

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

Elektroinstalace multifunkčního objektu s využitím inteligentního řízení

ELECTRICAL INSTALLATION OF MULTIFUNCTIONAL HOUSE USING INTELLIGENT CONTROL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

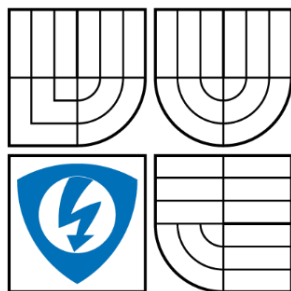
ROMAN KROUTIL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR MASTNÝ, Ph.D.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Roman Kroutil
Rocník: 3

ID: 146874
Akademický rok: 2013/2014

NÁZEV TÉMATU:

Elektroinstalace multifunkčního objektu s využitím inteligentního řízení

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznámení s problematikou silových a datových instalací
2. Definice zásad pro tvorbu projektové dokumentace elektro.
3. Zpracování kompletního projektu elektroinstalace pro RD (výkresová i textová část).

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynu vedoucího práce

Termín zadání: 10. 2. 2014

Termín odevzdání: 30. 5. 2014

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

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

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Petru Mastnému, Ph.D. za trpělivost, připomínky a užitečné rady, které mi poskytoval při zpracování práce. Dále chci poděkovat Ing. Jiřímu Tobolíkovi za ochotu, konzultace a cenné rady týkající se systému iNELS, a také Ing. Richardu Polnickému za konzultace, poskytnutá doporučení a informace týkající se tvorby projektové dokumentace. V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu v průběhu studia.

Bibliografická citace práce:

KROUTIL, R. *Elektroinstalace multifunkčního objektu s využitím inteligentního řízení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2014. XY s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D..

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. Díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

.....

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je teoretické objasnění problematiky inteligentních elektroinstalací, tvorby projektové dokumentace elektro a také vytvoření konkrétního projektu inteligentní elektroinstalace.

Práce se skládá ze tří částí. V první části je čtenář seznámen s problematikou silových rozvodů a následně podrobněji s problematikou inteligentních elektroinstalací. Práce popisuje vývoj, standardy a možnosti užití inteligentních systémů. Nechybí zde ani popis jednotlivých výrobců a jejich systémů, jež jsou v České Republice nejvíce rozšířeny, následuje jejich porovnání podle vhodně zvolených kritérií, porovnávají jsou také výhody a nevýhody inteligentní elektroinstalace oproti klasické.

Další část práce se zabývá zásadami a metodami tvorby elektro projektů. Jsou zde popsány jednotlivé části projektové dokumentace, postup při jejich tvorbě, zásady, které je nutno dodržovat, a také jsou zde uvedeny nejdůležitější a nejpodstatnější normy, zákony a nařízení týkající se právě elektroinstalací.

Poslední částí práce je kompletně zpracovaný projekt elektroinstalace s využitím inteligentního řízení. Projekt se sestává ze všech náležitostí potřebných pro stavební řízení, kterými jsou výkresy půdorysů všech podlaží objektu, schémata všech rozvaděčů, schéma silového a systémového rozvodu, soupis použitého materiálu a technická zpráva.

KLÍČOVÁ SLOVA: elektroinstalace; silová elektroinstalace; inteligentní elektroinstalace; sběrníkový systém; standardy sběrníkových systémů; projektování; projekt elektroinstalace; projektová dokumentace; chytrý dům

ABSTRACT

The aim of the thesis is the theoretical clarification of the issue of intelligent electrical installations, electro project documentation creation and a specific development project, smart wiring.

The work consists of three parts. In the first part the reader is becoming familiar with the power distribution problems and subsequently in details with the issue of intelligent electrical installations. This thesis describes the development, standards and use of the intelligent systems. There is also a description of the various manufacturers and their systems, which are widespread in the Czech Republic, followed by comparing them according to selected criteria and finally the advantages and disadvantages are compared to the traditional smart wiring.

Another part deals with the principles and methods of making electrical projects. There are all part of the project documentation procedure for their creation, the principles to be observed, and the most important and most relevant standards, laws and regulations relating to the right wiring are given.

The last part is completely processed wiring project using intelligent control. The project consists of all the elements needed for building management, which are drawings of floor plans of all floors of the building, all switchboards schemes, scheme and system power distribution, inventory of material used and the technical report.

KEY WORDS:

electrical; Power wiring; smart wiring; a bus system; standard bus systems; design; wiring project; project documentation; smart home

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	9
SEZNAM TABULEK	10
SEZNAM ROVNIC.....	11
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	12
1 ÚVOD	14
2 SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU SILOVÝCH A DATOVÝCH ROZVODŮ	15
2.1 KLASICKÁ NEBOLI SILOVÁ ELEKTROINSTALACE	15
2.2 POJEM INTELIGENTNÍ NEBOLI SYSTÉMOVÁ ELEKTROINSTALACE	18
2.3 VÝVOJ INTELIGENTNÍCH ELEKTROINSTALACÍ.....	18
2.4 ŘÍZENÍ A OVLÁDÁNÍ SYSTÉMOVÉ ELEKTROINSTALACE.....	20
2.4.1 ČINNOSTI, KTERÉ INTELIGENTNÍ SYSTÉM UMOŽŇUJE ŘÍDIT ČI OVLÁDAT	21
2.5 MOŽNOSTI VYUŽITÍ SYSTÉMOVÝCH ELEKTROINSTALACÍ V OBJEKTECH.....	22
2.6 STANDARDY SBĚRNICOVÝCH SYSTÉMU PRO ŘÍZENÍ ELEKTROINSTALACÍ.....	24
2.6.1 KOMPATIBILITA A NORMALIZACE PROTOKOLŮ	24
2.6.2 CENTRALIZOVANOST	24
2.6.3 KOMPLEXNOST	26
2.6.4 PŘENOSOVÉ MEDIUM	26
2.6.5 TOPOLOGIE	26
2.7 NEJZNÁMĚJŠÍ VÝROBCI A SYSTÉMY POUŽÍVANÉ V ČR	28
2.7.1 ABB S.R.O., ELEKTRO-PRAGA	28
2.7.2 EATON ELEKTROTECHNIKA S.R.O (DŘÍVE MOELLER)	29
2.7.3 ELKOEP.....	30
2.7.4 LEGRAND S.R.O.	31
2.7.5 AMIT S.R.O.	32
2.7.6 SCHNEIDER-ELECTRIC S.R.O.	32
2.8 SROVNÁNÍ KLASICKÉ A INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE	33
2.8.1 VÝHODY IE	33
2.8.2 NEVÝHODY IE.....	33
2.9 POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ.....	34
3 DEFINICE ZÁSAD PRO TVORBU PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE ELEKTRO.....	37
3.1 OBSAH PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE	37
3.1.1 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE.....	37
3.1.2 TEXTOVÁ ČÁST	38
3.2 POSTUP PŘI TVORBĚ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE	39
3.3 ZÁSADY PRO TVORBU PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE	40
3.3.1 SVĚTELNÉ OBVODY.....	40
3.3.2 ZÁSUVKOVÉ OBVODY	41
3.3.3 PROVEDENÍ ROZVODŮ ELEKTRINY	42

3.3.4 ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ V UMÝVACÍCH PROSTORÁCH A KOUPELNÁCH.....	44
3.3.5 VÝPOČTY UŽÍVANÉ PŘI TVORBĚ PROJEKTU	45
3.4 LEGISLATIVA.....	46
3.4.1 ZÁKONY	46
3.4.2 VYHLÁŠKY A NAŘÍZENÍ	47
3.4.3 TECHNICKÉ NORMY	48
4 ZPRACOVÁNÍ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE	49
5 ZÁVĚR.....	50
POUŽITÁ LITERATURA	51
SEZNAM PŘÍLOH	54

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1-1 Domovní rozvodnice [26]	17
Obr. 2.3-1 Monstanto Home of the Future [1]	19
Obr. 2.6-1 Centralizovaný systém [10]	25
Obr. 2.6-2 Decentralizovaný systém [10]	25
Obr. 2.6-3 Hybridní systém [10]	25
Obr. 2.6-4 Lineární topologie	27
Obr. 2.6-5 Liniová topologie	27
Obr. 2.6-6 Kruhová topologie	27
Obr. 2.6-7 Hvězdicová topologie	27
Obr. 2.6-8 Stromová topologie	28
Obr. 2.7-1 Logo společnosti ABB s.r.o. [14]	28
Obr. 2.7-2 Logo společnosti Eaton Elektrotechnika s.r.o. [17]	29
Obr. 2.7-3 Logo společnosti ELKOep [21]	30
Obr. 2.7-4 Logo společnosti Legrand s.r.o. [27]	31
Obr. 2.7-5 Logo společnosti AMiT s.r.o. [30]	32
Obr. 2.7-6 Logo společnosti Schneider-electric s.r.o. [32]	32
Obr. 3.3-1 Instalační zóny v místnostech [39]	43
Obr. 3.3-2 Instalační zóny v pracovnách a kuchyních [39]	43
Obr. 3.3-3 Umývací prostor [40]	44
Obr. 3.3-4 Instalační zóny v koupelnách [41]	45

SEZNAM TABULEK

<i>Tab 2.9-1 Porovnání jednotlivých systémů- část 1</i>	34
<i>Tab 2.9-2 Porovnání jednotlivých systémů- část 2</i>	35
<i>Tab 3.3-1 Požadavky na udržovanou osvětlenost některých činností, úkolů a prostor[38]</i>	41
<i>Tab 3.3-2 Minimální počty zásuvek a světel v obytných prostorech (doporučené) [37]</i>	42
<i>Tab 3.3-3 Doporučené maximální délky vedení s jádrem z Cu v závislosti na úbytku napětí [37]</i> ..	42

SEZNAM ROVNIC

<i>Rov. 3.3-1 Výpočtové zatížení.....</i>	<i>45</i>
<i>Rov. 3.3-2 Výpočtový proud</i>	<i>45</i>
<i>Rov. 3.3-3 Úbytek napětí- jednofázový.....</i>	<i>46</i>
<i>Rov. 3.3-4 Úbytek napětí- třífázový.....</i>	<i>46</i>

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

AlFe	Závěsný kabel s hliníkovým jádrem a ocelovým obalem pro venkovní ved.
AYKY	Hliníkový kabel s PVC izolací používaný ve vnitřních rozvodech
AES	Závěsný kabel s hliníkovým jádrem a PE izolací pro venkovní rozvody
HDO	Hromadné dálkové ovládání
kHz	Kilo Hertz
PVC	Polyvinylchlorid
mm²	Milimetr čtvereční
°C	Stupeň Celsia
CYKY	Měděný kabel s PVC izolací používaný ve vnitřních rozvodech
PE	Ochranný vodič tzv. ochranná zem
N	Pracovní (nulový) vodič
EIB	Evropský standard instalační sběrnice
EIBA	Asociace pro evropský standard instalační sběrnice
LON	Lokálně pracující síť
KNX	Standardizovaný komunikační protokol konnex
PLC	Programovatelný logický automat
EN	Evropský standard
ISO	Mezinárodní standard
IEC	Standard vydaná mezinárodní elektrotechnickou komisí
ANSI	Standard vydaný americkým standardizačním institutem
V	Volt
LAN	Lokální neboli místní síť
RF	Radiofrekvenční signál
MHz	Mega Hertz
m	Metr
DIN	Označení montážní lišty do rozváděče
PC	Stolní počítač
V_{DC}	Volt stejnosměrný
PC-Link	Propojovací komunikační adaptér pro Ethernet
m²	metr čtvereční
CIB	komunikační instalační sběrnice pro iNELS
V/V	Vstupně / Výstupní např. signály, moduly atd.
SPI	Sériové periferní rozhraní
CAN	komunikační sběrnice používaná v automobilové technice

ČR	Česká republika
C	Centralizovaný
D	Decentralizovaný
V_{AC}	Volt střídavý
IR	Elektromagnetické záření neboli infračervený signál
sys.	Systém
FeZn	Označení železného pozinkovaného vodiče užívaného v zemnicí soustavě
VZT	Vzduchotechnika
TUV	Teplá užitková voda
ČSN	Česká technická norma
kW	Kilo Watt
A	Ampér
E	Udržovaná osvětlenost
lx	Lux
UGR	Index oslnění
R	Index barevného podání
ČSN EN	Česká technická norma vycházející z evropského standardu
W	Watt
Cu	Měď
mA	Mili Ampér
SELV	Bezpečné malé napětí – způsob ochrany před úrazem elektrickým proudem
PELV	Ochranné malé napětí – způsob ochrany před úrazem elektrickým proudem
P_p	Výpočtové zatížení
P_i	Instalovaný příkon
β	Koeficient soudobosti
I_p	Výpočtový proud
U_s	Jmenovité sdružené napětí soustavy
U_f	Jmenovité fázové napětí soustavy
cos φ	Účinník
ΔU	Úbytek napětí
l	Délka kabelu
P_s	Soudobý přenášený výkon
γ	Konduktivita
S	Průřez vodiče
IE	Inteligentní elektroinstalace

1 ÚVOD

Inteligentní elektroinstalace, v současné době velice často používaný pojem, ať už v oblasti residenčních staveb, tak i průmyslových, kancelářských či veřejných objektů. Jedná se o řešení elektroinstalace, které nejenom usnadňuje a zpohodlňuje ovládání elektroinstalace, umožňuje dohled nad elektroinstalací, ale také umožňuje její částečnou automatizaci a hlavně zmenšuje spotřebu elektrické energie a tím i náklady na provoz objektu. Vzhledem k tomu, že se jedná o poměrně novodobý způsob řešení elektroinstalace, výrobců a systémů není na trhu mnoho, a to se odráží na výši pořizovacích nákladů. Z tohoto důvodu se systémové elektroinstalace používají zejména ve velkých objektech, jako jsou kancelářské budovy, hotely, průmyslová střediska a další, kde doba návratnosti pořizovacích nákladů je o dosti kratší než u rodinných domů či bytů. Avšak lze nalézt residenční objekty, kde je inteligentní elektroinstalace aplikována a s úspěchem i oblibou používána. Díky průmyslovému rozvoji a získané oblibě tohoto způsobu řešení bude v blízké době na trh výrobců přibývat, a tím dojde i ke snížení pořizovacích nákladů.

Projektování inteligentní elektroinstalace se liší od projektování klasických elektroinstalací jen velice málo, a to zejména v řešení rozváděčů, kabelovém rozvodu a způsobu ovládání systému. Projektant musí vycházet z platných zákonů a norem a dalších požadavků na projektovou dokumentaci. Největší pomůckou při tvorbě projektu jsou zkušenosti, znalosti a schopnosti projektanta, díky nimž dokáže vytvořit kvalitní projekt s ohledem na bezpečnost, spolehlivost a co nejmenší pořizovací a provozní náklady.

2 SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU SILOVÝCH A DATOVÝCH ROZVODŮ

2.1 Klasická neboli silová elektroinstalace

Jedná se o systém kabelů, spínačů či vypínačů, ochranných a dalších součástí, jež zajišťují napájení prvků, které jsou přítomny v daném objektu, a to na napěťových hladinách 230 a 400V.

Hlavními částmi elektroinstalace jsou:

Elektrická přípojka nízkého napětí

Realizuje přívod elektrické energie do daného objektu, je definována od odbočky z rozvodné sítě nebo z transformátorové stanice po hlavní domovní pojistkovou skříň nebo hlavní domovní kabelovou skříň. Pro zřízení přípojky musí být podána písemná žádost o připojení k distribuční soustavě, která je následně posouzena a vyhodnocena. Vlastníkem elektrické přípojky je ten kdo uhradil náklady na její zřízení, přípojku pro objekty určené pro bydlení a do vzdálenosti 50m od rozvodné sítě hradí náklady provozovatel distribuční sítě, který se také stává provozovatelem dané přípojky, jeho povinností je zajišťovat její provoz, údržbu a případné opravy. U objektů průmyslových, administrativních a dalších, hradí náklady na zřízení přípojky majitel nemovitosti, který se stává jejím provozovatelem. Pro každý objekt je zřizována pouze jedna přípojka, ve výjimečných případech může mít objekt více přípojek [25].

Rozeznáváme 3 druhy elektrických přípojek:

- *Přípojka provedená venkovním vedením*- je realizována odbočkou na stožárovém vedení a to buďto AlFe lanem (min. 16mm²), závěsným kabelem AYKY (min. 10mm²) nebo závěsný kabelem AES (min. 16mm²), který ústí přípojkové (pojistkové) skříň, ze které je elektřina vedena do elektroměrného rozvaděče [25].
- *Přípojka provedená kabelovým vedením*- může být provedena odbočením z rozpínací skříň kabelového vedení, odbočením z kabelového vedení pomocí speciální spojky, smyčkováním či odbočením z venkovního vedení. Je realizována pomocí hliníkového vodiče o minimálním průřezu 16mm², který je zakončen v přípojkové kabelové skříni, která má stejnou funkci jako pojistková skříň [25].
- *Přípojka provedená kombinací obou způsobů*- je rozdělena na části, jedna část je realizována kabelovým a druhá venkovním vedením [25].

Přípojková (pojistková) skříň

Jedná se o součást elektrické přípojky. Je to místo oddělující odběrný objekt od distribuční soustavy, aby nedošlo v případě poruchy k přenosu zkratových proudů z objektu do distribuční sítě. Oddělení je realizováno pomocí pojistek, které musí být dimenzovány o stupeň výše než hlavní domovní jistič. Zřizovatelem pojistkové skříň je distributor elektrické energie.

Hlavní pospojování

Je ochrana realizována svorkovnicí, na níž jsou navzájem spojeny všechny neživé vodivé části, kterými jsou všechny ochranné vodiče, uzemňovací přívod nebo hlavní ochranná svorka, rozvod potrubí v budově (plyn, voda), kovové konstrukční části, ústřední topení a klimatizace. Hlavní pospojování musí být umístěno co nejblíže vstupu vodičů do objektu. Pokud v instalaci nebo její části nelze splnit ochranné podmínky samočinným odpojením od zdroje, je zapotřebí provést doplňující pospojování.

Elektroměrový rozvaděč

Jedná se o elektrické rozvodné zařízení, jež je vlastně první částí elektroinstalace dané budovy. Je to ocelová či plastová skříň pro venkovní nebo vnitřní umístění (v závislosti na provedení) na podstavec, na sloup nebo přímo do zdi. Obsahuje konstrukci a přípravky pro montáž měřicího, jistícího a spínacího zařízení. Rozvaděč je investicí daného odběratele a energetická společnost do něj usazuje své komponenty [34].

Prvky umístěné v elektroměrovém rozvaděči:

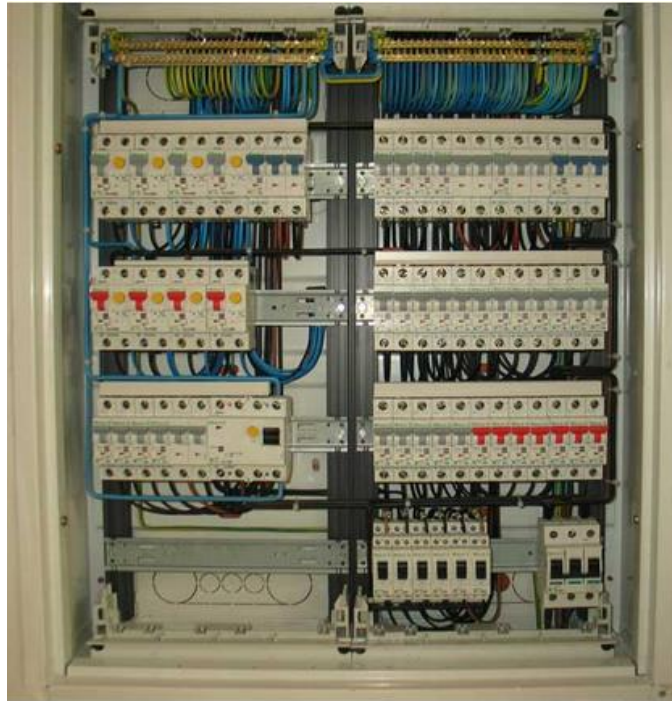
- *Hlavní jistič*- je samočinný ochranný prvek, buďto jednofázový nebo třífázový, na který jsou přivedeny vodiče z přípojky. Při překročení jeho dimenzované hodnoty (velikost protékajícího proudu) následkem přetížení nebo zkratu, zareaguje buďto tepelná nebo zkratová spoušť a jistič vybaví. Hlavní jistič chrání nejenom odběratele před úrazy, poškozením zařízení či požárem, ale také distribuční soustavu před přetížením.
- *HDO (Hromadné dálkové ovládání)*- jedná se o systém určený pro regulaci odběru elektrické energie, který je ovládán na dálku. Obsahuje stykač (spínací prvek) a přijímač impulsního signálu o frekvenci několika kHz. Na HDO jsou připojeny bojler, akumulární kotle, zásuvky v prádelně atd. Slouží k úsporám elektrické energie, kterých je dosaženo díky spínání uvedených spotřebičů v době přebytku elektrické energie neboli v době nízkého tarifu. Výrovce elektřiny vyšle daný signál do rozvodné soustavy a HDO na něj reaguje sepnutím, resp. vypnutím stykače.
- *Elektroměr*- je to elektrický měřicí přístroj, určený pro měření množství spotřebované elektrické energie v objektu. Je instalován a provozován distributorem elektrické energie a na základě naměřených údajů dochází ke stanovení a vyúčtování spotřebované elektřiny.

Rozvodnice

Je stejně jako elektroměrný rozvaděč ocelová či plastová skříň, obsahující konstrukci a přípravky pro umístění jistících a ochranných prvků, kabelových svorkovnic a dalších přístrojů.

V rozvodnici jsou umístěny následující prvky:

- *Jističe*- mají vlastnosti stejné jako hlavní jistič. Používají se pro jištění jednotlivých elektrických okruhů v budově.
- *Proudové chrániče*- jsou elektrické přístroje sloužící pro ochranu zdraví osob, které užívají elektrické vybavení daného objektu. Jedná se vlastně o součtový transformátor, který porovnává velikost proudu tekoucího do obvodu a velikost proudu tekoucího z obvodu. Za normálních podmínek je jejich vektorový součet nulový, ve chvíli kdy je část proudu odváděna mimo daný obvod, je tento součet nenulový, tzn. vtékající a odtékající proudy jsou rozdílné, na tuto změnu chránič zareaguje a rozpojí obvod. Citlivost těchto přístrojů je 30mA a nejčastěji se používají pro ochranu v elektrických okruzích koupelen.
- *Stykače a relé*- slouží pro spínání či rozepínání elektrického obvodu. Umožňují spínání např. vodních čerpadel, tepelných čerpadel, různých motorů atd.
- *Přepětíové ochrany*- nazývané též (svodiče přepětí nebo bleskojistky), slouží jako ochrana zařízení před poškozením izolace přepětím. Za přepětí je považováno napětí, které je minimálně dvakrát vyšší než jmenovité napětí sítě. Přepětíové ochrany se používají hlavně jako ochrana před bleskem a nejsou povinným vybavením rozvodnice.
- *Kabelová svorkovnice*- umožňuje rozebíratelné propojení více vodičů. Nejpoužívanějšími typy jsou svorkovnice se šroubovanými, pružinovými svorkami nebo s plochými kolíky a dále také zářezové svorkovnice.



Obr. 2.1-1 Domovní rozvodnice [26]

Elektroinstalační kabely

Zajišťují nám veškerou elektrovodnou funkci v objektu od rozvaděče po koncové zařízení.

Nejčastěji používané typy kabelů:

- **CYKY**- jedná se o měděné vodiče s PVC izolací a pláštěm na jmenovité napětí 450/750V. Používají se v průřezových řadách od 1,5mm² po 16mm² s počtem žil od 3 do 5. Obsahují 1 až 3 fázové vodiče, PE a N vodič. Prozní teplota od -40°C po 70°C
- **AYKY**- jedná se o hliníkové vodiče se stejnými vlastnostmi jako kabely CYKY, avšak s tím rozdílem, že při stejném průřezu dokáží přenést menší proud než kabely AYKY.

Elektroinstalační krabice

Jedná se o elektrotechnickou součástku, která slouží buďto pro propojení vodičů a kabelů v elektroinstalaci pomocí svorkovnice umístěné v krabici, pro připevnění zásuvek či ovládacích prvků nebo pro kombinaci obou způsobů. Elektroinstalační krabice jsou umístěné ve stěnách nebo na jejich povrchu a jsou vyrobené z termoplastů.

Ostatní nejčastěji používané prvky elektroinstalace

- **Zásuvka**- je součástka sloužící pro připojení elektrospotřebičů k elektrickému vedení v objektu. Obsahuje dvě zdířky, do nichž se zasouvá vidlice neboli zástrčka, na levou zdířku je přiveden fázový vodič a na pravou svorku vodič N. Zásuvka obsahuje také kolík pro připojení spotřebiče na ochranný vodič PE.
- **Vypínač**- je mechanický spínač, který je ovládán ručně pomocí tlačítka a slouží pro spínání či rozpínání fázového vodiče, určený nejčastěji k ovládání osvětlení.
- **Světelný zdroj**- zajišťuje osvětlení v daném objektu a je umístěn ve svítidle. Nejčastěji používanými světelnými zdroji jsou žárovky, zářivky a výbojky, které jsou v současné době nahrazovány diodovými zdroji světla.

a další...

Součástí elektroinstalace jsou také slaboproudé rozvody a to např. rozvody televizní antény, počítačových sítí a domácího telefonu.

2.2 Pojem inteligentní neboli systémová elektroinstalace

Inteligentní dům je takový dům, který zajišťuje optimální vnitřní prostředí pro komfort osob. Je vybaven počítačovou a komunikační technikou, která reaguje na potřeby obyvatel s cílem zvýšit pohodlí, snížit spotřebu energií, poskytnout bezpečí a dokonce i zábavu pomocí různých technologií umístěných v domě.

Často se namísto pojmu inteligentní elektroinstalace používají termíny „automatizovaný dům“, „chytrý dům“ nebo „digitální domácnost“ [1].

S problematikou inteligentních budov souvisí pojmy:

Integrované projektování: Při realizaci domu s nízkou spotřebou je nutné sjednotit architektonický návrh, stavební projekt, ale také projekt technického vybavení domu. Je zapotřebí účelně řešit umístění domu v terénu, jeho orientaci vůči slunci a svahu, sklon a tvar střechy, v neposlední řadě také použití vhodných materiálů [2].

Technické vybavení: Pro úsporu energií je velice důležitý výběr zdrojů tepla (solární panely, tepelná čerpadla), způsob chlazení a výměny vzduchu. Podstatný je také výběr žaluzií, markýz, střešních oken, a zda bude použit akumulční zásobník teplé vody [2].

Integrované řízení: K dosažení maximálního efektu je zapotřebí, aby všechny technologie použité v domě mezi sebou komunikovaly a vytvářeli tak integrovaný řídicí systém, který je ovládán buďto pomocí sběrnic nebo bezdrátově. „Inteligenci“ poskytuje integrovanému řídicímu systému jeho program, který není pro rozsáhlejší budovy snadné vytvořit, a proto vzniká postupně a během tvorby se doladuje [2].

Ekologie: Systémy inteligentních elektroinstalací jsou velmi šetrné k životnímu prostředí díky integraci alternativních zdrojů energie a jejich efektivnímu řízení ve vazbě na nízko energetické stavby. Mohou se také vyznačovat, v případě vypnutých spotřebičů, nulovým elektromagnetickým vlněním ve stěnách a podlahách [1].

2.3 Vývoj Inteligentních elektroinstalací

Za průkopníky chytrého bydlení jsou považováni Američané, tedy zejména společnost Disney ve spolupráci se společností Monsanto Plastic Company. Tyto dvě společnosti představili v roce 1957 koncept domu, který představoval bydlení za 30 let, tzn. v roce 1987. Tento projekt je nazýván „Monsanto Home of the Future“. Dům byl zajímavý nejen svým zvláštním vzhledem, ale také způsobem ovládání jednotlivých spotřebičů, jednalo se decentralizovaný systém, obsahující stmívací prvky osvětlení, ovládání žaluzií, topení a výsuvných úložných prvků [1].



Obr. 2.3-1 Monstato Home of the Future [1]

V padesátých až sedmdesátých letech docházelo k rozvoji zejména domácích spotřebičů, mezi které patřily telefony, televize, myčky nádobí, pračky a mikrovlnné trouby. Na počátku 70. let energetická krize a nárůst cen ropy vedly k počátku vývoje projektů s cílem snížení spotřeby elektrické energie vytápěním, osvětlením atd... Pojem „smart home“ neboli chytrý dům byl uznán americkou National Association of Home Builders až v roce 1984. Ve stejném roce byl shodou okolností představen první osobní počítač s grafickým rozhraním od společnosti Apple. Právě rozvoj počítačů a digitálního zpracování obrazu a zvuku byl hlavním hnacím prvkem pro rozvoj inteligentních domů [1].

V roce 1987 vznikla společnost Instabus Gemeinschaft. Cílem této spol. bylo vyvinout systém pro měření, řízení a regulaci provozních stavů v budovách. Cílem bylo splnění požadavků na projekční a instalační jednoduchost, systém měl být volně rozšiřovatelný a otevřený pro nové aplikace [4].

V roce 1990 byl spuštěn projekt „Smart-House“, obsahující systémy zajišťující zábavu, bezpečnost, komunikaci, spotřebiče a vytápění, které byly integrovány v řídicím systému. Projekt byl dokončen v roce 1991 a sklídl obrovský úspěch. V květnu roku 1990 vznikla v Evropě asociace EIBA se sídlem v Bruselu, která měla hlavní cíl zavést na trh logo EIB jako ukazatel kvality, kompatibility a přizpůsobit technologii EIB požadavkům systémové techniky budov. Výsledkem bylo vytvoření normy, pro nezávislost na jednom konkrétním výrobci a bezchybnou spolupráci zařízení různých výrobců v jednom objektu [2],[3],[4],[5].

Koncem roku 1991 byl vyvinut první dodnes používaný *neuronový čip*, který představoval integrovaný obvod obsahující procesor, sběrníkové připojení a firmware zajišťující komunikaci. Za použití tohoto čipu vznikla sběrníková technologie, která byla označena LON (lokálně pracující síť) a stala se univerzálním řešením decentralizovaných systémů [4].

Belgická firma Niko, představila v roce 1997 systém Nikobus, který byl jakousi odlehčenou oproti ostatním méně finančně a projekčně náročnou domácí variantou. Tento systém byl navržen speciálně pro domy a byty, na něž se omezuje svými funkcemi [4].

Standard konnex (KNX) zastřešující všechny dostupné technologie byl definován teprve na konci roku 2003. Také vznikla asociace Konnex z tehdejší mezinárodní asociace EIB. Díky dlouholetému integračnímu a certifikačnímu úsilí vznikla obrovská nabídka produktů z různých oblastí techniky prostředí budov a to od více než sta výrobců [4].

V České Republice můžeme s trochou nadsázky mluvit o inteligentním domě již na konci dvacátých let, kdy byl německým architektem Mies van der Rohem vytvořen návrh vily, známe pod jménem Tugendhat. Zajímavostí tohoto objektu je vytápění jednoho z pater horkým vzduchem vháněným do místnosti průduchy v podlaze a stěnách ze spodního technického patra, ovládání dvou velkých oken v obytné místnosti pomocí elektromotorů a fotobuňkou hlídající přechod z ulice na terasu. V roce 2005 otevřela společnost Microsoft společně s partnery v Praze digitální Superbyt, software zajišťoval Windows XP s Windows Media Center a systémovou instalací byl Xcomfort od firmy Moeller Elektrotechnika. Ve stejném roce byla firmou ELKO EP ve spolupráci se společností Teco vyvinuta moderní generace systému inteligentní elektroinstalace Inels. Tento systém obsahuje jednotku na bázi PLC a sběrnici CIB [1],[3].

V současné době je značně oblíbená bezdrátová technologie pracující na principu přenosu informací rádiovými vlnami nebo infračerveným zářením. Základem, této technologie, je komunikační standard ZigBee. Bezdrátová komunikace spočívá v propojení aplikace v přenosném médiu s čipovou sadou systému. Nejčastějšími sběrniceovými standardy jsou KNX, Nikobus a LON. Na těchto standardech je v dnešní době založen firmami nabízený téměř veškerý sortiment výrobků, lišících se pouze nadstandardními funkcemi, cenou atd. [4].

Plány vývojářů jsou široké, počínaje zautomatizováním domácností, přes automatizaci celých obytných a průmyslových budov až po plošný sběr, zpracování a distribuci informací. Základní myšlenkou stále zůstává zvýšení komfortu, bezpečnosti a úspora energie.

2.4 Řízení a ovládání systémové elektroinstalace

Systémovou instalaci lze ovládat velice jednoduše a intuitivně, vše pouhým dotykem prstu nebo hlasem. Každý obyvatel objektu může mít jinou ergonomii ovládání. Systém může upozornit na novou poštu v domovní schránce, rozsvítit světla při cestě na toaletu, ráno spustit automatický budík, pomalu otevřít žaluzie, zapnout kávovar a mnoho dalších příjemných funkcí. Stav domácnosti lze kontrolovat odkudkoliv pomocí zařízení vybavených připojením k internetu [1].

Řídicí systém inteligentní elektroinstalace je založen na sběrniceové komunikaci s vhodnou topologií sítě nebo na bezdrátové komunikaci. Volba typu komunikační sběrnice, vhodné topologie sítě a typu bezdrátového přenosu je závislá na rozsáhlosti elektroinstalace, požadavcích na ovládání a kompatibilitě použitých prvků. Komunikační rozhraní je určeno k přenosu dat mezi jednotlivými prvky elektroinstalace [8].

Všechny přístroje, jež jsou součástí elektroinstalace lze rozdělit do čtyř skupin:

- *Snímače* neboli *senzory*, jsou přístroje reagující na danou událost v systému, kterou může být např. stlačení vypínače, změna teploty, tlaku nebo vlhkosti a další. Veškeré změny v systému jsou snímači automaticky oznamovány na sběrnici. Mezi snímače patří sběrniceová tlačítka, termostaty, detektory pohybu, spínače, požární hlásiče, binární vstupy a jiné [8].

- *Aktivní členy (aktory)* realizují určitou operaci, která je důsledkem změny v systému vyvolané snímačem nebo samotným systémem. Při poklesu teploty se spustí vytápění, po stisku tlačítka se roztáhnou rolety, po reakci detektoru pohybu se spustí alarm apod. Aktivními prvky jsou řídicí jednotky s výkonovými spínači a stmívací jednotky [8].

- *Systémové přístroje a komponenty* zajišťují základní funkce systému a vytvářejí jeho infrastrukturu. Do této skupiny patří vazební členy neboli routery, RF modulové přijímače, sběrníkové zdroje napětí, sběrníkové zesilovače, řadiče, rozhraní pro připojení externích zařízení aj [8].

- *Řídicí prvky (kontroléry)* mohou zajišťovat vzájemné logické propojení snímačů a akčních prvků pro zajištění vyššího počtu komplexních funkcí. Mezi řídicí prvky patří logické členy, logické moduly apod. [16].

2.4.1 Činnosti, které inteligentní systém umožňuje řídit či ovládat

Ovládání osvětlení

Světelná technika může být ovládána pomocí vypínačů, stmívačů, dálkových spínačů, pohybových senzorů nebo také podle naprogramovaného režimu. Automatizovaná regulace osvětlení spínání v závislosti na přítomnosti osob v místnosti vede k vysokým úsporám elektrické energie. Nemalá pozornost je také věnovaná naprogramovanému spínání svítidel během nepřítomnosti, které může pomoci zabezpečení budovy [7].

Regulace vytápění, chlazení a ventilace

Teplota ve všech místnostech objektu je snímána senzory, které předávají informace o aktuálních podmínkách řídicí jednotce tepelného zdroje, která reguluje teplotu podle přednastavených hodnot. Díky funkci časování je možné nastavit několik teplotních režimů, které mohou být pro každou místnost jiné. Regulace teploty však nemusí být ovládána pouze časovači, ale také pomocí pohybových senzorů reagujících na přítomnost osob. Systém také může, díky samočinné vazbě, vypnout vytápění místnosti při otevření okna [5].

Řízení provozu stínící techniky

Stínící techniku lze ovládat nejenom ručně pomocí spínačů zabudovaných ve zdi, ale také bezdrátově, pomocí časových programů, soumrakových snímačů nebo v závislosti na intenzitě slunečního záření. Program stínící techniky může pomoci k úspoře elektrické energie spotřebované pro vytápění nebo osvětlování a to vhodným natáčením lamel žaluzií pro odrazení slunečních paprsků do vnitřního prostoru v zimním nebo do venkovního prostoru v letním období. Venkovní stínící technika může být vybavena snímači povětrnostních vlivů, které ji chrání automatickým svinutím tak, že se žaluzie či rolety samy zatáhnou [7].

Ovládání střešních oken, bran a dveří

Střešní okna mohou mít vazbu na povětrnostní a srážkový senzor, díky němuž dojde při dešti k jejich zavření, se senzorem povětrnostních vlivů mohou mít vazbu i ventilační skleníky. Dále elektricky ovládané dveře, brány a vrata mohou být ovládána dálkově, senzoricky a také spojena se systémem požární signalizace nebo zabezpečovacím systémem budovy [5].

Optimalizace spotřeby energie

Díky možnosti měření spotřeby energie a tím, že je systému umožněno zablokovat chod vybraných spotřebičů po dobu chodu jiných spotřebičů s vyšší prioritou, lze vytvářet programové vazby, které zabezpečí, aby okamžitý odběr elektrické energie nepřesáhl stanovenou hodnotu [5].

Zabezpečovací systém

Většina výrobců nabízí elektronický zabezpečovací systém jako součást elektroinstalace, díky tomu máme každou chvíli přehled o chodu domácnosti, ať už jde o požární systém, alarm, kamerový systém, detektory rozbití skla nebo infračervené závory. Při jakékoliv události může systém informovat samotného uživatele přes mobilní telefon nebo bezpečnostní agenturu. Při odchodu posledního jedince z objektu se automaticky zapne alarm, vypnou se světla a zatáhnou rolety. Systém také může vypnout námi požadované zásuvky a uvést vytápění či klimatizaci do udržovacího režimu [1].

Elektronické prvky určené pro zábavu a odpočinek

Díky multifunkčním ovladačům může uživatel spustit přehrávání oblíbeného filmu jediným tlačítkem. Se současným ztlumením osvětlení a zatažením žaluzií vyjede plátno i projektor a nastaví se požadovaná hlasitost pomocí zesilovače. Z kteréhokoliv místa v domě či zahradě jsou k dispozici rodinné fotografie, oblíbená hudba, filmy, internet, elektronická pošta, příjem televizního či satelitního vysílání a další [1].

Vzdálené ovládání

Uživatel si sám stanoví rozsah vzdáleného přístupu. Může se jednat o bezdrátové RF ovladače, telefonický přístup, kterým lze ovládat je malé množství funkcí, nebo internetové rozhraní, přes které lze díky možnosti vizualizace ovládat a programovat elektroinstalaci pomocí přenosného zařízení, kterým mohou být notebooky, tablety či moderní telefony [5].

2.5 Možnosti využití systémových elektroinstalací v objektech

Bytové a rodinné domy:

Inteligentní systémy se využívají hlavně v domech a bytech se značným komfortem a velkými nároky na úsporu elektrické energie. Mezi běžné funkce u těchto objektů patří ruční či automatické řízení osvětlení, regulace vytápění a klimatizace, ovládání provozu stínící techniky. Řídicí systém často funguje ve spolupráci s dalšími systémy, zejména se systémem elektronického zabezpečení. Častým je také využívání bezdrátového ovládání a vzdáleného přístupu a také možnost vizualizace objektu [5],[6].

Administrativní budovy:

Jedná se o kancelářské a správní objekty, ve kterých je kladen důraz na komfort a úsporu energií. Protože jsou tyto objekty využity pouze několik hodin během dne, jsou vybaveny automatickým řízením teploty a osvětlení. Systém před začátkem pracovní doby přepne do komfortního režimu a po jejím skončení zpět do režimu úsporného. Aby se zamezilo zbytečnému vytápění a osvětlování prázdných kanceláří (např. během dovolených, školení atd...) je objekt vybaven snímači přítomnosti osob. Díky vizualizačním zařízením je možné upravit stav osvětlení, teplotu, ovládat žaluzie a další, a pro ovládání vyššího počtu objektů a společnou vizualizaci na jediném místě lze použít vzdálený přístup. Uplatňují se zde i kartové systémy pro řízení přístupu a také propojení s elektronickým bezpečnostním systémem [5],[6].

Průmyslové objekty:

Ve výrobních procesech je kladen důraz na úsporu energií, a proto se zde využívá automatické řízení osvětlení, vytápění a větrání. Systém také hlídá hodnotu maximálního odběru elektrické energie. Mezi velmi důležité funkce patří rychlé hlášení případných poruch a elektronické zabezpečení objektu [5],[6].

Zdravotnické objekty:

Použitím systémové instalace lze vytvořit optimální prostředí pro osoby se zvýšenou péčí. Díky systému automatického provozu žaluzií v závislosti na venkovním osvětlení a povětrnostních podmínkách, který spolupracuje se systémem osvětlení i systémem topení a klimatizace, lze dosáhnout příjemných teplotních a světelných podmínek v jednotlivých místnostech při optimální spotřebě elektrické energie. Vhodné je také použití automatických regulátorů pro stálou osvětlenost specifických prostor. Pomocí zobrazovacích panelů lze kontrolovat i ovládat společné prostory a díky pohybovým senzorům a kamerám na chodbách, schodištích a výtazích má personál celý objekt pod kontrolou. Neméně důležitým je elektronický zabezpečovací systém pro detekci poruch a ovládání záložních systémů [5],[6].

Školní budovy:

Vysokých úspor elektrické energie je dosaženo nejen automatizovaným vytápěním, které odstraní nepřesné a nespolehlivé ruční ovládání ventilů topení nebo termostatických ventilů, ale také samočinným řízením světelných okruhů v učebnách s využitím snímačů přítomnosti a ovládacích panelů pro vhodnou regulaci osvětlení. Současným propojením se systémem stínící techniky lze dosáhnout razantnějšího snížení provozních nákladů. Při přípravě jídel ve školní kuchyni lze díky hlídání maximálního odběru zablokovat procesy s menší prioritou. Školní objekty bývají vybaveny řízením přístupu pomocí kartového systému a vzdáleným přístupem pro dálkový dohled nad chodem budovy [5],[6].

Ubytovací zařízení:

Komfortní režim vytápění či klimatizace je aktivován pouze v rezervovaných pokojích nebo v místnostech, kde je detekována přítomnost osob, v ostatních místnostech je udržován úsporný režim. Použitím okenních kontaktů dojde při otevření okna k vypnutí vytápění a vyslání informace do ovládacího centra o tom, že je okno otevřené. Pro otevření dveří, aktivaci osvětlení a dalšího elektronického vybavení pokoje jsou použity kartové systémy. Zapnutí osvětlení na chodbách uskutečňují spínače s detektory pohybu. Elektronické vybavení kongresových center hotelu je řízeno pomocí dálkových ovladačů a ovládacích panelů. Ubytovací zařízení je vybaveno bezpečnostním systémem, jehož součástí je i kamerový systém. Pro snadnou a okamžitou lokalizaci poruchy slouží poruchové hlášení přenášené na ovládací panel řídicího centra [5],[6].

Obchodní podniky:

Důraz je kladen hlavně na zabezpečení a úsporu energií ve vnitřních prostorách a výlohách. Vytápění a větrání je řízeno v závislosti na využívání prodejních prostor. Osvětlení je regulováno pro stálou osvětlenost a vytváření světelných scén. Osvětlení výloh je automaticky spínáno v závislosti na venkovním osvětlení, stejně tak v závislosti na venkovním osvětlení jsou ovládány žaluzie či markýzy. Zabezpečení objektu je zprostředkováno elektronickým zabezpečovacím systémem s pohybovými čidly a kamerami, který ovládá i bezpečnostní mříže a rolety [5],[6].

Sportovní a rekreační zařízení:

Tato zařízení patří mezi velké odběratele elektrické energie, proto má řešení formou systémové elektroinstalace krátkodobou návratnost. Nejdůležitější funkcí je hlídání maximálního odběru a z hlediska nepravdělného vytížení se uplatní automatizované vytápění. Ovládání osvětlení např. hracích ploch je řešeno bezdrátově či ovládacím panelem. Uplatní se zde i stmívače osvětlení a spínání v závislosti na venkovním osvětlení. Na sportovních stadionech je typické propojení více systémů, např. u zimního stadionu propojení systému automatizovaného chodu chladících zařízení v závislosti na teplotě ledové plochy, s elektronickým systémem zabezpečení, systémem požární ochrany a systémem ohřevu teplé vody.

2.6 Standardy sběrníkových systému pro řízení elektroinstalací

Systémové řízení budov spočívá v komunikaci ovládacích členů s výkonovými prvky pomocí společné sběrnice či RF přenosu. Každý spotřebič je spínán podle instrukce získané ze sběrnice či vysílače. Výběr typu přenosového média závisí na rozsahu dané elektroinstalace, požadavcích uživatele, a kompatibilitě jednotlivých prvků instalace. Sběrnice je obvykle tvořena párem vodičů (kroucená dvojlinka), jimiž jsou jednotlivé prvky instalace propojeny, kdežto bezdrátovou komunikaci tvoří pouze vysílače a přijímače RF či IR signálu. [8].

Inteligentní elektroinstalace a problematiku s nimi spojenou můžeme členit podle kritérií:

- Kompatibilita a normalizace protokolů
- Centralizovanost
- Komplexnost
- Přenosové médium
- Topologie

2.6.1 Kompatibilita a normalizace protokolů

Dělení podle způsobu vývoje a prezentování na veřejnosti.

Otevřený systém

Zařízení, kompatibilní s tímto systémem, může nabízet kterýkoliv výrobce, protože daný systém je podložen veřejně dostupným standardem (EN, ISO, IEC, ANSI). Prvky od různých výrobců se liší pouze jiným aplikačním programem. Výhodou těchto systémů je velký výběr komponent v různých cenových kategoriích a vysoká variabilnost projektů. Avšak z důvodů vysoké ceny nejsou vhodné pro menší elektroinstalace. Do této skupiny systémů patří např. KNX/EIB, DALI, LONWORKS atd. [9].

Uzavřený systém

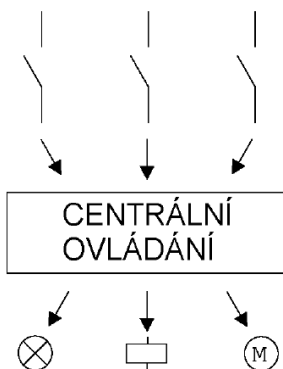
Je to systém od jednoho či menší skupiny výrobců. Způsob komunikace a fungování daného systému není veřejně dostupný. Tyto systémy jsou určeny pro menší budovy, jsou finančně příznivější než otevřené systémy a jsou vyráběny velkým množstvím firem, mezi tyto systémy patří např. iNELS Bus, Nikobus, Ego-n a další. Tyto systémy jsou snadno programovatelné, avšak většina funkcí je dána od výrobce a nelze je editovat. Hlavní nevýhodou je menší variabilita zařízení a jejich designů závislá na jednom výrobcu [9].

2.6.2 Centralizovanost

Pod pojmem centralizovanost rozumíme místo nebo místa elektroinstalací, která celý systém řídí.

Centralizovaný systém

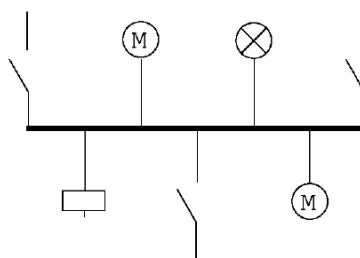
Činnosti veškerých prvků elektroinstalace jsou řízeny povely hlavní řídicí jednotky, na niž jsou hvězdicově připojeny. Všichni účastníci mají své vlastní připojení s řídicí jednotkou, které je buďto sběrníkové (iNELS, Ego-n) nebo pomocí vlastního vedení (PLC). Tento druh systému se používá v menších budovách tj. rodinných domech, kancelářích atd... Hlavní výhodou je možnost využívání a vyhodnocování dat o dění v objektu, tím i lepší řešení systémových problémů. Velkou nevýhodou centralizovaného řízení je kolaps celého systému v případě poruchy řídicí jednotky [10],[11].



Obr. 2.6-1 Centralizovaný systém [10]

Decentralizované systémy

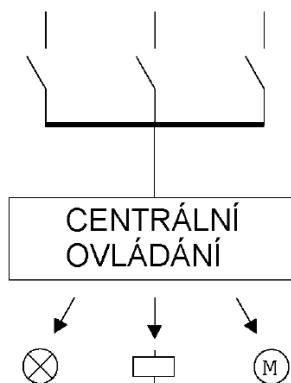
Tento systém neobsahuje hlavní řídicí jednotku, ale všechny prvky mají svoji vlastní řídicí jednotku a jsou propojeny pomocí sběrnicevého vedení, tzn., že žádný není nadřazen a veškerou komunikaci si každý prvek zajišťuje samostatně. Používají se ve velkých veřejných nebo kancelářských budovách, školách atd... Výhodou je větší spolehlivost provozu. Mezi nejznámější decentralizované systémy patří KNX/EIB, LON nebo Xcomfort [10],[11].



Obr. 2.6-2 Decentralizovaný systém [10]

Hybridní systémy

Jedná se o kombinaci centralizovaného a decentralizovaného systému. Spojuje výhody obou systémů a tím minimalizuje náklady na celý systém. Veškeré vstupy (tlačítka, spínače, termostaty) jsou připojeny na sběrnici, která je připojena k řídicí jednotce, na níž jsou hvězdicově připojeny také výstupy. Mezi nejznámější výrobce používající hybridní systém patří Nikobus [10],[11].



Obr. 2.6-3 Hybridní systém [10]

2.6.3 Komplexnost

Značí, zda je systém určen pro řízení všech úloh automatizace budov i jiných technologií nebo se specializuje na jednu konkrétní oblast (např. vytápění, řízení osvětlení atd...). Specializované systémy, mezi které patří DALI, DMX512 (řízení osvětlení), OpenTherm (ovládání kotlů a bojlerů), a M-Bus (sběr dat z měřičů), fungují ve spolupráci s nadřazenými systémy [9].

2.6.4 Přenosové medium

Pro přenos informací v systému není vždy použita sběrnice nebo kabelové vedení. Mnohdy je pohodlnější i užitečnější bezdrátové ovládání, vzdálené ovládání pomocí internetu a v neposlední řadě také ovládání silovým vedením [9].

Mezi nejčastěji používaná přenosová média patří:

- *Sběrnicové vedení*- je tvořeno kabelem určitých vlastností pracujícím na úrovni bezpečného napětí. Tohoto typu vedení využívají systémy: Ego-n, Nikobus, KNX/EIB, iNELS a LON [9].
- *Powerline 230V*- je vhodné pro rozšíření stávající elektroinstalace, protože prvky mezi sebou komunikují po rozvodech nízkého napětí. Tento způsob využívají systémy LON nebo KNX/EIB [9].
- *Ethernet*- funguje přes připojení k místní síti LAN. Umožňuje uživatelům vzdálené ovládání a kontrolu přes internet, současně zrychluje komunikaci mezi jednotlivými prvky rozsáhlejších elektroinstalací a také podporuje vzájemnou komunikaci mezi více systémy [9].
- *Optické vlákno*- je určeno pro přenosy na delší vzdálenosti, dosahuje vyšších rychlostí komunikace než ostatní přenosová média a jeho hlavní výhodou je odolnost proti elektromagnetickému rušení [9].
- *Bezdrátové spojení (RF)*- veškerá komunikace probíhá bezdrátově na frekvenci 868MHz s dosahem 200-300 m, vysílače nepotřebují pro svoji činnost externí napájení, jsou napájeny z baterie. Instalace prvků bez jakéhokoliv zásahu do stávající stavby. Tento způsob ovládání je vysoce flexibilní a je využíván systémy X-Comfort nebo RF Control [12].

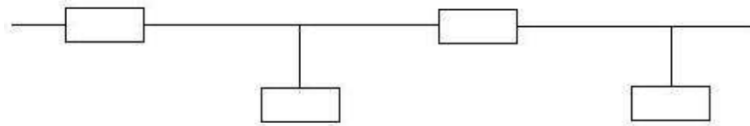
Přenosová média jsou běžně kombinována pro zrychlení komunikace a zvýšení komfortu ovládání. Tzn., že sběrnicové vedení může být doplněno o bezdrátové ovládání a současně připojeno k počítačové síti.

2.6.5 Topologie

Topologie je způsob propojení jednotlivých prvků sběrnice. Sběrnice neslouží k napájení prvků, ale pouze k jejich ovládání. V praxi se nejčastěji používají kombinace různých topologií a každý výrobce u svého produktu definuje možnosti propojení.

Lineární topologie

Jednotlivé prvky jsou připojovány na průběžné vedení. Výhodou je přehlednost, jednoduchost připojování prvků do sběrnice, snadná rozšiřitelnost a malá spotřeba propojovacího kabelu. Nevýhodou je však výpadek více než jedné stanice při poruše sběrnice [6].



Obr. 2.6-4 Lineární topologie

Liniová (sériová) struktura

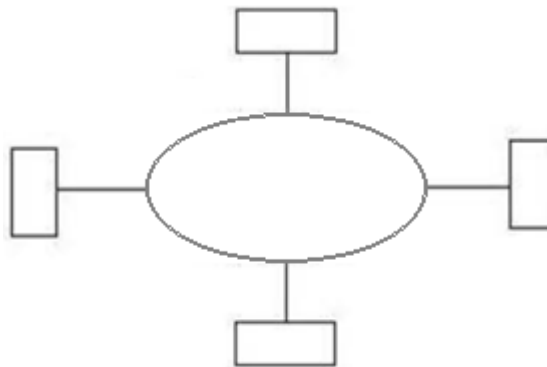
Prvky jsou propojovány na sběrnici sériově (jeden prvek za druhým) bez odboček. Řídící jednotku lze umístit na jakékoliv místo ve sběrnici. Jedná se o levnou a jednoduchou strukturu. Nevýhodou je výpadek více prvků při poruše kteréhokoliv prvku [6].



Obr. 2.6-5 Liniová topologie

Kruhová struktura

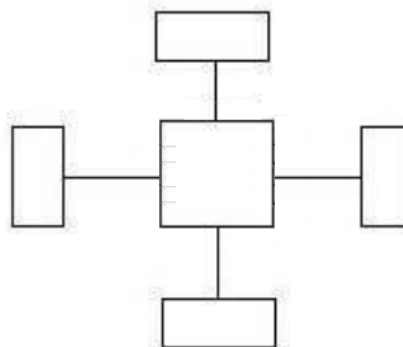
Je tvořena postupným propojováním prvků a následným spojením obou konců sběrnice. Tato struktura je jednoduchá, přehlednější a bezpečnější, díky menšímu počtu ovládacích vedení [6],[13].



Obr. 2.6-6 Kruhová topologie

Hvězdicová topologie

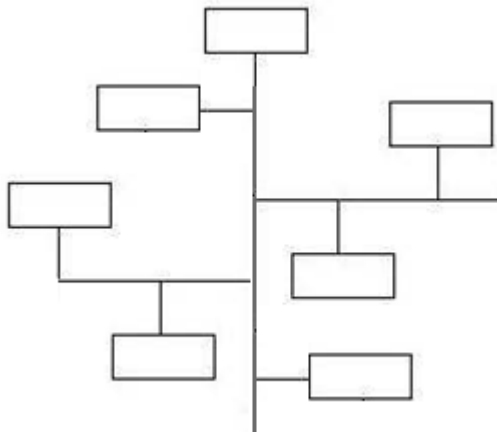
Středem této struktury je řídicí jednotka, na kterou je každý prvek připojen vlastním vedením. Hlavní výhodou je spolehlivost, při výpadku kteréhokoliv prvku nebo vedení nedojde k výpadku dalších částí struktury, a také možnost snadného rozšiřování. Nevýhodou je množství spotřebovaných kabelů a tomu odpovídající cena a také selhání celé sítě při výpadku centrálního prvku [6],[13].



Obr. 2.6-7 Hvězdicová topologie

Stromová topologie

Jedná se o propojení, hvězdicové a lineární topologie, připomínající strom a z toho vyplívají i výhody- bezpečnost, cena a možnost rozšíření. Komunikace probíhá po jednotlivých větvích, a proto nedojde ke kolapsu celé struktury při výpadku na části vedení [6],[13].



Obr. 2.6-8 Stromová topologie

2.7 Nejznámější výrobci a systémy používané v ČR

2.7.1 ABB s.r.o., Elektro-Praga

Společnost se sídlem v Jablonci nad Nisou vznikla v roce 1993 jako součást národní skupiny ABB. Od té doby působí na českém a zahraničním trhu s programem výrobní a obchodní činnosti v oblasti elektroinstalačního materiálu, kterým jsou zejména spínače, zásuvky a další příslušenství pro průmyslové i domovní použití, vč. řídicích systémů Ego-n a i-Bus® KNX[14].



Obr. 2.7-1 Logo společnosti ABB s.r.o. [14]

2.7.1.1 Ego-n

Jedná se o uzavřený centralizovaný sběrniceový systém, který využívá pro komunikaci mezi prvky sběrnici, tvořenou čtyř-vodičovým kabelem nebo radiofrekvenční přenos. Dva vodiče kabelu slouží pro napájení systémových prvků a zbylé dva pro přenos informací. Pro komunikaci prvků s řídicím modulem se používá primární sběrnice a pro propojení více řídicích modulů (max. 8) slouží sekundární sběrnice. Topologie sběrnic je lineární. Při maximálním rozsahu lze do systému zapojit až 512 prvků. Velkou výhodou je použití vyjímatelných paměťových karet, sloužící pro uložení veškerých nastavení pro případ poruchy a následné výměny některého z prvků. Akční členy i další systémové prvky jsou vyráběny v klasickém modulovém provedení na DIN lištu v rozváděči. Pro nastavení základních funkcí jednotlivých prvků slouží tlačítka umístěná na jednotlivých přístrojích, není nutné použít počítač. Systém je vhodný pro novostavby či rekonstrukce domovních či bytových objektů, ale není vhodný pro rozsáhlejší komplexy budov [15].

2.7.1.2 ABB i-bus® KNX

Systém je otevřený a decentralizovaný, nastavení systému nevyžaduje PC ani jinou speciální řídicí jednotku. Všechny naprogramované funkce jsou uloženy v jednotlivých jednotkách přístrojů připojených na sběrnici. Každý účastník sběrnice si může vyměňovat informace s kterýmkoliv dalším účastníkem. Sběrnice je složena s tzv. linií, což jsou nejnižší konfigurační úrovně o délce maximálně 1000m a na každou z nich lze připojit maximálně 64 přístrojů neboli účastníků sběrnice, aktuální počet je závislý na volbě napájecího zdroje a na spotřebě jednotlivých prvků. Linie může být kladena jakýmkoliv způsobem, může být liniové, hvězdicové i stromové struktury nebo také u větších komplexu kombinací těchto topologií. Hlavní linie tvoří propojení mezi liniovými spojkami, kterými jsou vzájemně propojeny dílčí linie. Hlavní i dílčí linie vyžadují vlastní napájecí zdroj. Tento typ systému je celosvětově rozšířen a lze využít pro všechny objekty od bytů po rozsáhlá průmyslová zařízení [16].

2.7.2 Eaton Elektrotechnika s.r.o (dříve Moeller)

Společnost vznikla v roce 1993 a je výrobcem přístrojů pro domovní a průmyslové elektroinstalace, přístrojů pro distribuci elektrické energie záložních zdrojů. Od roku 2008 patří do skupiny Eaton Corporation, která poskytuje zákazníkům účinná zařízení pomáhající efektivně řídit elektrickou, hydraulickou a mechanickou energii. Své výrobky dodává do více než 175 zemí světa. Společnost nabízí dva řídicí systémy xComfort RF a Nikobus [17].



Obr. 2.7-2 Logo společnosti Eaton Elektrotechnika s.r.o. [17]

2.7.2.1 xComfort RF

Jedná se o systém pracující na principu radiofrekvenčního přenosu informací a to na frekvenci 868,3 MHz. Systém lze využít na modernizaci stávajících elektroinstalací, ale také pro rekonstrukce či novostavby s použitím minimálního množství kabelů. Spínací prvky neboli aktory mohou být umístěny přímo ve spotřebičích (tj. svítidlech, roletách nebo v instalačních krabicích). Senzory (nástěnná tlačítka, teplotní senzory, detektory pohybu a další.) lze lepením umístit kdekoliv, nebo se může jednat o přenosné dálkové ovladače. Každý aktor je ve spojení pouze s jedním či skupinou senzorů, na ostatní nereaguje, pokud vysílač není v dosahu požadovaného aktoru mohou ostatní aktory či senzory sloužit jako zesilovače signálu a předají ho dál. Systém je také vybaven malou zobrazovací jednotkou Room Manager s grafickým displejem používanou pro zónové bezdrátové řízení vytápění, časové spínání spotřebičů a pro další funkce. Pro ekvitermní zónové řízení vytápění, časové, logické a jiné komfortní funkce slouží řídicí a vizualizační jednotka Home Manager RF, která obsahuje také RF interface sloužící pro možnost vizualizace hodnot a stavů, případně ovládání RF komponent z počítače nebo touch screenu [18].

2.7.2.2 Nikobus

Je to částečně decentralizovaný (hybridní) systém, který byl vyvinut speciálně pro domy a byty a je funkčně omezen pouze pro tyto oblasti. V systému jsou vysílány pouze povely zapnout/vypnout a tudíž se nejedná o žádné komplikované příkazy a datové přenosy. Všechny výstupy jsou připojeny přímo na řídicí spínací, stmívací či roletové jednotky. Základem všech

jednotek je mikroprocesor, jednotky řídí činnost systému odděleně nebo ve vzájemné součinnosti. Na jednu jednotku lze připojit až 12 výstupů a maximálně 256 senzorů. Sensory jsou připojeny k jednotkám pomocí sběrnice, tvořené kroucenou dvojlinkou o libovolné topologii, napájené malým bezpečným napětím $9V_{DC}$ a galvanicky oddělené od silového rozvodu. Systém je velice flexibilní, umožňuje sestavení celého elektrického obvodu ze stavebnice a také poskytuje možnost přizpůsobení měnicím se požadavkům a rostoucím nárokům uživatelů. Programování je jednoduché a není vždy zapotřebí počítač, postačí pouze malý šroubovák, avšak pro časově výhodnější a přesnější parametrizaci lze počítač připojit přes komunikační jednotku PC-Link. Systém je, jak již bylo řečeno, vhodný pro domy a byty, ale lze jej použít v jakýchkoliv objektech (kanceláře, firmy, školy a další.) o rozloze maximálně $4000m^2$ [19],[20],[5].

2.7.3 ELKOep

Česká společnost se sídlem v Holešově působí na českém trhu již 20 let. Jde o výrobce modulových elektronických přístrojů pro domovní i průmyslové elektroinstalace. V posledních letech soustředí společnost hlavní zájem do oblasti inteligentních elektroinstalací, ve které se dostala mezi lídry trhu. Produkované výrobky přispívají nejen ke komfortnímu ovládání, ale také jsou šetrné vůči životnímu prostředí a šetří elektrickou energii. V současné době má společnost zastoupení v sedmi zemích Evropy a exportuje do 60 zemí celého světa. Veškerý produktový sortiment je rozdělen do tří skupin- relé (klasické modulové přístroje), iNELS Bus Systém (sběrniceový systém) a iNELS RF Control (bezdrátový systém) [21].



Obr. 2.7-3 Logo společnosti ELKOep [21]

2.7.3.1 iNELS Bus System

Komplexní uzavřený centralizovaný systém určený pro řízení provozu daného objektu od regulace vytápění, ovládání osvětlení, žaluzií a jiných spotřebičů, až po elektronické zabezpečení domu. Přenos informací mezi prvky a napájení připojených periferních jednotek zajišťuje dvou vodičová instalační sběrnice CIB využívající volné topologie (lineární, hvězdicové, stromové a jejich kombinací). Sběrnice je připojena na zdroj stejnosměrného napětí $27,2V_{DC}$ a může být dvojího typu CU2-01M pro připojení až 192 jednotek a CP-1000 pro připojení 320 jednotek (vhodná pro rozsáhlejší elektroinstalace), aby bylo možné dosáhnout takovýchto počtů jednotek je zapotřebí rozšířit počet větví na maximální hodnotu pomocí master modulů MI2-02M. Funkce a provozní parametry se nastavují pro jednotlivé účastníky pomocí PC. Aby se zabránilo zbytečným výdajům za funkce, ovládací prvky a další komponenty, je systém dělen na 4 úrovně: iNELS minimal (systém určený pro řízení pouze některých samostatných částí elektroinstalace), iNELS basic (dle svého rozsahu a funkčního vybavení je určen pro středně velké rodinné domy, byty či menší administrativní objekty), iNELS extend (díky možnosti připojit až 192 jednotek a velkému rozsahu lze použít pro rodinné domy, byty, ale i pro rozsáhlejší aplikace prvků automatizace budov) a poslední iNELS & BMS (je složen z několika subsystémů a je určen pro rozsáhlé a technologicky složité elektroinstalace) [22],[5].

2.7.3.2 iNELS RF Control

Jedná se o komplexní uzavřený systém založený na radiofrekvenčním přenosu dat na frekvenci 868MHz. Vlastnostmi je velmi podobný jako xComfort RF. Systém umožňuje ovládat osvětlení a stínící techniku, spínat elektrická zařízení, regulovat teplotu atd. a to vše pomocí bezdrátových vypínačů, stmívačů a ovladačů s dosahem až 200 m. K ovládání mohou být použity také detektory OASIS reagující na pohyb, otevření dveří či okna nebo změnu teploty a další. Vše lze také řídit nebo kontrolovat z jediného místa a to pomocí bezdrátové dotykové ovládací jednotky RF Touch. Instalace systému se provádí bez jakéhokoliv zásahu do stávající stavby. Vysílače nepotřebují pro svůj provoz externí napájení, protože jsou napájeny z baterie. Akční členy se instalují přímo na ovládané přístroje, pod stávající vypínač nebo na DIN lištu do rozvaděče. Jeden vysílací modul dokáže převést až 4 externí vstupy na RF signál [12].

2.7.4 Legrand s.r.o.

Francouzská společnost založená v roce 1921, která patří mezi největší elektrotechnické společnosti a je považována za světového specialisty pro elektrické instalace a datové rozvody. Je aktivní ve více než 180 zemích světa, kde je zastoupena 70 pobočkami. Legrand nabízí kompletní řešení v oblastech výkonového jištění a spínání, rozvodnic a rozvaděčů, rozvodů a příslušenství pro kabeláž, systémů strukturované kabeláže, elektronických přístrojů, komfortních elektroinstalací a dalších. Ekologicky zaměřené a energeticky úsporné přístroje pomáhají snížit spotřebu elektrické energie, znečištění životního prostředí a také emise skleníkových plynů. Mezi nabízené systémy komfortních elektroinstalací patří systémy My Home a Vantage [27].



Obr. 2.7-4 Logo společnosti Legrand s.r.o. [27]

2.7.4.1 My Home

Jedná se o decentralizovaný systém, jehož základ tvoří nepolarizovaná dvou vodičová sběrnice SCS napájená 27V_{DC}, která dokáže přenést čtyři druhy signálů a lze ji libovolně stromovitě větvit. Pro výměnu informací lze také použít infračervený a radiofrekvenční přenos. My Home je díky jednoduché instalaci vhodný pro novostavby či rozsáhlé rekonstrukce rodinných domů, bytů, skupin domů a menších kancelářských objektů. Systém umožňuje ovládat osvětlení, vytápění, žaluzie, zvukový rozvod a také audio-video vstupní systém pomocí elektronických tlačítek, scénářových ovladačů, touchscreenů, domácích počítačů a mobilních telefonů. Spotřebiče a koncové prvky jsou spouštěny přes aktory a adresy jednotlivých prvků přiřazované pomocí konfiguratorů. Systém nabízí širokou škálu funkcí, je flexibilní a snadno rozšiřitelný [28].

2.7.4.2 Vantage

Jedná se o moderní celosvětově rozšířený centralizovaný sběrniceový systém. Tento otevřený systém se řadí mezi nejobsáhlejší, nejrozmanitější a nejpřehlednější systémy na světě. Umožňuje uspořádat systém až z cca 44000 prvků. Nabízí nepřehledné množství funkcí, od vytváření světelných scén a topných režimů po ovládání audio/video přístrojů. Systém lze vzdáleně ovládat pomocí internetového rozhraní a to pomocí chytrých telefonů, tabletů nebo komfortních dálkových ovladačů. Systém je velice flexibilní a je zaměřen na maximální komfort užívání. Je

užíván nejen v domácnostech, ale také v komerčních i veřejných budovách a také v lodním průmyslu pro ovládání elektronického vybavení ubytovacích prostor luxusních výletních lodí. Hlavní výhodou systému je veřejná dostupnost veškerých softwarových ovladačů, pokud ovladač neexistuje je na přání zákazníka vytvořen, systémové prvky jsou vyráběny v obrovském množství designových provedení, nebo jsou vyráběny podle požadavků zákazníka. Velkou nevýhodou je však vysoká cena systému [29].

2.7.5 AMiT s.r.o.

Česká marketingově orientovaná společnost založená v roce 1992, která se zabývá výrobou a vývojem elektrických zařízení pro průmyslovou automatizaci, a kompaktních a modulárních řídicích systémů. Společnost spolupracuje s více než 300 firmami v České Republice a Slovensku, poskytuje také individuální přístup k zákazníkovi, orientaci dle potřeb partnerů a koncových zákazníků a technickou podporu na vysoké úrovni. Pro řízení elektroinstalací je nejvhodnějším systémem AdiS [30].



Obr. 2.7-5 Logo společnosti AMiT s.r.o. [30]

2.7.5.1 AdiS

Řídicí systém je složen z centrální procesorové jednotky, obsahující jádro, operační paměť, zdroj, obvody sériových linek a rozhraní Ethernet, a vstupně/výstupních modulů, kterých lze na jednotku připojit až šestnáct, každý z nich dokáže pracovat s 16 V/V signály. Komunikace probíhá pomocí SPI sběrnice. Celý systém lze rozšířit použitím modulů ARION nebo použitím sběrnice CAN, díky tomu může systém zpracovávat až několik tisíc signálů. Systém je vhodný pro malé i poměrně náročné aplikace díky své modularitě a flexibilitě. Nejčastějším použitím je řízení strojů, řízení rozsáhlých technologických celků, regulace tepelné soustavy a další [31].

2.7.6 Schneider-electric s.r.o.

Společnost sídlí v Praze, jejíž historie sahá až do roku 1836, poskytuje v ČR expertní řešení pro rozvody elektrické energie, průmyslovou automatizaci, automatizaci a zabezpečení budov i domácností, energetický monitoring a úspory energie. Pro řešení ovládání a řízení domovních instalací nabízí společnost systém LexCom Home a bezdrátový systém CONNECT [32].



Obr. 2.7-6 Logo společnosti Schneider-electric s.r.o. [32]

2.7.6.1 CONNECT

Jedná se o bezdrátový systém, založený na přenosu informací pomocí radiofrekvenčního signálu. Systém funguje jako obousměrná bezdrátová síť tzn., že umožňuje všem zařízením současně přijímat i vysílat, díky tomu lze přesměrovávat signály a nalézat alternativní cesty, v případě překážek v cestě. RF signál putující systémem hledá automaticky prvky pro umožnění nejlepší cesty k požadovanému přijímači. Systém je založen na celosvětově rozšířeném standardu Z-Wave™. Vlastnostmi je podobný ostatním již zmíněným bezdrátovým systémům. Je určený pro rekonstrukce nebo novostavby menších objektů [33].

2.8 Srovnání klasické a inteligentní elektroinstalace

Rozdíly mezi oběma typy instalací, jsou patrné z výše zmíněného textu. Společnými částmi obou typů elektroinstalací jsou elektrická přípojka, elektroměrný rozvaděč, jističí a ochranné prvky a silové vedení pro napájení elektronických prvků, světelných zdrojů a zásuvek.

2.8.1 Výhody IE

- *Úspora elektrické energie*- řízeným ovládáním osvětlení, vytápěním a klimatizací, možnost hlídání aktuální spotřeby elektrické energie
- *Zvýšení komfortu*- pohodlnost ovládání, vzdálený přístup a automatizace systému
- *Centrální řízení*- možnost řízení a dálkový dohled nad většími objekty z jednoho místa
- *Možnost nadstandardních a komfortních funkcí*- např. ovládání audio a video přístrojů
- *Přehlednost systému*- použití sběrnicevého a silového vedení, modularita komponentů, ovládání pomocí senzorů a aktorů
- *Šetrnost k životnímu prostředí*- použití alternativních zdrojů energií
- *Propojitelnost více systémů*- vzájemná komunikace např. se zabezpečovacími a požárními systémy
- *Vyšší výkonnost elektroinstalace*- s vzrůstajícími nároky na výkonnost elektroinstalace rostou finanční náklady na její provoz, které jsou však znatelně menší než u klasické elektroinstalace

2.8.2 Nevýhody IE

- *Pořizovací cena*- použití logických, spínacích a napájecích prvků, použití sběrnicevého vedení
- *Kabelová náročnost*- nutnost použití silového vedení pro napájení spínacích prvků a zásuvek, a sběrnicevého vedení pro přenos řídicího signálu
- *Časová náročnost realizace*- nutnost naprogramování funkcí jednotlivých prvků a také samotná instalace je složitější, při programování a instalaci je zapotřebí proškolený integrátor
- *Omezenost výběru*- vzhledem k tomu, že se jedná o moderní systém, není na trhu tak velké množství výrobců a hlavně instalačních firem

2.9 Porovnání jednotlivých systémů

Tab 2.9-1 Porovnání jednotlivých systémů- část 1

	<i>Ego-n</i>	<i>ABB i-bus KNX</i>	<i>xComfort RF</i>	<i>Nikobus</i>	<i>iNELS bus</i>
Otevřenost systému	Uzavřený	Otevřený	Otevřený	Uzavřený	Uzavřený
Centralizovanost C/D/Hybridní ¹	D	D	D i C ²	Hybridní	C
Použité komunikační protokoly	Neveřejné	KNX	Neveřejný	RS232	Neveřejný
Max. počet prvků ³	512	56000	1400	6400	6912
Přenosové médium	Sběrnice i RF signál	Sběrnice	RF signál	Sběrnice, RF i IR	Sběrnice a IR
Max. délka sběrnice a dosah RF signálu ⁴	700m	1000m	100m	1000m	550m (+300m) ⁵
Napájecí napětí prvků	24 V _{DC}	30 V _{DC}	3 V _{DC} a 230 V _{AC} ⁶	9 V _{DC}	27 V _{DC}
Možnost vizualizace	Ano	Ano	Ano	Ne	Ano
Možnost centrálního řízení	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Vzdálený přístup přes internet	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Propojení se zabezpeč. sys.	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Propojení s požárním sys.	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Způsob programování ⁷	Ruční, PC	PC	Ruční, PC	Ruční, PC	PC
Ovládání multimédií	Ano	Ano	Ne	Ano	Ano
Možnost hlídání spotřeby el. energie	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Propojení s kartovým přístupovým systémem	Ne	Ano	Ano	Ano	Ano

¹ Centralizovanost: C - Centralizovaný, D – Decentralizovaný, Hybridní.

² Centralizovaný při použití řídicí jednotky Home Manager.

³ Maximální počet prvků připojitelných do systému není možné přesně určit, vše záleží na zvoleném typu modulů, napájecích zdrojů či typech jednotlivých prvků, jako prvky jsou brány jednotlivé moduly, senzory, aktory, ale také samotné spínané spotřebiče no okruhy spotřebičů.

⁴ Maximální celková délka sběrnice při minimálním zatížení, maximální délka linie (KNX) nebo maximální dosah signálu na volném prostranství (průchodem přes překážky se snižuje, lze použít zesilovače signálu).

⁵ Délka hlavní sběrnice CIB je 550m, lze však použít rozšiřující sběrnici, jejíž délka je maximálně 300m.

⁶ Systémové senzory jsou napájeny z 3V baterií a přijímače neboli aktory jsou napájeny přímo ze sítě 230V.

⁷ Pomocí počítačového programu nebo ručně pomocí tlačítek či jiných prvků umístěných přímo na komponentách.

Tab 2.9-2 Porovnání jednotlivých systémů- část 2

	<i>iNELS RF</i>	<i>My Home</i>	<i>Vantage</i>	<i>AdiS</i>	<i>CONNECT</i>
Otevřenost systému	Uzavřený	Uzavřený	Uzavřený	Uzavřený	Otevřený
Centralizovanost C/D/Hybridní ⁸	D i C ⁹	D	C	C	D
Použité komunikační protokoly	Neveřejný	SCS BUS	WireLink, RadioLink,	DB-Net, Arion, Modbus, M-Bus	Z-Wave
Max. počet prvků ¹⁰	Neomezeně ¹¹	810	44000	1024	100
Přenosové médium	RF signál	Sběrnice	Sběrnice	Sběrnice	RF signál a IR
Max. délka sběrnice a dosah RF signálu ¹²	200m	500m	500m	1200m ¹³	100m
Napájecí napětí prvků	3 V _{DC} a 230 V _{AC} ¹⁴	27 V _{DC}	24 nebo 36 V _{DC}	16 V _{DC}	3 V _{DC} a 230 V _{AC} ¹⁵
Možnost vizualizace	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Možnost centrálního řízení	Ano	Ne	Ano	Ano	Ano
Vzdálený přístup přes internet	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Propojení se zabezpeč. sys.	Ano	Ano	Ano	Ne	Ano
Propojení s požárním sys.	Ne	Ano	Ano	Ano	Ano
Způsob programování ¹⁶	Ruční, PC	Ruční, PC	PC	PC	Ruční, PC
Ovládání multimédií	Ne	Ne	Ano	Ne	Ano
Možnost hlídání spotřeby el. energie	Ano	Ano	Ano	Ne	Ne
Propojení s přístupovým systémem	Ano	Ano	Ano	Ne	Ne

⁸ Centralizovanost: C - Centralizovaný, D – Decentralizovaný, Hybridní.⁹ Centralizovaný při použití řídicí jednotky RF Touch nebo eLAN-RF-003¹⁰ Maximální počet prvků připojitelných do systému není možné přesně určit, vše záleží na zvoleném typu modulů, napájecích zdrojů či typech jednotlivých prvků, jako prvky jsou brány jednotlivé moduly, senzory, aktory, ale také samotné spínané spotřebiče no okruhy spotřebičů.¹¹ Jeden vysílač může ovládat neomezený počet aktorů, při použití centrálního řídicího prvku je počet omezen na 40 kanálů¹² Maximální celková délka sběrnice při minimálním zatížení, maximální délka linie (KNX) nebo maximální dosah signálu na volném prostranství (průchodem přes překážky se snižuje, lze použít zesilovače signálu).¹³ V závislosti na typu sběrnice a při použití opakovačů nebo v závislosti na použité komunikační rychlosti lze délku prodloužit až na několik kilometrů¹⁴ Systémové senzory jsou napájeny z 3V baterií a přijímače neboli aktory jsou napájeny přímo ze sítě 230V.¹⁵ Systémové senzory jsou napájeny z 3V baterií a přijímače neboli aktory jsou napájeny přímo ze sítě 230V.¹⁶ Pomocí počítačového programu nebo ručně pomocí tlačítek či jiných prvků umístěných přímo na komponentách.

Kritérií pro porovnání jednotlivých systémů je mnoho, výše uvedená kritéria byla zvolena dle vhodnosti pro multifunkční objekt.

Dalšími neméně důležitými kritérii pro výběr systému jsou:

- *Míra inteligence celého systému*- Činnosti, které má systém řídit, funkce, které má systém obsahovat, možnost tvorby programů pro řízení atd.
- *Náročnost systému*- Náročnost montáže, programování, ale také samotného provozu systému
- *Design*- Vzhled jednotlivých komponent a jejich provedení
- *Variabilnost ovládání*- Druhy a provedení jednotlivých ovladačů a všech ovládacích komponent
- *Kompatibilita s ostatními systémy*- Možnost propojení s dalšími systémy
- *Dostupnost komponent*- je závislá na rozšířenosti systému, jedná-li se o málo rozšířený systém, bude dostupnost jednotlivých komponent horší než u světově rozšířeného systému
- *Technická podpora*- Podpora ze strany výrobce systému či společnosti, která systém distribuuje nebo instaluje
- *Cena*- Jedná se o hlavní srovnávací kritérium, cena se odvíjí od výše zvolených kritérií.

3 DEFINICE ZÁSAD PRO TVORBU PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE ELEKTRO

3.1 Obsah projektové dokumentace

Projektová dokumentace se skládá ze dvou částí:

3.1.1 Výkresová dokumentace

Je složena z půdorysných výkresů jednotlivých pater objektu, hlavního i podružných rozváděčů či rozvodnic, schématu rozvodu, výkresů půdorysu i bokorysu střechy (pro návrh ochrany proti blesku) a základů (pro zakreslení uzemnění objektu), popř. dalších doplňujících výkresů. Obsah výkresové dokumentace je dán příslušnými normami, avšak konečné zpracování závisí na projektantovi.

Ve výkresech půdorysů jednotlivých pater objektu musí být zakresleny všechny prvky podílející se na rozvodech elektrické energie v objektu i některé koncové prvky, tj. rozváděče, zásuvky, vypínače, přepínače, tlačítka, svítidla, systémové prvky, vývody pro pevně připojené spotřebiče, např. pro el. troubu, boiler atd., vývody pro následné doplnění, např. pro napájení venkovního osvětlení, stínící techniky, VZT atd., ale také prvky pro zvýšení ochrany, jimiž jsou hlavní a doplňující pospojování, a hlavně veškeré kabelové vedení. Výkresy mohou obsahovat i zakreslení prvků podílejících se na EZS a EPS, tzn. na činnosti zabezpečovacího a požárního systému. Většina prvků má svoji normalizovanou značku, u ostatních prvků může být volena.

Každý koncový prvek by měl být specificky označen, tj. u každého prvku musí být číslo označující daný okruh, které jej spojuje s daným jističem či modulem v rozváděči. Kromě tohoto specifického čísla musí být např. u svítidel a jim příslušným spínacím prvkům uvedeno písmeno, které reprezentuje jejich spojení a popř. další symbol, který udává typ svítidla. Dále také vývody pro spotřebiče musí být označeny nejenom číslem okruhu, ale u každého vývodu musí být uvedena specifikace daného spotřebiče. U jednotlivých prvků může, v některých případech musí, být uvedeno výškové umístění a také vzdálenost od přilehlých prvků, většinou však tyto informace bývají uvedeny až v technické zprávě.

Kabelové vedení se kreslí normalizovanými čarami a v půdorysných výkresech se označovat či popisovat nemusí, jednotlivé kabely mohou být značeny až ve výkresech rozváděčů, označovány jsou pouze kabely vedoucí z jiných objektů, kabely propojující jednotlivé rozváděče a kabely z elektrické přípojky. Dále také musí být rozlišeno ovládací, tj. systémové, slaboproudé a silnoproudé vedení a také musí být označeno propojovací místo s dalšími patry objektu.

Číselně označeny musí být také jednotlivé místnosti daného objektu.

Kromě půdorysu dané části objektu musí výkres obsahovat razítko, ve kterém jsou uvedeny informace o daném objektu, informace o projektantovi, měřítko a číslo výkresu. Dále musí obsahovat legendu místností, mezi další informace uváděné ve výkresech, které však mohou být uvedeny až v technické zprávě, patří legenda elektroinstalace (tj. použitých značek), legenda svítidel, informace o napájení a ochraně před úrazem elektrickým proudem. Výkres může dále obsahovat schémata ovládání některých prvků, např. ventilátorů, náčrty tvaru skříně rozváděče, odkazující na daný rozváděč, doplňující informace o umístění a připojení prvků, pospojování kabelů a další...

Výkres půdorysů jednotlivých pater objektu může být rozdělen do více dílčích výkresů, např. pro větší přehlednost budou rozděleny výkresy pro světelné a zásuvkové obvody.

Výkresy zobrazující schéma silového či systémového rozvodu musí obsahovat popis jednotlivých kabelů či vodičů, propojených prvků a razítko.

Další částí výkresové dokumentace jsou výkresy jednotlivých rozváděčů a rozvodnic, které musí obsahovat schéma zapojení jednotlivých prvků v rozváděčích, tj. hlavního jističe, hlavního vypínače, elektroměru, HDO, dílčích jističů, proudových ochran, přepětových ochran, spínacích prvků, kabelů a svorek, u inteligentních elektroinstalací podílejících se rozváděčových modulů, dále musí výkres obsahovat popis připojení instalačních vodičů na jističe či moduly, např. použití pomocných svorek, informace o napájení a ochraně před úrazem elektrickým proudem a razítko. Výkres také může obsahovat náčrt skříňe rozvaděče a její popis. Všechny prvky musí být zakresleny normovanými značkami s náležitým označením. Hlavní přípojné vodiče musí být označeny písmeny reprezentujícími, zda se jedná o fázové vodiče, PE nebo N vodič. Jističí prvky musí být popsány písmeny nebo čísly symbolizujícími jejich proudovou hodnotou, vypínací charakteristiku a označení v rozváděči, podobně jsou označeny i proudové chrániče a přepětové ochrany. Ostatní prvky jsou popsány označením v rozváděči, popř. celým názvem a jejich specifickými hodnotami. Instalační vodiče připojené k jističům, popř. modulům systému, musí být označeny číslem daného okruhu a jeho specifikací, např. osvětlení, zásuvky, myčka, gril atd., a hlavně popisem daného typu kabelu vč. jeho průřezu. Popis jednotlivých modulů inteligentního systému se sestává z názvu daného modulu, popisu funkce a napětových a proudových hodnot. Dílčí propojovací kabely, ať už silové či datové musí být označeny typem kabelu, jeho průřezem, popř. dalšími specifikacemi.

Výkres základů pro uzemnění musí obsahovat trasy uzemňovacích vodičů, body vzájemného propojení, vývody uzemňovací soustavy a další náležitosti, které jsou popsány v normách. U všech zemnicích vodičů musí být popsán typ a průřez vodiče, nejčastěji se jedná o pásové vodiče FeZn, svoje označení musí mít i jednotlivé propojení vodičů. Vývody musí být označeny typem a průřezem vodiče a také názvem prvku, ke kterému budou připojeny, např. připojení na svod hromosvodu, připojení pro svod po dostavbě dané části objektu, připojení k rozvodnici (k hlavnímu pospojování) atd.

Výkres střechy obsahuje půdorys objektu, ve kterém je znázorněna síť jímacího vedení, jejich pospojování, jímače, vývody, a také bokorys, ve kterém jsou znázorněny polohy a výškové údaje jímáčů, a další. Všechny prvky musí mít své specifické označení. Náležitosti daného výkresu jsou opět popsány příslušnými normami. Použití, množství a typ jednotlivých prvků a jímáčů je určen typem daného objektu a jeho polohou v terénu.

V současné době se výkresy hromosvodu a zemnění zpracovávají jako samostatné projekty.

Při realizaci daného projektu může dojít k jistým změnám, např. v umístění prvků, způsobu propojení atd., ať už z technických důvodů nebo v závislosti na požadavcích zákazníka, podle těchto změn je nutné upravit dané části projektu, kterých se tyto změny týkají.

3.1.2 Textová část

Sestává se z výpisu použitého materiálu, rozpočtu a technické zprávy.

Výpis použitého materiálu obsahuje soupis veškerých prvků účastnících se rozvodu elektřiny v daném objektu i koncových prvků, které jsou součástí elektroinstalace (svítidla atd.). Jsou zde uvedeny všechny typy prvků a jejich počet, typy kabelů a jejich délky a také veškeré montážní práce, jak pro rozvody v jednotlivých místnostech, v jednotlivých rozvodnicích, tak i pro zemnění a hromosvod.

Pro tvorbu rozpočtu se vychází z výpisu použitého materiálu. Jsou zde uvedeny ceny jednotlivých komponent či skupin stejných typů komponent a všech montážních prací. Výsledkem je vyjádření celkové ceny elektroinstalace.

Většinou se výpis použitého materiálu a rozpočet zpracovávají společně, ve formě jednoho dokumentu.

Obsah a uspořádání technické zprávy závisí na projektantovi. V technické zprávě musí být uveden obsah projektové dokumentace, základní údaje, podklady a rozsah projektu, technické řešení a závěr. Obsahem se rozumí seznam veškerých částí projektu, tj. textových i výkresových. Základními údaji jsou rozvodná soustava, zdroj el. energie, ochrana před nebezpečným dotykem živých částí a proti zkratu a přetížení, energetická bilance (tj. instalovaný a výpočtový výkon), stupeň spolehlivosti dodávky, informace o měření spotřeby el. energie, velikost hlavního jističe, popis prostředí, způsob kompenzace účinníku a protokol o určení vnějších vlivů. V části podklady a rozsah musí být uveden zdroj informací a podkladů pro zpracování projektu a seznam částí či oblastí elektroinstalace, které jsou v projektu řešeny a seznam částí či oblastí elektroinstalace, které projekt neřeší. Technické řešení projektu obsahuje popis provedení elektroinstalace, popis funkcí a světelné výpočty pro návrh osvětlení, tj. slovní popis elektroinstalace, který definuje způsob provedení silnoproudých i slaboproudých rozvodů el. energie, volbu svítidel, informace o přepětové ochraně a ochranném pospojování, popis VZT (vzduchotechnika) a ohřevu TUV (teplé užitkové vody) a provedení hromosvodu. V závěru nesmí chybět zhodnocení celého projektu, doporučení pro uživatele a seznam použitých norem.

3.2 Postup při tvorbě projektové dokumentace

Prvním krokem při tvorbě projektu je podání žádosti zákazníkem na příslušnou projekční kancelář.

Při tvorbě se vychází ze stavebních výkresů. Zákazník sdělí jeho požadavky na elektroinstalaci projektantovy, tj. typ koncových prvků, jejich počet, požadované umístění, míra automatizace (inteligentní systémy), atd. Podle těchto údajů se spočítá celkový instalovaný příkon, podle něhož je navržena velikost hlavního jističe a zákazník může podat žádost o připojení k distribuční soustavě dle připojovacích podmínek daného distributora.

Za asistence zákazníka se vytvoří náčrt umístění koncových prvků, z něhož projektant vychází. Při tvorbě projektu musí projektant dodržovat platné normy a zásady pro tvorbu projektu. Nejdříve jsou vytvořeny výkresy půdorysů jednotlivých pater objektu, ve kterých jsou zakresleny všechny prvky podílející se na rozvodu elektrické energie v objektu, následně výkresy jednotlivých rozváděčů, výkres střechy s návrhem ochrany proti blesku a výkres základů, ve kterém je zakresleno uzemnění celého objektu. Poté se vytvoří výpis použitého materiálu, z něhož je vypočten rozpočet. Následně proběhne konzultace se zákazníkem ohledně výkresů a rozpočtu. Provedou se požadované změny a po schválení zákazníkem se vytvoří technická zpráva.

Dalším krokem je realizace celého projektu, veškeré změny rozdílné od původního projektu, které nastanou během realizace, musí projektant respektovat a podle nich upravit celý projekt. Po dokončení elektroinstalace proběhne výchozí revize, na jejímž základě distributor připojí danou stavbu na distribuční síť. Během realizace je objekt připojen k distribuční síti pomocí dočasné staveništní přípojky.

3.3 Zásady pro tvorbu projektové dokumentace

Níže zmíněné zásady a zvyklosti při projektování elektroinstalací vycházejí s platných norem, zejména z normy ČSN 33 2130 ed.2 a praktických zkušeností projektantů a elektrikářů. Při projektování musí projektant brát ohled na tyto zásady.

Při projektování musí projektant navrhnout elektroinstalaci tak, aby podle druhu provozu splňovala požadavky na bezpečnost osob, zvířat a věcí za normálního provozu i při poruchových událostech, provozní spolehlivost, přehlednost rozvodu pro rychlou lokalizaci a odstranění příp. poruchy, snadnou přizpůsobivost rozvodu, hospodárnost rozvodu, vzhled a zamezení nepříznivých vlivů a rušivých napětí při křížení či souběhu se sdělovacím i ovládacím vedením [37].

Parametry všech komponent elektrické přípojky vč. elektroměrného rozvaděče jsou dány připojovacími podmínkami daného distributora elektrické energie [37].

Každá změna průřezu vodiče, např. při propojování rozváděčů, by měla být jištěna, aby bylo možné kabel o daném průřezu chránit proti přetížení a zkratu, pouze pokud jsou rozváděče propojeny stejným, tj. nesnižujícím se, průřezem kabelu, není nutné je jistit a tím snižovat stupeň jištění, stačí je pouze oddělit vypínačem, aby bylo možné provádět změny a případné opravy v daném rozváděči.

Zařízení zabezpečující požární ochranu objektu musí být připojeny samostatným vedením, tak aby byl zajištěn přívod elektrické energie při odpojení všech ostatních elektrických zařízení v objektu, dodávka musí být zajištěna alespoň ze dvou na sobě nezávislých zdrojů [37].

Obvody pro pevně připojené jednofázové spotřebiče o příkonu 2kW a více musí být zřízeny a jištěny samostatně. Spotřebiče o menším příkonu než 2kW nevyžadují samostatné jištění a lze je připojit na společný obvod s jiným zařízením, např. na zásuvkový okruh. Spotřebiče, které slouží jako zdroj tepla nebo pro ohřev TUV se připojují z odbočných rozvedek pohyblivým přívodem [37].

V prostorách kde není možné aplikovat ochranu samočinným odpojením od zdroje nebo v prostorách, kde hrozí zvýšené riziko úrazu elektrickým proudem, např. v umývacích prostorách, koupelnách a v závodních kuchyních s železnými pracovními stoly atd., je nutné aplikovat doplňující pospojování.

3.3.1 Světelné obvody

U světelných obvodů je nutno dodržet, maximální počet svítidel připojených do jednoho obvodu, který je dán součtem jejich jmenovitých proudů při maximálním výkonu, jenž nesmí překročit jmenovitý proud jistícího prvku obvodu. V prostorách s velkým počtem světelných zdrojů se doporučuje tyto zdroje členit do více ovládaných skupin [37].

Jmenovitý proud spínacího prvku nesmí být menší než součet jmenovitých proudů světelných zdrojů, které jsou tímto prvkem ovládány, u běžně užívaných vypínačů je to proud 10A a u průmyslových spínačů 25A.

U inteligentních elektroinstalací je počet světelných zdrojů v okruhu omezen také součtem jejich jmenovitých proudů, který musí být menší než jmenovitý proud spínacího modulu a počet spínaných okruhů je dán počtem výstupních svorek daného modulu.

Světelné zdroje se zvláště nejistí, jistí se pouze jejich přívodní vedení [37].

Tam kde je z provozních důvodů žádoucí, zřizují se bez ohledu na počet světelných vývodů alespoň dva světelné obvody, aby při poruše jednoho z nich bylo zabezpečeno, alespoň orientační osvětlení, např. schodiště, veřejné prostory, učebny škol atd. [37].

Spínače osvětlení by měli být umístěny u vchodových dveří v místnosti ovládaného světelného okruhu na té straně, kde jsou dveře otevírány, nevyžadují-li takovéto umístění provozní a bezpečnostní předpisy, mohou být instalovány i jinde [37].

U zařízení, kde se zřizují pouze světelné vývody, a typ svítidla si volí koncový uživatel, je nutné, aby v každé místnosti byl, alespoň jeden světelný vývod ovládaný spínačem u vstupu místnosti [37].

Světelné okruhy se jistí jistíci prvky se jmenovitým proudem nejvýše 25A a vedení musí být takového průřezu, aby bylo předřazeným jistícím prvkem jištěno proti přetížení a zkratu [37].

Při návrhu osvětlení, tj. volbě počtu, typu a umístění svítidel a světelných zdrojů je nutné respektovat a dodržovat hodnoty minimální osvětlenosti, indexu oslnění a index barevného podání. Hodnoty osvětlenosti zvoleného návrhu osvětlení lze vypočítat pomocí světelných výpočtů. Tyto minimální požadavky je nutné dodržovat ve všech typech objektů, kromě bytů či domů, kde se uvažovat můžou i nemusí [38].

Tab 3.3-1 Požadavky na udržovanou osvětlenost některých činností, úkolů a prostor[38]

Prostor, úkol, činnost	Udržovaná osvětlenost E[lx]	Index oslnění UGR[-]	Index barevného podání R[-]
psaní, čtení, práce na PC	300	19	80
tabule ve školách	500	19	80
demonstrační stůl v přednáškových sálech	750	19	80
archivy	200	25	80
prodejní prostory	300	22	80
prostor u pokladny	500	19	80
kuchyně	500	22	80
herny v mateřských školách	300	19	80
krytá nástupiště a chodby pro cestující	50	28	40
expedice a balírny	300	25	60
koupelny, WC	100	25	60

3.3.2 Zásuvkové obvody

Použité zásuvky se musí volit podle napětí a proudové soustavy. Pokud jsou v objektu používány dvě napěťové soustavy, musí být jim příslušné zásuvky nezáměnné. Zásuvky musí vyhovět požadavkům ČSN EN 60309 [37].

Na jeden zásuvkový obvod lze připojit maximálně 10 jednofázových zásuvkových vývodů, přičemž při použití jištění 16A nesmí celkový instalovaný příkon přesáhnout 3680W a 2300W při jištění 10A jističem. Při použití vícenásobné zásuvky musí být tato zásuvka připojena pouze na jeden obvod [37].

Trojfázových zásuvek lze do jednoho obvodu připojit několik, pouze pokud mají stejný jmenovitý proud. Zásuvky s různým jmenovitým proudem nelze spojit do jednoho obvodu [37].

Zásuvky se jistí pouze takovým jistícím prvkem, jehož jmenovitý proud odpovídá nejvyššímu jmenovitému proudu zásuvky, a to při použití vedení s takovým průřezem, aby jej bylo možno jistit proti přetížení i zkratu. Zásuvkové obvody do 20A musí být vybaveny proudovým chráničem, toto platí i pro trojfázové zásuvky do 20A, mimo zásuvek pro účelové spotřebiče (PC atd.).

U spotřebičů u nichž je výrobcem určeno v návodu se zřizují samostatné zásuvkové obvody.

Tab 3.3-2 Minimální počty zásuvek a světel v obytných prostorách (doporučené) [37]

	Zásuvkové vývody	Světelné vývody
Obývací pokoj do 12m ²	3	1
Obývací pokoj nad 20m ²	5	2
Kuchyň	5	2
Koupelna	2	2
WC	1	1
Místnost pro domácí práce	3	1
Chodby	1	1
Terasa, atrium	1	1
Místnost pro „HOBBY“	3	1
Sklep, půda	1	1

Počty a rozmístění zásuvek i světel v ostatních typech objektů závisí pouze na uživateli či majiteli objektu [37].

3.3.3 Provedení rozvodů elektřiny

Rozlišujeme zapuštěné a povrchové elektrické rozvody. Zapuštěné rozvody jsou vlastně kabely skryté ve stavebních konstrukcích, jsou nejpoužívanější v obytných prostorách, avšak náročné na realizaci. Povrchové rozvody reprezentují usazování vodičů na stavebních konstrukcích pomocí lišt, trubek, kanálů atd.

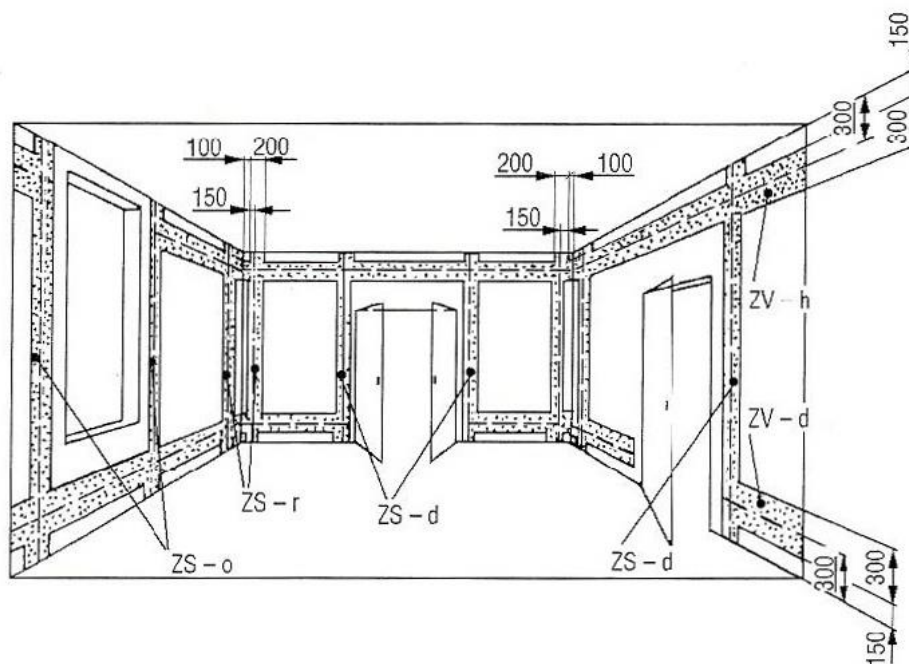
Průřezy vodičů a volba jim příslušných jistících prvků závisí nejenom na zatížení, ale také na způsobu uložení vodičů. Dále je nutné respektovat maximální dovolené úbytky napětí na jednotlivých kabelech, které se počítají podle níže zmíněného vzorce. Úbytky napětí u světelných obvodů nesmí přesáhnout 2%, u vývodů pro vařiče a topidla 3% a u ostatních obvodů 5%.

Maximální délka vodičů je závislá na průřezu daného vodiče, na velikosti zatížení, zvoleném jistícím prvku a maximálním dovoleném úbytku napětí.

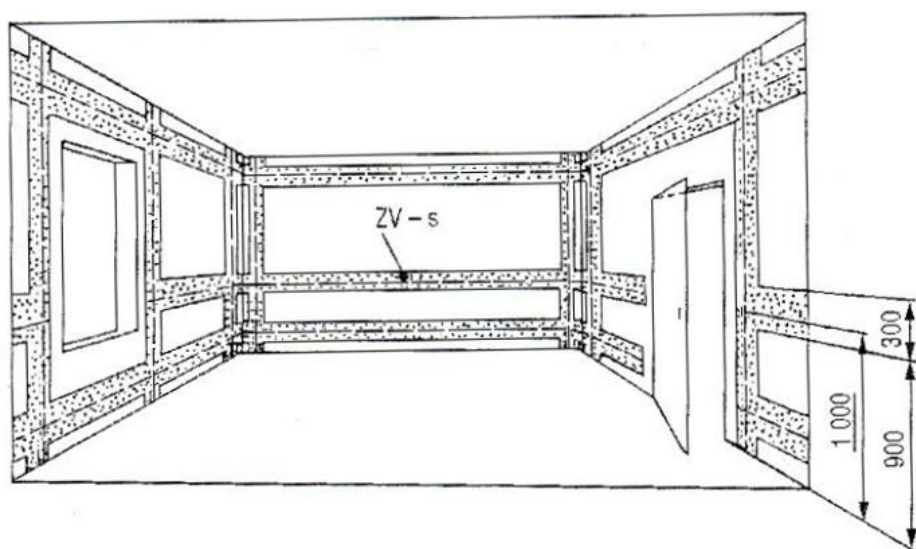
Tab 3.3-3 Doporučené maximální délky vedení s jádry z Cu v závislosti na úbytku napětí [37]

	Průřez [mm ²]	Úbytek napětí [V]	Jištění [A]	Délka vedení [m]	Určení
Běžné byty (s ohledem na délky vedení)	1,5	2	8	27	Světelné obvody
	1,5	2	10	16	
	1,5	3	10	25	Chladničky, mrazáky
	2,5	2	16	17	Bytová jádra atd.
	2,5	3	16	26	Pračky, sušičky, myčky
	2,5	5	16	45	Zásuvky
Větší rodinné domy	4	2	16	28	Bytová jádra
	4	3	16	44	Pračky, sušičky, myčky
	4	5	16	75	Zásuvky

Při pokládání vodičů je nutné respektovat vymezené zóny pro umístění vedení a tím i následné umístění vypínačů a zásuvek, aby při montáži, opravách či rekonstrukci nedošlo k poškození kabelů.



Obr. 3.3-1 Instalační zóny v místnostech [39]



Obr. 3.3-2 Instalační zóny v pracovnách a kuchyních [39]

Doplňující popis instalačních zón:

Svislé instalační zóny o šířce 200mm. ZS-d nebo ZS-o jsou od 100mm do 300mm vedle dveřního nebo okenního otvoru.

Vodorovné instalační zóny o šířce 300mm. ZV-s je od 900mm do 1200mm na dokončenou podlahou.

Z instalačních zón se pro koncové prvky (zásuvky, vypínače atd.) provádějí odbočky a to vždy v kolmém směru na danou instalační zónu. Nikdy nesmí být provedeny v šikmém směru!

3.3.4 Elektrická zařízení v umývacích prostorách a koupelnách

Zásuvky a svítidla lze umístit pouze vně umývacího prostoru, pokud jsou ve výšce 1,2 m nad podlahou, mohou být umístěna těsně u hranice tohoto prostoru, pokud jsou níže, než 1,2 m nad podlahu lze je umístit nejbližší 0,2 m od hranice umývacího prostoru. Všechny zásuvkové obvody musí být vybaveny proudovou ochranou s vybavovacím proudem max. 30mA [37].

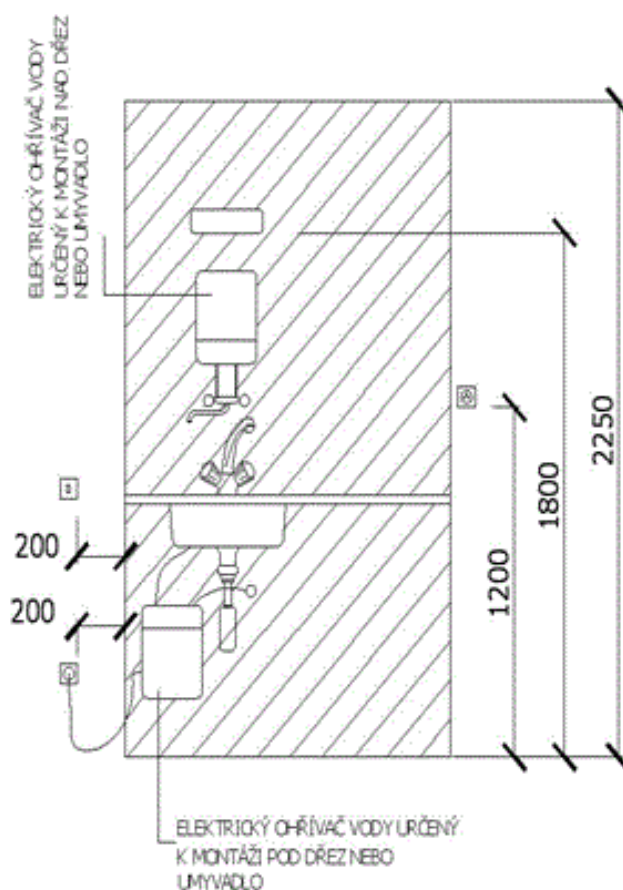
Zásuvky a svítidla lze umístit v umývacím prostoru, pouze pokud jsou součástí zařízení (skříňka, zrcadlo) a jedná se zařízení určená do umývacího prostoru dle zákona č.22/1997Sb [37].

Krytí elektrických přístrojů, svítidel a provedení elektroinstalace musí odpovídat vnějším vlivům místnosti, v níž se umývací prostor nachází [37].

Svítidla lze v umývacím prostoru umísťovat tak, aby jejich spodní okraj byl minimálně ve výšce 1,8m nad podlahou a svítidla musí být vybavena ochranným sklem světelného zdroje a všechny části svítidla musí být z trvanlivého izolantu [37].

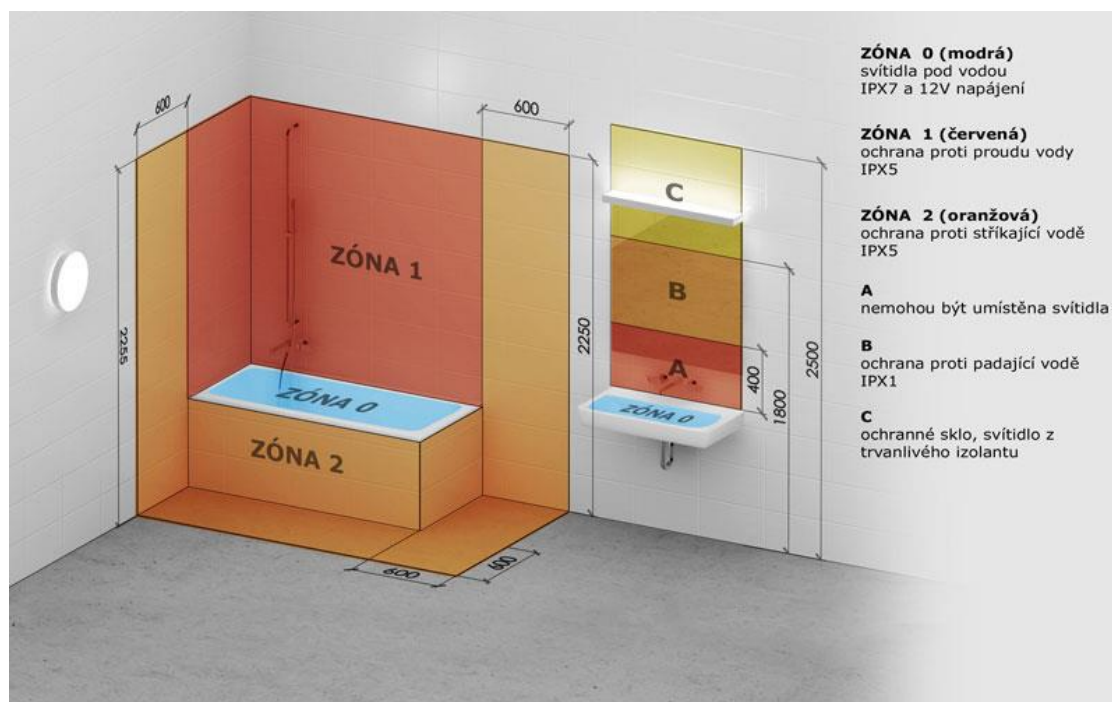
Ostatní spotřebiče lze v umývacím prostoru instalovat, pouze pokud jsou pro tuto instalaci určeny [37].

Ve školních učebnách lze zásuvky umístit nejbližší 1,5 m od umývacího prostoru, vyjma laboratoří a odborných učeben [37].



Obr. 3.3-3 Umývací prostor [40]

Možnosti umístování elektrických prvků a zařízení v koupelnách jsou definovány 3 zónami:



Obr. 3.3-4 Instalační zóny v koupelnách [41]

V zóně „0“ nesmí být instalováno žádné elektrické zařízení, vyjma elektrických zařízení, které odpovídají příslušným normám a jsou určeny pro umístění v této zóně, jedná se o zařízení chráněná s použitím SELV s max. napětím 12V_{AC} a 30V_{DC}, která jsou upevněna s pevným elektrickým připojením [40].

V zóně „1“ lze instalovat odbočovací krabice určené pro umístění v této zóně a doplňky vč. zásuvek s ochranou SELV a PELV s max. napětím 25V_{AC} a 60V_{DC}, avšak zdroj bezpečného napětí musí být umístěn mimo zóny „0“ a „1“ [40].

V zóně „2“ lze instalovat příslušenství, vč. zásuvek napájených SELV a PELV. Jednotky napájející malé ruční přístroje odpovídající EN 61558-2-5 [40].

3.3.5 Výpočty užívané při tvorbě projektu

Výpočtové zatížení:

$$P_p = \left(\sum_{i=1}^n P_i \right) * \beta_n [kW, kW, -] \quad \text{Rov. 3.3-1}$$

kde: n je počet obvodů, prvků či bytů připojených na hlavní domovní vedení

P_i je instalovaný příkon daného obvodu, prvku či bytu

β_n je soudobost pro n obvodů, prvků či bytů, určuje se z normy ČSN 33 2130 [37]

Výpočtový proud:

$$I_p = \frac{1000 * P_p}{\sqrt{3} U_s \cos \varphi} [A, kW, V] \quad \text{Rov. 3.3-2}$$

kde: P_p je výpočtový příkon

U_s je jmenovité sdružení napětí soustavy

$\cos \varphi$ je průměrný účinník spotřebičů, které jsou v chodu v době maxima [37]

Úbytek napětí:

Jednofázový:

$$\Delta U_f = \frac{2 * l * P_s * 1000}{\gamma * S * U_f} [V, m, kW, S \cdot m \cdot mm^{-2}, mm^2, V] \quad \text{Rov. 3.3-3}$$

Třífázový:

$$\Delta U_s = \frac{l * P_s * 1000}{\gamma * S * U_s} [V, m, kW, S \cdot m \cdot mm^{-2}, mm^2, V] \quad \text{Rov. 3.3-4}$$

kde: P_s soudobý příkon přenášený daným kabelem
 U_f je jmenovité fázové napětí soustavy
 U_s je jmenovité sdružené napětí soustavy
 l je délka daného kabelu nebo vedení
 γ je konduktivita- měrná elektrická vodivost jádra vodiče
 S je průřez vodiče [37]

3.4 Legislativa

Při tvorbě projektu elektro se musí každý projektant řídit platnými zákony, normami a vyhláškami. Projektant je povinen vyhledávat a využívat tyto materiály v aktuálním znění, tzn. buďto nově vydané nebo aktuálně změněné. Následující text bude obsahovat výpis těch nejdůležitějších.

3.4.1 Zákony

183/2006 Sb. Stavební zákon- se zabývá problematikou územního plánování a je složen ze čtyř částí. První částí jsou ustanovení zabývající se úpravami a základními pojmy týkající se stavebního pozemku a územně plánovací dokumentace, další část upravuje působnost jednotlivých orgánů v oblasti územního plánování a stavebního řádu, třetí část se zabývá úkoly, cíli a nástroji územního plánování a poslední část řeší problematiku konkrétních staveb, stavebního dozoru, inspekce a stavebního dozoru a také povinnostmi a odpovědnostmi osob jak v průběhu stavby, tak i při její přípravě [35],[36].

458/2000 Sb. Energetický zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů- zapracovává dané předpisy Evropské unie, v jejichž návaznosti upravuje výkon státní moci a podmínky podnikání v oblastech energetiky a také práva a povinnosti fyzických i právnických osob účastnících se v těchto oblastech [35],[36].

22/1997 Sb. Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů- definuje způsob stanovování technických požadavků na výrobky, které mohou být ve zvýšené míře nebezpečné nebo mohou ohrozit oprávněný zájem, a také práva a povinnosti osob, které tyto výrobky uvádějí na trh nebo zprovozňují, a osob pověřených k činnostem definovaným tímto zákonem, které souvisejí s tvorbou a uplatňováním českých technických norem nebo státním zkušebnictvím. Tento zákon také upravuje výkon státní moci v souvislosti dodávkou a uváděním stavebních výrobků vymezených předpisem pro stavební výrobky na trh [35],[36].

406/2000 Sb. *Zákon o hospodaření s energií*- stanovuje některá opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie a povinnosti fyzických i právnických osob při nakládání s energií. Zákon také definuje pravidla pro tvorbu Státní a Územní energetické koncepce a Státního programu pro podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie. Dále také určuje požadavky na výrobky spojené se spotřebou elektrické energie, požadavky na uvádění spotřeby energie na štítcích daných výrobků a požadavky na informovanost a vzdělanost v oblasti úspor energie a využití obnovitelných zdrojů [35],[36].

3.4.2 Vyhlášky a nařízení

499/2006 Sb. *Vyhláška o dokumentaci staveb*- stanovuje rozsah a obsah dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby nebo zařízení, o změně využití území a o změně vlivu užívání stavby na území. Definuje rozsah a obsah dokumentace pro vydání územního rozhodnutí a stavebního povolení, projektové dokumentace pro ohlášení stavby nebo pro vydání stavebního povolení, dokumentace pro provádění stavby a dokumentace skutečného provedení stavby. Vyhláška dále stanoví náležitosti dokumentace demoličních prací, stavebního deníku a záznamů o stavbě. Vyhláška se nevztahuje na projektovou dokumentaci dopravních staveb [35],[36].

268/2009 Sb. *Vyhláška o technických požadavcích na stavby*- stanovuje technické požadavky na stavby náležící do působnosti obecných stavebních úřadů [35],[36].

50/1978 Sb. *Vyhláška o odborné způsobilosti v elektrotechnice*- stanovuje stupně odborné způsobilosti pracovníků zabývajících se obsluhou nebo prací na elektrických zařízeních (u nichž může dojít k ohrožení života, zdraví nebo majetku elektrickým proudem), projektováním těchto zařízení, dále stanovuje podmínky pro získání kvalifikace a povinnosti organizací a pracovníků v souvislosti s jejich kvalifikací [35],[36].

73/2010 Sb. *Vyhláška o vyhrazených elektrických technických zařízeních*- stanoví zařazení vyhrazených elektrických technických zařízení do tříd a skupin a podmínky jejich bezpečnosti. Vyhláška se nevztahuje na zdravotnické prostředky [35],[36].

23/2008 Sb. *Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb*- stanovuje podmínky pro navrhování, provádění a užívání stavby [35],[36].

Soubor vyhlášek v návaznosti na zákon č. 406/2000 Sb., které definují požadavky na energetiku budov, energetickou koncepci území, výrobu a transport energie, dále také provádění energetických auditů a popis štítků určitých elektrických spotřebičů [35],[36].

Soubor nařízení vlády v návaznosti na zákon č. 22/1997 Sb. Definující sledované oblasti, kterými jsou technické požadavky na stavební výrobky, na strojní zařízení, na zařízení nízkého napětí, na výtahy a na výrobky vzhledem k jejich elektromagnetické kompatibilitě [35],[36].

3.4.3 Technické normy

ČSN 33 2000-1 ed.2 – Elektrické instalace nízkého napětí. Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice [37].

ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 - Elektrické instalace nízkého napětí. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 41: Ochrana před úrazem elektrickým proudem [37].

ČSN 33 2000-4-43 – Elektrické instalace nízkého napětí. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 43: Ochrana proti nadproudům [37].

ČSN 33 2000-5-51 ed. 2 (332000) - Elektrické instalace nízkého napětí. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení. Kapitola 51: Všeobecné předpisy [37].

ČSN 33 2000-5-52 - Elektrické instalace nízkého napětí. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení. Kapitola 52: Výběr soustav a stavba vedení [37].

ČSN 33 2000-5-54 ed. 2 (332000) - Elektrické instalace nízkého napětí. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení. Kapitola 54: Uzemnění a ochranné vodiče [37].

ČSN 33 2000-5-559 Elektrické instalace nízkého napětí. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení. Kapitola 55: Ostatní zařízení. Oddíl 559: Svítidla a světelná instalace [37].

ČSN 33 2000-7-701 ed. 2 (332000) - Elektrické instalace nízkého napětí. Část 7: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech. Oddíl 701: Prostory s vanou nebo sprchou a umývací prostory [37].

ČSN 33 2130 (332130) - Elektrotechnické předpisy. Vnitřní elektrické rozvody [37].

ČSN 33 2000-6 – Elektrické instalace nízkého napětí. Část 6: Revize [37].

ČSN EN 12464-1 (360450) - Světlo a osvětlení. Osvětlení pracovních prostorů. Část 1: Vnitřní pracovní prostory [37].

ČSN EN 62305-1 ed.2 (341390) - Ochrana před bleskem. Část 1: Obecné principy [37].

ČSN EN 62305-2 ed.2 (341390) - Ochrana před bleskem. Část 2: Řízení rizika [37].

ČSN EN 62305-3 ed.2 (341390) - Ochrana před bleskem. Část 3: Hmotné škody staveb a nebezpečí života [37].

ČSN EN 62305-4 ed.2(341390) - Ochrana před bleskem. Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavebách [37].

ČSN 73 0810 (730810) - Požární bezpečnost staveb. Společná ustanovení [37].

ČSN EN 50110-1 ed.3 – Činnost na elektrických zařízeních. Část 1: Obecné požadavky [37].

ČSN 34 XXXX a ČSN 35 XXXX – jedná se o normy pro elektrotechnické výrobky [37].

ČSN 01 33XX a databáze IEC 60617- jsou to normy pro kreslení v elektrotechnice, do této třídy jsou zařazeny i evropské normy značek pro všeobecné využití (IEC a ISO) [37].

4 ZPRACOVÁNÍ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE

Při tvorbě projektu jsem vycházel ze stavebních výkresů poskytnutých vedoucím práce a postupoval dle postupu uvedeného v kapitole 3.2.

Nejdříve bylo nutné navrhnout typy a rozmístění koncových prvků, spotřebičů a vybavení jednotlivých místností. Následně jsem spočítal výpočtové zatížení, tzn. maximální proudový odběr z distribuční sítě, a dle toho navrhnul hlavní jistič a způsob měření spotřeby elektrické energie. Poté dle celkového odebíraného proudu a proudů odebíraných jednotlivými spotřebiči bylo možné navrhnout hlavní přívod, dílčí přívody a jednotlivé rozvodné kabely, z hlediska jejich, výrobcem udávané, maximální proudové zatížitelnosti.

V této chvíli bylo zapotřebí zvolit vhodný systém pro řízení elektroinstalace, při volbě jsem vycházel z porovnání systémů v kapitole 2.9 a z předchozí komunikace s projektovými manažery jednotlivých systémů. Jako nejvhodnější jsem zvolil systém iNELS od společnosti ELKOep a to nejen z hlediska možností systému, ale zejména kvůli přístupu samotné společnosti. Ve spolupráci s projektovým manažerem tohoto systému jsme zvolili jednotlivé typy senzorů, aktorů a dalších prvků systému, vč. jejich propojení a také způsobu propojení sběrnicevého vedení.

Dle rad a doporučení projektanta a po seznámení se s příslušnými normami, jsem byl schopen zpracovat výkresovou dokumentaci. Nejdříve jsem nakreslil půdorysné výkresy dle veškerých náležitostí uvedených v kapitole 3.1.1. Půdorysné výkresy jsem pro lepší přehlednost rozdělil na silovou a systémovou část. Jako další jsem vypracoval schéma silového a systémového rozvodu. Jako další bylo nutné nakreslit výkresy jednotlivých rozváděčů, proto bylo nutné navrhnout jištění jednotlivých kabelů a systémových prvků a další způsoby chránění jednotlivých okruhů, tj. proudové ochrany a ochranu přepětíovou. Všechny rozváděče jsem nakreslil schematicky vč. popisu jednotlivých prvků, přívodů i vývodů. Vzhledem k tomu, že se jedná o stávající objekt, bude použita stávající uzemňovací síť, která je v pořádku a proto nebylo nutné tento typ výkresu zpracovávat. Výkres hromosvodu jsem nezpracoval vzhledem ke složitosti návrhu jímací sítě, který se dle normy ČSN EN 62305-1 ed.2 počítá s využitím principu valící se koule o specifickém průměru, ochranného úhlu a přeskokových vzdáleností mezi kovovými prvky elektroinstalace vystupující z objektu (Klimatizační jednotka, odtahy atd.) a prvky jímací sítě. Výpočet je vhodné provést pomocí specializovaných softwarů, které jsem neměl k dispozici. K návrhu jímací sítě jsou zapotřebí výkresy VZT, slaboproudu a dalších profesí, které zobrazují prvky elektroinstalace či VZT zasahující do prostoru střechy, tyto výkresy však nejsou součástí tohoto projektu.

Na závěr jsem zpracoval výkaz výměr, rozpočet a technickou zprávu dle kapitoly 3.1.2.

Celková cena elektroinstalace činí 952136,3 Kč.

5 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zpracování teoretického podkladu pro tvorbu projektu elektroinstalace s využitím inteligentního řízení a vytvoření konkrétního projektu. Dle mého názoru bylo vytyčených cílů dosaženo.

Práce se skládá ze tří částí. První část se zabývá problematikou silových a datových rozvodů v elektroinstalaci, je zde probrána klasická elektroinstalace, avšak pouze okrajově, a to popisem jednotlivých částí. Dále se práce věnuje problematice inteligentních systémů, která je zde popsána podrobně. Čtenář je seznámen s vývojem inteligentních systémů, s možnostmi využití systémů pro různé druhy činností v různých typech objektů. Následně jsou popsány standardy sběrnice systémů a jejich klasifikace podle daných kritérií. Je zde vysvětlen rozdíl mezi uzavřeným a otevřeným systémem, rozdíl mezi centralizovaným a decentralizovaným systémem a také vysvětleny pojmy komplexnost, možnosti propojení systému, tj. topologie sběrnice. Práce také popisuje různé typy medií určených pro přenos řídicího signálu a nechybí ani popis jednotlivých výrobců a jejich systémů, které jsou v České republice nejpoužívanější. Pro výběr vhodného systému pro daný objekt, kterým je dvojpodlažní penzion, slouží tabulky zpracované ve spolupráci s projektovými manažery jednotlivých společností, které podle vhodných kritérií porovnávají mezi sebou jednotlivé systémy. Posledním bodem první části je porovnání výhod a nevýhod inteligentní elektroinstalace oproti klasické elektroinstalaci.

Druhá část práce je zaměřena na popis zásad pro tvorbu projektové dokumentace elektro. V prvním bodě je popsán obsah projektové dokumentace, tj. druhy výkresů vč. jejich popisu, které musí obsahovat výkresová část a popis technické zprávy, výčtu použitého materiálu a konečného rozpočtu, jež jsou součástí textové části projektu. V dalším bodě je vysvětlen postup při tvorbě projektu. Nechybí ani vysvětlení zásad, které je nutno při tvorbě projektu dodržovat. Jsou zde zmíněny obecné zásady, zásady při návrhu světelných a zásuvkových okruhů, zásady pro provedení kabelových rozvodů a zásady pro umývací prostory a koupelny. Jako součást kapitoly jsou také uvedeny nejpoužívanější výpočty pro tvorbu projektu, tj. výpočtové zatížení, výpočtový proud a úbytek napětí na vedení. V závěru druhé části práce je popsána legislativa týkající se elektroinstalací, tj. zákony, vyhlášky a technické normy, které je nutno při tvorbě projektu respektovat a dodržovat.

Poslední částí je vytvoření konkrétního projektu. Projektovou dokumentaci jsem zpracoval pomocí programů BricsCAD s nástavbou ElProCAD, programů Verox a Microsoft Word. Tyto programy jsem získal od příslušných společností se studentskou licencí. Projekt obsahuje výkresy půdorysů, výkresy rozváděčů, schémata rozvodů, rozpočet a technickou zprávu. Veškeré součásti dokumentace jsou zpracovány dle příslušných norem.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] PRŮCHA, Jan. INSIGHT HOME. *Chytré Bydlení: Inteligentní dům* [online]. 18.9.2012. [cit. 2013-10-05]. Dostupné z: <http://www.insighthome.eu/Chytre-bydleni/Chytre-bydleni.pdf>
- [2] ŠMEJKAL, Ladislav. Co jsou to chytré domy. *Perspektivy bydlení: Ovládejte svůj dům (příloha časopisu Elektro2012)*. 2012, s. 2. [cit. 2013-10-05]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/flipviewer/FCC/Perspektivy_bydleni/Perspektivy_bydleni_output/web/flipviewerxpress.html?pn=2
- [3] KOLINSKÝ, Vratislav, Iveta ŠKODOVÁ a Miroslav KUBÍK. Inteligentní dům není jen dálkové ovládání světel a rolet. *TZB HAUSTECHNIK: Elektroinstalace a osvětlení*. roč. 2011, č. 4, s. 2. [cit. 2013-10-05]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/tzb/osvetleni-a-elektroinstalace/inteligentni-dum-neni-jen-dalkove-ovladani-svetel-a-rolet-2902.html>
- [4] TOMAN, Karel. Decentralizované sběrníkové systémy. *Elektroinstalátor* [online]. 2007, č. 1 [cit. 2013-10-05]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4213-decentralizovane-sbernicove-systemy>
- [5] TRTÍK, Jan. *Návrh elektroinstalace rodinného domu s využitím inteligentních prvků*. 2009. Bakalářská práce. Brno: FEKT VUT, 2009, 52 stran [cit. 2013-10-05]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=18259
- [6] BURDKOVÁ, Michaela a Petr VESELÝ. *Studijní materiál: Inteligentní budovy* [online]. [cit. 2013-10-11]. Dostupné z: http://www.jilova.cz/projekty/rozvoj_inteligentniBudovyStudium1.pdf
- [7] Domácnosti: Jak funguje inteligentní dům?. TECHDOT, s.r.o. *IElektroinstalace.cz: Ovládejte své pohodlí* [online]. 2013 [cit. 2013-11-01]. Dostupné z: <http://www.ielektroinstalace.cz/inteligentni-dum.html>
- [8] PÁVEK, Jaromír. Elektronické centrum moderní domácnosti. *Stavitel* [online]. 2004 [cit. 2013-11-01]. Dostupné z: <http://stavitel.ihned.cz/c1-13974860-elektronicke-centrum-moderni-domacnosti>
- [9] NÝVLT, Ondřej. Přehled protokolů systémů pro řízení inteligentních budov. *Automatizace*. 2010, roč. 53, 3-4, s. 121-124. DOI: 0005-125X.
- [10] PÁVEK, Jaromír. Inteligentní elektroinstalace budov- systém Nikobus: Příručka pro uživatele. *Nikobus: Dům pod palcem* [online]. 04/2004 [cit. 2013-10-15]. Dostupné z: <http://www.eatonelektrotechnika.cz/pdf/manual%20nikobus.pdf>
- [11] HALUZA, Miroslav. *Klasická versus inteligentní elektroinstalace*. Diplomová práce. Brno: FEKT VUT, 2010, 92 stran. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=27096
- [12] *RF Control: Bezdrátové ovládání*. ELKOep. [online]. [cit. 2013-10-16]. Dostupné z: http://www.pruedel.eu/eshop/files/RF_Control_JP.pdf
- [13] KOSOVÁ, Markéta. *Fyzická topologie sítí* [online]. [cit. 2013-10-20]. Dostupné z: <http://ulozto.cz/xYiCCjQT/fyzicka-topologie-siti-ppt>

- [14] *O společnosti: Kdo jsme a čeho chceme dosáhnout*. ABB S.R.O., Elektro-Praga [online]. 2006 [cit. 2013-11-04]. Dostupné z: <http://www117.abb.com/index.asp?thema=2685>
- [15] *Inteligentní elektroinstalace Ego-n: Návrhový a instalační manuál Ego-n®, 5.vydání*. ABB s. r. o., Elektro-Praga [online]. 09/2011 [cit. 2013-11-05]. Dostupné z: <http://www117.abb.com/document.asp?thema=8929>
- [16] *Systém inteligentní elektroinstalace ABB i-bus® KNX: Popis systému*. ABB s. r. o., Elektro-Praga [online]. [cit. 2013-11-05]. Dostupné z: [http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/f8364a3ffd2404f9c125773d0033fe47/\\$file/elektronicky_prospekt_05.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/f8364a3ffd2404f9c125773d0033fe47/$file/elektronicky_prospekt_05.pdf)
- [17] *Profil společnosti: Eaton v ČR*. Eaton Elektrotechnika s.r.o. [online]. [cit. 2013-11-05]. Dostupné z: http://www.eatonelektrotechnika.cz/onas-profil_spolecnosti-eaton_v_cr
- [18] *Domovní instalace: Radiofrekvenční systém Xcomfort*. Eaton Elektrotechnika s.r.o. [online]. [cit. 2013-11-05]. Dostupné z: http://www.eatonelektrotechnika.cz/produkty-domovni_instalace-system_xcomfort-radiofrekvencni_system
- [19] VAŇUŠ, Jan. *Základy Systémové techniky budov: Popis sběrnicevého systému Nikobus* [online]. [cit. 2013-11-05]. Dostupné z: <http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Bakalarske/STB/3.%20popis%20sber.%20syst.%20%20Nikobus%20promitani.pdf>
- [20] *Sběrnicevý systém Nikobus: Katalog 2009-2010*. Eaton Elektrotechnika s.r.o. [online]. [cit. 2013-11-05]. Dostupné z: http://pro-odborniky.xcomfort.cz/download/Katalog_Nikobus_2009-2010.pdf
- [21] *Představení společnosti*. ELKO ep [online]. [cit. 2013-11-05]. Dostupné z: <http://www.elkoep.cz/o-nas/>
- [22] *Inteligentní elektroinstalace iNELS: Technický katalog*. ELKO ep [online]. [cit. 2013-11-06]. Dostupné z: http://www.elkoep.cz/downloads/promotion_materials/katalog_iNELS2_2013.pdf
- [23] ŠEVELA, Martin. *Prezentace iNELS* [online]. [cit. 2013-11-05]. Dostupné z: <http://www.inels.cz/ke-stazeni/prezentace?subaction=download&did=7>
- [24] *Acquisition of Vantage*. Legrand s.r.o. [online]. 2006 [cit. 2013-11-29]. Dostupné z: http://www.legrand.com/files/fck/News/files/groupe/Vantage/Legrand_Vantage_EN_final.pdf
- [25] KOUDELKA, Ctirad. *Přípojky NN*. VŠB-TU Ostrava [online]. 2007 [cit. 2013-11-23]. Dostupné z: http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Bakalarske/prednasky/pred_ZEP/Pripojky%20NN-07.pdf
- [26] KREJSA, Pavel. *RD Tehov- novostavba. Elektroinstalace: Reference* [online]. 2013 [cit. 2013-12-07]. Dostupné z: http://www.elektroinstalace-pk.cz/foto/RD-Tehov-rozvadec_01.jpg
- [27] *O nás*. Legrand s.r.o. [online]. [cit. 2013-11-06]. Dostupné z: <http://www.legrand.cz/o-nas>
- [28] *Prezentace My Home*. Legrand s.r.o. [online]. [cit. 2013-11-06]. Dostupné z: http://www.trimr.cz/soubory/01_myhome.ppt

- [29] *Vantage: Product Overview*. Legrand s.r.o. [online]. 2013 [cit. 2013-11-29]. Dostupné z: <http://www.vantagecontrols.com/learn/product-overview.aspx>
- [30] *O nás*. AMiT s.r.o. [online]. [cit. 2013-11-06]. Dostupné z: <http://www.amit.cz/cz/company/index.htm>
- [31] *ADiS Modulární řídicí systém: Technická příručka*. AMiT s.r.o. [online]. [cit. 2013-11-06]. Dostupné z: http://www.amit.cz/docs/cz/adis/adis_m_cz_100.pdf
- [32] *Společnost: Současnost a historie*. Schneider Electric s.r.o. [online]. [cit. 2013-11-06]. Dostupné z: http://www.schneider-electric.cz/sites/czech-republic/cz/spolecnost/profil/schneider_in_rcz/historie-soucasnost.page
- [33] *Technické informace: Bezdrátový systém CONNECT*. Schneider Electric s.r.o. [online]. [cit. 2013-11-06]. Dostupné z: http://www.vypinac.cz/download/vypinac.cz_merten_connect_tech.informace.pdf
- [34] *Využití ICT pro rozvoj klíčových kompetencí*. SOŠE Hluboká nad Vltavou [online]. [cit. 2013-11-23]. Dostupné z: http://dumy.sosehl.cz/subdom/dumy/vytvorene_materialy/32/23.sada/VY_32_INOVACE_ICT-IE2-2_8.pdf
- [35] DVOŘÁČEK, Karel. *Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací*. 2., přeprac. vyd. Praha : IN-EL, 2011. 115 s. ISBN 978-80-86230-53-5.
- [36] *Portál veřejné správy: Informace pro občany České republiky*. Ministerstvo vnitra [online]. 2013 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/>
- [37] *ČSN online pro jednotlivě registrované uživatele*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/vyhledavani.aspx>
- [38] *ATELIER DEK: Umělé osvětlení z pohledu projektanta*. DEK a.s. [online]. 2013 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://atelier-dek.cz/node/203>
- [39] *Diskuze ElektriKa: Kudy vest rozvody ve stěně*. SMF [online]. 2006 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://diskuse.elektriKa.cz/index.php/topic,27334.0.html/view>
- [40] GARLÍK, Bohumír. *Elektrické instalace v koupelnách a kuchyních, bytových i nebytových prostorách* [online]. 2007, č. 1 [cit. 2013-12-11]. Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/6713-elektricke-instalace-v-koupelnach-a-kuchynich-bytovych-i-nebytovych-prostorach>
- [41] *Osvětlení koupelny*. HALLA a.s. [online]. 2013 [cit. 2013-12-11]. Dostupné z: http://shop.halla.cz/uploads/halla/img_html/radce/Zony_instalce_svitidel_v_koupelne.jpg

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A - Výkresová dokumentace

Příloha B - Technická zpráva a rozpočet