v rozsahu 24 V DC až 27 V DC, u systému GILD je v širším rozmezí - 12 V DC až 30 V DC. Odlišnosti v rozsahu použití systémů je v posledním sloupci tabulky 6.2 ze kterého vyplývá, že systém iNELS a GILD jsou především určeny pro instalace do bytů a rodinných domů. Naopak systémy Foxtrot a ABB jsou určeny i pro rozsáhlejší komplex budov než-li konkurenti iNELS a GILD.

Tabulka 6.2 - Shrnutí důležitých technických parametrů jednotlivých systémů

Inteligentní systém	Napájecí napětí	Komunikace jednotek	Instalace jednotek	Možnost použití
iNELS	24 ÷ 27 V DC	sběrnice CIB	DIN lišta nebo instalační krabice	rodinné domy a byty
Foxtrot	24 ÷ 27 V DC	sběrnice CIB	DIN lišta nebo instalační krabice	rodinné domy, byty, rozsáhlé bytové komplexy
GILD	12 ÷ 30 V DC	sběrnice MODBUS	DIN lišta nebo instalační krabice	rodinné domy a byty
ABB	24 ÷ 27 V DC	sběrnice KNX	DIN lišta nebo instalační krabice	rodinné domy, byty, rozsáhlé komplexy

6.3 Porovnání jednotlivých inteligentních systémů

Níže jsou popsány jednotlivé systémy inteligentní elektroinstalace z hlediska technických parametrů a finančních nákladů na pořízení. Jsou zde uvedeny komentáře k možnostem úspory finančních nákladů na jejich pořízení a zdůrazněna variabilita některých inteligentních komponent.

6.3.1 iNELS

Systém iNELS vychází z mého pohledu ze všech nejlépe jak cenově tak i možnostmi využití jeho komponentů. Pro případnou realizaci projektu laboratorního pracoviště by bylo možné ušetřit náklady a to např. v případě použití multifunkční jednotky SOPHY2-L, která je sice oproti svým konkurentům až čtyřikrát dražší, ale zahrnuje v sobě další technické funkce - senzor teploty, osvětlení a spínací aktor. Použitím této jednotky by se cena dala snížit až o 3 072 Kč, kdyby byla jednotka použita i jako spínací aktor pro osvětlení. Jejím použitím by se zjednodušila i samotná technická náročnost provedení instalace.

6.3.2 Foxtrot

Druhým vcelku dobře dostupným systémem je systém Foxtrot, který skončil v porovnání finančních nákladů hned za systémem iNELS. Z hlediska technických parametrů by ale předčil svého konkurenta, neb se spíše hodí pro rozsáhlejší komplexy budov a řízení větších systémů.

Zajímavostí systémů iNELS a Foxtrot je jejich úzké provázání, které vyplývá z informací obou výrobců. Při kombinování obou těchto systémů vznikne skutečně propracovaný, rozsáhlý a spolehlivý systém inteligentní elektroinstalace.

6.3.3 GILD

Třetím v pořadí je systém GILD, který je vcelku těž intuitivní a skrývá v sobě mnoho možností, které k chytrým instalacím patří, jedná se o českou produkci jako v předchozích dvou případech. Výrobce nabízí kompletní systém, kterým je možno realizovat inteligentní elektroinstalace v objektech typu rodinného domu, nebo bytu. Vzhledem k tomu, že se jedná o českého výrobce, myslím si že z tohoto pohledu je pro uživatele jednodušší využít i tento systém z hlediska technické podpory a srozumitelnosti.

6.3.4 ABB

Výrobce ABB je poněkud více finančně nákladnějším výrobcem své inteligentní elektroinstalace a proto zůstává jako posledním. Jedná se o známého výrobce klasické elektroinstalace jako i inteligentní ale svojí cenou se pohybuje o několik tříd výše než jeho předchozí konkurenti. Technicky vyniká různými funkcemi a možnostmi, ale srovnatelné parametry mají i jeho konkurenti, kteří jsou čtyřikrát levnější a pro mé účely projektu laboratorního pracoviště diplomové práce postačují.

Při zpracování diplomové práce a hledání jednotlivých komponent jsem v případě ABB měl o trochu větší problémy snáze najít potřebné technické informace včetně finančních nákladů. Tento

systém pro účely projektu laboratorního pracoviště nedoporučuji a v případě realizace bych se raději přiklonil k třem předešlým.

6.4 Celkové finanční náklady pro laboratorní pracoviště s použitím systému iNELS

Z požadavků na projekt mého laboratorního pracoviště jsou celkové finanční náklady na pořízení inteligentní elektroinstalace shrnuty v tabulce 6.2.

Celkové náklady na projekt laboratorního pracoviště jsou ve výši 54 956,05 Kč. Celková cena by šla ponížít o GSM modul (8387 Kč), který by v případě použití pro výuku nebyl nutným prvkem, ten je započítán do projektu obytné místnosti, kde se předpokládá v reálném případě využití dálkové správy a ovládání uživatelem. Dále cena za 100 metrové klubko sběrnicevého kabelu by pro účely laboratorního pracoviště mělo být dostačující a tak nepředpokládám další navýšení u této položky.

Tabulka 6.3 - Shrnutí finančních nákladů na prvky chytré elektroinstalace

Použitý prvek systému iNELS	funkce	počet	cena v Kč systém iNELS
EST2/RGB	uživ. ovládání	1	10 000
SOPHY-2L	tepl. a svět. senzor	1	8 646
SA2-2	ovladač světel	2	3 072
PIR JS 20	detekce pohybu	3	445
CU2-01M	centr.jedn.	1	9 900
PS-100	nap. zdroj	1	2 016
BPS2-02M	oddělovač sběrnice	1	1584 *
GSM2-01	GSM	1	8 387 **
HC2-01B	ovladač termohlavic	3	1835
sběrnicevý kabel YCYM 2x2x0,8 /100 m	sběrnice	1	1 439,05 ***
finanční náklady v Kč bez DPH			54 956,05

ceny jsou bez DPH a platné ke dni zpracování - 27.4.2013

* Oddělovač sběrnice je výrobcem uveden jako prvek, který doporučuje instalovat, v případě při použití záložních akumulátorů se jedná o prvek nezbytný

** Cena za GSM modul je do projektu počítána jako doplňková a pro samotnou činnost, především názornou výuku není stěžejním prvkem laboratorního pracoviště

*** Cena za sběrnicevý kabel je uvedena pro představu, pro laboratorní použití by klubko o 100 m mělo stačit

6.5 Aplikace projektu inteligentního pracoviště do výuky

V mé diplomové práci bylo úkolem vytvořit projekt laboratorního pracoviště na modelu obytné místnosti s inteligentní elektroinstalací, která se bude zakládat na reálném rozmístění prvků int. systému a funkčnosti dle požadavků uživatele.

Jedním z dalších výsledků dosavadního porovnávání parametrů jednotlivých int. systémů je zda lze využít tento projekt pro případnou realizaci laboratorního pracoviště pro výuku. Z mého pohledu je to možné, protože laboratorní pracoviště nemusí být natolik obsáhlé jak se předpokládá u reálného projektu obytné místnosti.

V laboratorním pracovišti by bylo vhodné demonstrovat například funkce ovládání osvětlení, součinnost stínící techniky s topnou soustavou, instalovat detektor pohybu a přes centrální jednotku realizovat jednoduché nastavování parametrů.

6.5.1 Funkce využitelné v laboratorním pracovišti pro výuku

V laboratorním pracovišti určeném pro případnou výuku lze realizovat následující funkce a osadit následujícími prvky systému iNELS:

- napájení - zajistit napájení pomocí stabilizovaného zdroje PS-100
- centrální jednotka - osadit centrální jednotkou CU2-01 M pracoviště - zajistí jednoduché nastavování parametrů a veškerou komunikaci s aktory a senzory v celém systému inteligentní elektroinstalace
- instalovat spínací aktor SA2 a dvě žárovky - pomocí spínacích aktorů lze demonstrovat funkce spojené s osvětlením, které lze nastavovat v centrální jednotce
- využití teplotního a světelného senzoru SOPHY2-L - lze aplikovat pro součinnost topné soustavy s intenzitou osvětlení a ovládání pohonů např. venkovních rolet
- roletový ovladač JA02-02B/DC - zajistí případné ovládání stínící techniky v součinnosti se spínacím aktorem SA2 nebo s jednotkou SOPHY2-L
- osazení pracoviště detektorem pohybu - opět lze přes centrální jednotku nastavit součinnost venkovních rolet a osvětlení - v případě neoprávněné detekce pohybu rozsvítit osvětlení, aktivovat pohon motorů ke spuštění venkovních rolet
- osazení GSM modulem je pro účely výuky doplňková funkce, která je jakousi nadstavbou - pro reálné využití kdy je uživatel mimo objekt výborná funkce
- laboratorní pracoviště lze dále rozšířit o různé funkce spojené s osvětlením - použití nových technologií LED zdrojů, rozšířit o případné funkce na venkovní prostředí typu - ovládání osvětlení v bazénu, zavlažování zahrady v případě potřeby a další možnosti, které je možné díky inteligentní elektroinstalaci realizovat
- doplnit laboratorní pracoviště o prvky EZS - detektor rozbití skla, magnetický dveřní a okenní kontakt, přejezdový magnetický detektor, detektor kouře, detektor hořlavých plynů atd.

7 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo vytvořit projekt laboratorního pracoviště s inteligentní elektroinstalací na modelu obytné místnosti.

V první kapitole diplomové práce jsem provedl porovnání současných komerčních systémů z pohledu distribuční sítě a spotřebitele s budoucí inteligentní sítí. Dále zde bylo pojednáno o důležitosti inteligentních domů a jejich aktivní úloze v inteligentních distribučních sítích a samotné realizaci inteligentních systémů v těchto objektech.

Návrh laboratorního pracoviště vychází z reálného uspořádání obytné místnosti v domě a dále požadavků na funkce inteligentní elektroinstalace z pohledu budoucího uživatele. Druhá kapitola proto definuje funkce a vazby jednotlivých systémů inteligentní elektroinstalace. Shrnuje též přínosy a nevýhody tohoto druhu elektroinstalace.

Pro vytvoření a nalezení vhodného inteligentního systému pro laboratorní pracoviště bylo třeba provést srovnání technických parametrů a finanční náklady na pořízení z dostupných komerčních prostředků. Toto srovnání je uvedeno v kapitole třetí.

Z výsledku porovnání technických a finančních nákladů v kapitole třetí jsem vybral jako vhodný systém pro inteligentní elektroinstalaci laboratorního pracoviště systém firmy ELKO EP s.r.o. - iNELS BUS System a jeho komponenty.

Pro projekt laboratorního pracoviště je nutné mít přehled o jednotlivých zapojení z pohledu funkcí, které jsem popsal v úvodu druhé kapitoly. Proto ve čtvrté kapitole jsou jednotlivá zapojení schematicky uvedena, a lze podle nich provést instalaci v případném reálném provedení laboratorního pracoviště pro výuku.

Kapitola pátá pojednává o nastavení a zprovoznění instalovaného inteligentního systému iNELS v laboratorním pracovišti. Informace vychází z podkladů firmy ELKO EP s.r.o. V příloženém CD diplomové práce přikládám kompletní manuál systému iNELS a dále jednotlivé katalogové listy použitých komponentů tohoto projektu, které mohou sloužit pro rychlou a jednoduchou orientaci v případě realizace laboratorního pracoviště.

Celkové závěrečné zhodnocení mého projektu inteligentní elektroinstalace pro laboratorní pracoviště uvádím v kapitole šesté, kde shrnuji ekonomické náklady a technickou použitelnost vybraného systému iNELS. Též je principiálně uvedena možnost využití projektu pro aplikaci fyzické realizace laboratorního pracoviště pro výuku s možnými podněty pro další realizaci funkcí inteligentní elektroinstalace.

V případě realizace projektu laboratorního pracoviště doporučuji především využít technické podpory ze strany výrobce systému iNELS - ELKO EP s.r.o., bez které realizace není možná. Výrobce na svých internetových stránkách uvádí pro své výrobky k dispozici velice mnoho katalogů, technických parametrů a příruček, které přikládám i na příloženém CD mé diplomové práce.

Dále je možno se v reálném projektu zaměřit na použití nových technologií u osvětlení - např. LED zdroje, rozšířit inteligentní systém o prvky EZS a případná možná další řešení, které inteligentní elektroinstalace umožňuje.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČEZ Smart Grids [online]. [cit. 2012-04-19].
Dostupné z WWW: <<http://www.futuremotion.cz/smartgrids/cs/index.html>>
- [2] Technik.iHNED.cz - Energetická budoucnost: virtuální elektrárny a inteligentní sítě [online -
článek]. [cit. 2012-04-19]. Dostupné WWW <[http://technik.ihned.cz/
c1-37282380-energeticka-budoucnost-virtualni-elektrarny-a-inteligentni-site](http://technik.ihned.cz/c1-37282380-energeticka-budoucnost-virtualni-elektrarny-a-inteligentni-site)>
- [3] TZB-info - stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov. Inteligentní rozvodné sítě
[online článek]. [cit. 2012-04-20]. Dostupný z WWW: <[http://elektro.
tzb-info.cz/inteligentni-budovy/7864-inteligentni-rozvodne-site](http://elektro.tzb-info.cz/inteligentni-budovy/7864-inteligentni-rozvodne-site)>
- [4] OPAVA, Zdeněk. Elektřina kolem nás. 2. opravené vydání. Praha: Albatros, 1985. Od
elektrárny až ke spotřebiteli, str. 177-179, ISBN 13-724-85 14/66
- [5] Dispečerské řízení elektrických sítí [online- učební skripta]. [cit. 2011-06-29].
Dostupný z WWW: <[http://home.pilsfree.net/fantom/FEL/MR/
_pred_web/13_MRpr13.pdf](http://home.pilsfree.net/fantom/FEL/MR/_pred_web/13_MRpr13.pdf)>
- [6] Energie budoucnosti - virtuální elektrárny a inteligentní sítě [online - článek].
[cit. 2012- 05-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/
energie-budoucnosti-virtualni-elektrarny-a-inteligentni-site.aspx](http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/energie-budoucnosti-virtualni-elektrarny-a-inteligentni-site.aspx)>
- [7] Také vás rozčiluje HDO? [online- článek]. [cit. 2012-05-20]. Dostupný z
WWW: <<http://3pol.cz/388-take-vas-rozciluje-hdo>>
- [8] UNISHOP - Detail HDO spínač na DIN lištu [online]. [cit 2012-05-20].
Dostupný z WWW: <<http://www.unishop.cz/ishop/index.php?a=detail&d=680&>>
- [9] Elektro - odborný časopis pro elektrotechniku - Měření a regulace elektrické energie [online-
článek]. [cit. 2012-05-20]. Dostupný z WWW:
<http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=25201>
- [10] Elektřina pod kontrolou - CHIP.CZ [online-článek]. [cit. 2012-05-21]. Dostupný z WWW: <
<http://www.chip.cz/clanky/trendy/2010/04/elektrina-pod-kontrolou>>
- [11] Chytré sítě? - Energetik vv [online-článek]. [cit. 2012-05-22].
Dostupný z WWW: <<http://energetik-vv.webnode.cz/chytre-site/>>
- [12] Malé kogenerační jednotky [online]. [cit. 2012-05-22].
Dostupný z WWW: <<http://www.rayo.cz/cs/sluzby/male-kogeneracni-jednotky>>

- [13] Rozvody elektrické energie a pohony [online-skripta]. [cit.2012-05-22].
Dostupné z WWW:< [http://motor.feld.cvut.cz/www/materialy/A5M14RPI/
Prednaska_1-topologie_siti.pdf](http://motor.feld.cvut.cz/www/materialy/A5M14RPI/Prednaska_1-topologie_siti.pdf)>
- [14] Inteligentní elektroinstalace [online]. [cit. 2012-05-23].
Dostupný z WWW:<<http://www.inteligentni-byt.cz/produkty/inteligentni-elektroinstalace/>>
- [15] GILD - systém inteligentní elektroinstalace [online]. [cit. 2012-05-23]. Dostupný z WWW:<
<http://www.gildsystem.cz/cz/multimedia/>>
- [16] iNELS - systém inteligentní instalace [online].[cit.2012-05-23].
Dostupné z WWW:< <http://www.inels.cz/index.php?sekce=hp>>
- [17] ELKOEP,s.r.o. - Relé od A do Z, elektronické přístroje [online]. [cit.2013-03-23]. Dostupné
z WWW:<<http://elkop.cz>>
- [18] Automa - Tecomat Foxtrot – nový modulární PLC od firmy Teco [online - článek]. [cit. 2013-
04 -11]. Dostupný z WWW:<[http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id
_document=34290](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=34290)>
- [19] Tecomat - PLC for machines, process,technologym, transport and building automation
[online]. [cit. 2013-04-01]. Dostupné z WWW:< [http://www.tecomat.
com/index.php](http://www.tecomat.com/index.php)>
- [20] ATIS group s.r.o. - velkoobchod zabezpečovacími systémy - autorizovaný prodejce v ČR
TEXECOM [online].[cit 2013-04-22].
Dostupné z WWW:<<http://www.texecom.cz/>>
- [21] ELIMA - elektroinstalační materiál [online]. [cit. 2013-04-22].
Dostupný z WWW:<<http://www.elima.cz>>
- [22] PLC schop - KYBERTEC s.r.o. [online]. [cit. 2013-04-23].
Dostupný z WWW:< <http://plcshop.kybertec.com/>>
- [23] Hodinka, Miloslav. Přenos a rozvod elektrické energie. Praha, Státní nakladatelství technické
literatury, 1989. ISBN 80-03-00065-3.
- [24] Vodrážka, Jiří. Přenosové systémy 2:sítě a zařízení SDH a jejich návrh. Praha, Vydavatelství
ČVUT, 2004. ISBN 80-01-03048-2 (brož.).
- [25] Smart Grid, Siemens CZ. [online]. 16.3.2009. [cit. 2012-02-21].Dostupné z:
www.siemens.cz/smartgrid/index.php
- [26] SEA spol. s.r.o. - Společnost pro elektronické aplikace [online]. [cit. 2013-04-27]. Dostupný
z WWW:< <http://www.seapraha.cz/>>

- [27] Inteligentní budovy - studijní materiál [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW:< www.jilova.cz/projekty/rozvoj_inteligentniBudovyStudium1.pdf>

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1.1 - Schéma současné komerční rozvodné sítě [4]</i>	<i>10</i>
<i>Obrázek 1.2 - Dispečerské řízení ES v ČR [5]</i>	<i>11</i>
<i>Obrázek 1.3 - Spínač HDO [8]</i>	<i>12</i>
<i>Obrázek 1.4 - Model inteligentní sítě [2]</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 1.5 - Schéma stávající přenosové sítě (vlevo), schéma inteligentní sítě (vpravo) [3] ..</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 1.6 - Budoucí energetická síť smart regionu [11]</i>	<i>16</i>
<i>Obrázek 1.7 - inteligentní dům s inteligentní elektroinstalací [2]</i>	<i>17</i>
<i>Obrázek 1.8 - Příklad chytrého elektroměru ZPA-150 [1]</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 1.9 - Schéma kogenerační jednotky [12]</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 2.1 - Modelový obrázek obývacího pokoje</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 4.1 - řešení elektroinstalace s použitím systému iNELS BUS System v praxi [17]</i>	<i>35</i>
<i>Obrázek 4.2 - Lineární a hvězdicová struktura CIB sběrnice [17]</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 4.3 Rozmístění inteligentní elektroinstalace v obytném prostoru s použitím systému iNELS BUS System</i>	<i>37</i>
<i>Obrázek 4.4 - Schematické zapojení stabilizovaného zdroje napětí, přes oddělovač až k centrální jednotce [16]</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 4.5 - Schéma zapojení světelného okruhu [16]</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 4.6 - Schéma zapojení okruhu pohybových detektorů PIR JS 20 [16]</i>	<i>39</i>
<i>Obrázek 4.7 - Schéma zapojení topného okruhu laboratorního pracoviště [16]</i>	<i>40</i>
<i>Obrázek 4.8 Schematické zapojení okruhu klimatizace [16]</i>	<i>41</i>
<i>Obrázek 4.9 - GSM modul systému iNELS včetně jeho připojení k centr. jednotce [16]</i>	<i>41</i>
<i>Obrázek 4.10 - GSM modul systému iNELS včetně jeho připojení k centr. jednotce [16]</i>	<i>42</i>
<i>Obrázek 5.1 - Příklad dialogové okna správce zařízení softwaru iNELS Manager [16]</i>	<i>44</i>
<i>Obrázek 5.2- Příklad grafického zobrazení objektu v programu iNESL Designer [16]</i>	<i>45</i>

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

<i>Tabulka 3.1 - Napájecí zdroje - parametry</i>	26
<i>Tabulka 3.2 - Přehled parametrů a vlastností centrálních jednotek</i>	27
<i>Tabulka 3.3 - Přehled parametrů a vlastností teplotních senzorů</i>	28
<i>Tabulka 3.4 -Přehled parametrů a vlastností čidel osvětlení</i>	29
<i>Tabulka 3.5 - Přehled parametrů a vlastností roletových ovladačů</i>	30
<i>Tabulka 3.6 - Přehled parametrů a vlastností detektorů pohybu</i>	31
<i>Tabulka 3.7 - Přehled vlastností a parametrů ovládacích panelů</i>	32
<i>Tabulka 3.8 -Přehled vlastností a parametrů GSM modulů</i>	33
<i>Tabulka 4.1 - Základní parametry CIB sběrnice</i>	35
<i>Tabulka 4.2 Počet potřebných prvků s popisem funkce</i>	37
<i>Tabulka 6.1- Porovnání finančních nákladů intel. systémů dle výrobce</i>	46
<i>Tabulka 6.2 - Shrnutí důležitých technických parametrů jednotlivých systémů</i>	47
<i>Tabulka 6.3 - Shrnutí finančních nákladů na prvky chytré elektroinstalace</i>	48