

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

NÁVRH ELEKTROINSTALACE S INTELIGENTNÍMI PRVKY PRO RODINNÝ DŮM

PROJECT OF WIRING SYSTEM WITH INTELLIGENT ELEMENTS FOR FAMILY HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LADISLAV LENGYEL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. PETR MASTNÝ, Ph.D

BRNO 2013

>>Vložit zadání práce<<

Bibliografická citace práce:

LENGYEL, L. *Návrh elektroinstalace s inteligentními prvky pro rodinný dům*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. 71 s.
Vedoucí semestrální práce doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D..

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové (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.

.....

Pod'akovanie

Týmto by som chcel vyjadriť poďakovanie konzultantovi, doc. Ing. Petrovi Mastnému, PhD., za odborné vedení, metodickú pomoc a cenné rady, ktoré mi boli poskytnuté pri vypracovaní bakalárskej práce.

ABSTRAKT

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo v prvom rade teoretické zoznámenie sa s projektovou dokumentáciou a s problematikou inteligentnej elektroinštalácie. Prvú časť bakalárskej práce tvoria požiadavky a definície zásad pre tvorbu projektovej dokumentácie elektroinštalácie. Vzhľadom na obmedzenosť strán nie je možné podrobne popísať všetky požiadavky, zásady a normy používané pri tvorbe elektroinštalácie. Preto sa práca sústreďuje len na silnoprúdovú časť technickej dokumentácie. Ďalšia časť práce je zameraná na problematiku inteligentnej elektroinštalácie, jej rozdelenie a aplikačné možnosti v rodinných domoch. Výhody systémovej inštalácie oproti klasickej. V tejto časti sú ďalej rozoberané a popísané rozličné systémy od rôznych výrobcov inteligentných elektroinštalácií. Záverečná časť sa zaoberá návrhom projektovej dokumentácie silnoprúdových rozvodov. Rozvody elektrickej inštalácie pre rodinný dom sú realizované pomocou inteligentných prvkov od firmy ABB systému KNX. Táto časť je ďalej zameraná na vhodný výber systémovej inštalácie, rozmiestnenie rozvodov a prvkov inštalácie, vrátane komponentov inteligentnej elektroinštalácie a návrh podružného bytového rozvádzača. Ďalej sa zaoberá výpočtom tepelných strát objektu a s tým spojený výber vhodného tepelného čerpadla. Pomocou zisteného odberaného výkonu sa určí hlavný istič použitý v bytovej rozvodnici a s tým spojený prierez hlavného domového vedenia.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

projektová dokumentácia; výkresová dokumentácia; inteligentná; systémová; zbernicová; silnoprúdová; inštalácia; zbernica; aktor; senzor; elektroinštalácia; rodinný dom; elektrické obvody; elektrický rozvod; návrh; riadenie; ovládanie; technická správa; ABB; KNX;

ABSTRAKT

The goal of this bachelor work was first of all the theoretical introducing to the project documentation and to the question of intelligent electrical installation. The first part of the bachelor work consists of terms and definitions of principles for creating the project documentation of electrical installation. With the view of the pages' limitedness, it is not possible to describe in detail all the terms principles and standards used in creating of electrical installation. Because of that, the work focuses on the heavy current part of the technical documentation only. The next part of the work is focused on the question of intelligent electrical installation, its division and applicable possibilities in family houses. The advantages of the system installation in comparison to classical. In this part are further analyzed and described the different systems of different manufacturers of intelligent electrical installations. The closing part focuses on the blueprint of the project documentation of heavy current distributions. The distributions of the electrical installation for the family houses are realized with the help of intelligent elements from ABB company of the KNX system. This part furthermore focuses on the proper selection of system installation, placing of the distributions and elements of installations, inclusive of components of intelligent installation and a blueprint of subsidiary apartment distributor. Then it deals with the calculation of heat loss of the object and the selection of proper head pump related to it. With the help of determined power take-off the main breaker used in the apartment distributing board is appointed and the conjunction of the main residence wiring related to it.

KEY WORDS:

project documentation; drawing documentation; intelligent; system; conductor bar; heavy current; installation; bus-bar; actuator; sensor; electrical installation; family house; electrical circuits; electrical distribution; blueprint; conductorship; actuating; technical report; ABB; KNX

Obsah

ZOZNAM TABULIEK	9
ZOZNAM SYMBOLOV A SKRATIEK.....	10
1 ÚVOD.....	13
2 DEFINÍCIA ZÁSAD PRE TVORBU PROJEKTOVEJ ELEKTROINŠTALÁCIE	14
2.1 DEFINÍCIA ELEKTRICKEJ INŠTALÁCIE	14
2.2 Tvorba elektrickej inštalácie rodinného domu (RD), projektová dokumentácia pre RD	15
2.2.1 Terminológia použitá pri kreslení výkresovej dokumentácie	16
2.2.2 Písmenové značenie v projektovej dokumentácii	18
2.2.3 Istenie	19
2.2.4 Požiadavky na svetelný obvod	21
2.2.5 Požiadavky na zásuvkový obvod	22
2.2.6 Bleskozvody a ochrany pred prepätím	24
2.2.7 Inštalácie vo zvláštnych priestoroch, elektroinštalčné zóny.....	28
2.2.8 Výstavba elektrickej inštalácie elektroinštalčné zóny	29
3 Zoznámenie sa s problematikou inteligentnej elektroinštalácie- definícia	31
3.1 Rozdiel medzi klasickou elektroinštaláciou a inteligentnou inštaláciou	31
3.2 Problematika inteligentnej inštalácie	31
3.3 Základné časti systémovej (inteligentnej) elektroinštalácie	32
3.3.1 Zbernica.....	32
3.3.2 Akčné členy.....	32
3.4 Členenie inteligentných inštalácií.....	33
3.4.1 Členenie podľa veľkosti	33
3.4.2 Členenie podľa druhu prenosového média.....	33
3.4.3 Členenie podľa stupňa centralizácie.....	34
3.4.4 Členenie podľa vedenia zbernice	34
3.5 Využitie systémovej elektroinštalácie	35
3.5.1 Svetlené obvody	35
3.5.2 Klimatické okruhy.....	35
3.5.3 Zásuvkové obvody	35

3.5.4	Bezpečnostné systémy.....	36
3.6	Porovnanie vybraných druhov inteligentných elektroinštalácie pre RD	36
3.6.1	Systém KNX/EIB od firmy ABB.....	36
3.6.2	Systém iNELS od firmy ELKO EP, s.r.o.	37
3.6.3	Systém Nikobus od firmy Niko.....	38
3.6.4	Systém Xkomfort od firmy Eaton	38
3.7	Výber vhodného druhu inteligentnej elektroinštalácie pre RD	39
4	Projektová dokumentácia RD	41
4.1	Technická správa	41
4.2	Zoznamy	54
	ZÁVER.....	61
	PRÍLOHA OBRÁZKOV	63
	POUŽITÁ LITERATÚRA	70

ZOZNAM TABULIEK

<i>Tabuľka 1- Niektoré kvalifikácie podľa vyhlášky č.50/1978Sb.</i>	14
<i>Tabuľka 2- Druhy čiar</i>	16
<i>Tabuľka 3- Elektrotechnické značky</i>	18
<i>Tabuľka 4- Písmenové značenie jednotlivých značiek a zariadení</i>	18
<i>Tabuľka 5- Počet svetelných vývodov v jednotlivých miestnostiach</i>	22
<i>Tabuľka 6- Prierezy jadier vodičov a im priradené menovité prúdy ističov</i>	23
<i>Tabuľka 7- Počet zásuvkových vývodov v jednotlivých miestnostiach</i>	24
<i>Tabuľka 8- Vzďialenosti zvodov v závislosti od triedy ochrany</i>	26
<i>Tabuľka 9- Materiály použité na zhotovenie zvodov</i>	27
<i>Tabuľka 10- Tepelné vodivosti materiálov použitých v RD</i>	45
<i>Tabuľka 11- Súčiniteľ prechodu tepla stavebných otvorov</i>	46
<i>Tabuľka 12- Najčastejšie používané spotrebiče v domácnosti a ich symbolický príkon</i>	47
<i>Tabuľka 13 - Materiály na elektroinštalačné rozvody a riadiace vedenie na prízemí</i>	54
<i>Tabuľka 14- Materiály na elektroinštalačné rozvody a riadiace vedenie na poschodí</i>	55
<i>Tabuľka 15 - Celková dĺžka vodičov použitých v elektroinštalácii RD</i>	55
<i>Tabuľka 16- Špecifikácia istiacich a ochranných prístrojov použitých v BR</i>	57
<i>Tabuľka 17-Špecifikácia riadiacich a systémových prístrojov použitých v BR</i>	58

ZOZNAM SYMBOLOV A SKRATIEK

BR – bytová rozvodnica; BUS- zbernica, vodivé pospájanie jednotlivých častí; CYKY- medený vodič s PVC izoláciou, s plášťom z PVC; ČSN – česká technická norma; EN – európska norma vydaná CENELEC-om; EZ – elektrické zariadenie; HDS – hlavná domová skriňa; HDV – hlavné domové vedenie; IEC – (International Electrotechnical Comision) medzinárodná norma pre elektrotechniku; ISO – medzinárodná norma všeobecného charakteru; L1 – 1. fáza; L2 – 2. fáza; L3– 3. Fáza; LPS - Základné stupne ochrany (Lightning Protection System); N- nulový vodič; PCH – prúdový chránič; PE- ochranný vodič; RD – rodinný dom; TN-C-S – centrálny separovaný systém; TN-S - separovaný systém sietí; TČ – tepelné čerpadlo; TÚV- teplá úžitková voda; UZ – účastníci zbernice; VD - varná doska; YCYM - signálny kábel pre zbernicový systém

ZOZNAM OBRÁZKOV

<i>Obrázok 1- Graf závislosti koeficientov súčasnosti od počtov bytov, skupín, spotrebičov.....</i>	<i>20</i>
<i>Obrázok 2- Tepelné čerpadlo DAIKIN vnútorná, vonkajšia jednotka a externý zásobník TUV</i>	<i>63</i>
<i>Obrázok 3- Nástenný ventilátor s časovým dobehom, výhrevný elektrický rebrik, pohon hlavice ventila TČ (termopohon).....</i>	<i>63</i>
<i>Obrázok 4- Jednopolový istič rady PL6/B s menovitým prúdom 10A a jedno + N polový chránič rady PFL6/B s menovitou hodnotou 10A a reziduálnym prúdom 30mA, od firmy EATON</i>	<i>64</i>
<i>Obrázok 5- Jedno + N polový chránič rady PFL6/B s menovitou hodnotou 16A(20A) a reziduálnym prúdom 30mA a Jednopolové ističe rady PL6/B s menovitým prúdom 16A, od firmy EATON.....</i>	<i>64</i>
<i>Obrázok 6- Trojpolový (hlavný) istič rady PL6 s menovitým prúdom 20A (50A) a hlavný vypínač rady IS-63/3, od firmy EATON</i>	<i>65</i>
<i>Obrázok 7 Motor pohonov roliet okien.....</i>	<i>65</i>
<i>Obrázok 8- Prúdový chránič typu PF7 s menovitým prúdom 40A a s reziduálnym prúdom 300mA a nožová positka NH00/80 s menovitým prúdom 80A od firmy EATON.....</i>	<i>65</i>
<i>Obrázok 9- Zvodiče prepätia triedy T1, T2, T3 montované v BR, od firmy EATON</i>	<i>66</i>
<i>Obrázok 10- Štvortlačidlový spínač s IR a jednotlačidlový spínač KNX.....</i>	<i>66</i>
<i>Obrázok 11- Dvojtlačidlový spínač a štvortlačidlový spínač KNX.....</i>	<i>66</i>
<i>Obrázok 12- Centrálna jednotka a časový spínací aktor KNX.....</i>	<i>67</i>
<i>Obrázok 13- Senzor oslnenia, senzor pohybu stropný a senzor pohybu nástenný KNX.....</i>	<i>67</i>
<i>Obrázok 14- Senzor vlhkosti, bez tlačidlový termostat, senzor poveternostných podmienok KNX.....</i>	<i>67</i>
<i>Obrázok 15- Aktor na spínanie svetelného obvodu, aktor na spínanie a stmevanie svetelného obvodu KNX</i>	<i>68</i>
<i>Obrázok 16- Spínací aktor zásuvkových vývodov, spínací aktor žalúzii KNX.....</i>	<i>68</i>
<i>Obrázok 17- Napäťový zdroj, líniová spojka, poveternostný aktor KNX.....</i>	<i>68</i>
<i>Obrázok 18- Bytová rozvodná skriňa 800x600x200</i>	<i>69</i>
<i>Obrázok 19- Bezpečnostný transformátor 40VA, 230/12V</i>	<i>69</i>

ZOZNAM PRÍLOH

<i>Príloha A</i>	<i>Rozvody elektrickej energie prízemia</i>
<i>Príloha B</i>	<i>Rozvody elektrickej energie poschodia</i>
<i>Príloha C</i>	<i>Jednopolová schéma bytovej rozvodnice</i>
<i>Príloha D</i>	<i>Bloková schéma zapojenia riadiacích prvkov</i>

1 ÚVOD

Cieľom tohto bakalárskeho projektu je zoznámiť sa z problematikou inteligentnej elektroinštalácie a definície zásad pre tvorbu projektovej dokumentácie elektroinštalácie. Následne vybrať vhodný druh inteligentnej elektroinštalácie pre rodinný dom. Pre rodinné domy, ktoré patria medzi budovy na bývanie, sú zásady tvorby elektroinštalácie rozdielne ako pre priemyselné budovy, výrobné, sklady atď. V dnešnej dobe nie je možné vytvárať elektroinštaláciu bez podkladov. Preto uvedená bakalárska práca obsahuje jednotlivé požiadavky pre vytvorenie inžinierskej siete elektroinštalácie ako aj ochrany osôb, zariadení a samotnej elektroinštalácie. Požiadavky a predpisy pre návrhy jednotlivých elektroinštalovaných obvodov, ako sú zásuvkové a svetelné rozvody a ich výstavby sú definované normami a zákonmi krajín, kde je elektroinštalácia prevádzaná. V práci boli využité normy a zákony Českej republiky (ČSN) pričom táto norma vychádza z európskych (EN), alebo medzinárodných (IEC, ISO) noriem. V dnešnej dobe nie je možné vytvoriť projektovú dokumentáciu ani elektroinštaláciu bez spolupráce rozličných odborníkov. Bez charakteristiky stavby od lokality umiestnenia, až k využívaniu nie je možné vytvoriť inžinierske siete plynu, vody a v neposlednom rade elektrickej energie. Preto jednotliví projektanti úzko spolupracujú, aby boli zamedzené nedostatky a dodržané bezpečnostné opatrenia týkajúce sa elektrických inštalácií. Je zrejmé, že projektovanie zahŕňa rozsiahlu oblasť a nie je možné všetko popísať v jednej bakalárskej práci. Preto pri vytváraní projektovej dokumentácie a elektroinštalácie projektanti pracujú s normami, vyhláškami, zákonmi. Komplikácie predstavuje aj to, že predpisy, normy a požiadavky sa menia a rozširujú. Ako bolo spomínané vyššie okrem definície tvorby elektrickej inštalácie rozobraná aj problematika inteligentných elektroinštalácií. Inteligentná elektroinštalácia (alebo aj systémová zbernicová) je úzko spätá s klasickou elektroinštaláciou. Využívajú sa silové rozvody k zariadeniam. Rozdiel je v tom, že inteligentné inštalácie sa ovládajú pomocou počítačovej techniky. Riadenie jednotlivých prístrojov (či sú to svetlá alebo rôzne zariadenia) je riešené pomocou ovládacieho vodiča takzvanej zbernice alebo bezdrôtovo. Riadené prvky (odborne aktory) komunikujú po zbernici s riadiacimi prvkami (senzory, respektíve klasické ovládače). Veľkým prínosom oproti klasickej inštalácii je, že sa dbá na komfort a na bezpečnosť užívateľa a pri správnych nastaveniach je spotreba elektrickej energie menšia. V bakalárskej práci sú rozpísané rozličné aplikačné možnosti inteligentných elektroinštalácií. Ďalej sú uvedené niektoré výrobcovia týchto systémov ich parametre a výhody. Záverečným cieľom je s pomocou vybraného systému inteligentnej elektroinštalácie spracovať projektovú dokumentáciu silnoprúdového rozvodu rodinného domu. Výber vhodného hlavného ističa a návrh hlavného domového vedenia pomocou odoberaného výkonu. Ďalej sú určené celkové tepelné straty budovy a výber tepelného čerpadla. Funkčný popis riadenia jednotlivých miestností ako aj rozmiestnenie funkčných prvkov. Neoddeliteľnou súčasťou je aj vytvorenie situačného rozvodu elektroinštalácie v rodinnom dome ako aj vytvorenie podružnej bytovej rozvodnice s istiacimi a ovládacími prvkami inteligentnej elektroinštalácie.

2 DEFINÍCIA ZÁSAD PRE TVORBU PROJEKTOVEJ ELEKTROINŠTALÁCIE

2.1 DEFINÍCIA ELEKTRICKEJ INŠTALÁCIE

V tomto bode si definujeme v skratke čo je to elektrická inštalácia. Elektrickú inštaláciu chápeme ako súbor elektrických zariadení (ďalej len EZ), ktoré sú vzájomne pospájané elektroinštaláčnymi materiálmi napríklad káblami alebo vodičmi. Prepojené EZ navzájom spolupracujú.

EZ sú zariadenia, ktoré v závislosti od ich použitia, sa delia na EZ používané na výrobu (napríklad generátory) cez premenu (napríklad motory) elektrickej energie. Medzi výrobou a premenou elektrickej energie je spravidla nejaká vzdialenosť. Táto vzdialenosť sa prekováva pomocou prenosovej sústavy teda v tomto prípade vodičmi. Do EZ sú zahrnuté zariadenia ako napríklad transformátory, generátory a ďalšou skupinou sú ochranné a meracie prístroje spotrebiče napríklad žiarovky, motory atď.

Kvalifikácia na obsluhu a prácu na elektrických zariadeniach sa riadi podľa vyhlášok, ktoré vydáva príslušný štát. V Českej republike je to *Vyhláška č. 50/1978Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice*. Ako je známe laik, neznalý problematike elektrickej inštalácie túto činnosť nesmie prevádzať. Elektrickú inštaláciu teda rozvod elektrických inštalácií, montáž elektrických zariadení, či sa jedná o zariadenia umiestnené v bytovej rozvodnici (BR) alebo inde v objekte, môže prevádzať len pracovník, ktorý podľa vyhlášky č.50/1978Sb. má minimálnu kvalifikáciu podľa §6. Teda pracovník pre samostatnú činnosť s overenou spôsobilosťou. Pritom pri zavádzaní elektrických inštalácií musia postupovať podľa predložených nákresov (projektovej dokumentácie) elektroinštalácie, ktorú vystaví projektový inžinier. Projektový inžinier inými slovami pracovníci pre samostatné projektovanie a pracovníci pre riadenie projektovania. Títo pracovníci musia mať splnenú kvalifikáciu podľa §10 v súlade s vyhláškou č.50/1978Sb. Podrobnejšie popisy jednotlivých kvalifikácií je uvedený v Tabuľka - 1. [1]

Tabuľka - 1 Niektoré kvalifikácie podľa vyhlášky č.50/1978Sb.

Pracovník	Vyhláška č.50/1978Sb.
Znalý §5	-Sú pracovníci ktorý majú ukončené odborné vzdelanie, a po zaškolení zložili skúšku v rozsahu stanoveným v § 14 odst. 1.
Pracovníci pre samostatnú činnosť §6	-Sú pracovníci znalý s vyššou kvalifikáciou, ktorý splňujú požiadavky pre pracovníkov uvedené v §5 -Majú splnenú najkratšiu požadovanú prax. -preukázali sa zložením skúšky v rozsahu stanovenom v §14 odst.1 znalosti potrebné na samostatnú činnosť
Pracovníci pre samostatné projektovanie a pracovníci pre riadenie projektovania §10	Sú to pracovníci ktorý odbornú prax a vzdelanie určené zvláštnym predpisom 6) ¹ a zložili skúšku na znalosť predpisov k zaistenie bezpečnosti práce a technických zariadení s predpisom súvisiacich s projektovaním 7) ²

Aby sa elektrická inštalácia dala realizovať je potrebné dodržať niektoré kritéria projektovej dokumentácie, kde na prvom mieste je bezpečnosť a spoľahlivosť. Tieto dve veci sú úzko

¹ 6) Vyhláška č. 88/1976Sb., o oprávnenie k projektové činnosti.

² 7) Napr. zákon č. 50/1976 Sb., o územnom plánovaní a stavebných podmienkach (stavební zákon), vyhláška č.104/1973Sb., ktorou sa vydávajú základné podmienky dodávky stavebných prácí, vyhláška č.163/1973Sb., o dokumentácii stavieb

prepojené. Bezpečnosťou sa rozumie ochrana zariadení, vedení a obsluhy pracujúcej na danom zariadení. Pričom spoľahlivosť znamená zamedzenie nesprávnych funkcií zariadení ako napríklad spotrebiče ale aj bezpečnostné prístroje ističe a ochrany. Priehľadnosť a flexibilita je dôležitá z hľadiska vytvárania elektroinštalračných rozvodov. Flexibilita inými slovami pripravenosť elektroinštalračných rozvodov na prípadné zmeny. Pod kritériom hospodárnosť sa rozumie využitie čo najmenších možných množstiev elektroinštalračných materiálov na vytvorenie bezpečných a spoľahlivých elektrických rozvodov.

Typizácia je dôležitá pre vytvorenie typovo zhodných elektrických rozvodov v danom objekte. Napríklad použitie jedného druhu vodiča (medeného) na rozvod svetelnej inštalácie po objekte s primeraným prierezom. A druhého typu vodiča za zásuvkový obvod. Estetickosť inými slovami estetické prevedenie elektrickej inštalácie. Napríklad vodiče neviditeľne zapustené v murive pod omietkou a primerane rozmiestnené svetelné a zásuvkové vývody.

Posledným kritériom je komfort užívateľa objektu.

2.2 Tvorba elektrickej inštalácie rodinného domu (RD), projektová dokumentácia pre RD

Definujeme si požiadavky na elektrickú inštaláciu a pre tvorbu projektovej dokumentácie. *Zákon č 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku* definuje základné požiadavky na projektovanie stavieb. Takáto projektová dokumentácia musí obsahovať :

1. Technickú správu
 2. Výkresovú časť
 3. Zoznamy
1. V technickej správe sa uvádzajú napät'ové a prúdové sústavy, ďalej môže tam byť diagram dennej spotreby rodinného domu, stupeň elektrifikácie, typ prevedenia siete. V neposlednom rade spôsob obstarávania elektrickej energie.
 2. Vo výkresovej časti sú uvedené vonkajšie a vnútorné časti silových a aj slaboprúdových rozvodov. Existuje viacero výkresových schém používaných vo výkresoch napríklad jednopólové schémy hlavného rozvodu, situačná schéma a schémy rozvodov. Hrúbku jednotlivých čiar vo výkresoch určuje Tabuľka 2. Tenké čiary sa používajú na znázornenie stavebných riešení objektu, teda pôdorys. Hrubé čiary sa využívajú na kreslenie elektroinštalračných rozvodov. S veľmi hrubými čiarami sa kreslia viacnásobné vedenia ale aj prípojky. Pri kreslení projektovej elektroinštalračii sa využíva druhá a tretia skupina hrúbok, pričom sa vodiče rozlišujú aj typom. Teda normálne alebo čiarkované, respektíve bodkočiarkované čiary, ktoré znázorňujú elektroinštalračné rozvody, musia byť rovné a ak je možné tak bez vzájomného križovania. Ak sa križovaniu vodičov pri rozvode nedá predísť je treba správne zaznačiť. Čiary používané v rozvodoch znázorňujú vodiče alebo káble, ktoré vedú od BR až k jednotlivým spotrebičom, resp. k neukončeným vývodom zásuviek a svietidiel. Čiary musia byť označené. Označením sa rozumie presný počet vodičov ich prierez a druh (napr. CYKY 3x2,5). Môžu byť kreslené takzvané jednovodičové vedenia čo znamená, že každý vodič je kreslený zvlášť. Ak sú napríklad 3 vodiče

vedúce od BR do spotrebiča, tak vo výkrese sa nakreslia 3 čiary. Ale najčastejšie sa kreslia n-vodičové vedenia. Znamená to, to že vodiče (dva alebo viac vodičov) sú na výkrese znázornené len jednou čiarou s vhodným číselným označením. Príklady uvedené v Tabuľka 2. Do situačných schém sa zakresľujú aj rozvodnice a rozvádzače. Z dôvodu ich umiestnenia v objekte.

3. V zoznamoch sú uvedené typy, dĺžky káblov a vodičov, inštalačný materiál, zoznam prístrojov ich počet, druh rozvádzačov atď. [2], [3]

Tabuľka 2- Druhy čiar³

Skupina hrúbok	1	2	3	4
Druhy čiar	Hrúbky čiar[mm]			
Tenká	0,13	0,18	0,25	0,35
Hrubá	0,35	0,5	0,7	1
Veľmi hrubá	0,7	1	1,4	2

2.2.1 Terminológia použitá pri kreslení výkresovej dokumentácie

Dokumentácia sa podľa normy ČSN EN 61082-1 ED.2 triedi na:

- Dokument vyjadrujúci funkciu: blokovú, funkčnú, logickú atď.
- Dokument o umiestnení: situačné, montážne, zostavené výkresy atď.
- Dokument s ohľadom zapájania: schémy zapojenia, schéma vnútorného zapojenia atď.

Aby sa v projektovej dokumentácii elektroinštalácie RD dali rozlíšiť rôzne rozvody elektrických vedení spravidla ich delíme na rozvody:

- verejne prístupné (napríklad na chodbách)
- rozvody v bytových priestoroch.

Rozvody ďalej delíme podľa počtu využívaných fáz na:

- Obvody jednofázové
- Obvody trojfázové

Keďže napäťová sústava je trojfázová po zavedení do RD sa uvažuje tzv. rozfázovanie. Pod týmto pojmom sa rozumie rozdelenie vodičov (jednotlivých fáz spravidla L1, L2, L3) vedenia tak, aby boli počas prevádzky elektrických zariadení v RD podľa možností zaťažované rovnomerne.

Trojfázové vedenie spolu s vodičom PEN sú vedené z elektromerovej skrine do podružného BR. Kde sa pripoja na rozvodné svorkovnice. Vodič PEN sa BR rozdelí na svorkovnici vodiče stredný N a ochranný PE. Z BR sa cez istiace prvky vedú elektrické rozvody vodičmi alebo káblami ďalej do jednotlivých miestností k elektroinštalačným škatuliam alebo priamo do zariadení.

³ GAŠPAROVSKÝ, Dionýz. *ABC pre získanie odbornej spôsobilosti v elektrotechnike*. 1. Bratislava: Slovenský elektrotechnický zväz, 2007, pp. 91. ISBN 978-80-8095-020-0.

Ďalšou dôležitou súčasťou projektovej dokumentácie je aj popis objektu. Tento popis je obsiahnutý v technickej správe. Pod týmto pojmom rozumieme stavebné riešenie objektu t.j. o aký objekt sa jedná. Tým sa určí charakter spotrebiteľov teda či sa jedná o byt alebo dom, to sú odbery bytového charakteru. Obchod respektíve škola, to sú odbery technicko-občianskych zariadení. Alebo či ide o priemyselnú budovu, sklad. Tieto objekty sa radia k takzvaným veľkoodberateľom s vlastnou trafostanicou. Ďalej musí byť udané koľko miestností objekt má a ich jednotlivé rozmery. Kde sú umiestené okná, dvere, kozuby a iné stavebné prvky. Ďalej v akom prostredí sa objekt nachádza a ako je realizovaný prívod elektrickej energie a prívod ostatných inžinierskych sietí. K popisu objektu patrí aj takzvané kritériá. Tie delíme do 3 kategórii.

Kritérium 1 charakter spotrebičov:

- Odbery bytového charakteru. Výkonové potreby sú na osvetlenie, ohrev TÚV, vykurovanie, napájanie drobných spotrebičov
- Odbery technicko-občianskych zariadení. Patria sem obchody, školy, administratívne zariadenia ale aj verejné osvetlenie
- Odbery s vlastnou trafostanicou. Patria sem priemyselné budovy, ale aj mestská hromadná doprava, ktorá využíva elektrickú energiu.

Kritérium 2 stupeň dôležitosti:

- I- odbery mimoriadneho významu. To znamená, že pri prerušení dodávok elektrickej energie spôsobuje ohrozenie života alebo by mohlo spôsobiť veľké hospodárske škody. Zaraďujeme sem nemocnice, veľké priemyselné podniky, budovy s úplným stupňom elektrifikácie. Napájanie je realizované minimálne z dvoch nezávislých zdrojov.
- II- odbery veľkého významu. Sú to odbery, kde pri prerušení dodávky energie by vznikla významná hospodárska škoda, ale výpadok by neohrozoval život. Patria sem školy, objekty miestnych samospráv. Napájanie je realizované minimálne z dvoch zdrojov.
- III- ostatné odbery. Pri prerušení dodávky elektrickej energie neprichádza k žiadnym, alebo len minimálnym hospodárskym škodám. Patria sem domy so stupňom elektrifikácie A a B.

Kritérium 3 stupne elektrifikácie. Existujú tri a to A, B a C.

- A základný stupeň elektrifikácie: Elektrická energia sa využíva na osvetlenie a napájanie spotrebičov s maximálnym príkonom 3,5kW. Sú to budovy, kde je ekonomicky výhodné budovať komplexné inžinierske siete
- B vyšší stupeň elektrifikácie: Zúžitkovanie elektriny ako u kategórie A, ale zároveň sa využíva aj na varenie a ohrev teplej úžitkovej vody TÚV. Je určený pre bežné odbery. Sú to budovy, kde je možné kúriť plynom alebo iným spôsobom ako je elektrická energia.

- C úplná elektrifikácia: Zúžitkovanie elektriny ako u kategórie B, ale zároveň sa využívajú aj na vykurovanie. Vhodne pre osamelé objekty, kde nie je možné budovať rozsiahle inžinierske siete napríklad chaty.

Pre návrh elektroinštalčných rozvodov v objektoch sa využívajú situačné schémy, ktoré patria do kategórie dokument o umiestnení. Kreslia sa v mierke 1:50 a neobsahujú zakóvané rozmery. Je v nich uvedený typ, počet, trasy vodičov. Ďalej spotrebiče uložené napevno napr. svietidlá, vykurovacie zariadenia (elektrické ohrievače). Radia sa sem aj neukončené vývody pre svetlá a pohyblivé spotrebiče. Taktiež počet zásuviek, vypínačov a ich umiestnenie v objekte. Značky používané v elektroinštalčných schémach zahrňuje *IEC 60617-12 Graphical symbols for diagrams*. Niektoré normalizované značky sú v [18]. Ak sú na výkrese značky, ktoré nie sú v normalizovaných tabuľkách treba ich popísať v legende.

Prikreslení schém rozvádzačov a rozvodníc sa využívajú takzvané blokové schémy alebo jednopólové, ktoré patria medzi dokumenty vyjadrujúce funkciu, činnosť. [3], [4], [16], [18]

Tabuľka 3- Elektrotechnické značky⁴

Značka	Názov	Značka	Názov
	Zásuvka- všeobecná značka		Dvojitý vývod
	Dvojitá zásuvka		Trojité vývod
	Trojité zásuvka, tri zásuvky vedľa seba		Žiarovkové svietidlo, všeobecná značka
	Jednopólový vypínač		Jednovodičové vedenie
	Dvojpólový vypínač		n- vodičové vedenie

2.2.2 Písmenové značenie v projektovej dokumentácii

Aby sa dodržalo kritérium prehľadnosť pri tvorbe projektovej dokumentácie, nie je prípustné aby textový popis použitý vo výkrese prekážal značkám a vodičom. Označenie pritom musí byť jednoznačné a nezameniteľné. Totižto každá súčiastka má vlastné písmenové označenie. Súčiastky, prístroje a zariadenia vo výkresovej dokumentácii sa označovali skratkami, ktoré vznikali z ich názvov. Bolo to jednoduché značenie, ale malo aj nevýhodu. Totižto v každej krajine to znamenalo iné značenie tej istej súčiastky, prístroja alebo zariadenia. Niektoré používané písmenové značenia vo výkresovej dokumentácii sú uvedené v Tabuľka 4. [3]

Tabuľka 4 - Písmenové značenie jednotlivých značiek a zariadení⁵

⁴ IEC 60617-12. *Graphical symbols for diagrams: Architektonické a topografické situačné schémy rozvodov.*, 1997-2012. Available from: <http://www.scribd.com/doc/50616431/Iec-60617-12-Graphical-Symbols>

Písmenový kód	Druh komponentu s príkladom použitia
B	Snímač, čidlo, detektor, kamera
F	Istiace a ochranné zariadenia(prúdové ochrany FI, ističe FA, poistky FU, ochrana pred prepätím FV atď.)
H	Signalizačné zariadenia (zvukové- bzučiaky, zvončeky; optické, žiarovky, LED tlejivky)
M	Motor
S	Spínače v oznamovacích a pomocných obvodoch(spínače prepínače SA- otočné, pákové, tlačidlové; bezkontaktné spínače- senzory, sledovače hladiny tlaku polohy, teploty atď.)
T	Transformátor
W	Vedenia vlnovody (prípojnice, káble, vodič, zbernica)
XC	Konektory zásuvky, vidlice, rôzne svorky

2.2.3 Istenie

Ďalšou kapitolou je istenie. Ako prvé si rozoberieme prípojkovú skriňu alebo inými slovami hlavnú domovú skriňu (HDS). Prípojková skriňa je pokračovanie prípojky. Tú môžeme rozdeliť ďalej na hlavnú domovú poistkovú skriňu a hlavnú domovú káblovú skriňu. O poistkovú skriňu sa jedná vtedy ak je prípojka vyhotovená vonkajším závesným vedením. Ako aj z názvu vyplýva o káblovú skriňu sa bude jednať vtedy ak prípojka bude vyhotovená káblovým vedením v zemi. Montáž HDS závisí na typu prípojkovej skrine. Ak sa jedná o hlavnú domovú poistkovú skriňu montuje sa na stožiar v blízkosti obytnej budovy, pričom jej spodný lem je vo výške 2,5 -3m nad zemou. Musí byť pritom prístupná aj bez prítomnosti odberateľa.

Ak ide o hlavnú domovú káblovú skriňu umiestňuje sa na plot, múr budovy, tak aby bol k nemu ľahký prístup, rovnako ako u poistkovej skrini bez prítomnosti odberateľa. Spodný lem musí byť najmenej 0,6m od zeme, ale pritom nesmie byť vyššie ako 1,5m nad zemou. HDS obsahuje sadu poistiek najčastejšie tri. Tieto poistky sa volia minimálne o 1 stupeň vyšší najčastejšie o 3 stupne, ako je vypínací prúd hlavného ističa, aby nedochádzalo ku skoršiemu vypínaniu ako je vypínacia schopnosť hlavného ističa. Dodržiava sa tzv. selektívne istenie. Elektromerová skriňa sa v prípade HDS umiestnenej na stĺpe sa umiestňuje na plot RD a vedenie prípojky je chránené plastovou rúrou. Pričom pri káblovej prípojke môže byť umiestnená nad HDS káblovú skriňu.

Projektant pri návrhu elektrickej inštalácie musí zvážiť ako veľký hlavný istič použije. Tento istič sa dimenzuje na základe súčtu príkonov jednotlivých zariadení a koeficientu súčasnosti. Jednoducho povedané spočítajú sa štítkové údaje všetkých spotrebičov a vynásobia sa koeficientom súčasnosti. Keďže sa však projektová dokumentácia väčšinou robí

⁵ GAŠPAROVSKÝ, Dionýz. *ABC pre získanie odbornej spôsobilosti v elektrotechnike*. 1. Bratislava: Slovenský elektrotechnický zväz, 2007, pp. 106-107. ISBN 978-80-8095-020-0.

pre novostavby, nie je možné určiť presnú veľkosť inštalovaného príkonu spotrebičov. Preto sa zaviedol takzvaný príkon symbolického spotrebiča P_b a jeho veľkosť sa riadi podľa stupňa elektrifikácie a to na:

- Stupeň elektrifikácie A: $P_b=7kW$
- Stupeň elektrifikácie B: $P_b=11kW$
- Stupeň elektrifikácie C: je potreba spočítať

Stupeň elektrifikácie nepriamo zadáva investor a to popisom budovy. Výpočet celkového odoberaného prúdu na ktorý treba dimenzovať hlavný istič a následne aj poistky v HDS sa spočíta pre RD pomocou rovnice 1 nižšie.

$$I_v = \frac{P_b}{\sqrt{3} \cdot U_z \cdot \cos \varphi} (A; W, U, -) \quad (1)$$

Kde

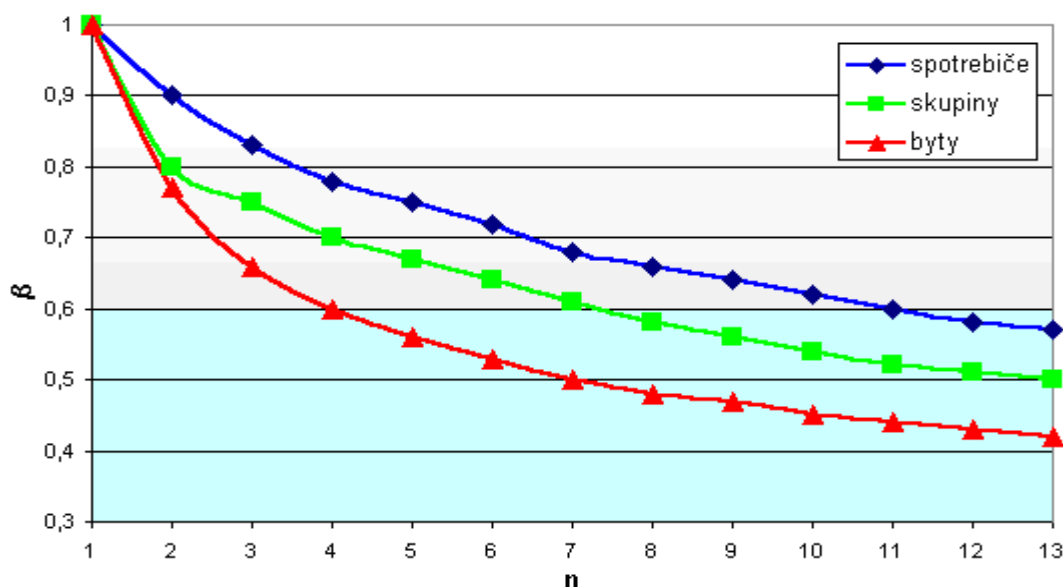
P_b symbolický výkon spotrebiča,
 I_v je celkový odoberaný prúd budovy,
 U_z je menovité združené napätie o hodnote 400V,
 $\cos \varphi$ je účinník spotrebičov uvažuje sa induktívny charakter odberov, kde s účinník volí od 0,7 až 0,9.

Súčasný príkon pre stupeň elektrifikácie C sa spočíta nasledovne pomocou rovnice 2 nižšie.

$$P_b = \beta_{bn} \sum_{i=1}^n P_{bi} (W; -, W) \quad (2)$$

Kde

P_b symbolický výkon spotrebiča,
 P_{bi} je súčasný príkon,
 β_{bn} je koeficient súčasnosti.



Obrázok 1- Graf závislosti koeficientov súčasnosti od počtov bytov, skupín, spotrebičov [24]

Väčšinou sa pre rodinné domy používa istič s nominálnym prúdom 25A a viac. Pre byty a menšie stavby zvyčajne menší (20A). Hlavný istič sa pritom volí podľa celkového odoberaného prúdu budovy I_V . Volí sa najbližší vyšší menovitý prúd istiaceho prvku. Istiace prístroje, teda ističe v minulosti aj poistky sú umiestnené v BR. Jednotlivé obvody musia byť istené samostatne. Počet, veľkosť a typ istiacich prístrojov sa kreslí do jednopólových, blokových schém rozvodníc alebo rozvádzačov. Veľkosť nominálneho prúdu istiaceho prvku sa volí podľa toho aký obvod bude chránený (svetelný alebo zásuvkový), respektíve to závisí na veľkosti príkonu spotrebiča daného chráneného obvodu. Počet istiacich prvkov závisí od počtu chránených elektrických obvodov.

V jednej obytnej miestnosti by mali byť minimálne dva obvody rôzneho typu napríklad jeden svetelný a jeden zásuvkový obvod. Elektrické a inštalácie v objektoch, požiadavky na jednotlivé obvody popisuje norma *ČSN 33 2130 ED.2 Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. V dnešnej dobe sa rozvody v bytových priestoroch realizujú v systéme sieti TN- S, čo znamená separovaný systém sieti. Ochranný a nulový vodič je vedený samostatne. V jednej fáze sa jedná teda o tri vodiče (fázový L, nulový N, ochranný PE). [2], [3], [4]

2.2.4 Požiadavky na svetelný obvod

Požiadavky na svetelný obvod sú uvedené v norme *ČSN 33 2130 ED.2 Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Vyhotovenie svetelného bytového rozvodu závisí vo veľkej miere na popise objektu a požiadavkám investora. Teda kde sa umiestnia, aký druh a koľko svietidiel sa použije, v miestnosti. Ak je investor nerozhodný projektant navrhne počet svietidiel podľa normalizovaných tabuliek a predloží to investorovi na schválenie. Počet svietidiel v jednotlivých miestnostiach je uvedený v Tabuľka 5, kde sú uvedené minimálne, štandardné a nadštandardné počty svetelných vývodov montovaných v EÚ. Pritom sa musí uvažovať, že na jeden obvod sa smie pripojiť len toľko svietidiel, aby súčet ich menovitých prúdov nepresiahol menovitý prúd predradného ističa.

Spínače pre ovládanie svetelných obvodov sa umiestnia tiež podľa návrhu investora. Zvolí si, kde chce mať vypínač umiestnený a či bude ovládaný z jedného miesta alebo viacerých. Najčastejšie sa umiestňujú pri dverách, v miestnosti na strane kľučky obyčajne vo výške 1200mm od podlahy. Pričom vodiče ktoré sú k nim vedené sa umiestňujú 1000mm od podlahy do inštalačných zón. Inštalačné zóny si rozoberieme nižšie v bode 2.2.8. Ak uloženie vypínačov nevyhovuje je možné ich umiestniť aj inde. V takom prípade sa umiestňujú napríklad na rozvádzači respektíve na rozvodnici.

Ako vedenie svetelného obvodu sa používajú v sústave TN-S medené vodiče s PVC izoláciu s prierezom jadra $1,5\text{mm}^2$ značené nasledovne: *CYKY 3x1,5mm*. Istia sa ističmi resp. poistkami umiestnenými v BR. Na každý svetelný obvod sa pritom použije zvlášť istič s menovitým prúdom nepresahujúcim najviac 25A. Keďže vodiče sú o priereze $1,5\text{mm}^2$, preto sa používajú ističe s menovitým prúdom 10A. Vodiče musia byť istené proti preťaženiu a skratu. Prierezy vodičov pre jednotlivé obvody sú uvedené v Tabuľka 6.[4],[5]

Tabuľka 5- Počet svetelných vývodov v jednotlivých miestnostiach ⁶

Miestnosť	Minimum v EU	Štandard v EU	Nadštandard v EU
Obývačka nad 20m ²	2	3	4
Kuchyňa	2	3	3
Kúpeľňa nad 4m ²	2	3	3
WC	1	1	2
Detská izba	1	2	2
Chodba, predsieň	1	2	3

2.2.5 Požiadavky na zásuvkový obvod

O niečo zložitejšie je projektovanie zásuvkového rozvodu, požiadavky sú uvedené v norme ČSN 33 2130 ED.2 *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Zásuvkový obvod sa zhotovuje tiež podľa požiadaviek investora podobne ako u návrhu svetelného obvodu. To znamená, že investor udá koľko, kde a aké druhy zásuviek by si prial v jednotlivých miestnostiach. Tieto požiadavky sa zväžia a navrhnu sa možné riešenia. Jednou z podmienok pri vytváraní projektu na zásuvkový obvod je, že sa na jeden obvod (väčšinou sa jedná o jednu miestnosť) sa smie pripojiť maximálny príkon spotrebičov 2kW. Respektíve je možné pripojiť pevný spotrebič nepresahujúci príkon 2kVA. Ďalšou je, že typy zásuviek v rôznych napäťových hladinách sa nesmú dať zameniť. A to z dôvodu bezpečnosti pri manipulácii a prevádzke zariadení (napr. 12V zásuvky sa nesmú zameniť zo zásuvkami na fázové napätie 230V). Rieši sa to konštrukciou jednotlivých typov zásuviek. Ďalej maximálny možný počet zásuvkových vývodov na jeden zásuvkový obvod je 10, pričom viacnásobná zásuvka sa považuje za jeden zásuvkový vývod. Počty zásuvkových vývodov v jednotlivých miestnostiach sa volia zväčša podľa normalizovaných tabuliek respektíve ich počet sa upraví na požiadavky investora. Minimálne, štandardné a nadštandardné počty zásuvkových vývodov montovaných v EÚ sú uvedené v Tabuľka 7.

Zásuvkové vývody, teda zásuvky, sa umiestňujú v jednotlivých miestnostiach podľa určitých štandardov. Z praktických a estetických dôvodov sa umiestňujú na tú stenu, kde je umiestnený vypínač svetla. A to z toho dôvodu, že najčastejšie nepoznáme rozmiestnenie nábytku v miestnosti. Projekty je preto najvhodnejšie vyhotoviť komplexne, to znamená že, obsahujú aj polohu nábytku podľa návrhu investora. Zásuvkové vývody sa umiestňujú v obytných miestnostiach do výšky 400mm nad zemou pričom vodiče sa umiestňujú 300mm od zeme do inštalačných zón (viď bod 2.2.8). Táto výška sa však nemôže použiť pri elektroinštalácii špeciálnych priestoroch ako je kúpeľňa, sauna a miestnosť s bazénom. Pre kuchyňu a miestnosti s pracovnou doskou sa umiestňujú do výšky 1150mm nad podlahou.

Ďalej prejdeme na problematiku vodičov použitých v zásuvkových obvodoch. Vodiče používané na zásuvkový obvod musia mať vyššiu prúdovú zaťažiteľnosť ako vodiče

⁶ GAŠPAROVSKÝ, Dionýz. *ABC pre získanie odbornej spôsobilosti v elektrotechnike*. 1. Bratislava: Slovenský elektrotechnický zväz, 2007, pp. 160. ISBN 978-80-8095-020-0.

používané v svetelných obvodoch (vid' Tabuľka 6). To znamená, že majú väčší prierez jadra. Vodiče sú vedené väčšinou v inštalačných zónach rúrkach pod omietkou. Alebo sú použité ploché dvojžilové vodiče umiestňované priamo pod omietku. Ako vodiče sú najčastejšie použité medené jednožilové vodiče s PVC izoláciou a prierezom jadra $2,5\text{mm}^2$ napríklad *CYKY 3x 2,5*, alebo káble *CYKY 3x2,5*, resp. pre 3f vedenia aj *CYKY 5x2,5*.

Istiace prvky (poistky, ističe), použité pre zásuvkový obvod, sú umiestnené v BR. Ističe na zásuvkové obvody sa navrhujú podobne ako pre svetelný obvod. V tomto prípade sa však použije väčší istič, teda z väčším nominálnym prúdom. Berie sa do úvahy prierez vodiča a ten je najčastejšie v prípade jednofázových vedení $2,5\text{mm}^2$. To znamená, že sa použije istič s menovitým prúdom 16A podľa Tabuľka 6. Obvod pritom musí byť istený proti preťaženiu a skratu. Treba si však uvedomiť, že istiaci prvok neistí spotrebič, len vodič. Svorky v zásuvkovom obvode musia byť tiež dimenzované na menovitý prúd istiaceho prvku, teda na 16A. Keďže sa jedná o istič s menovitým prúdom 16A celkový inštalovaný príkon nesmie prekročiť 3680VA.

Okrem istenia pred preťažením a skratom sa musí dbať aj na bezpečnosť. Prístroje zaisťujúce bezpečnosť a ochranu pred úrazom elektrickým prúdom sú uvedené v norme *ČSN 33 2000-4-41 ed.2*. Preto sa na zásuvkové obvody pripájajú prúdové chrániče (PCH) s rozdielovým prúdom nepresahujúcim 30mA. Prúdové chrániče sa inštalujú na sústavu siete TN-S (PE, N), teda separovaný systém. Inštalujú sa do BR a ich úlohou je jednak zaistenie ochrany pred požiarom pri poruche pripojeného zariadenia, ale aj ochrana pred priamym aj nepriamym dotykom. Jedná sa o doplnkovú ochranu. Pracuje na princípe rozdielového transformátoru. V sieti TN sa pri poruche prúd vracia cez ochranný vodič PE. V prípade poruchy, poškodenia izolácie zariadenia musí PCH vypnúť do 0,2s. V súčasnosti je požiadavka, chrániť zásuvkové obvody príslušným prúdovým chráničom. Avšak PCH sa nemusí inštalovať na každý zásuvkový obvode zvlášť stačí jeden centrálny, respektíve na každé poschodie zvlášť. V špeciálnych prípadoch elektroinštalácii t.j. kuchyňa, kúpeľňa atď. musia byť použité samostatné prúdové chrániče. PCH sa musia pred istiť ističmi rádovo nižšími menovitými prúdmi ako sú menovité prúdy PCH, totižto PCH nechráni vodiče. Správnym dimenzovaním vodičov, umiestnením rozvodov, návrhom istiacich a ochranných prvkov a správnym zaobchádzaním zo zariadeniami sa dá predísť požiaru. [4], [5], [5], [7]

Tabuľka 6- Prierezy jadier vodičov a im priradené menovité prúdy ističov⁷

Typ obvodu	Menovitý prúd istiaceho prvku $I_n(\text{A})$	Prierez jadier vodičov(mm^2) referenčné uloženie B,C
Svetelný	10	1,5
Zásuvkový	16	2,5
Pre práčku, umývačku riadu	16	2,5
Pre chladničku	10	1,5

⁷ GAŠPAROVSKÝ, Dionýz. *ABC pre získanie odbornej spôsobilosti v elektrotechnike*. 1. Bratislava: Slovenský elektrotechnický zväz, 2007, pp. 159. ISBN 978-80-8095-020-0.

Tabuľka 7- Počet zásuvkových vývodov v jednotlivých miestnostiach ⁸

Miestnosť	Minimum v EU	Štandard v EU	Nadštandard v EU
Obývačka nad 20m ²	5	9	11
Kuchyňa	7	9	11
Kúpeľňa nad 4m ²	3	4	9
Detská izba	3	5	7
Chodba, predsieň	1	1-2	1-3

2.2.6 Bleskozvody a ochrany pred prepätím

Bleskozvody a prepäťové ochrany sú pri návrhu elektroinštalácie RD neoddeliteľnou súčasťou projektovej dokumentácie. V norme *ČSN EN 62305 časť 1 až 4 Ochrana pred bleskom*, sú uvedené požiadavky pre návrh, inštalovanie a údržbu zariadení na ochranu pred bleskom a prepätím. Uvedieme si prečo je treba chrániť objekt pred bleskom a jeho účinkami. Ako prvé si klasifikujeme škody a straty spôsobené pri zásahu blesku. Zdrojom škôd pre objekty je samotný blesk, pritom existuje niekoľko situácií zásahu blesku. Druhy škôd spôsobené bleskom vyvolávajú rôzne druhy strát.

Klasifikácia miest zásahu blesku:

- Priamy zásah do budovy alebo elektrizačnej siete
- Zásah v blízkosti budovy alebo elektrizačnej siete

Druhy škôd:

- Úraz dotýkovým alebo krokovým napätím
- Fyzické poškodenie účinkami bleskového prúdu vrátane iskrenia(požiar, výbuch atď.)
- Vznik prepätia a následné zlyhanie elektronických a elektrických systémov

Druhy strát rozdelíme na:

Sociálne:

- Straty na ľudských životoch
- Straty na službách verejnosti
- Straty kultúrneho dedičstva

Hospodárske:

- Straty ekonomických hodnôt

Podľa vyššie uvedených klasifikácií môžeme povedať, že účelom bleskozvodu, ako aj z názvu vyplýva, je ochrana pred bleskom a znižovanie škôd respektíve strát, ktoré by spôsobil. Bleskozvody zamedzujú vznik požiaru, ďalším účelom je ochrana osôb, zvierat, spotrebičov v objekte a ochrana silnoprúdových respektíve oznamovacích zariadení. Bleskozvod je

⁸ GAŠPAROVSKÝ, Dionýz. *ABC pre získanie odbornej spôsobilosti v elektrotechnike*. 1. Bratislava: Slovenský elektrotechnický zväz, 2007, pp. 169. ISBN 978-80-8095-020-0.

zahrnutý do systému komplexnej ochrany nielen pred bleskom, ale aj pred prepätím a elektromagnetickým rušením.

Základné stupne ochrany LPS (Lightning Protection System):

- Vonkajšia: ochrana pred mechanickými a tepelnými následkami blesku využitie bleskozvodu.
- Vnútorná: súhrn opatrení k znižovaniu vplyvu elektromagnetických impulzov spôsobený bleskom v chránenom objekte.

Ďalším bodom je oboznámenie sa zo základnými časťami a druhmi bleskozvodov používaných na ochranu budov. Časti bleskozvodovej sústavy:

- Zberné zariadenie: na toto zariadenie sa využívajú zberače, a zberacie vedenia. Používajú sa aj príležitostné zberné zariadenia ako kovové zábradlie, kovové strechy. Zberné zariadenie sa spravidla umiestňuje na najvyšší bod na streche teda na výstupy a hrany.
- Zvody sú druhá časť bleskozvodovej sústavy, ktoré slúžia na pospájanie zberného zariadenia s uzemnením. Pritom vedenie medzi zberačom a uzemnením musí byť čo najkratšia a čo najlepšie vodivá.
- Uzemnenie sa používa na rozptyl bleskového prúdu do zeme. Vytvára vodivé spojenie so zemou.

2.2.6.1 Projektový návrh bleskozvodu

Druhy zberačov sa dela podľa vyhotovenia:

- Tyčový: jeden alebo viac dostatočne dlhých tyčí navzájom vodivo pospájané. Môže sa použiť na ploché aj sedlové strechy.
- Hrebeňový: je to zberné vedenie umiestnené na hrebeni strechy. Používa sa pre budovy zo sedlovými strechami.
- Mrežový: je to zberný systém, ktorý je tvorený vzájomne vodivo pospájaným vedením v tvare mriežky.

Pri projektovaní návrhu zbernej sústavy bleskozvodu pre RD sa uvažuje výška budovy a trieda ochrany. Zberné sústavy bleskozvodu sa môžu navrhovať pomocou metódy ochranného priestoru, pričom za ochranný priestor sa berie kužeľ o uhle 56° . Tento uhol ďalej závisí od triedy ochrany a výšky zberača nad referenčnou rovinou (strecha). Pre zberné sústavy navrhnuté na RD najčastejšie nestačí jedna zberná tyč, preto sa použije sústava zberných tyčí. Táto sústava podľa normy musí byť vodivo pospájaná a ich ochranné priestory sa musia prekrývať. Ochranným priestorom sa myslí objem kužeľa, ktorého vrcholový bod je špičkou zbernej tyče a vrcholový uhol je rovný ochrannému uhlu. Takto vyhotovené zberné zariadenie je spojenie hrebeňovej a tyčovej zbernej sústavy.

Ďalším krokom pri projektovom návrhu bleskozvodu je návrh zvodov. Počet zvodov pri neizolovanom bleskozvode pre RD je minimálne dva ich presný počet určujú normalizované tabuľky ktoré závisia od triedy ochrán. Umiesťujú sa tak, aby boli čo najďalej od seba, najčastejšie v protíľahlých rohoch budovy alebo sa využijú vzdialenosti uvedené v Tabuľka 8, ktoré závisia na triede ochrany budovy. Ďalej sa umiesťujú čo najďalej od dverí a okien,

kovových predmetov, ktoré nie sú pripojené na bleskozvodnú sústavu. Vedenia zvodov musia byť čo najrovnejšie a čo najkratšie. Na zvode musí byť umiestnená skúšobná svorka na kontrolu odporu uzemňovača, umiestnená vo výške 1,4m.

Tabuľka 8- Vzďialenosti zvodov v závislosti od triedy ochrany⁹

Trieda ochrán	Vzďialenosti zvodov (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

Ďalej pri návrhu je potrebné navrhnuť uzemnenie bleskozvodnej sústavy. Je to posledný krok pri projektovaní vonkajších častí bleskozvodu. Hlavným kritériom je veľkosť zemného odporu, ktorý by nemal presiahnuť 10Ω, pričom sa uzemňovače umiestňujú do minimálnej hĺbky 0,5m pod zemou. Rozlišujeme dva základné druhy uzemňovacích sústav typ A a typ B.

- Uzemňovacia sústava typu A: Jedná sa najčastejšie o kruhový uzemňovač, pričom kontakt uzemňovacej sústavy zo zemou je menej ako 80%. Používajú sa hĺbkové zvislé alebo vodorovné uzemňovače. Vhodné pre nízke objekty (rodinné domy), kde nie je možné vyhotoviť základový uzemňovač. Počet uzemňovačov je minimálne dva.
- Uzemňovacia sústava typu B: Kontakt uzemňovacej sústavy zo zemou je aspoň 80%. Do tohto typu uzemňovacej sústavy radíme aj základový uzemňovač, ktorý je tvorený železobetónovou armatúrou budovy. Počet uzemňovačov je minimálne dva.

Uzemňovacia sústava typu B sa využíva pri konštrukcii mrežovej zbernej sústavy, alebo pri väčšom množstve zvodov. Základový uzemňovač, ktorý je pospájaný s oceľovou výstužou má dostatočne malý zemný odpor. Pritom umožňuje výborné potenciálové vyrovnanie.

Jednou z dôležitých aspektov je výber vhodného materiálu na vyhotovenie bleskozvodu. Materiály používané na bleskozvody sú uvedené v Tabuľka 9. Berie sa ohľad pritom na:

- Odolnosť voči korózii vybraného materiálu.
- Materiály, ktoré sú vhodné na použitie vrátane kvalitatívnych skúšok
- Schopnosť materiálu odolávať elektromagnetickým a tepelným účinkom bleskového prúdu, hlavne v spojoch.
- Musí sa zväžiť aj vhodná voľba materiálu z hľadiska estetickej otázky.

⁹ GAŠPAROVSKÝ, Dionýz. *ABC pre získanie odbornej spôsobilosti v elektrotechnike*. 1. Bratislava: Slovenský elektrotechnický zväz, 2007, pp. 200. ISBN 978-80-8095-020-0.

Tabuľka 9- Materiály použité na zhotovenie zvodov¹⁰

Materiál	Uloženie		
	Vo vzduchu	V zemi	V betóne
Meď	Drôt, lano	Drôt, lano, plášť	Drôt, lano, plášť
Hliník	Drôt, lano	NEVHODNÉ	NEVHODNÉ
V žiari pozinkovaná oceľ	Drôt, lano	Drôt	Drôt, lano
Nerez	Drôt, lano	Drôt, lano	Drôt, lano
Olovo	Drôt, plášť	Drôt, plášť	NEVHODNÉ

2.2.6.2 Návrh prepäťových ochrán

Prepäťové ochrany (zvodiče prepätia) chránia elektrické zariadenia pred účinkami vysokého napätia, ktoré môžu poškodiť ich izolácie. Za prepätie sa považuje napätie, ktoré je minimálne dvakrát väčšie ako menovité napätie. Pri návrhu vnútornej ochrany je potrebné určiť veľkosť pôsobiacich nadprúdov pričom môže ísť o nadprúdy vyvolané bleskom, ale aj o čiastočné nadprúdy indukovaných v inštalčných slučkách. Nadprúd môže vyvolať iskrenie medzi vonkajšou ochranou pred bleskom (bleskozvod) a časťami ako napríklad kovové inštalácie, vnútorné systémy, kovové časti objektu. Nebezpečnému iskreniu sa dá zabrániť ekvipotenciálovým vyrovnaním a elektrickou izoláciou. Elektrickou izoláciou sa rozumie izolovať vonkajšie bleskozvodové vedenie (zberače a zvody) od kovových častí budovy. Pri návrhu bleskozvodu sa musí dbať na minimálnu vzdialenosť od elektroinštalácie. Môžu však vzniknúť aj prípady, keď sa minimálna vzdialenosť nedá dodržať, vtedy sa musí zmeniť konfigurácia bleskozvodu, respektíve elektroinštalácie. Ak to nie je možné musí sa vykonať ekvipotenciálové vyrovnanie medzi týmito dvomi systémami. Ekvipotenciálové vyrovnanie sa dá uskutočniť pomocou priameho pospájania častí vodičmi. Pričom tieto vodiče musia vydržať tú časť bleskozvodového prúdu, ktorá ním bude pretekať. Alebo pomocou prepäťových ochrán takzvaných zvodičov prepätia, ktoré musia bez sebazničenia vydržať časť nadprúdu, ktorý nimi preteká. Ekvipotenciálové vyrovnanie vonkajších, vnútorných vodivých častí, silové elektrické a telekomunikačné vedenia dali pospájať najkratšími vodičmi. Inštalujú sa na vnútornú stranu obvodovej steny nad zemou pri rozvodnej skrini a uzemňovača.

2.2.6.3 Zhrnutie postupov pri návrhu a realizácie bleskozvodu

Zhrnieme si postup pri návrhu a realizácie projektového návrhu bleskozvodu. Je to komplexná činnosť, pri ktorej je potreba spolupráca viacerých odborníkov. Realizácia bleskozvodu musí byť koordinovaná a musí sa postupovať podľa určitého postupu.

¹⁰ GAŠPAROVSKÝ, Dionýz. *ABC pre získanie odbornej spôsobilosti v elektrotechnike*. 1. Bratislava: Slovenský elektrotechnický zväz, 2007, pp. 219. ISBN 978-80-8095-020-0.

- Charakteristika chráneného objektu
- Dôkladné posúdenie rizík
- Návrh vonkajšej ochrany pred bleskom ako materiál, dimenzovanie častí bleskozvodu
- Návrh zbernej sústavy, zvodov, uzemnenia
- Návrh vnútornej ochrany pred bleskom ako je tienenie, konfigurácia vedení (minimálna vzdialenosť), atď.
- Spracovanie projektovej dokumentácie ako je výkres, technická správa atď.

Pri návrhu a realizácii sa kladú vysoké nároky na odbornosť projektantov a realizátorov. [4], [8].

2.2.7 Inštalácie vo zvláštnych priestoroch, elektroinštalčné zóny

Do tejto kategórie patria elektroinštalácie vo „vlkom prostredí“ ako je kúpeľňa, bazénové priestory, sauny atď. Elektroinštalácia v týchto priestoroch sa riadi podľa normy ČSN 33 2000-7-701 ed.2:2007 *Zařízení jed noučelová a ve zvlášt ních objektech- Prostory s vanou nebo sprchou*. Kde sa nachádzajú požiadavky na elektrické zariadenia v umývacích priestoroch, v priestoroch obsahujúcich vaňu alebo sprchu.

Elektroinštaláciách a elektrické zariadenia umiestnené na povrchu stien a stropov v týchto priestoroch je vymedzená tromi zónami:

- Zóna 0 je vnútorný priestor kúpacej alebo sprchovej vane vymedzená podlahou a rovinou vo výške 100mm nad podlahou s rozsahom plochy o veľkosti vane. Respektíve bez vane má veľkosť zóny 1.
- Zóna 1 je definovaná ako priestor nad sprchou, alebo kúpacou vaňou. Je vodorovne ohraničená podlahou a najvyššie uloženou sprchovou hlavicom alebo výtokom. Alebo výškou 2250mm od podlahy. Zvisle je ohraničená plochou obklopujúcou kúpaciu alebo sprchovú vaňu vo vzdialenosti 1200mm od pevne namontovanej hlavice sprchy na stene. Zóna 1 nesmie nahradzovať zónu 0.
- Zóna 2 je priestor do 600mm od kúpacej alebo sprchovej vane. Je vodorovne ohraničená podlahou a najvyššie uloženou sprchovou hlavicom alebo výtokom. Alebo výškou 2250mm od podlahy. Pritom nad zónou 1 je zóna 2 až k stropu poprípade do 3000mm. Zvisle je ohraničená plochou vymedzenou od vonkajšej strany zóny 1 do 600mm.

2.2.7.1 Požiadavky na vedenia v týchto priestoroch

Vedenia v zónach 0, 1 a 2 musia byť umiestnené na povrchu, alebo zapustené pod povrch do hĺbky minimálne 5cm. Pritom vedenie na povrchu je obmedzené na výnimočné prípady ako je dočasné rozvody a krátke úseky pre pripojenie spotrebičov. Vedenie k jednotlivým zariadeniam musí byť vedené zvisle zhora respektíve zdola, alebo vodorovne po stene k jej zadnej strane. Ak nie je možné splniť predchádzajúce požiadavky, vedenia musia byť realizované nasledovne. sú chránené ochranným opatrením SELV, PELV, alebo PCH s rozdielovým prúdom nepresahujúci 30mA. Ďalej vodič zapustený do steny musí mať

kovový plášť, alebo je vedený v kovovej trubici. V ČR sa zapustený kábel s kovovým plášťom nie je prípustné.

2.2.7.2 Požiadavky na prístroje a zariadenia

Inštalácia spínačov a zásuviek sa riadi podľa toho, kde je spínač alebo zásuvka umiestnená, teda v akej zóne.

V Zóne 0 nesmie byť inštalovaný žiaden spínač ani zásuvka. Výnimkou sú zariadenia, ktoré splňujú nasledujúce požiadavky:

- Upevnené zariadenia s pevným elektrickým prívodom.
- Je chránený pomocou SELV zo striedavým napätím 12V a jednosmerným 30V

V Zóne 1 nesmie byť inštalovaný žiaden zariadenie, spínač ani zásuvka s výnimkou:

- spínačov a zásuviek SELV s menovitým napätím 12V striedavých alebo jednosmerných 30V, pričom bezpečnostný zdroj je inštalovaný mimo Zóny 0, 1, 2.
- Elektrické zariadenia chránené pomocou SELV, PELV s menovitým napätím 25V striedavých alebo jednosmerných 60V. Ďalej ventilačné zariadenia, svietidlá ohrievače vody atď.

V Zóne 2 nesmie byť inštalovaný žiaden zariadenie, spínač ani zásuvka s výnimkou:

- Spínačov a zásuviek chránené pomocou SELV alebo PELV s menovitým napätím 25V striedavých alebo jednosmerných 60V, pritom zdroj bezpečného napätia je mimo Zóny 0, 1. Spínače a zariadenia musia mať minimálny stupeň krytia IPX4. [9]

2.2.8 Výstavba elektrickej inštalácie elektroinštalácie zóny

Poslednou fázou projektovania elektrických inštalácií je ich výstavba. Tá sa realizuje podľa predloženej dokumentácie, ktorá je opísaná a rozobraná vo vyššie uvedených bodoch. Výstavba je realizovaná v takzvaných elektroinštalčných zónach v objekte. Usporiadanie a umiestnenie rozvodu v inštalčných zónach je dôležité z hľadiska bezpečnosti. Pri montáži nových respektíve pri oprave zariadení nedošlo k poškodeniu už existujúcich vedení. V objekte elektroinštalčné zóny delíme na vertikálne, horizontálne a ich kombinácia. Vertikálne uloženie rozvodu je také, ktoré využíva konštrukciu stien. Takže vodiče sú vedené zvislo, kolmo na strop či podlahu. Teda vedenia napr. k vypínačom na stenách. Horizontálne uloženie rozvodov využíva konštrukciu stropov a podláh. Vedenia vedené vodorovne zo stropom alebo podlahou. Kombinované uloženie rozvodov. Ako aj z názvu vyplýva jedná sa o uloženie horizontálne ale aj vertikálne. Inštalčné zóny neplatia pre povrchové uloženia v lištách.

Šírky inštalčných zón pre horizontálne (vodorovne) a vertikálne (zvisle) vedené vedenia:

Vodorovné zóny sa členia nasledovne:

- Zóna vodorovná horná (pod dokončeným stropom): 150-450mm.
- Zóna vodorovná dolná (nad dokončenou podlahou): 150-450mm.
- Zóna vodorovná stredná (nad dokončenou podlahou): 900-1200mm nad pracovnou doskou (kuchyňa).

Zvislé zóny sa členia nasledovne:

- Zóna zvislá dverná (vedľa dverného otvoru): 100-300mm. Ukladá sa na stranu zámku dverí.
- Zóna zvislá okenná (vedľa okenného otvoru): 100-300mm.
- Zóna zvislá rohová (vedľa rohu miestnosti): 100-300mm.

Pre podlahy a stropy sa inštalračné zóny neurčujú. Ak sa nedá vedenie uložiť do inštalračných zón ukladajú sa nasledovne:

- V rúrkach pod omietkou pričom krycia vrstva omietky je minimálne 60mm.
- V prefabrikovaných stavebných dieloch pričom je chránené pred poškodením.

Ak nie sú kladené veľké požiadavky na estetiku prevedenia, môžu sa elektrické inštalácie umiestniť aj v elektroinštalračných lištách, alebo sa použijú samostatné káble. Tento spôsob uloženia je vhodný v úžitkových, pracovných priestoroch ako sú pivnice a podkrovia. Výhoda je v tom, že nevyžaduje skoro žiadne stavebné úpravy respektíve len minimálne. Pri vytváraní sa využívajú povrchy stien aj stropov. [4], [5], [6].

3 Zoznámenie sa s problematikou inteligentnej elektroinštalácie- definícia

3.1 Rozdiel medzi klasickou elektroinštaláciou a inteligentnou inštaláciou

Väčšinu funkcií riadenia elektroinštalácie by bolo možné realizovať aj tradičným spôsobom. Má to nasledujúce nevýhody:

- Neefektívne a nehospodárne riešenie
- Veľký počet a dĺžky vedení
- Ohrozenie bezpečnosti preťažovaním siete
- Zapojenia týchto siete je zložité
- Malá flexibilita systému
- Nie je možná konfigurácia

Napriek vyššie uvedeným nevýhodám má, ale klasická elektroinštalácia aj výhody:

- Cena materiálu, zariadení, práce je nižšia

Inteligentná elektroinštalácia sú elektroinštalácie zvyšujúce komfort užívateľa. Nazýva sa aj zbernicová, alebo systémová elektroinštalácia. Tieto systémy prinášajú nové možnosti, ktoré môžeme zhrnúť do niekoľkých bodov:

- Úspora energie, elektrotechnického materiálu z toho vyplývajúca hospodárnosť
- Prostá a pohodlnejšia inštalácia (využitie bezdrôtovej rádiovkej elektroinštalácie)
- Flexibilita a jednoduchá konfiguráciu prvkov systému
- Spätná väzba riadených prvkov

Zbernicový systém nie je dokonalý a má aj nevýhody. Hlavnou nevýhodou je samozrejme cena elektroinštalácie sa odhaduje na niekoľko násobok klasickej elektroinštalácie, ale niektoré zdroje uvádzajú len 1,3 násobné zvýšenie ceny oproti klasickej elektroinštalácii pri použití bezdrôtovej elektroinštalácie. Ďalej zbernicový systém sa nedá realizovať na hotovú elektroinštaláciu napríklad pri čiastočnej rekonštrukcii objektu a riadiace členy sa väčšinou musia pripojiť na silové rozvody (výnimkou je bezdrôtové rádiové frekvenčné prevedenie systémovej elektroinštalácie).

Pri porovnaní týchto výhod a nevýhod či už jednej alebo druhej možnosti elektroinštalácie, je výber stále na investorovi. [4]

3.2 Problematika inteligentnej inštalácie

Čo je inteligentná elektroinštalácia? Pojem inteligentná systémová alebo zbernicová elektroinštalácia je definovaná v súbore noriem *EN 50090*. Inteligentná elektroinštalácia je sústava, ktorá v sebe zahŕňa dva systémy. A to systém silového vedenia a systém riadenia zariadení. Zariadenie je pritom pripojené na silové vedenia klasickým spôsobom cez istič. Pričom za ističmi sa nachádzajú ovládacie prvky takzvané aktory. Týmto silovým vedením sa

rozumie elektrický rozvod (svetelné, zásuvkové), použitý v objekte. Jedná sa o sústavu s vysokou mierou automatizácie. Celé riadenie realizujú mikroprocesory umiestnené v riadiacich moduloch.

Pojem „inteligentná budova“ sa vyznačujú tým, že v takýchto budovách sa nachádza systémová technika. Systémová technika je súbor rozvodov a technických zariadení, ktoré sa vyznačujú automatizáciou úloh. [4]

3.3 Základné časti systémovej (inteligentnej) elektroinštalácie

V tomto bode sú popísané základné časti respektíve komponenty systémovej inštalácie, ktoré sú zodpovedné za jej správnu činnosť. Sú to zbernica, akčné členy ako je aktor a senzor, systémové prístroje a komponenty.

3.3.1 Zbernica

Zariadenia v inteligentnej budove musia medzi sebou nejakým spôsobom komunikovať. To sa deje na Zbernici (BUS). Táto zbernica je akýmsi médiom resp. sprostredkovateľ informácie, ktoré zabezpečuje komunikáciu medzi zariadeniami systému. Na zbernici sa posielajú digitálne signály k jednotlivým prístrojom systému takzvané telegramy. Jednou z výhod zbernice je, že je tvorená vodičom typu YCYM s prierezom najčastejšie 1x2x0,8mm, pričom je prevedený ako krútený pár. Ďalej zbernica odstraňuje potrebu fyzického zapojenia ovládacích prístrojov na silový rozvod. Ak je inštalácia rozsiahla používa sa sériová zbernica alebo zbernica v líniiach tvorená najčastejšie dvomi vodičmi.

Elektroinštalčná zbernica nemusí komunikovať len v budove, kde je inštalovaná. Môže komunikovať pomocou komunikačných sietí ako napríklad mobilné siete GSM/GRPS, alebo internet. Je to vhodné napríklad, keď si užívateľ chce skontrolovať zabezpečenie objektu, alebo pri návrate domov otvoriť bránu či zapnúť kúrenie.

3.3.2 Akčné členy

Sú to prístroje nachádzajúce sa v elektroinštalácii a rozdelujeme ich na senzory, aktory a systémové prístroje.

- Sensory sú prístroje, ktoré sledujú zmeny systému. Najčastejšie sledujú zmenu nejakej veličiny napríklad tlaku, vlhkosti, teploty, oslnenia, pohybu atď. Nemú byť len zmena veličiny, ale senzor môže zareagovať aj na zapnutie vypínača. Každú zmenu senzory hlásia príslušným aktorom buď pomocou zbernice poslaním telegramu alebo pomocou rádiových vln teda bezdrôtovo. Medzi senzory môžeme zaradiť klasické spínače, binárne vstupy, infračervené prijímače, termostaty, hlásiče požiaru, oslnenia, zmeny tlaku, sily vetra, vlhkosti, pohybu a mnohé ďalšie.
- Aktory sa najlepšie opisujú tak ako zariadenia, ktoré vykonávajú nejakú operáciu. Táto operácia sa vykoná v dôsledku zmeny v systéme hlásením senzorom predaním telegramu po zbernici alebo bezdrôtovo pomocou rádiových vln. Napríklad po zapnutí spínača sa rozsvieti svetlo, po poklese teploty sa zapne vykurovanie atď. Medzi aktory radíme výkonové spínače osvetlenia, spínače

žalúziových pohonov, pohonov termostatových hlavíc a binárne výstupy. Z toho vyplýva, že aktory úzko spolupracujú so senzormi.

- Systémové prístroje a komponenty zabezpečujú základnú funkciu systému. Patria sem napájače zbernice, väzbové členy jednotlivých úsekov (route), zosilňovače zbernice (reapeter), rozhrania pre pripojenie počítača atď. Napájače zbernice sú napäťové zdroje, ktoré napájajú zbernicu malým napätím najčastejšie o hodnote 24V a tým aj prístroje (senzory). [4]

3.4 Členenie inteligentných inštalácií

Inteligentné elektroinštalácie sa členia podľa rôznych kritérií napríklad veľkosti, druhu prenosového média, stupňa centralizácie.

3.4.1 Členenie podľa veľkosti

Členenie systémov podľa veľkosti zohľadňuje stupne prepojenia jednotlivých komponentov. Delia sa nasledovne:

- Malé systémy slúžia na riadenie nenáročných úloh a pre riadenie využívajú dostupné možnosti klasickej elektroinštalácie. Riadiace vodiče sa využívajú zriedkavo. Sú vhodné na riadenie jednotlivých miestností v budove.
- Stredne veľké zbernicové systémy, ako aj z názvu vyplýva využívajú k riadeniu zbernicu. Používajú sa na riadenie v celej budove, ale len jedného podsystému. Pričom podsystémom sa rozumie len časť elektroinštalácie budovy napríklad kúrenie, osvetlenie alebo zabezpečenie budovy.
- Komplexná systémová technika na riadenie používa zbernicu. Ovláda všetky podsystémy v celej budove. Komplexná systémová technika by mala byť schopná popri ovládaní svetelného, vykurovacieho, zabezpečovacieho obvodu obslúžiť aj prístup do budovy a spotrebiče na zásuvky.

3.4.2 Členenie podľa druhu prenosového média

Toto členenie sa týka zbernice a jeho štruktúry:

- Heterogénna znamená, že prenosové cesty sú tvorené rôznymi médiami.
- Homogénna, u tohto druhu sú prenosové cesty tvorené jedným médium.

Médium sa pritom myslí krútený pár, teda dvojlinka, koaxiálny kábel, optický kábel respektíve pri bezdrôtovom prenose napríklad infračervené vlny, rádiové vlny. Rýchlosť a stabilita prenášaného signálu závisí na prenosového média. Najlacnejšie médium je dvojlinka, ale prenos je pomalý a signál nestabilný. Najlepším médium je optický kábel, ktorý je odolný proti elektromagnetickým vlnám, to znamená, že signál je stabilný a prenosová rýchlosť je vysoká. Nevýhodou je jeho vysoká cena.

3.4.3 Členenie podľa stupňa centralizácie

Centralizáciou sa rozumie riadenie elektroinštalácie a rozdeľujem ich nasledovne:

- Centralizované systémy ako z názvu vyplýva sú to systémy ovládané z jedného centrálného miesta. Všetky informácie zo systému sa zhromažďujú v centrálnej jednotke, ktorú je možno použiť aj na riadenie (riadiaca jednotka). Centrálna jednotka je neoddeliteľnou súčasťou systémovej elektroinštalácie. Je to vlastne počítač, alebo samostatná riadiaca jednotka. Veľkou výhodou centralizovaného systému je, že softvérové a hardvérové vybavenie systému je rovnaké, takže je jednoduchší servis.
- V decentralizovaných systémoch, nie je nutnosť centrálnych jednotky. Komunikácia medzi zariadeniami (senzormi a aktormi) prebieha po zbernici. Aby to bolo možné musí mať každý prístroj, najmä aktor, zabudovaný programovateľný mikropočítač zabezpečujúci spracovanie signálov. Účastníkov zbernice je možné naprogramovať na rozličné úlohy, ktoré majú vykonať. Toto programovanie sa robí pomocou počítača, ktorý je možné pripojiť na zbernicu. Tento počítač je potrebný len na konfiguráciu jednotlivých prístrojov a uvedenie systému do prevádzky. Výhodou decentralizovaných systémov je, že na prevádzku stačí malý počet vedení pritom výkonnosť a flexibilita systému je omnoho vyššia ako u centralizovaného systému.
- Hybridné systémy v sebe kombinujú výhody centralizovaných a decentralizovaných systémov. Hybridné systémy môžeme rozdeliť do dvoch skupín:
 - Čiastočne centralizované systémy sú na zbernicu zapojené len väčšie moduly a rozvod za modulmi je centralizovaný.
 - Systémy s centralizovanými úlohami niektoré činnosti sa v systéme vykonávajú centralizovane napríklad meranie parametrov denného alebo umelého osvetlenia, rýchlosť vetru, vlhkosť ďalej vyhodnocovanie údajov atď.

3.4.4 Členenie podľa vedenia zbernice

Sú rôzne druhy vedenia zbernice v inteligentných elektroinštaláciách najznámejšie sú však líniová, paprsková, stromová, kruhová (uzavretá slučka) štruktúra. Limitované sú len dĺžkou vedenia zbernice od zdroja napájania až ku konečnému prístroju, (paprsková líniová, stromová), respektíve až naspäť ku zdroju napájania (kruhová). Z dôvodu úbytku napätia na príliš dlhom vedení a tým spojené nedostatočné prevádzkové napätie pre účastníkov zbernice (UZ).

- Líniová štruktúra. Jednotlivé UZ sú v tejto štruktúre usporiadané v jednej línii. UZ sú pripojené na takzvanú hlavnú líniu pomocou odbočenia v škatuli. U tohto usporiadania existuje posledný koncový UZ. To znamená, že prepojenie medzi UZ a napájacím zdrojom je riešené pomocou krúteného páru vodičov.
- Paprsková štruktúra. UZ sú na rozdiel líniovej štruktúry vedené z hlavnej línie odbočením z jedného miesta, bodu (škatule). Niekedy sa jej hovorí hviezdnicová štruktúra napájanie je riešené podobne ako u líniovej štruktúry.

- Stromová štruktúra. Ako aj z názvu vyplýva grafické usporiadanie UZ a línii bude podobné stromu. Odbočenie v tomto prípade je riešené odbočením z jednotlivých UZ. Napájanie jednotlivých UZ je riešené tak ako u líniovej alebo paprskovej štruktúry.
- Kruhovú (uzavretú slučku) štruktúra. Jedná sa o principiálne najjednoduchšie prevedenie. UZ sú pripojené na zbernicu za sebou bez vetvenia a tvoria uzavretý kruh z napájacím zdrojom. [4], [10]

3.5 Využitie systémovej elektroinštalácie

Pod týmto pojmom rozumieme aplikačné možnosti inteligentnej elektroinštalácie v rôznych elektroinštalovaných obvodoch budovy. Inými slovami možnosti riadenia podsystémov pomocou inteligentnej inštalácie. Podsystémom v tomto prípade môžu byť napríklad svetelné obvody, okruhy vykurovania alebo klimatizácie (klimatické okruhy), v neposlednom rade aj bezpečnostné systémy. Spomínané subsystémy si rozoberieme nižšie.

3.5.1 Svetelné obvody

Svetelné obvody sú najčastejšie riadené obvody v „inteligentných budovách“. Zbernicové systémy pre svetelné obvody poskytujú rôzne druhy ovládania osvetlenia. Buď to pomocou manuálnych tlačidiel, pomocou povelov poskytovaných senzormi, alebo časovými nastaveniami vypínania a zapínania osvetlenia. Kombináciou rôznych druhov senzorov dosiahneme efektívneho využitia svetla a tým sa prispejeme k šetreniu energie. Sensory odovzdajú informáciu pomocou zbernice alebo diaľkovo aktorom, tie zabezpečia spínanie alebo stmievanie svetiel, zatiahnutie žalúzií v jednotlivých miestnostiach. Typickým príkladom je zapínanie osvetlenia na chodbách po príchode domov pomocou pohybových senzorov. Aktory a senzory sú doplnené logickými prístrojmi, riadiace denný resp. sezónny režim osvetlenia. V inteligentných inštaláciách sa svetelné obvody dajú naprogramovať na takzvané svetelné scény tým sa docieli to, že svetelné obvody budú efektívnejšie a ľahko ovládateľné.

Scénický prvok slúži na prednastavenie hodnôt svetelných alebo klimatických scén. Napríklad oddych, prijímanie hostí, spánok, pozeranie TV atď. výber scény je jednoduchý stačí stlačiť príslušné tlačidlo.

3.5.2 Klimatické okruhy

Sú druhé najrozšírenejšie ovládané okruhy po svetelných. A to z dôvodu komfortu a šetrenia energie. Snímanie klimatických veličín zabezpečujú senzory teploty, tlaku, vlhkosti. Napríklad pri poklese teploty sa zapne vykurovanie, naopak pri vyšších teplotách zaúraduje chladenie a vetranie, odvetrávanie respektíve v letných mesiacoch klimatizácia. Je možné nastaviť klimatické scény, tak ako pri svetelnom obvode svetelné scény, ktorými sa docieli riadenie klimatických okruhov podľa klimatických zmien. Tým je myslené ovládanie vykurovania a klimatizácie ohľadom na klimatické respektíve denné zmeny.

3.5.3 Zásuvkové obvody

Na rozdiel od svetelných obvodov a klimatických okruhov sa zásuvkové obvody riadia pomocou systémovej elektroinštalácie pomenej. Toto riadenie je zahrnuté pod komplexné

riadenie budov. Zásuvkové obvody je možné riadiť jednotlivo ale aj komplexne. Zásuvkové obvody sa v tomto prípade dajú riadiť tiež pomocou tlačidiel, ale najčastejšie sú spojené s bezpečnostnými systémami. Myslí sa tým to, že po aktivovaní bezpečnostného systému po odchode z domu, sa zásuvkové obvody odpoja od siete, a tým sa nepriamo zamedzí vzniku požiaru. Nie všetky obvody sa môžu odpojiť od siete a sú to hlavne tie obvody, ktoré musia mať nepretržité dodávky elektrickej energie (malé výpadky sú prípustné). Napríklad obvod y na chladničku, mrazničku alebo obvod, na ktorom je pripojené akvárium na rybičku.

3.5.4 Bezpečnostné systémy

Ako z názvu vyplýva jedná sa o zabezpečenie objektu proti nepovolenému vniknutiu, alebo signalizáciu pri vzniku požiaru. Systém môže hlásiť nepovolené vniknutie na zásahové miesto, alebo priamo užívateľovi. Ďalej je možné pomocou počítača, najnovšie aj pomocou mobilných sietí GSM, kontrolovať objekt a činnosť systému. Sú vhodné na koordinovanú činnosť zo zásuvkovými obvody [4], [11]

3.6 Porovnanie vybraných druhov inteligentných elektroinštalácie pre RD

V tomto bode sa vyberie vhodná elektroinštalácia podľa jednotlivých parametrov. Budú tu porovnané inteligentné elektroinštalácie od rôznych výrobcov, predajcov. Najznámejšie systémy sú KNX od firmy ABB, iNELS od firmy ELKO EP, s.r.o., Xkomfort od firmy Eaton a Nikobus od firmy Niko. Títo výrobcovia ponúkajú inteligentné elektroinštalácie s podobnými vlastnosťami, preto si ich rozoberieme.

3.6.1 Systém KNX/EIB od firmy ABB

Citujem výrobcu: „*Tento systém je jediným celosvetovo uznávaným medzinárodným štandardom pre systémovú techniku budov. Splňuje požiadavky európskych štandardov CENELEC EN 50090 a CEN EN 13321-1*“.

Systém KNX/EIB je medzinárodne normalizovaný to znamená, že je možná vzájomná komunikácia komponentov rôznych výrobcov. Využití systému KNX/EIB je nespočetne. Preto si uvedieme niektoré parametre systému.

Systém pracuje decentralizovane, nevyžaduje počítač ani inú špeciálnu jednotku. Prístroje, účastníci zbernice UZ, si medzi sebou vymieňajú informácie na zbernici, predávaním telegramov. Zbernica je tvorená hlavnými líniami. V projekte je možné prepojiť 15 hlavných línii pritom v jednej línii je až 64 UZ. Používajú sa štyri typy prístrojov: systémové prístroje-napájacie zdroje s bezpečným napätím 24V, dátové zbernice atď. Snímače- tlačidlové ovládače, snímače poveternostných podmienok, termostaty atď. Akčné členy- spínacie, stmievače členy, riadenie žalúzia atď. Snímače a akčné členy môžu byť logicky poprepájané s logickými moduly, aby sa zaistil vyšší počet funkcií. Systém KNX/EIB pracuje so zbernicou, ktorú je možné vytvoriť líniovou, paprskovou, stromovou štruktúrou. Tento systém však nie je možné zapojiť pomocou kruhovej štruktúry (uzavretá slučka). Vodiče používané v tomto systéme na zbernicové káble musí spĺňať základné parametre (počet žíl, prierez, izolačná pevnosť). Používajú sa káble KSK 224, ktoré sú zložené s vodičov typu YCYM 2x2x0,8 s izolačnou pevnosťou 4kV.

Systém KNX/EIB teda ponúka vysoký komfort pri ovládaní, buď z jedného alebo z viacerých miest, obvodov ako sú osvetlenie, žalúzie, vykurovanie. Ponúka nízke náklady pri zmenách keďže sa jedná o decentralizovaný systém nepotrebuje žiadnu riadiacu jednotku. Usporiadanie prístrojov je možné aj bez stavebných zmien. Zladením vykurovania, klimatizácie, osvetlenia, roliet sa dá doceliť zníženie nákladov na energie. Tento systém má výhodu v tom, že je celosvetovo normalizovaný. Cena inštalácie závisí na počte použitých riadiacich komponentov. [10]

3.6.2 Systém iNELS od firmy ELKO EP, s.r.o.

Ako popísať systém iNELS? Zacitujem slová výrobcu: „Systém inteligentnej elektroinštalácie iNELS riadi chod Vášho domu od regulácie vykurovania a klimatizácii, ovládanie roliet a iných spotrebičov, až po zabezpečenie domu a ochrán Vášho majetku.“ iNELS tak ako systém KNX má viacero využití. Uvedieme si jeho parametre:

Jedná sa o centralizovaný systém. Výmena informácií je riešená po dvojvodičovej zbernici, ktorá je vedená celou budovou. Vodiče majú minimálny prierez $0,5\text{mm}^2$ a sú pripojené k svorkám jednotky zbernice CIB. Keďže sa jedná o centralizovaný systém, tak jednotky zbernice CIB sa pripájajú na centrálnu jednotku. Pričom na jednu zbernicu CIB je možné pripojiť 32 jednotiek a na centrálnu jednotku dve CIB zbernice. Zbernica systému iNELS je tvorená kruhovou štruktúrou (uzavretá slučka). Jednotky CIB nie sú schopné pracovať sami musia komunikovať s centrálnou jednotkou. Napájanie je riešené napájacími zdrojmi s napájacím napätím 27V, dimenzovanými na odoberané prúdy jednotlivých prístrojov. Je možné použiť aj viac napájacích zdrojov v obvode. Rýchlosť inštalácie je vyššia vďaka zbernicovej inštalácii, jednotky sú inštalované a až potom naprogramované a nastavené.

Systém iNELS zaisťuje pre užívateľa komfort, automatizáciu, bezpečnosť, úspory, rýchlosť a design inštalácie. Užívateľ okrem ovládania pomocou dotykového displeja môže ovládať aj bezdrôtovo alebo aj hlasom pomocou jednotky Sophy. Systém umožňuje komunikáciu pomocou GSM sietí teda pomocou mobilných telefónov.

Pri návrhu nie je nutnosť poznať presné rozmiestnenie a funkcie spotrebičov. Funkcie sa programujú cez PC, cez centrálnu jednotku ale aj cez internet. To znamená aj to, že inštalatér má vzdialený prístup a dohľad nad inštaláciou. Vzdialene vie prevádzať aj diagnostiku porúch a zmenu programu. Z toho vyplýva, že systém je veľmi flexibilný.

Elektroinštaláciu iNELS je možné realizovať vo viacerých verziách inštalácie a od toho sa odvíjajú aj ceny inštalácii.

- Klasická inštalácia. Jedná sa o verziu, kde každé svetlo má svoj vypínač, vykurovanie je riadené jedným termostatom.
- Vo verzii RELÉ sú do inštalácie zaradené samostatné prístroje, ktoré šetria energiu. Svetlá sú ovládané stmievačmi, žalúzie sú elektrické sú riešené bezdrôtovo. Každý vykurovací okruh má svoj vlastný termostat. Jedna sa o najnižšiu triedu elektroinštalácie iNELS.
- iNELS StarterKit táto inštalácia nie je komplexná len čiastočná. Napriek tomu sa s ňou dajú dosiahnuť dostatočné úspory energie. Na rozdiel od verzie RELÉ je v tejto verzii použité čiastočné riešenie inteligentné elektroinštalácie v oblasti

vykurovania. Radiátory sú ovládané termostatmi s elektrickým pohonom. Táto verzia patrí medzi štandardnú triedu elektroinštalácie iNELS.

- Verzia iNELS je inštalácia plne inteligentná so všetkými výhodami. Každý spotrebič svietidlo, vykurovací okruh je pripojený na zbernicu. Všetko je možné riadiť pomocou PC, mobilného telefónu a aj internetu. Jedná sa o nadštandardnú elektroinštaláciu iNELS.
- iNELS Multimédia najvyššia možná úroveň ovládania inštalácie. Prináša do každej miestnosti multimédia, to všetko cez domácu počítačovú sieť. Dokonca je možné pripojiť kamery. Jedná sa o komplexnú elektroinštaláciu iNELS s multimediálnymi prvkami. [12], [13], [14]

3.6.3 Systém Nikobus od firmy Niko

Systém Nikobus je celoeurópsky certifikovaná značka. Citujem výrobcu: „*Nikobus je domáci automatizačný systém od Niko. Nikobus však nie len domáca automatizácia. Je to spôsob života. Pohodlného života.*“

Jedná sa o hybridný čiastočne centralizovaný systém, ktorý umožňuje ovládať všetky prístroje jedným tlačidlom, ale nezamedzuje ovládanie jednotlivých prístrojov samostatne. Zbernicový systém je riešený linkovou, paprskovou štruktúrou, pričom na zbernicu sa využijú dvojžilové vodiče s prierezom $0,8\text{mm}^2$. Veľkosť napätia napájajúcich zdrojov je 9V.

Využitie systému Nikobus je pre automatizáciu budov skupinové. Do systému je možné pripojiť aj detektory pohybu, dverné a oknové spínače, snímače teploty, rýchlosti vetru. Komunikuje pomocou jednotky PC-Logic. Na jednu jednotku je možné pomocou zbernice pripojiť až 256 senzorov.

Nikobus má centrálné funkcie teda jedným tlačidlom sa dajú spínať, stmievať osvetlenia, ovládať rolety, regulovať vykurovanie zapnúť vypnúť spotrebiče na zásuvku. Týchto centrálnych tlačidiel môže byť v objekte umiestnených niekoľko. Systém podporuje Scény, takže osvetlenie, vykurovanie, a ďalšie subsystemy nie sú oddelené, ale spolupracujú. Jedným stlačením sa nastaví prostredie aké si užívateľ želá. Výhodou je, že sa systém dá ovládať aj diaľkovo buď s pomocou diaľkového ovládača fungujúceho na princípe centrálného tlačidla, ale aj cez GSM sieť teda mobilom.

Uvedenie do prevádzky sa rieši buď pomocou programu PC-Link cez pripojené PC, alebo manuálne nastavením jednotlivých prístrojov, pritom nie sú potrebné žiadne odborné znalosti. [15]

3.6.4 Systém Xkomfort od firmy Eaton

Citujem výrobcu : „*Chytrí lidé staví chytré domy. S moderní elektroinstalací Xkomfort získáte všechny výhody bydlení 21. Století.*“

Systém Xkomfort oproti predchádzajúcim systémom má veľkú výhodu. Jedná sa totižto o bezdrôtový systém, ktorý komunikuje pomocou rádiových frekvencií systému na unikátnej frekvencii 868,3MHz. Z toho vyplýva, že nehrozí rušenie signálu od ostatných spotrebičov v budove. Jedná sa prakticky čiastočne centralizovaný systém. Aktory stačí umiestniť do elektroinštalácie priamo na spotrebič a ovládací prvok pripevniť na stenu hocikde v objekte. S týmto systémom sa ovláda len toľko spotrebičov koľko si užívateľ praje. Ďalšou

výhodou je že pri rozšírení inštalácie stačí len doplniť aktory do elektroinštalácie. Systémy Xkomfort môžu byť inštalované jednoducho na novostavby, ale aj na hotové elektroinštalácie napríklad pri rekonštrukciách objektu respektíve miestnosti. Inštalácia je totižto bez vrtania, frézovania, stačí len nalepiť na ľubovoľnú stenu v miestnosti. Napájanie je riešené pomocou bateriek, ktoré majú predpísanú životnosť 10 rokov. Xkomfort zaisťuje pohodlné ovládanie pomocou diaľkového ovládača alebo klasickým spôsobom pomocou tlačidiel.

Systém umožňuje tiež centrálné ovládanie spotrebičov, vykurovania, osvetlenia. Je to možné pomocou jednotky ROOM MANAGER, ktoré sa umiestňujú v jednotlivých miestnostiach. Alebo pomocou centrálnej riadiacej jednotky HOME MANAGER umiestnenej napríklad pri vchode. Tieto zariadenia vyhodnocujú informácie z okolia a tak nastavujú príjemnú klímu, osvetlenie atď. Tak ako predchádzajúce systémy aj tento sa dá ovládať pomocou GSM sietí teda s mobilným telefónom alebo pripojením PC k systému Xkomfort. Pomocou PC je možné sledovať ktoré zariadenie je aktívne a následne jednotlivé spotrebiče ovládať. [16]

3.7 Výber vhodného druhu inteligentnej elektroinštalácie pre RD

Každá zo spomínaných inteligentných elektroinštalácií zaisťuje komfort a pohodlné riadenie. Všetky inštalácie dokážu riadiť všetky podsystemy nachádzajúce sa v objekte teda kúrenie, svetlá, spotrebiče a zaisťujú aj bezpečnosť. Od seba sa líšia len v tom, ako je realizovaný prenos dát od senzorov až k aktorom či po zbernici, alebo bezdrôtovo. Ďalej či sa jedná o centralizované alebo decentralizované systémy. A v neposlednom rade aj cena systémov, ktorá sa odvíja od veľkosti inštalácie a počtu riadených podsystemov. Vzhľadom na kvalitu ponúkaných systémov je výber pre RD obtiažny. Pred výberom sa musia zväziť všetky okolnosti. Ako napríklad veľkosť riadeného objektu, ďalej či sa jedná o rekonštrukciu alebo o novostavbu. Je to dôležité z hľadiska inštalácie, totižto zbernicové inštalácie sa vedú v elektroinštaláčnych rúrkach spolu so silovým vedením pod omietkou alebo samostatne pod omietkou. Pričom bezdrôtové je možno inštalovať bez zásahu do stavby, čo je prijateľné pri rekonštrukciách napriek tomu ich spoľahlivosť v rozsiahlych budovách je menšia ako zbernicového systému. Veľkú úlohu pri výbere inteligentnej inštalácie hrá samotný investor. Investor volí do akej miery chce mať riadený dom, to znamená čiastočné alebo komplexné riadenie, určí sa tým počet ovládaných podsystemov v objekte. Ďalej ako bude realizované ovládanie podsystemov, či klasickým spôsobom teda tlačidlami, alebo diaľkovým ovládačom respektíve pohybovými senzormi. Či chce mať centralizovaný systém, kde riadenia prevádza centrálna jednotka alebo decentralizovaný systém, kde každý podsystem riadi samostatná jednotka. Pritom ani jedna možnosť nevyklučuje ovládanie všetkých podsystemov naraz, takzvaný scénický prvok. A v neposlednom rade cena inštalácie.

Na základe vyššie uvedených faktov a preto, lebo sa jedná o budovu s požiadavkou na komplexnú systémovú techniku, som sa rozhodol vybrať inteligentnú elektroinštaláciu KNX/EIB od firmy ABB. Je to celosvetovo normalizovaný systém riadenia budov. Keďže sa jedná o novostavbu s vytvorením zbernicového systému nie je problém. Výhodou je, že štruktúra zbernice je možné vytvoriť rôznymi spôsobmi a nevyklučuje sa pritom ich kombinácia. Využíva sa napríklad líniová, paprsková, stromová štruktúra rozvodu. Pritom to je obmedzené len počtom UZ, kde ich je možné pripojiť až 64. Ďalej dĺžkou vedenia a tým späť úbytky na vedení. Jedná sa o veľmi flexibilný systém nepotrebuje centrálnu jednotku,

a využíva výhody decentralizovaného systému. Dokáže ovládať všetky možné systémy v budove, od kúrenia cez svetlá, spotrebiče ale dbá aj na bezpečnosť. Nie je potrebné na každý podsystem zvlášť určený akčný člen, ale jednotlivý UZ sú univerzálne. To znamená, že je možné ich naprogramovať na riadenie ktoréhokoľvek podsystemu respektíve riadenie všetkých podsystemov (tzv. scéna). Tento systém je možné riadiť klasicky tlačidlami, ale aj diaľkovým ovládaním alebo snímačmi pohybu, prítomnosti. V neposlednom rade bude zohrávať najdôležitejší fakt cena zariadení a inštalácie. Tento systém nepatrí medzi najlacnejšie, to sa musí uznať, ale jeho komplexnosť a ponúkaný komfort spojený s jednoduchým prevedením je vhodný pre akúkoľvek budovu.

4 Projektová dokumentácia RD

Projektová dokumentácia obsahuje nasledovné tri časti technickú správu, výkresovú časť a zoznamy. Čo musia obsahovať jednotlivé časti projektovej dokumentácie je uvedené v bode 2.2. V ďalších bodoch bude podrobne rozpísaná technická správa a zoznamy pre novostavbu RD.

4.1 Technická správa

Opis budovy

Jedná sa o novostavbu rodinného domu v blízkosti Brna s číslom parcely 68. Dom sa nenachádza na hlavnej ulici, ale príjazdová cesta je realizovaná z asfaltovej cesty zámockou dlažbou až k RD. Rozmery domu sú dĺžka 14,050m, šírka 10,550m a výšky 7,790m. Prevedenie strechy je sedlové. Vonkajšie múry RD obsahujú fasádnu silikátovú minerálnu omietku. Pod ňou je 100mm tepelnej izolácie minerálnej vaty ISOVER TF s výstužnou mriežkou. Tá je nalepená na tehly POROTHERM 300 Profi dryfix. Na vrchu je omietka POROTHERM UNIVERSAL 15mm. Celková hrúbka obvodových múrov je 415mm. Strecha RD je tvorená skladanou strešnou krytinou. Samotná strecha je tvorená zo strešných lát s šírkou 30mm a 50mm. pod strešnou krytinou sú difúzne fólie čo zaisťuje prídavnú hydroizoláciu. Obsahuje tepelnú izoláciu vloženú medzi trámy so smreku o hrúbke 200mm. Tepelná izolácia je tvorená minerálnou vatou (ISOVER UNI) s hrúbkou 180mm. Ďalšia tepelná izolácia o hrúbke 100mm vložená medzi drevený smrekový rošt pod smrekový trám. Steny plafónu sú zakryté sadrokartónovou doskou. V dome je zariadené podlahové kúrenie. Na prízemí je podlaha realizovaná betónovou doskou uloženou na hutnenom štrkopieskovom podsype. Na betónovej doske C20/25 je geotextília spolu s izolačnou polyesterovou fóliou. Tepelnú izoláciu zaisťuje minerálna vata o hrúbke 100mm a na nej je separačná vrstva polyesterovej fólie. Výhrevné trubky na vodu sú zaliate betónovým mazivom C16/20 o hrúbke 60mm. Na nej sa nachádza 10mm keramická dlažba. Strop prízemnia respektíve podlaha poschodia je zložená z omietky POROTHERM UNI o hrúbke 15mm, samotný strop je z tehál POROTERM 290mm. Tepelná izolácia z minerálnej vaty 40mm je vložená medzi polyetylénové fólie. Výhrevné trubky zaliate betónovým mazivom C16/20 o hrúbke 50mm a na povrchu je 10mm keramická dlažba.

RD má severovýchodnú orientáciu, pričom má dve poschodia a obidve sú obytné. Počet miestností na dolnom podlaží je 12 a na hornom podlaží je 6. Hlavný vstup do budovy je realizovaný zo severovýchodnej strany, pričom je vstup možný aj zo záhrady z juhozápadnej strany budovy cez terasu. Na parcele sa nachádza aj garáž s dĺžkou 8,850m a šírkou 7,100m, tiež zo severovýchodnou orientáciou.

Charakter odberu RD

Ďalej je treba zaradiť budovu podľa kritérií uvedených v bode 2.2.1. Charakter spotrebičov je prvým kritériom, podľa ktorého novostavbu zaradíme. V tomto prípade sa jedná o odber bytového charakteru. Výkonové požiadavky sú na osvetlenie, varenie, ohrev TUV, vykurovanie, chladenie a napájanie drobných spotrebičov.

Podľa druhého kritéria teda stupeň dôležitosti dodávok elektrickej energie, tento rodinný dom zaradujeme do kategórie I, bytové súbory s plnou elektrifikáciou, pritom takmer 90% RD patrí do kategórie III. Jedná sa teda o rodinný dom, kde sa popri osvetlení, napájání malých spotrebičov aj varí, a nepriamo aj kúri. Nepriamo preto, lebo vykurovanie je prevedené tepelným čerpadlom, ktoré je napojené na elektrickú sieť. Podľa tretieho kritéria, stupeň elektrifikácie, radíme tento RD do kategórie C, úplná elektrifikácia. Síce sa nejedná o osamelý objekt, ale pri požiadavke investora na vykurovanie tepelným čerpadlom, a využitie indukčnej varnej dosky nie je nutnosť vybudovať inžiniersku sieť pre plyn alebo diaľkové teplo.

Prevedenie elektrickej prípojky

Inžinierske siete vstupujú do budovy zo severovýchodnej strany. Pričom elektromerová skriňa sa nachádza na plote pri vstupnej bráne orientovanej na severozápad. Prípojka začína odbočením od vonkajšieho vedenia distribučnej siete nachádzajúce sa na hlavnej ceste. Prípojka nízkeho napätia je ukončená prípojkovou skriňou tiež známej ako hlavná domová skriňa HDS. Prevedenie prípojky v tomto prípade je realizovaná vonkajšou prípojkou závesným káblom cez podperný bod s ukončením v prípojkovej skrini na podpernom bode. Prípojka môže byť prevedená z hliníkových vodičov AYKY s minimálnym prierezom $4 \times 16 \text{mm}^2$ až $4 \times 35 \text{mm}^2$, alebo z medených vodičov CYKY $4 \times 10 \text{mm}^2$ až $4 \times 25 \text{mm}^2$. Prierez prípojky ale závisí na veľkosti odoberaného prúdu. Z hlavnej domovej poistkovej skrine pokračuje prípojkové vedenie ďalej ochrannou rúrkou do elektromerovej skrine, ktorá sa nachádza na plote RD. Poistky v HDS musia byť jeden až tri krát vyššie ako hlavný istič domu pre zaistenie selektivity vypínania. Ďalej pokračuje HDV od elektromerovej skrine do bytovej rozvodnice rodinného domu. HDV je káblový, vedený pod zemou v ochrannnej rúrke s minimálnym prierezom, ktorý sa určuje z vypočítanej hodnoty odobraného prúdu budovy respektíve z menovitého prúdu hlavného ističa. Typ vodičov je medený s PVC izoláciou a ich počet je štyri CYKY 4×10 . Bytová rozvodnica (BR) sa nachádza na severozápadnej stene v miestnosti 103 v komore vedľa vstupných dverí. V nej sa nachádza hlavný domový istič a ostatné ochranné, istiace a riadiace prvky.

Prevedenie siete

Prívodné vedenie, prípojka a HDV, je realizovaná systémom TN-C-S. To znamená, že prípojka sa skladá z o štyroch vodičov a to tri fázové (L1, L2, L3) a vodiča PEN spájajúci ochranný PE a stredný vodič N, teda ide o TN-C. Ale v elektroinštalácii je navrhnuté a nevyhnutné využiť systém TN-S, a to z bezpečnostného a ochranného dôvodu. Preto vodič PEN sa v bytovej rozvodnici alebo v elektromerovej skrini, rozdelí na samostatné vodiče N a PE pričom sa už v inštalácii nesmú spojiť. Toto prevedenie siete je najčastejšie pri domových káblových alebo závesných vedeniach. Na rozdelenie systému TN-C-S musia byť dodržané nasledovné podmienky:

- Bod rozdelenia musí byť realizovaná za elektromerovou skriňou buď v priamo nej na svorkovnici alebo v podružnom rozvádzači bytového rozvodu.
- V bode rozdelenia musí byť samostatné svorky pre vodiče PE, N a vodič PEN musí byť pripojený na obidve svorkovnice

- Bod rozdelenia je výhodné realizovať čo najbližšie k vstupnému prívodu do budovy

V tomto prípade je rozdelenie realizované v bytovej rozvodnici, kde PEN je pripojené na svorkovnicu.

Obstarávanie elektrickej energie

Sem patrí výber vhodného dodávateľa elektrickej energie. Tento výber je na investorovi. Keďže sa jedná o budovu s úplnou elektrifikáciou musí sa zaistiť bez problémová prevádzka ja pri výpade elektrického prúdu. Riešením je napájanie z dvoch nezávislých zdrojov elektrickej energie jedného dodávateľa.

Napäťovej sústavy RD

Napäťová sústava je tvorená trojfázovým striedavým nízkym napätím s menovitou hodnotou 230/400V s frekvenciou siete 50Hz.

Výpočet zaťaženia a veľkosti hlavného ističa, určenie poistiek v HDS

Výpočet je nutný preto, lebo pripravovaná novostavba podľa popisu investora, bude patriť do stupňa elektrifikácie C. Realizuje sa to pomocou vzorcov a príslušného grafu uvedeného v bode 2.2.3. Keďže však nie je známy presný počet ani presný príkon spotrebičov v dome je treba ich odhadnúť. Avšak príkony najväčších spotrebičov sú známe. Medzi ne patria tepelné čerpadlo, elektrická rúra, indukčná varná doska. Ďalej sú známe počty svetelných spotrebičov s priemerným príkonom 25W (pri použití LED, halogénových a kompaktných žiaroviek). Ostatné spotrebiče je treba zahrnúť do viacerých skupín s približne rovnakým symbolickým príkonom.

Výber tepelného čerpadla

Výpočet veľkosti tepelného výkonu je realizovaný na základe tepelných strát. Tepelné straty sa určujú pomocou súčiniteľov tepelnej vodivosti $\lambda[W.m^{-1}.K^{-1}]$ jednotlivých materiálov použitých pri stavbe RD. Tieto materiály sú uvedené v kapitole 4.1 Technická správa, prevedenie budovy . Na výpočet ďalej je potrebné poznať jednotlivé plochy, kde teplo môže unikáť. Ako prvé je treba určiť celkovú plochu, ktorú zaberajú stavebné otvory dvere a okná.

Výpočet plochy, ktoré zaberajú stavebné otvory ako sú okná a dvere na prízemí a poschodí.

- Súčet plôch okien a dverí na prízemí (S_{Celk1})

$$\begin{aligned}
 S_{O1} &= 2 \cdot (\check{s}_{O1} \cdot v_{O1}) + 3 \cdot (\check{s}_{O2} \cdot v_{O2}) + \check{s}_{O3} \cdot v_{O3} + 3 \cdot (\check{s}_{O4} \cdot v_{O4}) + \check{s}_{O7} \cdot v_{O7} + \check{s}_{O8} \cdot v_{O8} \\
 S_{O1} &= 2 \cdot (2 \cdot 2,1) + 3 \cdot (1,25 \cdot 2,1) + 0,5 \cdot 2,1 + 3 \cdot (1,75 \cdot 1,5) + 0,75 \cdot 1,5 + 1,5 \cdot 1 = 27,825m^2 \\
 S_{D1} &= \check{s}_{D1} \cdot v_{D1} + \check{s}_{D2} \cdot v_{D2} = 1,5 \cdot 2,1 + 2 \cdot 2,1 = 7,35m^2 \\
 S_{Celk1} &= S_{O1} + S_{D1} = 27,825 + 7,35 = 35,175m^2
 \end{aligned} \tag{3}$$

- Súčet plôch dverí a okien (S_{celk2}) a strešných okien (S_{celk3}) na poschodí

$$\begin{aligned}
 S_{Celk2} &= S_{O2} + S_{Balk} = 2 \cdot (\check{s}_{O2} \cdot v_{O2}) + 4 \cdot (\check{s}_{Balk} \cdot v_{Balk}) = 2 \cdot (0,75 \cdot 2,1) + 4 \cdot (1 \cdot 2,1) = 11,55m^2 \\
 S_{Celk3} &= S_{O3} + S_{SV} = 5 \cdot (\check{s}_{O3} \cdot v_{O3}) + \check{s}_{O4} \cdot v_{O4} + \check{s}_{SV} \cdot v_{SV} = 5 \cdot (1,6 \cdot 0,75) + 1,5 \cdot 1,3 + 0,49 = 8,45m^2
 \end{aligned} \tag{4}$$

- Výpočet celkovej plochy stien (S_{Csteny}) bez stavebných otvorov

$$S_{Csteny} = 2 \cdot (S_1 + S_2 + S_3) - S_{celk1} - S_{celk2} = 2 \cdot (d \cdot H_1 + \check{s} \cdot H_1 + \frac{1}{2} \cdot \check{s} \cdot H_2) - S_{celk1} - S_{celk2} \quad (5)$$

$$S_{Csteny} = 2 \cdot (14,05 \cdot 2,6 + 10,55 \cdot 2,6 + \frac{1}{2} \cdot 10,55 \cdot 4,9) - 35,175 - 11,55 = 132,89m^2$$

Kde

- $S_1[m^2]$ plocha severovýchodnej a juhozápadnej steny,
- $S_2[m^2]$ plocha steny orientované na severozápad a juhovýchod,
- $S_3[m^2]$ plocha štítov,
- $H_1[m]$ a $H_2[m]$ výška stropu na prízemí a výška stropu na poschodí

- Výpočet plochy strechy (S_{str}) bez stavebných otvorov

$$S_{str} = 2 \cdot (\check{s}_{str} \cdot d_{str}) - S_{Celk3} = 2 \cdot (7,17 \cdot 14,05) - 8,45 = 193m^2 \quad (6)$$

- Výpočet plochy podlahy (S_{POD})

$$S_{POD} = \check{s} \cdot d = 14,05 \cdot 10,55 = 148,23m^2 \quad (7)$$

Výpočet tepelných strát vedením.

$$\phi = \frac{\vartheta_2 - \vartheta_1}{R_V} = U \cdot S \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1) [W] \quad (8)$$

Kde

- $v_1[K]$ je teplota okolia. Určuje sa pomocou najnižšej priemernej vonkajšej teploty na základe zemepisnej polohy. Pre Brno a okolie je to $-12^\circ C$. Pri výpočte sa neuvažuje len vonkajšia teplota, ale aj teplota zeme $v_z[K]$, ktorá sa uvažuje približne $5^\circ C$,
- $v_2[K]$ je vnútorná priemerná teplota sa určuje podľa optimálnych teplôt a je stanovená na $22^\circ C$,
- $R_V[W.K^{-1}]$ tepelný odpor určujúci prestup tepla viac vrstvomými materiálmi,
- $U[W.m^{-2}.K^{-1}]$ súčiniteľ prechodu tepla,
- $S[m^2]$ plocha cez ktorú teplo uniká.

$$R_V = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n}{\lambda_n \cdot S} \left[\frac{K}{W} \right] \quad (9)$$

Kde $a[m]$ šírka steny respektíve použitého materiálu, $\lambda[W.m^{-1}.K^{-1}]$ tepelná vodivosť, $S[m]$ plocha steny, materiálu.

Tabuľka 10- Tepelné vodivosti materiálov použitých v RD¹¹

Materiál	Hrúbka a [mm]	Tepelná vodivosť λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]
POROTHERM Profi dryfix, P10	300	0,13
POROTHERM UNI omietka	15	0,6
ISOVER Minerálna vata	100	0,038
ISOVER Minerálna vata	180	0,038
Smrek, trám	200	0,15
Betón podlaha C16/20	60	1,36
Betónová doska C20/25	150	1,36
Keramická dlažba	10	1
Sadrokartónová doska SDK	12,5	0,25

Ďalším krokom je určenie tepelných odporov stien, podlahy a stropu pomocou Tabuľka 10. Tepelný odpor stien R_{V1} bez stavebných otvorov vyrobenej z tehál POROTHERM 300mm, izolácie ISOVER 100mm a POROTHERM UNI omietka 15mm. Plocha stien bez stavebných otvorov je $S_{Csteny}=132,89m^2$ podľa výpočtu (5).

$$R_{V1} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n}{\lambda_n \cdot S_{Csteny}} = \frac{300 \cdot 10^{-3}}{0,13 \cdot 132,89} + \frac{15 \cdot 10^{-3}}{0,6 \cdot 132,89} + \frac{100 \cdot 10^{-3}}{0,038 \cdot 132,89} = 0,03897 \frac{K}{W} \quad (9)$$

Tepelný odpor strechy R_{V2} bez stavebných otvorov skladajúci sa zo skladanej strešnej krytiny uložených na latách. Prvá tepelná izolácia je krytá polyesterovou fóliou ISOVER 180mm vložená medzi smrekové krokvy 200mm. Pod ňou druhá tepelná izolácia ISOVER 100mm a sadrokartónová doska 12,5mm. Plocha strechy bez stavebných otvorov je $S_{str}=193m^2$ podľa výpočtu (6).

$$R_{V2} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n}{\lambda_n \cdot S_{str}} = \frac{(180+100) \cdot 10^{-3}}{0,038 \cdot 193} + \frac{200 \cdot 10^{-3}}{0,15 \cdot 193} + \frac{12,5 \cdot 10^{-3}}{0,25 \cdot 193} = 0,04535 \frac{K}{W} \quad (9)$$

Tepelný odpor podlahy RD R_{V3} , sa skladá z betónovej dosky C20/25 o hrúbke 150mm je uložená na hutnom štrku. Izolácia je z minerálnej vaty ISOVER 100mm, na ktorej sa nachádzajú výhrevné trubky zaliate betónom C16/20 o hrúbke 60mm. podlaha domu je tvorená keramickou dlažbou 10mm. Plocha podlahy je $S_{POD}=148,23m^2$ podľa výpočtu (7).

$$R_{V3} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n}{\lambda_n \cdot S_{POD}} = \frac{150 \cdot 10^{-3}}{1,36 \cdot 148,23} + \frac{100 \cdot 10^{-3}}{0,038 \cdot 148,23} + \frac{60 \cdot 10^{-3}}{1,36 \cdot 148,23} + \frac{10 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 148,23} = 0,01886 \frac{K}{W} \quad (9)$$

¹¹ Vlastnosti stavebných materiálov. *Klasici* [online]. 2009 [cit. 2013-05-23]. Available from: <http://www.klasici.sk/node/261>

Veľkosť celkových tepelných strát objektu sa určuje súčtom tepelných strát stien, podlahy, strechy a stavebných otvorov ako sú okná a dvere. Pri výpočte strát cez okná a dvere sa využíva súčiniteľ prechodu tepla $U[W.m^{-2}.K^{-1}]$, ktorý určujú výrobcovia plastových okien a dverí. V objekte sú montované plastové okná a dvere uvedené v Tabuľka 11.

Tabuľka 11- Súčiniteľ prechodu tepla stavebných otvorov¹²

Stavebný otvor	Typ	Súčiniteľ prechodu tepla $U[W.m^{-2}.K^{-1}]$	Počet, umiestnenie
Dvere vchodové; terasové, balkónové	HEROAL 110E, trojkomorové ; HEROAL 90S, trojkomorové	$U_1=1,2$	6 (2 prízemie, 4 poschodie)
Okná	Europrofi, st. hĺbka 88mm s von. žalúziou	$U_2=0,74$	18 (10 prízemie, 8 poschodie)
Svetlovod	Polykarbonátové sklo, hrúbka 10mm	$U_3=2$	1 (poschodie)

Výpočet tepelných strát stien, stropu a podlahy

$$\phi_1 = (g_2 - g_1) \cdot \left(\frac{1}{R_{V1}} + \frac{1}{R_{V2}} \right) + \frac{1}{R_{V3}} \cdot (g_2 - g_z) = (22 - (-12)) \cdot \left(\frac{1}{0,0389} + \frac{1}{0,0454} \right) + \frac{1}{0,0189} \cdot (22 - 5) = 252357W \quad (8)$$

Výpočet tepelných strát stavebných otvorov (dvere a okná)

$$\phi_2 = (g_2 - g_1) \cdot (S_{D1} + S_{balk}) \cdot U_1 + (S_{O1} + S_{O2} + S_{O3}) \cdot U_2 + S_{SV} \cdot U_3 \quad (8)$$

$$\phi_2 = (22 - (-12)) \cdot ((7,35 + 8,4) \cdot 1,2 + (27,825 + 3,15 + 7,95) \cdot 0,74 + 0,49 \cdot 2) = 165527W$$

Celkové tepelné straty sa určia súčtom čiastkových strát a strát infiltráciou¹³. Straty infiltráciou pri tomto objekte, ktorý je veľmi dobre izolovaný s moderným tesnením sú 3,46kW.

$$\phi_{celk} = \phi_1 + \phi_2 = 2523,57 + 1655,27 = 4178,84W \quad (8)$$

Pripočítaním strát infiltráciou budú celkové tepelné straty činiť 7,638kW teda približne 7,7kW.

Teraz je možné vybrať vhodné tepelné čerpadlo, ktoré pokryje vypočítané tepelné straty. Existuje viac druhov tepelných čerpadiel pracujúce na princípe vzduch/voda, vzduch/vzduch, zem/voda. Najúčinnšie sú tepelné čerpadlá zem/voda avšak ale pri rozmeroch vykurovacej plochy budovy a veľkosti strát, by bolo potrebné až 290m² voľnej plochy pre uloženie

¹² Slovaktual: Dvere. Slovaktual okná a dvere [online]. 2013 [cit. 2013-05-23]. Available from: <http://www.slovaktual.sk/produkty/dvere/#hlinikove-dvere>

Kvalitné okná: predpoklaobrej tepelnej ochrany budovy. ASB [online]. 2009 [cit. 2013-05-23]. Available from: <http://www.asb.sk/sprava-budov/sprava-domov/kvalitne-okna-predpoklad-dobrej-tepelnej-ochrany-budovy-3456.html>

¹³ Straty infiltráciou sú určené pomocou programu HERMES, voľne prístupného na www.mandik.sk/technicka-podporaface

plošného kolektoru. Túto požiadavku nie je možné splniť, preto sa použije tepelné čerpadlo v prevedení vzduch/voda s primeraným tepelným výkonom 9kW a viac. Pritom sa očakáva zvýšená spotreba teplej vody, a preto je potrebné použiť externý zásobník na ohrev TÚV s odporúčaným objemom 300 litrov. Pre tento RD som vybral tepelné čerpadlo od firmy DAIKIN. Skladá sa z vonkajšej jednotky EQLQ008 a vnútornej jednotky EKHVX008. Model nástennej jednotky na ohrev TÚV je EKHWS-B 300L. Jedná sa o prídavný elektrický kotol na zaistenie ohrevu pri nedostatočnom tepelnom výkone tepelného čerpadla. Prevádzkový rozsah systému je navrhnutý na vonkajšie teploty od -20°C až 43°C . Celý systém má menovitý výhrevný výkon 8,43kW. Napájanie je realizované jednofázovým prívodom s napätím 230V/50Hz s príkonom vonkajšej jednotky 2,6kW. Na systém tepelného čerpadla je doporučené istenie 20A. Nástenná jednotka na ohrev TÚV je napájaná napätím 230V/50Hz a má príkon 3kW. Ovládanie vykurovanie je realizované cez systém KNX pomocou termostatov a tlačidlových vypínačov. Pohonov ventilov vykurovacích okruhov sú spínané spínacími aktormi. Celkový príkon systému tepelného čerpadla je 5,6kW a jednotlivé časti sú znázornené na Obrázok 2 a Obrázok 3.[19]

Výber indukčnej varnej dosky a elektrickej rúry

Inštalovaný príkon elektrickej rúry a indukčnej varnej dosky z katalógu predajne ElectroWorld je spolu 9200W. [20]

Určenie inštalovaného príkonu symbolických spotrebičov

Celkový inštalovaný príkon všetkých bežne používaných spotrebičov v domácnosti je okolo 20kW. Patria sem mikrovlnná rúra, chladnička, varná kanvica, kávovar, práčka, sušička, žehlička, vysávač, TV, počítač atď. Ďalej inštalovaný príkon svetelného obvodu celého RD je 1700W.

Tabuľka 12- Najčastejšie používané spotrebiče v domácnosti a ich symbolický príkon

Druh spotrebiča	Symbolický príkon skupín spotrebičov P_i [kW]
Mikrovlnná rúra, varná kanvica, kávovar	4,5
Fritéza, chladnička, digestor, mixér, fritéza	4
Práčka, sušička	4
Vysávač, žehlička, fén	4
PC, TV, topný rebrík, ventilátory	3
Rúra +VD	9,2
žiarovky	1,7
Systém tepelného čerpadla	5,6
Súčet	36kW

Celkový inštalovaný príkon je súčtom inštalovaných príkonov jednotlivých skupín uvedených v

Tabuľka 12. Pri výpočte uvažujeme osem skupín. $P_{i1.skup}=5,6kW$, $P_{i2.skup}=9,2kW$, $P_{i3.skup}=1,7kW$, $P_{i4.skup}=4,5kW$, $P_{i5.skup}=4kW$, $P_{i6.skup}=4kW$, $P_{i7.skup}=4kW$, $P_{i8.skup}=3kW$.

$$\begin{aligned}\Sigma P_{bi} &= P_{i1.skup} + P_{i2.skup} + P_{i3.skup} + P_{i4.skup} + P_{i5.skup} + P_{i6.skup} + P_{i7.skup} + P_{i8.skup} \\ \Sigma P_{bi} &= 5600 + 9200 + 1700 + 4500 + 4000 + 4000 + 4000 + 2200 = 36kW\end{aligned}\quad (10)$$

Podľa vzorca (2) a Obrázok 1

Obrázok 1 sa vypočíta súčasný príkon P_b . Z grafu sa odčítal koeficient súčasnosti $\beta_{bn}=0,58$ pre krivku skupín pričom počet skupín je $n=8$.

$$P_b = \beta_{bn} \sum_{i=1}^n P_{bi} = 0,58 \cdot 36 \cdot 10^3 = 20,88kW \quad (2)$$

Teraz pomocou vzorca (1) sa určí celkový odoberaný prúd I_V RD s $\cos\varphi=0,9$:

$$I_V = \frac{P_b}{\sqrt{3} \cdot U_Z \cdot \cos\varphi} = \frac{20,88 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 33,486A \quad (1)$$

Celkový odoberaný prúd je 33,486A a volí sa poistka najbližšia vyššia a to s menovitým prúdom $I_{np}=50A$. Z toho vyplýva, že v HDS sa musia voliť poistky o minimálne o jeden až tri stupne vyššie. Volil som v tomto prípade nožové poistky s menovitou hodnotou vypínacieho prúdu $I_{npHDS}=80A$, ktoré sú o dva stupne vyššie ako menovitý vypínací prúd hlavného ističa. Z vypočítaného celkového odberového prúdu treba určiť prierez HDV. Pre vypočítaný odoberaný prúd a k nemu navrhnutý menovitý prúd ističa, vychádza prierez HDV podľa normalizovaných tabuliek¹⁴, 10mm² medený s PVC izoláciou a počtom vodičov štyri, teda CYKY 4x10mm². A rozdelenie vodiča PEN je realizované na svorkovnici v BR. Vodič prípojky je navrhnutý tiež podľa odoberaného prúdu, respektíve podľa poistiek v HDS. Volím medený vodič s PVC izoláciou s prierezom 25mm², CYKY 4x25mm², určený podľa normalizovanej tabuľky¹⁴.

Keďže sa však jedná len o odhadovaný symbolický príkon spotrebičov v domácnosti, má výpočet celkového odoberaného prúdu domácnosti určitú nepresnosť. Ale vzhľadom na to, že vyšiel prúd s dostatočnou rezervou oproti menovitému vypínaciemu prúdu istiaceho prvku, je možné pripojiť aj ďalšie spotrebiče.

Prevedenie jednotlivých miestností, rozvod silnoprúdových sietí a požiadavky na riadenie

Prevedenie jednotlivých miestností je dôležitý z technického hľadiska, rozmiestnenia silnoprúdových obvodov svetelných, zásuvkových ukončení a riadiacej techniky. V objekte sa nachádza dokopy osemnásť miestností pričom dvanásť je ich na prízemí a šesť na druhom poschodí.

¹⁴ Prúdové zaťaženie káblov. *Lang zoznam* [online]. 2010 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: <http://langl.meu.zoznam.sk/elektrotechnika-elektronika/prudove-zatazenie-kablov/>

Prízemie

V miestnosti 101 (zádverie) sa nachádza centrálna jednotka na severovýchodnej stene vedľa vstupných dverí. Osvetlenie je realizované nástennými lampami, ktoré sú ovládané stropným pohybovým sensorom. Táto miestnosť nadväzuje a je funkčne spojená s miestnosťou 107 (chodba), kde sa taktiež nachádza stropný pohybový sensor snímajúci pohyb od miestností 106 (spálňa) a 109 (obývačka). Zásuvkový odvod je spoločný pre obe miestnosti. Nachádzajú sa tam dva zásuvkové dvojité vývody, jedna v miestnosti 101 a druhá v miestnosti 107.

V miestnosti 102 (WC) sa nachádza závesné WC severovýchodnej stene a umývadlo na juhovýchodnej stene. Je tu realizovaný len svetelný obvod, riešený nástenným svetidlom, ovládaný cez dvojitý vypínací ovládač. Tento ovládač okrem svetla riadi aj ventilátor (Obrázok 3), ktorý je napájaný napätím 230V/50Hz zo svetelného obvodu.

Miestnosť 103 (TM+ komora) je určená na prevádzku tepelného čerpadla, akumuláčnej nádrže na teplú vodu a podružného rozvádzača bytového rozvodu. V miestnosti sa nachádza okno orientované na severovýchod. Na okne sa nachádza žalúzie ovládané tlačidlom spínačom umiestneným vedľa okna na stene. Ďalej okrem denného osvetlenia sa v miestnosti nachádza umelé osvetlenie ovládané nástenným sensorom pohybu umiestneným oproti dverám. V miestnosti sú realizované dva nezávislé zásuvkové obvody. Prvý jednofázový na napájanie tepelného čerpadla a druhý jednofázový na napájanie prídavného elektrického kotla a pohonov ventilov vykurovacích obvodov. Teda v miestnosti sú 3 zásuvkové vývody. Ochrana je realizovaná ochranným neuzemneným pospájaním neživých častí a prúdovým chráničom.

V kúpeľni na prízemí (104) sa nachádza sprcha, WC, umývadlo, vykurovací elektrický rebrík, a vaňa. Okno zo žalúziou sa nachádza na juhovýchodnej strane objektu. Rolety sa ovládajú tlačidlom spínačom, nachádzajúcim sa na stene vedľa dverí na strane kľučky. Prevedenie elektroinštalácie v takýchto miestnostiach musí podliehať určitým normám. Na svetelný obvod je použitá ochrana prúdovým chráničom. Svetelný obvod realizovaný tromi bodovými svetidlami, ovládaných pohybovým sensorom umiestneným na strope nad vaňou. Ochranný transformátor SELV sa nachádza mimo kúpeľne v miestnosti 106 (spálňa). Z neho sú vedené vodiče na vývod k umývadlu. V miestnosti sa ďalej nachádza obvod na napájanie vykurovacieho elektrického rebríka s napätím 230V/50Hz. V miestnosti je umiestnený 104 bez tlačidlový termostat na stene vedľa sprchy ovládaný tlačidlom vypínačom.

V miestnosti 105 (šatník) a 106 (spálňa) sa nachádzajú dva nezávislé silnoprúdové obvody (svetelný a zásuvkový). Okná v miestnostiach sú vybavené žalúziami a nachádzajú sa v miestnosti 105 na juhovýchodnej stene a v miestnosti 106 na juhozápadnej stene. Svetelné obvody v miestnostiach sú realizované tromi okruhmi. Prvý okruh je na osvetlenie celej miestnosti 106. Druhý okruh je realizovaný bodovými nástennými svetlami nad posteľou a tretí je na osvetlenie miestnosti 105 bodovými svetlami. Denné a umelé osvetlenie v miestnosti 106 je riadené tlačidlom spínačmi a stmievacími ovládačmi. Sú umiestnené na stene vedľa vstupných dverí na strane kľučky a nad posteľou. Ovládanie miestnosti 105 je pomocou tlačidlového spínacieho ovládača umiestneného na vonkajšej stene šatníka vedľa dverí na strane kľučky. Počet zásuviek v miestnosti 106 je štyri a sú dvojité. V miestnosti 106

je umiestnený bez tlačidlový termostat na stene šatníka ovládaný tlačidlovým vypínačom pri dverách.

V miestnosti 108 (pracovňa) a 109 (obývačka) sa nachádzajú dva nezávislé silnoprúdové obvody (svetelný a zásuvkový). Okná zo zabudovanými roletami v miestnostiach sú orientované na juhozápad a severozápad. Svetelný obvod v miestnosti 109 je realizovaný dvomi okruhmi. Prvý okruh je centrálné osvetlenie celej miestnosti a druhý okruh je osvetlenie nad gaučom. Počet ovládacích prvkov denného a umelého osvetlenia miestnosti 109 je štyri. Prvý tlačidlový vypínač je umiestnený na stene chodby 107 pri schodoch. Ďalší je umiestnený na severozápadnej stene budovy pri jedálnom stole. Tretí je pri dverách vedúcich na terasu na juhozápadnej stene. A posledný je centrálny prvok umiestnený na stene pri TV. Týmito prvkami sa spínajú, stmievajú svetelné obvody a ovládajú žalúzie. Centrálny prvok slúži aj ako tlačidlový spínač, ale hlavnou funkciou je nastavovanie scén. Snímač pohybu a oslnenia slúžia k automatickému nastavovanie vhodnej kombinácii denného a umelého osvetlenia a nastavovanie scén a sú umiestnené na stropce v strede miestnosti. Počet zásuvkových vývodov v miestnosti je tri, pričom dve, ktoré sa nachádzajú na obvodových múroch, sú dvoj vývodové a tretia je umiestená pri TV a je štyri vývodová. V miestnosti 108 j okno orientované na juhozápad. Nachádzajú sa tu taktiež dva okruhy svetelných obvodov. Prvý okruh tvoria nástenné svietidlá a druhý bodové svietidlá nad pracovným stolom. Ovládanie je realizované pomocou spínacieho, tlačidlového vypínača umiestneného na stene vedľa dverí. Zásuvkový obvod je zložený z jedenej štyri vývodovej zásuvky. V miestnosti 109 je umiestnený bez tlačidlový termostat na stene vedľa centrálného ovládača.

V miestnosti 110 (kuchyňa) je jedno okno zo vstavanou žalúziou orientované na severozápad. V miestnosti sa nachádza najviac elektrických rozvodov až päť. Z toho sú štyri zásuvkové obvody obsahujúce jednofázové tak aj trojfázové vývody. Trojfázový vývod je potrebný na napájanie elektrického šporáku a indukčnej varnej dosky. Spotrebiče s príkon presahujúci 2kW t.j. umývačka riadu, mikrovlnná rúra, varná kanvica atď. majú samostatný zásuvkový vývod. Ďalší obvod, ktorý je vedený zvlášť je obvod na chladničku, kde je použitá obyčajná zásuvka jedno vývodová. Svetelný obvod v kuchyni je rozdelený na tri rozličné okruhy. Prvý okruh sú svietidlá, ktoré osvetľujú celý priestor kuchyne. V druhom okruhu sú bodové svietidlá umiestnené nad barovým pultom. Tretí okruh svietidiel je umiestnený nad pracovnou doskou v spodnej časti kuchynských skriniek. Je realizovaný bodovými svetlami s použitím ochrany SELV. Denné a umelé osvetlenie v miestnosti 110 sa ovláda pomocou spínacieho tlačidlového vypínača nachádzajúci sa pri vstupe do kuchyne na stene kozubu.

V miestnostiach 111 (špajza) a 112 (práčovňa) je svetelný obvod realizovaný jedným prívodom. Zásuvkové obvody sú však rozdelené. V práčovni je použitý jeden dvojitý jednofázový vývod s ochranou prúdovým chráničom. Ďalej sa tam nachádza neukončený vývod pre nástenný ventilátor (Obrázok 3), ktorý je ovládaný cez zbernicu snímačom vlhkosti. Ovládanie denného a umelého osvetlenia je pomocou spínačov umiestnených na stenách miestností 111 a 112 na strane kľučky. Okná sa v obidvoch miestnostiach nachádzajú na severovýchodnej strane budovy a sú vybavené zabudovanými roletami.

Umelé osvetlenie schodov je realizované bodovými svetlami napájanými cez transformátor s malým napätím. Ovládanie je zaistené pomocou dvoch snímačov polohy snímajúce osoby

schádzajúce z poschodia respektíve vychádzajúce na poschodie. Pričom sa tam nachádza aj strešné okno zo stavanou žalúziou orientované na severovýchod, zaisťujúce denné osvetlenie.

Vonkajšie osvetlenie terasy zaisťujú svietidlá umiestnené v podlahe obvodu terasy. Sú spínané pohybovými senzormi, nachádzajúcimi sa nad dverami vedúcimi na terasu juhozápadnej strane budovy a na severozápadnej stene budovy. Vonkajšie osvetlenie chodníka a osvetlenie vchodových dverí sa ovláda pohybový senzor umiestnený na juhovýchodnej stene, snímajúci príjazdovú cestu a senzor umiestnený nad vchodovými dvermi.

Napájanie pohonov žalúzií na prízemí je realizované cez vodiče umiestnené v elektroinštalačných trubkách, vedených v stene k jednotlivým oknám z BR. Na prízemí je ovládaných zvlášť deväť okruhov pohonov žalúzií.

Poschodie

Elektrické rozvody na poschodí sú s podružným rozvádzačom bytovej rozvodnice prepojené pomocou stúpacích vedení (zásuvkového a svetelného charakteru) vedených v schodiskovom otvore. Stúpacie vedenie svetelného obvodu A je zložené z dvanástich vodičov CYKY 2,5mm² na riadenie dvanástich okruhov osvetlenia. Zásuvkové stúpacie vedenie B je zložené z piatich fázových vodičov a z vodičov PE a N typu CYKY o priereze 4mm². Prierezy vodičov stúpacích vedení A, B sú umelo zvýšené, kvôli zmenšeniam úbytku napätia na vedení. Na svorkovnici, umiestnenej v elektroinštalačnej škatuli na poschodí, sa jednotlivé obvody rozdelia do jednotlivých miestností podľa potreby. Rozvody na poschodí sú realizované klasickými vodičmi na svetelné a zásuvkové obvody, teda s prierezom 1,5 mm², 2,5mm². Druhá línia zbernice určená na riadenie podsystémov na poschodí, je vedená z bytovej rozvodnice stúpacím vedením C v schodiskovom otvore. Napájanie pohonov žalúzií na poschodí a senzorov poveternostných podmienok, je realizovaný stúpacím vedením D. Je vedené kolmo nahor na vonkajšej strane stene v elektroinštalačných trubkách pri vstupných dverách od BR na poschodie. Vodiče ďalej pokračujú jednotlivým oknám na poschodí, pričom počet ovládaných okruhov žalúzií je sedem. Materiál a prierez použitých vodičov pre stúpacie vedenie D a elektrický rozvod k jednotlivým pohonom žalúzií je CYKY 1mm², a pre poveternostný senzor je vodič YCYM 2x2x0,8mm².

V miestnosti 205 (host'ovská) denné osvetlenie zaisťujú balkónové dvere a strešné okno. Orientácia balkónových dverí je na severozápad a strešného okna je na juhozápad. Okná a dvere majú integrované žalúzie a dajú sa ovládať zvlášť. Umelé osvetlenie je riešené pomocou dvoch okruhov. Okruh osvetlenia izby a okruh bodových nástenných svietidiel nad posteľou. Spínanie, stmievanie jednotlivých okruhov osvetlenia, a ovládanie roliet strešného okna je realizované pomocou infračerveného, tlačidlového spínača umiestneného pri dverách do miestnosti na strane kľučky. Ovládanie je možné aj pomocou infračerveného ovládača. Z miestnosti je možný prístup na balkón. Osvetlenie balkóna je pomocou dvoch svietidiel, nachádzajúcich sa nad balkónovými dverami a sú spínané pomocou pohybového senzora, umiestneného nad fixným balkónovým oknom. Zásuvkový obvod tvorí jeden dvojité vývod

pre TV a trojitý vývod nachádzajúci sa pri stole pre počítač. V miestnosti 205 je umiestnený bez tlačidlový termostat na stene vedľa tlačidlového vypínača.

Elektrické rozvody v miestnostiach 201 (chodba) a 202 (detská izba) je realizovaný dvomi rozličnými obvody, teda zásuvkovým a svetelným. Denné osvetlenie v miestnosti 201 a schodiska je zaistené cez svetlovod a strešné okno so vstavaným pohonom roliet umiestnené nad schodiskovým otvorom. Umelé osvetlenie zaisťujú nástenné svietidlá umiestnené na stenách kúpeľne. Sú riadené pomocou pohybového stropného senzora umiestneného vedľa svetlovodu. Na chodbe je umiestnený dvojitý zásuvkový vývod na stene sauny a centrálna jednotka na stene oproti schodom.

V miestnosti 202 (detská izba) je denné osvetlenie prevedené cez stropné okno nachádzajúce sa na juhozápadnej strane budovy a cez balkónové dvere orientované na severovýchod. Okná a dvere majú integrované žalúzie a dajú sa ovládať nezávisle na sebe. Osvetlenie je realizované tromi okruhmi. Okruh osvetlenia celej izby okruh osvetlenia pracovného stola a okruh svietidiel umiestnených v šatníku. Okruhy umelého osvetlenia miestnosti 202, pracovného stola a denného osvetlenia sú ovládané infračerveným, spínacím tlačidlovým vypínačom umiestneným pri dverách na strane kľučky. Ovládanie osvetlenia šatníka je pomocou pohybového senzora umiestneného nad posuvnými dverami z vnútornej strany šatníka. Osvetlenie balkóna má na starosti svietidlo umiestnené nad fixným oknom a spína sa pomocou pohybového senzora. Počet zásuvkových vývodov v miestnosti je dva, pričom prvý vývod sa nachádza pri dverách na strane kľučky a jedná sa o dvojitý zásuvkový vývod. Ďalší vývod je umiestnený pri pracovnom stole a je trojitý. V miestnosti 202 je umiestnený bez tlačidlový termostat na stene vedľa tlačidlového vypínača.

Vedenie v miestnostiach 203 (WC) a 204 (kúpeľňa) je spoločné a je použitý jeden svetelný a jeden zásuvkový obvod. Denné osvetlenie miestnosti 204 zaisťuje strešné okno s integrovanú žalúziou orientované na juhozápad. Na umelé osvetlenie miestnosti 204 sú použité svietidlá, umiestnené jedno na stene nad dverami a dve bodové nad vaňou. Ochrana je prevedená pomocou prúdového chrániča. Ovládanie zaisťuje tlačidlový spínač, ktorý ovláda denné a umelé osvetlenie miestnosti, umiestnený pri dverách na strane kľučky. V miestnosti sa nachádzajú zásuvkové vývody na výhrevný rebrík a vývod pre napájanie ventilátora s menovitou hodnotou 230V/50Hz. Ovládanie ventilátora je realizované pomocou merača vlhkosti umiestneného pri ventilátore. Vývod pre napájanie malým napätím (SELV) je vedľa umývadla pri zrkadle. Bezpečnostný transformátor je umiestnený mimo kúpeľne na chodbe. Umelé osvetlenie miestnosti 203 (WC) je realizované pomocou nástenného svietidla umiestneného nad dvermi. Denné osvetlenie zaisťuje strešné okno orientované na juhozápad. Ovládanie denného a umelého osvetlenia je zaisťované tlačidlovým vypínačom umiestneným pri dverách na strane kľučky. Okno má zabudovanú žalúziu. V miestnosti 204 je umiestnený bez tlačidlový termostat na stene vedľa tlačidlového vypínača.

V miestnosti 206 (sauna) je použitý svetelný obvod a zásuvkový vývod na ventilátor. Denné osvetlenie zaisťuje stropné okno vybavené vstavanou žalúziou orientované na severovýchod. Umelé osvetlenie je umiestnené nad dverami. Osvetlenie sauny je samostatné cez obvod SELV, kde tri bodové svietidlá sú umiestnené na strope sauny. Pričom bezpečnostný transformátor je umiestnený v miestnosti 201. Riadenie osvetlenia je pomocou tlačidlového

vypínača umiestneným pri dverách. Ventilátor sa spína senzorom vlhkosti umiestneným na stene pri ventilátore.

Podlahové kúrenie je rozdelené na šesť okruhov, kde každý je riadený zvlášť. Sú to miestnosti 104 (kúpeľňa), 106 (spálňa), 109 (obývačka a ostatné miestnosti na prízemí), 202 (detská izba), 204 (kúpeľňa), 205 (host'ovská a ostatné miestnosti na poschodí). Bez tlačidlové termostaty na snímanie teploty sú pritom umiestnené v miestnostiach 104, 106, 109, 202, 204, 205. Pomocou tlačidlových spínačov v miestnostiach je možné ovládať jednotlivé okruhy a pomocou centrálnej jednotky ovládať celý systém vykurovania. Ovládanie termopohonov, umiestnených na vývodoch TČ, majú na starosti spínacie aktory, ktoré sú umiestnené v BR.

Snímanie poveternostných podmienok zaisťujú senzory umiestnené na stojanoch na streche. Orientované na severovýchod a juhovýchod. Veľkosť napätia potrebné na prevádzku je 24V čo zaisťuje prívodný vodič z aktora poveternostných podmienok. Tieto senzory poveternostných podmienok snímajú teplotu, silu vetra, dážď a oslnenie. Ak zaznamenajú nepriaznivé počasie automaticky dajú pokyn aktorom žalúzii na zatiahnutie roliet. Snímač dymu a požiaru sú umiestnené v miestnosti 109 (obývačka), v miestnosti 103 (TM+ komora) a na druhom poschodí v miestnosti 201 (chodba). Tieto snímače sú bezdrôtové a sú napájané 9V batériou s výdržou 3 roky. Detekciu dymu a požiaru hlásia akusticky a svetelne.

Všetky okná a dvere zo zabudovanými žalúziami sú automatizované, teda majú elektromotor. Ovládajú sa aktormy umiestnenými v BR, pomocou signálov prichádzajúcich z príslušných senzorov rozmiestnených po objekte.

Prevedenie zbernice systémovej elektroinštalácie

Pri použitej systémovej elektroinštalácie KNX od firmy ABB sa zbernica v danej elektroinštalácii rieši nasledovne. Zbernica v systémovej elektroinštalácie je heterogénna, pretože prenosové médium je jednak tvorené krúteným párom, ale dá sa ovládať pomocou infračervených vln. Cez zbernicu sú riadené všetky obvody, preto sa jedná o komplexnú systémovú techniku. Zbernica je napájaná napäťovým zdrojom umiestneným v bytovej rozvodnici. Vzhľadom na to, že sa jedná o rozsiahlu inštaláciu, kde sa nachádza veľa účastníkov zbernice UZ, sú použité dve línie zbernice prepojené líniovou spojkou. Jedna línia je použitá na prízemí a druhá na poschodí. Pričom má každá línia vlastný napäťový zdroj. Prívod zbernice k jednotlivým UZ je realizovaný pomocou odbočenia z hlavnej línie, ktorá vedie budovou až ku konečným UZ. Respektíve odbočením z niektorého UZ. Jedná sa od líniovú paprskovú a stromovú štruktúru rozvodu.

4.2 Zoznamy

V tomto bode sú zhrnuté počty, druhy, dĺžky a prierezy všetkých použitých vodičov, ako aj druhy, typy a počty istiacich, ochranných prístrojov, aktorov, senzorov a systémových prvkov. Nakoniec sa podľa špecifikácii prístrojov navrhne veľkosť, typ bytovej rozvodnice. Materiály vodičov použitých v elektroinštalácii na prízemí.

Tabuľka 13 - Materiály na elektroinštalácie rozvody a riadiace vedenie na prízemí

Použitý v obvode	Materiál	Farba/písmenové značenie	Dĺžka[m]+10% rezerva	Prierez[mm ²]	Značenie
Svetelný obvod	Meď	Čierna/L	190	1,5	CYKY3x1,5
		Modrá/N	172		
		Zelenožltá/PE	172		
Zásuvkový obvod	Meď	Čierna/L	115	2,5	CYKY3x2,5
		Modrá/N	82		
		Zelenožltá/PE	82		
Zásuvkový obvod na chladničku	Meď	Čierna/L	14	1,5	CYKY3x1,5
		Modrá/N	4		
		Zelenožltá/PE	4		
Obvod tepelného čerpadla	Meď	Čierna/L	5	4	CYKY3x4
		Modrá/N	5		
		Zelenožltá/PE	5		
Obvod VD a rúry	Meď	Čierna, sivá, hnedá/L	15	4	CYKY5x4
		Modrá/N	15		
		Zelenožltá/PE	15		
Zbernica	Meď	Zelená/zbernica	70	0,8	YCYM 1x2x0,8
Prípojnice	Meď	Čierna, sivá, hnedá/L	1,5	25	CYKY4x25
		Zelenožltá+ modrý pruh /PEN	1,5		
HDV	Meď	Čierna, hnedá, sivá/L	20	10	CYKY4x10
		Zelenožltá+ modrý pruh/PEN	20		
Žalúziové vedenie	Meď	Tmavočervená/+	110	1	CYKY2x1
		Tmavomodrá/-	110		

Špecifikácia ističov a chráničov použitých v elektroinštalácii

V objekte sa nachádzajú tri druhy silnoprúdových obvodov, svetelný a zásuvkový a obvod na ovládanie žalúzií. Tie musia byť adekvátne chránené proti preťaženiu a nepriaznivým účinkom skratu. Sú uvedené v Tabuľka 16.

Vodiče svetelného obvodu sú medené a majú prierez $1,5\text{mm}^2$ (CYKY 1,5). Tieto vodiče sa spravidla chránia ističmi alebo poistkami s menovitou hodnotou vypínacieho prúdu $I_{np}=10A$. Presný počet svetelných obvodov je štrnásť, pričom na prízemí je desať nezávislých obvodov a na poschodí sú štyri. V miestnostiach 104 (kúpeľňa), 102 (WC), 204 (kúpeľňa) a 206 (sauna) sú použité špeciálne istiace prvky, prúdové chrániče s nadprúdovou ochranou. Tieto istiace prvky sú kombináciou ističa a PCH. Zvolené jedno + N pólové istiace prvky sú od firmy EATON typu PFL6-10/1N/B s menovitým reziduálnym prúdom $I_{\Delta n}=30mA$. Na ostatné svetelné obvody sú použité jednopólové istiace prvky od firmy EATON typu PL6-B10/1 s vypínacou charakteristikou B a menovitým vypínacím prúdom $I_{np}=10A$. Istiace prvky sú znázornené na Obrázok 4 a Obrázok 5.

Silnoprúdový rozvod k vývodom na pevné spotrebiče a zásuvkové ukončenia v objekte sú realizované vodičmi s rôznymi prierezmi. Na neukončené vývody pre ventilátory, výhrevné elektrické rebríky a zásuvkové ukončenia sú použité medené vodiče s prierezom $2,5\text{mm}^2$. Na vývod pre VD, elektrickú rúru a TČ sú použité vodiče s prierezmi 4mm^2 . Na zásuvkový vývod pre chladničku je zvolený prierez $1,5\text{mm}^2$. Z týchto poznatkov vyplýva, že nie je možné použiť rovnaký istič pre všetky zásuvkové vývody, ale pri výbere sa treba riadiť príkonmi spotrebičov. Na vývody realizované vodičmi s prierezom $2,5\text{mm}^2$ v miestnostiach, kde je väčšie riziko úrazu prúdom, sú montované prúdové chrániče s nadprúdovou ochranou. Sú to miestnosti 104 (kúpeľňa vývod na výhrevný rebrík), 103 (TM+ komora), 112 (práčovňa), 110 (kuchyňa, na obvod umývačky a MW, ostatných spotrebičov) a 204 (kúpeľňa vývod na výhrevný rebrík). Pre tieto miestnosti som vybral jedno + N pólové istiace prvky od firmy EATON typu PFL6-16/1N/B s menovitým reziduálnym prúdom $I_{\Delta n}=30mA$. Ostatných miestnostiach sú použité ističe od firmy EATON z rady PL6-B/1 s menovitými vypínacími prúdmi 10, 16, 20A. Jeden jednopólový istič typu PL6-B10/1 chráni vodič napájajúci chladničku na prízemí. Počet jednopólových ističov typu PL6-B16/1 je osem. Štyri chránia vodiče na prízemí v miestnostiach (112, 101, 105, 109) a štyri vodiče na poschodí v miestnostiach (202, 205, 206, 204). Jeden trojpólový istič typu PL6-B20/3 je použitý na obvod pre VD a elektrickú rúru s menovitým prúdom $I_{np}=20A$. Na obvod pre tepelné čerpadlo je použitý jedno + N pólový istič v kombinácii s chráničom rady PFL6-20/1N/B, s menovitým vypínacím prúdom $I_{np}=20A$ a menovitým reziduálnym prúdom $I_{\Delta n}=30mA$. Vybraný prístroj je od firmy EATON. Použité prístroje sú znázornené na Obrázok 5 a Obrázok 6.

Na prízemí sa ďalej nachádza deväť ovládaných okruhov žalúzií, pripojených na dva istiace prvky. Na poschodí je sedem ovládaných okruhov žalúzií pripojených tiež na dva istiace prvky. Okno v schodiskovom otvore je ovládané súčasne s oknom v miestnosti 206 saune. Každý ovládaný obvod ma vlastný pohon. Pohony roliet sú realizované jednosmernými motormi SMI LoVo s ovládacím napätím 24V. Prívodné vodiče k motorom sú s prierezom 1mm^2 . Prívodný vodič aktora je s prierezom 1mm^2 . Ako predradný istič aktora sa použijú

štyri jednopólové istiacie prístroje typu PL6-B6/1 s menovitým prúdom $I_{np}=6A$. Istiaci prvok a motor sú znázornené na Obrázok 4 a Obrázok 7.

Na ochranu pred materiálnymi škodami spôsobenými požiarom je v BR umiestnený jeden štvorpólový prúdový chránič od firmy EATON typu PF7-40/4/03 s menovitým prúdom $I_n=40A$ a reziduálnym prúdom $I_{\Delta n}=300mA$. Znázornené na Obrázok 8.

Ako hlavný istič som zvolil trojpólový istiaci prvok od firmy EATON typ PL6-B50/3 s menovitým vypínacím prúdom $I_{np}=50A$, ktorý odpovedá vypočítanému celkovému odoberanému prúdu $I_V=33,486A$. A tri nožové poistky typu NH-00/80 od firmy EATON s menovitým prúdom $I_{np}=80A$ znázornené na Obrázok 8. Za hlavný istič je vložený hlavný vypínač od firmy EATON rady IS-63/3 s menovitým prúdom $I_n=63A$. hlavný istič ako ja hlavný vypínač je znázornený na Obrázok 6.

Prepät'ová ochrana v objekte je realizovaná koordinovanou aplikáciou rôznych tried zvodíčov prepätia. Pre objekt som sa rozhodol použiť sadu zvodíčov prepätia triedy T1+T2 od firmy EATON typu SP-B+C/3, ktorá sa zapája za hlavný istič v BR. Ďalšia ochrana zvodíčom prepätia je realizovaná v obvode tepelného čerpadla pomocou triedy T3. Zvodíč prepätia je v prevedení komplet typu SPD-S-1+1 od firmy EATON, ktorá má účinnú vzdialenosť 5m, čo vyhovuje dĺžke chráneného úseku. Zapája sa priamo za istiaci prvok na obvode TČ. Zvodíče prepätia sú znázornené na Obrázok 9. [21]

Tabuľka 16- Špecifikácia istiacich a ochranných prístrojov použitých v BR

Názov	Typ	Použitie na ochranu obvodu v miestnosti	Parametre	Počet kusov/TE
Jednopólový istič (Obrázok 4)	PL6-B10/1	109/108, 110, 111/112, 101/107, 105/106, schodisko, 205, 201/202, exteriér, chladnička	$I_n=10A$	10/10
Jednopólový istič (Obrázok 5)	PL6-B16/1	112, 101, 105, 109, 202, 205, 206, 204,	$I_n=16A$	8/8
Jednopólový istič (Obrázok 5)	PL6-B6/1	Obvody pohonov žalúzií	$I_n=6A$	4/4
Prúdový chránič s nadprúdovou ochranou 2-pólový (Obrázok 4)	PFL6-B10/1	104, 102, 204, 206	$I_n=10A$, $I_{\Delta n}=30mA$	4/8
Prúdový chránič s nadprúdovou ochranou 2-pólový (Obrázok 5)	PFL6-B16/1	104, 103, 112, 110, 204	$I_n=16A$, $I_{\Delta n}=30mA$	6/12
Trojpoľový istič (Obrázok 6)	PL6-B20/3	Obvod VD a rúry	$I_n=20A$	1/ 3
Prúdový chránič s nadprúdovou ochranou 2-pólový (Obrázok 5)	PFL6-20/1 N/B	Obvod tepelného čerpadla	$I_n=20A$, $I_{\Delta n}=30mA$	1/ 2
Prúdový chránič 4-pólový (Obrázok 8)	PF7-40/4/03	Celý objekt	$I_n=40A$, $I_{\Delta n}=300mA$	1/ 4

Tabuľka 16- Špecifikácia istiacich a ochranných prístrojov použitých v BR

Názov	Typ	Použitie na ochranu obvodu v miestnosti	Parametre	Počet kusov/ TE
Sada zvodničov prepätia triedy T1, T2 (Obrázok 9)	SP-B+C/3	Celý objekt	T1- SPI zapúzdrený $Un_{max}=440V, U_p=1,5kV,$ $I_{ipm}=35kA$ T2- SPC-S20/460/3, $Un_{max}=460, U_{och}=2,2kV,$ $I_{max}=50kA$	1/6
Zvodič prepätia triedy T3 (Obrázok 9)	SPD-S-1+1	Obvod tepelného čerpadla	$I_{max}=50kA, U_{max}=260V,$ $U_{och}=1000V$	1/2
Hlavný istič (Obrázok 6)	PL6-B50/3	Celý objekt	$I_n=50A$	1/3
Hlavný vypínač (Obrázok 6)	IS-63/3	Celý objekt	$I_n=63A$	1/3
Bezpečnostný transformátor (Obrázok 19)	DF-680040025	Svetlá schody, 204, 206, 104, 110	$S=40VA, U_a=230VAC,$ $U_b=12V$	5

Špecifikácia riadiacich a systémových prístrojov použitých v objekte

V objekte sa nachádza okrem silnoprúdových rozvodov aj rozvody pre riadiacu techniku. Táto technika je realizovaná zbernicou vedenou z bytovej rozvodne od aktorov až ku koncovým užívateľom teda senzorum. Umiestnenie senzorov v miestnostiach je uvedené v časti prevedenie jednotlivých miestností, rozvod silnoprúdových sietí a požiadavky na riadenie. Dĺžka zbernice je uvedená

Tabuľka 15. Prvky vykonávajúce riadenie, aktory a napájacie zdroje zbernice sú umiestnené v BR . Sú uvedené v Tabuľka 17.

Tabuľka 17-Špecifikácia riadiacich a systémových prístrojov použitých v BR

Názov	Označene	Druh	Funkcia	Počet	Poznámka
Senzor pohybu (Obrázok 13)	SP- STRP	KNX 6131/102-500	Sníma pohyb	6	Dosah 3m, snímacia schopnosť 360°
Senzor pohybu vnútorný (Obrázok 13)	SP -STEN	KNX 6122/01-500	Sníma pohyb	2	Dosah 8m snímacia schopnosť 180°
Senzor pohybu vonkajší (Obrázok 13)	SP -STEN	KNX 6122/01-500 (IP55)	Sníma pohyb	5	Dosah 15m snímacia schopnosť 180°
Tlačidlový vypínač (Obrázok 10)	SW, ROLL	KNX 6125/101 SOLO	Spínanie roliet	1	Jednotlačidlový spínač

Tabuľka 17-Špecifikácia riadiacich a systémových prístrojov použitých v BR

Názov	Označene	Druh	Funkcia	Počet/ TE	Poznámka
Tlačidlový vypínač (Obrázok 10)	SW, DIM, ROLL	KNX 6127 MF-101	Spínanie, stmievanie svetiel, roliet	7	Štvortlačidlový spínač
Tlačidlový vypínač (Obrázok 11)	SW, ROLL	KNX 6126-101	Spínanie svetiel, roliet	4	Dvojtlačidlový spínač
Tlačidlový vypínač s IR (Obrázok 10)	IR SW, DIM, ROLL	KNX 6129 MF-101	Spínanie, stmievanie svetiel, rolety	2	Štvortlačidlový spínač ovládateľný aj IR ovládačom
Termostat, bez tlačidlový regulátor (Obrázok 14)	T	KNX 6221 MT-101	Snímanie teploty v miestnosti	6	Bez tlačidlový regulátor s prednastavenými hodnotami teploty
Termopohon (Obrázok 3)	M- POH	KNX REG-T	Pohon ventilov kúrenia	6	Použité na výstupe z TČ, ovláda 6 okruhov kúrenia
Senzor vlhkosti (Obrázok 14)	S HUM	KNX TH-UP	Sníma vlhkosť v miestnosti	3	Stropný senzor vlhkosti
Senzor oslnenia (Obrázok 13)	SZO	AP 255/12	Sníma jas v miestnosti	1	Stropný senzor oslnenia
Senzor poveternostných podmienok (Obrázok 14)	WES	KNX WES/A2.1	Sníma jas, teplotu, vietor, dážď	2	Napájacie napätie 24V, umiestnenie na streche
Spínací aktor (Obrázok 16)	SA/S4.16	KNX SA/S4.16.6.1	Spína zásuvkové vývody	2/ 8	Spína vývody ventilátorov, rúry a VD. Spínaný prúd 16/20A
Spínací aktor (Obrázok 16)	SJR/S4.24	KNX SJR/S4.24.2.1	Spína pohony roliet	4/ 16	Ovláda motory SMI LoVo na 24V, jeden výstup spína simultánne 4 SMI motory
Spínací aktor (Obrázok 15)	SA/S4.10	KNX SA/S4.10.2.1	Spína svetelné obvody	4/ 16	Spínaný prúd 10A
Spínací aktor (Obrázok 15)	SA/S2.10	KNX SA/S2.10.6.1	Spína svetelné obvody	1/ 2	Spínaný prúd 10A
Spínací, stmievací aktor (Obrázok 15)	SD/S8.16	KNX SD/S8.16.1	Spína, stmieva svetelné obvody	1/ 8	Spína prúd 16A

Tabuľka 17-Špecifikácia riadiacich a systémových prístrojov použitých v BR

Názov	Označene	Druh	Funkcia	Počet/TE	Poznámka
Spínací, stmievací aktor (Obrázok 15)	SD/S4.16	KNX SD/S4.16.1	Spína, stmieva svetelné obvody	1/ 4	Spína prúd 16A
Napájací zdroj zbernice (Obrázok 17)	NT/S	KNX NT/S24.800	Napája cez zbernicu prístroje napätím 24V	2/ 8	U=24V, I _{max} =800mA
Líniová spojka (Obrázok 17)	LJ	KNX LJ	Prepojenie línií zbernice	1/ 2	-
Časovač (Obrázok 12)	TIM	KNX MDRC 372	Spínanie časov pre denné, týždenné, sezónne príkazy	1/ 4	Posiela časové údaje po zbernici prístrojom
Poveternostný aktor (Obrázok 14)	WZ	KNX WZ/S1.1	Vyhodnocuje údaje z poveternostného senzoru	1/ 4	-
Centrálna jednotka (Obrázok 12)	CENTRAL	KNX 6136/100C-101-500	Spínanie, spínanie roliet, stmievanie, nastavovanie scén	3	Dokáže riadiť celý objekt z jedného miesta

TE znamená modulovú šírku prístroja, pričom 1TE=17,5mm pre istiace a ochranné zariadenia, a pre riadiace je 1TE=18mm. Príslušné obrázky istiacich chrániacich zariadení sú z ekatalógu firmy EATON a vybrané riadiace prvky sú z ekatalógu firmy ABB. [21],[22]

Návrh bytového rozvádzača

Bytový rozvádzač sa navrhuje podľa toho koľko istiacich, ochranných a riadiacich prístrojov sa nachádza v objekte. V

Tabuľka 16 a Tabuľka 17 sú uvedené presné počty týchto prístrojov. Celková šírka v moduloch istiacich a ochranných prvkov je TE=65 modulov čo je približne 1,2m. Celková šírka v moduloch riadiacich a systémových prvkov je TE=72modulov čo je približne 1,3m. Bytový rozvádzač som vybral typu TFE806020M, v prevedení oceľovo-plechový s rozmermi 800x600x200 (výška x šírka x hĺbka), do ktorého je možné uložiť až 135 modulov s šírkou jedného modulu 18mm. BR je znázornená na Obrázok 18. [23]

ZÁVER

Bakalárska práca s názvom „Návrh elektroinstalácie s inteligentnými prvky pro rodinný dům“ sa zaoberala vytvorením elektroinštalácie s použitím inteligentných prvkov na riadenie všedných úkonov v domácnosti. Práca bola rozdelená na tri hlavné časti. Prvá časť sa zameriavala na definíciu zásad pri tvorbe elektroinštalácie rodinného domu. Druhá časť bola zameraná na zoznámenie a vhodný výber systému inteligentnej elektroinštalácie pre rodinné domy. Tretia časť bola zameraná na spracovanie projektovej dokumentácie elektroinštalácie rodinného domu.

Prvá časť, teoretický rozbor projektovej dokumentácie, slúžila na oboznámenie sa s požiadavkami na tvorbu elektroinštalácie a projektovej dokumentácie.

V druhej časti bolo hlavným cieľom porovnať a vybrať vhodný druh inteligentnej elektroinštalácie. Najskôr bolo potrebné oboznámiť sa z jednotlivými časťami tohto druhu inštalácie. Boli porovnávané štyri druhy inteligentných elektroinštalácií iNELS, Niko, KNX, Xkomfort. Na základe parametrov jednotlivých systémov bol vybraný systém KNX od firmy ABB. Je to systém s možnosťou plnej automatizácie budovy, dokáže riadiť všetky podsystemy v budove.

Tretia časť bola zameraná na spracovanie projektovej dokumentácie elektroinštalácie. Delí sa na technickú správu, výkresovú časť a zoznamy. Technická správa popisuje opis budovy, prevedenie elektrickej prípojky, prevedenie siete, charakter odberu, popis napäťových sústav, obstarávanie elektrickej energie, výpočet tepelných strát budovy, výber tepelného čerpadla a výpočet odoberaného prúdu objektu. Výkresovej časť popisuje schémy, rozvody a zapojenia. Zoznamy obsahujú všetky použité materiály.

Jednalo sa o rodinný dvojposchodový dom so sedlovou strechou, dobre zateplený s plastovými oknami a dverami. Patrí do tretieho elektrifikačného stupňa C- úplná elektrifikácia. Elektrina sa používa na osvetlenie, napájanie spotrebičov, varenie, ohrev TÚV a vykurovanie. Na rozvod elektrickej energie v budove bolo navrhnuté prevedenie siete TN-C-S. V budove bola navrhnutá napäťová sústava 230V/400V s frekvenciou 50Hz, kde prívod bol realizovaný cez prípojku so závesným káblom CYKY 4x25 odbočením z distribučnej siete do poistkovej skrine. Z poistkovej skrine bol navrhnutý prívod do bytovej rozvodnice v prevedení vodičov CYKY 4x10.

Jednalo sa o dobre zateplený rodinný dom nachádzajúci sa v blízkosti Brna, ktorého vypočítané celkové tepelné straty boli 7,7kW. Budova nemala možnosť využiť iné zdroje na vykurovanie okrem elektrickej energie. Podľa vypočítaných tepelných strát budovy bolo navrhnuté tepelné čerpadlo v prevedení vzduch/ voda od výrobcu DAIKIN s tepelným výkonom 9kW. Okrem tepelného čerpadla boli v budove umiestnené ďalšie elektrické spotrebiče s celkovým vypočítaným výkonom 30kW. Z týchto poznatkov bol vypočítaný celkový odoberaný prúd budovy s hodnotou 33,468A. Podľa vypočítaného odoberaného prúdu budovy, bol vybraný hlavný istič s menovitou hodnotou 50A a poistky v hlavnej domovej skrini s menovitou hodnotou 80A.

Na ovládanie spotrebičov budovy bola použitá elektroinštalácia s inteligentnými prvkami KNX od firmy ABB. Inteligentná elektroinštalácia riadi tri podsystemy. Podsystem osvetlenia denným a umelým svetlom, podsystem ovládania spotrebičov, podsystem ovládania vykurovania. Riadenie prevádzajú senzory a aktory vhodne rozmiestnené v jednotlivých miestnostiach budovy.

Na základe vyššie uvedených bolo potrebné RD zaradiť do I. stupňa dôležitosti dodávky elektrickej energie. Výber dodávateľa elektrickej energie bola ponechaná na investora s odporúčaním na vysokú spoľahlivosť dodávky elektrickej energie.

Pri tvorbe elektroinštalácie boli vybrané rozličné elektroinštalčné materiály. Presný počet, druh, rozmery a charakteristika boli uvedené v zoznamoch. Na zaistenie rozvodov elektroinštalácie od bytovej rozvodnice k príslušným spotrebičom bolo použitých päť druhov vodičov. Istiace a ochranné prvky boli vybrané od firmy EATON a riadiace prvky boli vybrané od firmy ABB. Podľa počtu prístrojov bola navrhnutá bytová rozvodnica v prevedení oceľovo-plechová s rozmermi 800x600x200.

Práca obsahuje výkresové schémy silnoprúdových rozvodov prízemnia a poschodia. Jednopolovú schému bytovej rozvodnice a blokujú schému zapojenia riadiacich prístrojov, ktoré sú uvedené v prílohách s označením A, B, C, D.

PRÍLOHA OBRÁZKOV



Obrázok 2- Tepelné čerpadlo DAIKIN vnútorná, vonkajšia jednotka a externý zásobník TÚV



Obrázok 3- Nástenný ventilátor s časovým dobehom, výhrevný elektrický rebřík, pohon hlavice ventilu TČ (termopohon)



Obrázok 4- Jednopolový istič rady PL6/B s menovitým prúdom 10A a jedno + N pólóv chránič rady PFL6/B s menovitou hodnotou 10A a reziduálnym prúdom 30mA, od firmy EATON



Obrázok 5- Jedno + N pólóv chránič rady PFL6/B s menovitou hodnotou 16A(20A) a reziduálnym prúdom 30mA a Jednopolové ističe rady PL6/B s menovitým prúdom 16A, od firmy EATON



Obrázok 6- Trojpólový (hlavný) istič rady PL6 s menovitým prúdom 20A (50A) a hlavný vypínač rady IS-63/3, od firmy EATON



Obrázok 7 Motor pohonov roliet okien



Obrázok 8- Prúdový chránič typu PF7 s menovitým prúdom 40A a s reziduálnym prúdom 300mA a nožová positka NH00/80 s menovitým prúdom 80A od firmy EATON



Obrázok 9- Zvodiče prepätia triedy T1, T2, T3 montované v BR, od firmy EATON



Obrázok 10- Štvortlačidlový spínač s IR a jednotlačidlový spínač KNX



Obrázok 11- Dvojtlačidlový spínač a štvortlačidlový spínač KNX



Obrázok 12- Centrálna jednotka a časový spínací aktor KNX



Obrázok 13- Senzor oslnenia, senzor pohybu stropný a senzor pohybu nástenný KNX



Obrázok 14- Senzor vlhkosti, bez tlačidlový termostat, senzor poveternostných podmienok KNX



Obrázok 15- Aktor na spínanie svetelného obvodu, aktor na spínanie a stmevanie svetelného obvodu KNX



Obrázok 16- Spínací aktor zásuvkových vývodov, spínací aktor žalúzií KNX



Obrázok 17- Napätový zdroj, líniová spojka, poveternostný aktor KNX



Obrázok 18- Bytová rozvodná skriňa 800x600x200



Obrázok 19- Bezpečnostný transformátor 40VA, 230/12V

POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] Česká republika. Vyhláška č. 50/1978 Sb.: Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice. In: 11/1978 Sbírký zákonů na straně 0206. 1978.
- [2] PROJEKTOVÁ DOKUMENTÁCIA- manažér projektu -. [online]. 20114 [cit. 2012-11-17]. Available from: www.kves.uniza.sk/kvesnew/mep/Projekt-manazer_projektu.ppt
- [3] Kreslenie výkresovej dokumentácie v elektrotechnike. [online]. 2011, no. 4, Available from: <http://www.atpjournals.sk/buxus/docs/atp%20journal%204%202011%2044-46.pdf>
- [4] GAŠPAROVSKÝ, Dionýz. ABC pre získanie odsvedčenia odbornej spôsobilosti v elektrotechnike. 1. Bratislava: Slovenský elektrotechnický zväz, 2007.
- [5] ELEKTRICKÉ INSTALACE NÍZKÉHO NAPĚTÍ - VNITŘNÍ ELEKTRICKÉ ROZVODY [online]. 2010 [cit. 2012-11-18]. Norma ČSN 33 2130 ED.2. Available from: <http://www.elektrotrh.cz/legislativa-a-normalizace/vnitri-elektricke-rozvody-dle-csn-33-2130-ed-2-silove-rozvody>
- [6] Vnútorne elektrické inštalácie [online]. 2009 [cit. 2012-11-18]. Available from: <http://www.els.webzdarma.cz/vei.html>
- [7] ČSN-33-2000-4-41. Ochrana před úrazem elektrickým proudem: Výber základních požadavků pro el. zařízení do 1000V. ed.2. Český normalizační institut Praha, 2007. Available from: <http://shop.normy.biz/d.php?k=78895&PHPSESSID=HRJxe8xvGa-MXkIFru5ip8gJTz0#nahled>
- [8] ČSN EN 62305 část 1 až 4. Ochrana před bleskem. Český normalizační institut, 2006-2014. Available from: <http://shop.normy.biz/detail/77242>
- [9] ČSN 33-2000-7-701 ed.2. Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech: Prostory s vanou nebo sprchou. Český normalizační institut Praha, 2007. Available from: <http://shop.normy.biz/d.php?k=79175>
- [10] ABB. Prospekt ABB i-bus® KNX - Inteligentní elektroinstalace - Popis systému. 2011. Available from: Z cd: ABB KNX alebo <http://www.abb.cz/>
- [11] Domčeky.sk Informačný server o výstavbe. [online]. [cit. 2012-12-11]. Available from: <http://www.domceky.sk/kontakt.html>
- [12] ELKO EP, s.r.o. Verzie elektroinštalácie iNELS. 2011. Available from: http://www.inels.sk/flash/vyber_si/
- [13] ELKO EP, s.r.o. Návod k obsluhu zariadenia CIB: Technická podpora. 2011. Available from: http://www.inels.cz/media/pdf/manualy/cz-sk/Manual_MI2_02M_cz-sk.pdf
- [14] INELS smart home solutions. ELKO EP, s.r.o. [online]. [cit. 2012-12-12]. Available from: http://www.inels.sk/index.php?sekce=ke_stazeni&akce=show&id=17
- [15] NIKO. Inteligentná elektroinštalácia Nikobus [online]. 2012 [cit. 2012-12-12]. Available from: <http://www.niko.eu/sksk/niko/vyrobky/nikobus/>
- [16] EATON, s.r.o. Radiofrekvenční systém Xcomfort [online]. 2010 [cit. 2012-12-12]. Available from: http://www.eatonelektrotechnika.cz/produkty-domovni_instalace-system_xcomfort-radiofrekvencni_system

- [17] ČSN EN 61082-1 ED.2. Zhotovování dokumentů používaných v elektrotechnice: Část 1: Pravidla. Český normalizační institut Praha, 2007. Available from:
http://www.technicke-normy-csn.cz/013780-csn-en-61082-1-ed-2_4_77890.html
- [18] IEC 60617-12. Graphical symbols for diagrams ed.3 1997-2012. Available from:
<http://www.scribd.com/doc/50616431/Iec-60617-12-Graphical-Symbols>
- [19] Katalóg DAIKIN: Vytápění. KAT CZ 2012, s. 64. Daikin s.r.o.: www.daikin.cz
- [20] ElektroWorld. Špecifikácia varnej dosky a elektrickej rúry [online]. [cit. 2013-05-13]. Available from: Varná doska:
<http://www.electroworld.sk/product/velke-spotrebice/varne-dosky-rury-a-odsavace-par/VDS630C/mora-vds-630-c-varna-doska>
Elektrická rúra
<http://www.electroworld.sk/product/velke-spotrebice/varne-dosky-rury-a-odsavace-par/AKP244IX/whirlpool-akp-244-ix-vstavana-rura>
- [21] Katalóg EATON: Instalační přístroje . KAT BA-P 2010 SK Ex/Ak, s. 311. Eaton Elektrotechnika s.r.o. ,: www.eaton-electric.sk
- [22] eKatalóg KNX: Špecifikácia riadiacich prístrojov. Smart Home and Intelligent Building Control, s.320. ABB KNX Ltd. Available from:
http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto_g/English/_HTML/search.htm
- [23] eKatalóg TRACON SLOVAKIA: Rozvodné skrine pre domácnosť. Ocel'ovo- plechové rozvodné skrine, s.12. TRAKON SLOVAKIA s.r.o. Available from:
http://sk.traconelectric.com/upload/kat/sk/tracon13_G07_9_sk.pdf
- [24] RODINNÉHO DOMU. Nové Zámky, 2008/2009. Koncoročný projekt. STREDNÁ PRIEMYSELNÁ ŠKOLA ELEKTROTECHNICKÁ S. A. JEDLIKA V NOVÝCH ZÁMKOCH. Vedúci práce Ing. Štefan Švarc, Ph.D.