

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Brno, 2016

Bc. Viktor Doktor



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY**

**A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

**ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ**

DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

## **INTELIGENTNÍ INSTALACE V DOMÁCNOSTI S VYUŽITÍM NEZÁVISLÝCH ZDROJŮ**

HOME SMART WIRING WITH INDEPENDENT SOURCES

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. Viktor Doktor**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. Radim Kadlec, Ph.D.**

**BRNO 2016**



# Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor **Telekomunikační a informační technika**

Ústav telekomunikací

**Student:** Bc. Viktor Doktor

**ID:** 146806

**Ročník:** 2

**Akademický rok:** 2015/16

## NÁZEV TÉMATU:

### Inteligentní instalace v domácnosti s využitím nezávislých zdrojů

#### POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem projektu je návrh komunikačního systému k optimalizaci spotřeby elektrické energie.

Prostudujte dostupné materiály o problematice inteligentních instalací. Navrhněte komplexní inteligentní instalaci rodinného domu a proveďte její simulaci. Do návrhu zapracujte prvky pro optimalizaci a řízení spotřeby domu. Uživatelé musí být vhodným způsobem zobrazovány parametry spotřeby. Do návrhu implementujte systémy pro snížení nákladů na energie formou fotovoltaických článků nebo tepelného čerpadla a akumulaci energie. Připravte podklady pro technickou dokumentaci.

#### DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] HASELHUHN, R. Fotovoltaika - Budovy jako zdroj proudu. HEL Ostrava, 2011

ISBN 978-80-86167-33-6

[2] KADLEC, R., STEINBAUER, M. Elektrické instalace. Elektronické skriptum. Brno: FEKT VUT v Brně, 2015.

**Termín zadání:** 1.2.2016

**Termín odevzdání:** 25.5.2016

**Vedoucí práce:** Ing. Radim Kadlec, Ph.D.

**Konzultant diplomové práce:**

**doc. Ing. Jiří Mišurec, CSc., předseda oborové rady**

#### UPOZORNĚNÍ:

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

## **ABSTRAKT**

Výstupom našej práce je kompletný návrh elektroinštalácie budovy, návrh fotovoltaickej elektrárne a technická správa. V prvej časti práce nájdeme, teoretické poznatky týkajúce sa návrhu elektroinštalácie rodinného domu, vysvetlenia základných pojmov a zásady tvorby technickej dokumentácie. Nájdeme tu taktiež prehľad známych inteligentných systémov a ich stručný popis. V druhej časti popisujeme samotný návrh konkrétnej budovy, a to krok po kroku. Nájdeme tu popis vytvoreného programu na ovládanie budovy. V tretej časti sa venujem, teoretickým poznatkom ohľadom fotovoltaiky. Tu sme si vysvetlili základný princíp, limity technológie, materiály a štruktúru panelov. V štvrtej časti sme pristúpili k samotnému návrhu elektrárne. Nájdeme tu princíp a blokové zapojenie systému a opis použitých súčastí elektrárne, zhodnotenie výroby a spotreby energie. Výkresovú časť technickej dokumentácie elektroinštalácie ako fotovoltaickej elektrárne, schému rozvádzačov a ich nákres nájdeme v technickej správe, v prílohe.

## **KLÚČOVÉ SLOVÁ**

Elektroinštalácie, inteligentné systémy, inteligentné budovy, LoxOne, foto-voltaické panely, meniče, foto-voltaické elektrárne.

## **ABSTRACT**

The output of our work is complete proposal of the building wiring, the photovoltaic power plant proposal and technical report. In the first part we find the theoretical information concerning the proposal of the house wiring, explanations of basic terms and principles of technical documentation. We can find also an overview of known intelligent systems and a brief description. In the second part we describe itself proposal of concrete building, step by step. We can find a description of a created program to control building. The third part is focused on theoretical information about photovoltaics. Here we explain the basic principle, the limits of technology, materials and the panel structure. In the fourth part we proceeded to the actual plant proposal. Here we find the principle and a block diagram of system and description of the components of the plant, evaluation of production and energy consumption. Drawings of the technical documentation wiring as a photovoltaic power plant, distributor scheme and its layout can be found in the technical report, in Attachment.

## **KEYWORDS**

Wiring, intelligent systems, intelligent building, LoxOne, photovoltaic panels, invertors, photovoltaic power plants.

DOKTOR, Viktor *Inteligentní instalace v domácnosti s využitím nezávislých zdrojů*: diplomová práca. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací, 2016. 81 s. Vedúci práce bol Ing. Radim Kadlec, Ph.D

## PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som svoju diplomovú prácu na tému „Inteligentní instalace v domácnosti s využitím nezávislých zdrojů“ vypracoval(a) samostatne pod vedením vedúceho diplomovej práce, využitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce.

Ako autor(ka) uvedenej diplomovej práce ďalej prehlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto diplomovej práce som neporušil(a) autorské práva tretích osôb, najmä som nezasiahol(-la) nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a/nebo majetkových a som si plne vedomý(-á) následkov porušenia ustanovenia § 11 a nasledujúcich autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorskom, o právach súvisajúcich s právom autorským a o zmene niektorých zákonov (autorský zákon), vo znení neskorších predpisov, vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovenia časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákoníka č. 40/2009 Sb.

Brno .....

.....

podpis autora(-ky)

## POĎAKOVANIE

Rád by som poďakoval vedúcemu diplomovej práce pánu Ing. Radimovi Kadlecovi, Ph.D. za odborné vedenie, konzultácie, trpezlivosť a podnetné návrhy k práci.

Brno .....

.....

podpis autora(-ky)



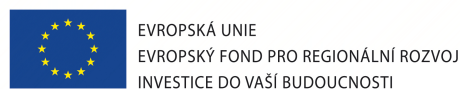
Faculty of Electrical Engineering  
and Communication  
Brno University of Technology  
Purkynova 118, CZ-61200 Brno  
Czech Republic  
<http://www.six.feec.vutbr.cz>

## POĎAKOVANIE

Výzkum popsaný v tejto diplomovej práci bol realizovaný v laboratóriách podporených projektom SIX; registračné číslo CZ.1.05/2.1.00/03.0072, operačný program Výzkum a vývoj pro inovace.

Brno .....

.....  
podpis autora(-ky)



# OBSAH

Úvod	11
<b>1 Zásady tvorby technickej dokumentácie</b>	<b>12</b>
1.1 Dokumentácia . . . . .	15
1.1.1 Stupne elektrifikácie objektu . . . . .	15
1.1.2 Stupne dôležitosti objektu . . . . .	15
1.2 Pripojenie na verejnú sieť . . . . .	16
1.3 Vnútorné elektrické rozvody . . . . .	16
1.3.1 Svetelné okruhy . . . . .	18
1.3.2 Zásuvkové okruhy . . . . .	18
1.3.3 Inštalácia v zvláštnych priestoroch . . . . .	19
1.4 Grafické značky a značenia v technickej dokumentácii . . . . .	20
<b>2 Rozdiel medzi klasickou a inteligentnou inštaláciou</b>	<b>21</b>
<b>3 Prehľad inteligentných systémov</b>	<b>22</b>
3.1 Výhody a nevýhody inteligentných systémov . . . . .	25
<b>4 Návrh rodinného domu systémom LOXONE</b>	<b>26</b>
4.1 Rozmiestnenie prvkov inštalácie a návrh rozvodov . . . . .	26
4.2 Možnosti systému LoxOne . . . . .	26
4.2.1 Návrh svetelných scén . . . . .	26
4.2.2 Klimatické scény . . . . .	28
4.2.3 Bezpečnostný systém . . . . .	32
<b>5 Fotovoltaika</b>	<b>34</b>
5.1 Základný princíp . . . . .	34
5.2 Limity a účinnosť . . . . .	34
5.3 Materiály a štruktúra FV panelu . . . . .	35
5.4 Rozdelenie FV systémov podľa zapojenia . . . . .	37
5.5 Invertory - meniče napätia . . . . .	38
5.6 Požiarna bezpečnosť FV systému . . . . .	39
<b>6 Návrh a dimenzovanie FV systému</b>	<b>40</b>
6.1 Princíp FV systému . . . . .	41
6.1.1 Panely . . . . .	42
6.1.2 DC-AC ochrany . . . . .	42
6.1.3 LX DC POWER BOX . . . . .	43



6.1.4	Menič . . . . .	44
6.1.5	Akumulačné nádrže . . . . .	45
6.2	Káble a vedenie . . . . .	45
6.3	Zhodnotenie výroby energie z FV elektrárne . . . . .	46
<b>7</b>	<b>Zhodnotenie spotreby energie projektu</b>	<b>48</b>
<b>8</b>	<b>Záver</b>	<b>50</b>
	<b>Literatúra</b>	<b>51</b>
	<b>Zoznam príloh</b>	<b>55</b>
<b>A</b>	<b>Technická dokumentácia</b>	<b>56</b>
<b>B</b>	<b>Cenová kalkulácia projektu</b>	<b>69</b>
<b>C</b>	<b>Tabuľka značiek v elektrotechnike</b>	<b>72</b>
<b>D</b>	<b>Písmenkové značenie v elektrotechnike</b>	<b>78</b>
<b>E</b>	<b>Intenzity osvetlenia v budovách</b>	<b>80</b>

## ZOZNAM OBRÁZKOV

1.1	Príkladové umiestnenie zásuviek a vypínačov kuchynskej linky. Obrázok prevzatý z [1], strana 89. . . . .	13
1.2	Inštalčné zóny pre vedenie kabeláže a umiestnenie prvkov inštalácie. Obrázok prevzatý z [1], strana 85. . . . .	14
1.3	Model vzdušnej prípojky. Obrázok prevzatý z [1], strana 71. . . . .	17
1.4	Model káblovej prípojky. Obrázok prevzatý z [1], strana 72. . . . .	17
3.1	Prehľad podporovaných technológií. Obrázok prevzatý z [10], strana 7. . . . .	24
4.1	Program obsahujúci funkcie riadenia osvetlenia s pred-programovanými scénami . . . . .	27
4.2	Program obsahujúci funkcie riadenia osvetlenia pomocou tlačítka KNX . . . . .	28
4.3	Program obsahujúci funkcie pre vykurovanie detskej izby . . . . .	29
4.4	Program obsahujúci funkcie pre centrálné ovládanie automatických žalúzií . . . . .	30
4.5	Program obsahujúci funkcie pre ovládanie automatických žalúzií v kúpeľni . . . . .	31
4.6	Program obsahujúci funkcie bezpečnostného systému . . . . .	32
5.1	Výkon panelu v závislosti na orientáciu na svetové strany. . . . .	35
5.2	Štruktúra FV panelu. (1. hliníkový rám, 2. vodotesná guma, 3. tvrdené sklo, 4. EVA, 5. FV článok, 6. tedlar.) . . . . .	36
5.3	Zapojenie FV systému k stávajúcemu rozvodu pre prípad spotreby energie v danom mieste výroby. Prevzaté z [22]. . . . .	38
5.4	Zapojenie FV systému k stávajúcemu rozvodu pre prípad pre prípad predaja energie do distribučnej siete. Prevzaté z [22]. . . . .	38
6.1	Principiálne zapojenie FV systému na ohrev TUV a vykurovania. . . . .	41
7.1	Graf návratnosti investícií do FV systému. . . . .	49

# ZOZNAM TABULIEK

1.1	Minimálny počet okruhov v bytoch. Tabuľka prevzatá z [1], strana 82.	12
4.1	Tabuľka vykurovacích okruhov v budove a ich typy. . . . .	28
6.1	Výstup z programu PVGIS - výpočet výroby energie. . . . .	46
7.1	Ukážka spotreby pred a po aplikácii FV systému. . . . .	48
C.1	Tabuľka značiek v elektrotechnike. Tabuľka prevzatá z [1], strany 144-153 . . . . .	72
D.1	Tabuľka značiek v elektrotechnike. Tabuľka prevzatá z [1], strany 157 a 158. . . . .	78
E.1	Najnižšie prípustné intenzity osvetlenia v budovách. . . . .	81

# ÚVOD

Cielom našej práce je kompletný návrh elektroinštalácie rodinného domu s využitím nezávislých zdrojov. V úvode našej práce sme sa zamerali na teoretickú časť, kde sme spísali poznatky zo skúseností nadobudnutých praxou, vedomostí nadobudnutých z predmetu Elektroinstalace, ktorý sme absolvovali počas štúdia a v neposlednom rade informácie z elektronických materiálov nájdených pri tvorbe tejto práce.

Následne sme pokračovali výberom inteligentného systému. Po dlhých úvahách sme vybrali systém od firmy LoxOne, pretože umožňuje komplexný návrh a riadenie nie len celého domu, ale i jeho okolia, ako je napríklad bazén, automatická závlaha i skleníky. Poskytuje tak vysoký komfort za nie príliš vysoké náklady na vybudovanie takejto inštalácie.

Po výbere inteligentného systému sme umiestnili do pripraveného pôdorysu rodinného domu zásuvky, svietidlá a ostatné prvky inštalácie. Vytvorili sme dve výkresové verzie, a to pre silnoprúd a slaboprúd samostatne. Po tomto kroku sme mohli pristúpiť k návrhu schémy rozvádzača, výberu typu skrine a jeho celkový náčrt. Následne sme vytvorili program ovládania domácnosti. Tento program zahŕňa ovládanie vykurovania, bezpečnostný systém a svetelné scény.

Po naprogramovaní riadiacej jednotky sme začali s optimalizáciou spotreby domácnosti. Zvolili sme hybridný fotovoltaický systém o výkone 6 kWp, ktorý ukladá energiu do akumuláčnej nádrže. Voda v tejto nádrži slúži na vykurovanie a ohrev TÚV. Po nahriatí vody na požadovanú teplotu prevádza sa energia z panelov do meničov a je posielaná do rozvodov v domácnosti.

V poslednom kroku nám ostávalo vytvoriť technickú správu, potrebnú na realizáciu a kolaudáciu objektu. V tejto správe sa nachádzajú technické výkresy, informácie o objekte, teoretická spotreba domácnosti pred a po aplikácii FV systému a cenová kalkulácia projektu.

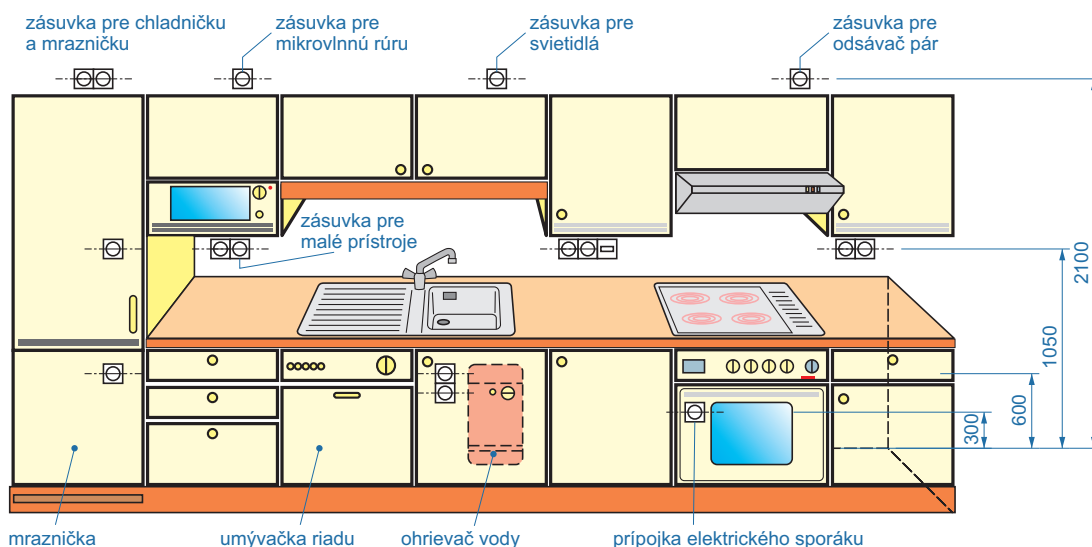
# 1 ZÁSADY TVORBY TECHNICKEJ DOKUMENTÁCIE

Pri návrhu inštalácie postupujeme podľa nepísaného postupu. Ako prvé si do vhodného programu prekreslíme pôdorys domu aj s rozmiestnením nábytku. Ak máme toto hotové, zamyslíme sa nad rozmiestnením prvkov inštalácie ako sú zásuvky, vypínače, svetlá a trasy, kadiaľ budeme viesť kabeláž. Pri tomto musíme brať do úvahy jednotlivé okruhy, ktoré rozlišujeme podľa plánovaných spotrebičov s veľkým odberom a stupňom elektrizácie, napríklad podľa tabuľky 1.1. Ďalej musíme rozlišovať charakter miestnosti. Klasický dom obsahuje niekoľko spálni, obývaciu izbu, technickú miestnosť, kuchyňu a sanitárne miestnosti.

Tab. 1.1: Minimálny počet okruhov v bytoch. Tabuľka prevzatá z [1], strana 82.

Plocha [m <sup>2</sup> ]	Počet obvodov				
	do 50	do 75	do 100	do 125	nad 125
Svetelný	1(0)	1	1 (2)	2	2
Zásuvkový	1	2(1)	2(1)	3(2)	4(3)
Pre bytové jadro	1				
3f pre elektrický sporák	1				
Kúrenie či klimatizácia	1				
<b>Hodnoty v zátvorke sú pre prípad použitia bytového jadra.</b>					

Každá z týchto miestností sa vyznačuje špecifickým umiestnením zásuviek, svetiel a ďalších prvkov inštalácie, podľa dopredu známeho umiestnenia nábytku. Napríklad, v spálni umiestňujeme zásuvky po stranách postele, za nočným stolíkom, vedľa skrine a pri ovládaní celkového osvetlenia miestnosti pre uľahčenie upratovania. Svetlo zase funkčne pred vstavanou skriňou a nad posteľou. Ak umiestnenie nábytku nepoznáme, tak tieto prvky umiestníme rovnomerne vzhľadom na veľkosť miestnosti. Ak sa v miestnosti nachádza multimediálne centrum, predpokladá sa väčší počet zariadení a tým pádom potrebujeme viacero zásuviek. V kuchyni používame veľa spotrebičov a mnohé z nich majú veľký príkon, čo značí väčší počet okruhov než tomu bolo v spálni. Zásuvky tu umiestňujeme príhodne podľa návrhu kuchynskej linky a s dostatočným počtom, viď obrázok 1.1. Príhodné je taktiež dotiahnuť trojfázový vývod (ak je možnosť) do miesta, kde plánujeme šporák aj keď plánujeme plynový šporák. V prípade zámény za elektrický nemusíme zasahovať do stavby a ušetrí to peniaze za prestavbu. V sanitárnych miestnostiach, teda miestnostiach s vyššou pravdepodobnosťou výskytu úrazu elektrickým prúdom platia „tvrdšie“

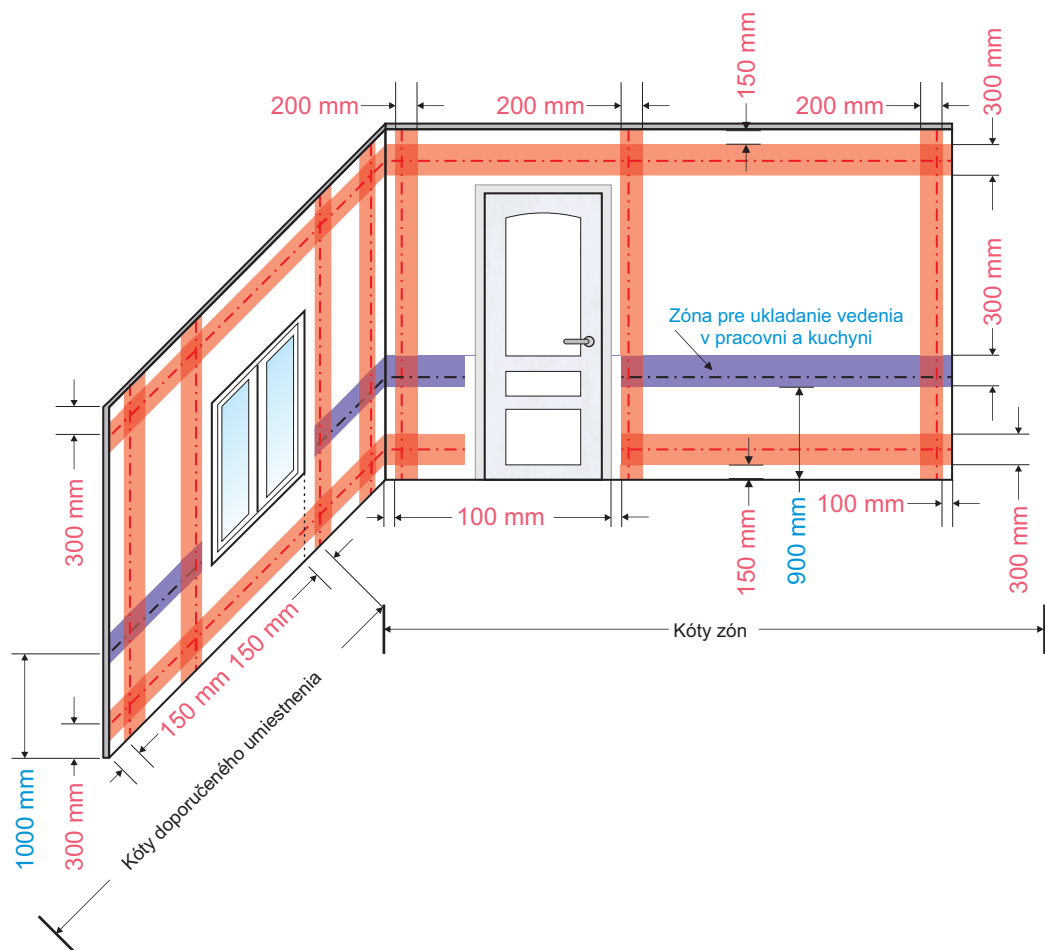


Obr. 1.1: Príkladové umiestnenie zásuviek a vypínačov kuchynskej linky. Obrázok prevzatý z [1], strana 89.

pravidlá. Existujú tu zóny s prísnyimi pravidlami umiestnenia prvkov elektroinštalácie, viď obrázok 1.2. Ak máme rozmiestnenie prvkov inštalácie hotové, prejdeme k ďalšiemu kroku. A to k návrhu domového rozvážača s výpočtom energetickej náročnosti domu a následne pripojenie k verejnej elektrickej sieti. V domovej rozvodnej skrini sú umiestnené istiace prvky a prvky inteligentnej inštalácie prípadne hlavná ochranná prípojnica. Návrh takéhoto rozvážača uskutočňujeme vhodným programom, kde nakreslíme celkové zapojenie a program nám skontroluje logiku zapojenia, vypočíta celkovú spotrebu domu a mnoho ďalších faktorov.

Po úspešnom návrhu rozvážača pristúpime k pripojeniu domu na verejnú elektrickú sieť. Toto pripojenie musí obsahovať odbočku od verejnej elektrickej siete, prípojkovú skriňu, elektromerový rozvážač a vedenie od elektromera, ktoré je zakončené domovým rozvážačom. Vyskytli sa nám tu neznáme pojmy, podme si ich vysvetliť:

- Verejná elektrická sieť – je to vedenie od elektrárne po odbočku od verejnej elektrickej siete. Môže byť realizovaná vzdušným vedením alebo vedením uloženým v zemi.
- Prípojková skriňa – PS - je miesto, kde končí vedenie z odbočky verejnej elektrickej siete. Zväčša sú tu umiestnené hlavné poistky istiace hlavné domové vedenie.
- Hlavné domové vedenie – HDV – je vedenie od prípojkovvej skrine po elektromerový rozvážač, prípadne odbočku k elektromeru, ak sa jedna o obytný dom a je riešené tak, aby jeho prípadná výmena bola možná bez stavebných



Obr. 1.2: Inštalčné zóny pre vedenie kabeláže a umiestnenie prvkov inštalácie. Obrázok prevzatý z [1], strana 85.

zásahov do budovy.

- Elektromerový rozvádzač – ER – je to skriňa, v ktorej sa nachádza elektromer, prípadne viacero elektromerov a hlavný istič. Umiestnenie takéhoto rozvádzača je na mieste prístupnom aj v neprítomnosti odberateľa a čo najbližšie k miestu pripojenia.
- Bytový či domový rozvádzač – BR a DR – je to skriňa, v ktorej sa nachádzajú istiace prvky a prvky inteligentnej inštalácie. Vedenie od elektromera – je to kus vedenia medzi elektromerovým rozvádzačom po podružné rozvádzače, bytové či domové rozvádzače.
- Hlavná ochranná prípojnica – HOP – na jej svorky sa pripájajú všetky vodiče doplnkového po-spojovania, kovové potrubia, základové zemniče a zvodniče pre-päťia.
- Doplňujúce po-spojovanie – vedenie medzi neživými kovovými časťami prí-

stupnými dotyku a hlavnou ochrannou prípojnou.

Ďalej prejdeme k ďalšiemu kroku, a to k programovaniu centrálnej jednotky inteligentnej inštalácie a následným simuláciám. V tomto kroku sa zamýšľame nad svetelnými zmenami, klimatickými scénami a nad bezpečnostným systémom pre ochranu osôb a majetku.

## 1.1 Dokumentácia

Ak sme s programom a simuláciami spokojní pristupujme k zostaveniu technickej dokumentácie. Tá musí obsahovať:

- **Technickú správu** - tá musí obsahovať údaje o projekte ako: miesto stavby, meno investora, meno projektanta a informácie o čom projekt pojednáva. Ďalej technické informácie ako: napätovú sústavu v jednotlivých miestach inštalácie, stupeň elektrifikácie objektu, inštalovaný výkon a rezervovaný príkon, súdobosť a informácie o istiacich zariadeniach. Spôsob napojenia na verejnú elektrickú sieť. Spôsob realizácie svetelných a zásuvkových okruhov.
- **Výkresovú časť** - tu je vyobrazené rozmiestnenie prvkov inštalácie, vedenie silových a slaboprúdových rozvodov. V ďalšom dokumente je vyobrazené zapojenie istiacich prvkov v rozvádzači a zapojenie prvkov inteligentnej inštalácie. Tento dokument môže obsahovať rozloženie prvkov pre jednoduchšiu realizáciu.
- **Prílohy (zoznamy)** - obsahujú zoznamy použitých zariadení a inštalačných materiálov, kalkuláciu ceny projektu a ďalšie.

Výsledný vzhľad technickej dokumentácie musí byť prehľadný, aby sa v tom vyznal pracovník vykonávajúci práce na elektrifikácii objektu.

### 1.1.1 Stupne elektrifikácie objektu

- Stupeň A - sú to objekty, kde sa elektrická energia využíva k osvetleniu a chod spotrebičov do 3,5 kVA.
- Stupeň B - sú to objekty podobného charakteru ako v stupni A, ale na ohrev TÚV a varenie sa používa elektrická energia.
- Stupeň C - sú to objekty podobného charakteru ako v stupni A alebo B s tým rozdielom, že vykurovanie je pomocou elektrickej energie.

### 1.1.2 Stupne dôležitosti objektu

- 1. Stupeň - pri prerušení dodávky elektrickej energie môže prísť k ohrozeniu života prípadne k veľkým hospodárskym škodám. Patria sem nemocnice, prie-



myselné podniky a pod. Napájanie týchto objektov je realizované minimálne z dvoch zdrojov.

- 2. Stupeň - pri prerušení dodávky elektrickej energie môže dôjsť k hospodárskym škodám, ale nie k ohrozeniu života. Patria sem školy, samosprávy a pod. Napájanie týchto objektov je realizované minimálne z dvoch zdrojov.
- 3. Stupeň - pri prerušení dodávky elektrickej energie dôjde k minimálnym, respektíve žiadnym škodám. Patria sem obytné budovy. Napájanie týchto objektov je realizované z jedného zdroja.

## 1.2 Pripojenie na verejnú sieť

Prípojka začína odbočkou od verejnej elektrickej siete. Existujú dva druhy prípojok:

- Vzdušná
- Káblová

### Vzdušná prípojka

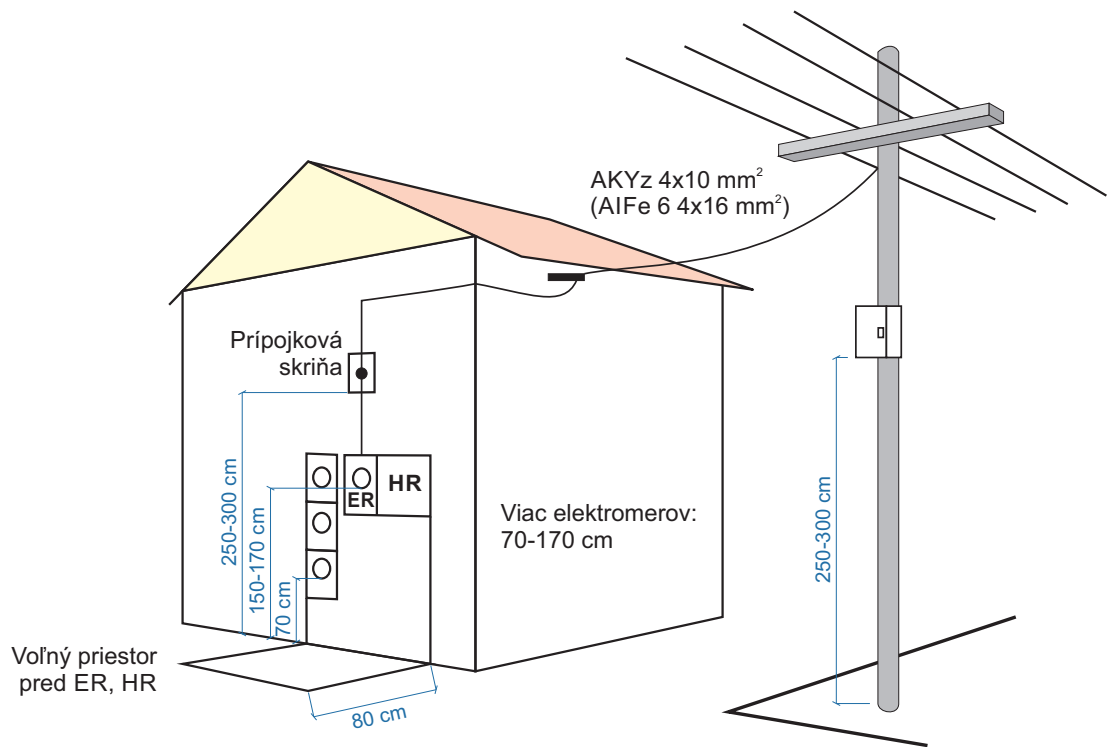
Začína odbočkou od vzdušného vedenia na elektrických stĺpoch. Je realizovaná závesným štvor-žilovým vodičom s minimálnym priemerom  $10\text{ mm}^2$  pre meď a  $16\text{ mm}^2$  pre hliník. Prípojková skriňa sa umiestňuje na objekt, ktorý elektrifikujeme, prípadne na stĺp elektrického vedenia vo výške 2,5 až 3 m. Ak sa v budúcnosti počíta s preobmením na káblové vedenie, umiestni sa prípojková skriňa podľa kritérií káblovej prípojky. Modelovú vzdušnú prípojku môžeme vidieť na obrázku 1.3.

### Káblová prípojka

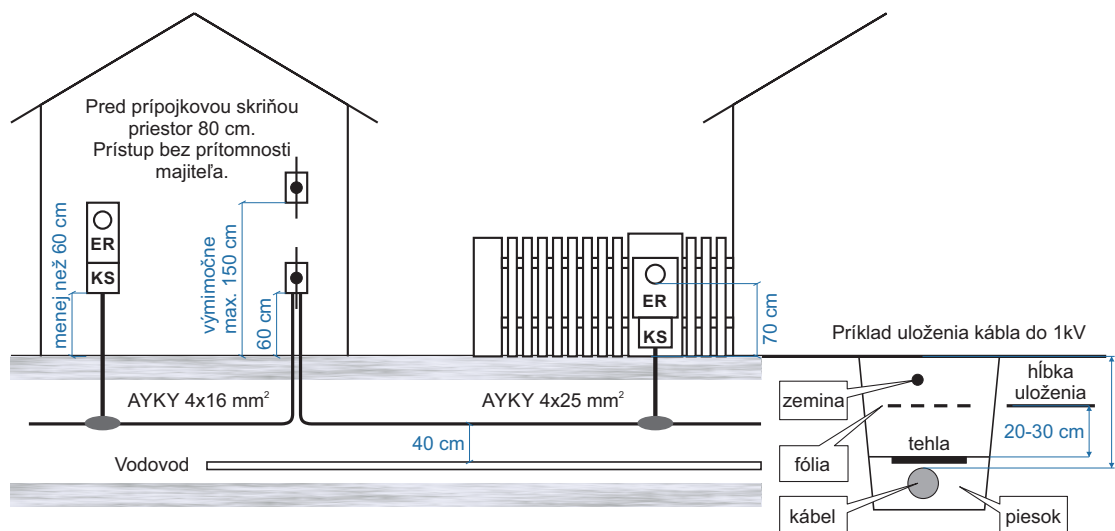
Káblovú prípojku realizujeme štvor-žilovým plným vodičom s prierezom minimálne  $10\text{ mm}^2$  pre meď a  $16\text{ mm}^2$  pre hliník. Ak sa jedná o obytný dom, minimálny prierez je  $25\text{ mm}^2$  Al. Pokládka tohoto vodiča je minimálne 70 cm, respektíve 35 cm s mechanickou ochranou. Vodič ukladáme do pieskového podložja, 7 cm pod a 7 cm nad vodič. Na túto vrstvu piesku kladieme pevnú prekážku (tehly, staré dlaždice, ...), prípadne zasypeme 30 cm vrstvou zeminy a kladieme rozpoznávaciu červenú fóliu. Kábel vyvedieme do káblovej skrine (KS), ktorú umiestnime 60 cm nad zemou, prípadne 150 cm v záplavových oblastiach. Keď touto skriňou musí byť priestor minimálne 0,8 m. Uloženie kábla a umiestnenie KS môžeme vidieť na obrázku 1.4.

## 1.3 Vnútorne elektrické rozvody

Táto podkapitola vychádza z informácií uvedených v norme ČSN 33 2130 ed. 3



Obr. 1.3: Model vzdušnej prípojky. Obrázok prevzatý z [1], strana 71.



Obr. 1.4: Model káblovej prípojky. Obrázok prevzatý z [1], strana 72.

### 1.3.1 Svetelné okruhy

Umiestnenie svetelných zdrojov podlieha požiadavkám investora, prípadne dizajnéra nábytku. To znamená, investor alebo dizajnér nám zadá presný typ, počet a umiestnenie svetelného zdroja a my to zakreslíme do výkresového dokumentu podľa patričných noriem. Ak tieto požiadavky nemáme, riadime sa predpísanými tabulkovými hodnotami intenzity osvetlenia v jednotlivých miestnostiach. Tieto hodnoty môžeme vidieť v prílohe, tabuľka E.1. Na jeden okruh môžeme zapojiť toľko svetelných zdrojov, aby ich súčet menovitých prúdov bol menší ako menovitá hodnota prúdu predradeného ističa, prípadne stmievacieho člena inteligentnej inštalácie. V každom objekte je nutné inštalovať minimálne dva svetelné okruhy, aby pri výpadku jedného z okruhov sme zabezpečili minimálne osvetlenie, potrebné k opätovnému nahodeniu ističa.

Požiadavkám investora podliehajú taktiež ovládacie prvky - spínače. Zvolí si umiestnenie spínača, taktiež si zvolí, či chce konkrétny svetelný zdroj ovládať z jedného alebo viacerých miest. Spínače sa inštalujú vo výške 1 m až 1,2 m nad podlahou v inštalačných zónach, ktoré môžeme vidieť na obrázku 1.2.

V sústave TN-S sa k pripojeniu svetelných zdrojov využívajú troj-žilové vodiče s prierezom 1,5 mm<sup>2</sup>. Vedené sú v inštalačných rúrkach alebo priamo pod omietkou podľa inštalačných zón. Tieto vodiče sú istené ističmi s menovitou hodnotou prúdu prevažne 10 A, na každý okruh jeden istič.

Na svetelné obvody sa smie pripojiť zásuvka v počte jedna v miestnosti, ktorá bude súžiť na pripojenie svetelného zdroja, napríklad: LED osvetlenie kuchynskej linky.

### 1.3.2 Zásuvkové okruhy

#### Zásuvkové okruhy 230 V

Tak, ako pri svetelných okruhoch, tak aj pri zásuvkových okruhoch sa riadime požiadavkami investora. Ak žiadne požiadavky nemáme, musíme splniť minimálne požiadavky dané normou. Zásadné pravidlo pri návrhu: maximálny počet zásuviek na okruh je 10 zásuviek. Spotrebič presahujúci príkon 2 kVA musí byť pripojený na samostatný okruh. Ďalšie pravidlo hovorí, že zásuvky rôznych napätových sústav sa nesmú medzi sebou zameniť, t.j. musíme použiť rôzne typy zásuviek.

Umiestnenie zásuviek volíme podľa požiadaviek investora, respektíve dizajnéra, podľa rozmiestnenia nábytku. Snažíme sa o to, aby ich, pokiaľ možno, nebolo vidieť, prípadne ich umiestňujeme na stenu, kde je spínač ovládania svetiel. Umiestňujeme ich podľa inštalačných zón, viď obrázok 1.2, a to vo výške 20 až 30 cm nad podlahou.

V napätovej sústave používame na pripojenie zásuviek troj-žilové vodiče s prierezom 2,5 mm<sup>2</sup>. Vedené sú v inštalračných rúrkach alebo priamo pod omietkou podľa inštalračných zón. Tieto vodiče sú istené ističom menovitej hodnoty prúdu 16 A, na každý okruh jeden istič. Všetky zásuvky prístupné laikom, musia byť zapojené cez prúdomý chránič s vybavovacím prúdom 30 mA, výnimkou je okruh pre chladničku a mrazničku.

### Zásuvkové okruhy 400 V

Tieto okruhy sú tvorené troj-fázovými obvodmi 3x230 V, tzn. ako vedenie sa v sústave TN-S používa päť-žilový vodič so odpovedajúcim prierezom podľa výkonu pripájaného spotrebiča, prípadne menovitého prúdu zásuvky. Tieto zásuvky sú konštrukčne stavané na 16 A, 32 A a 63 A a istené ističom s príslušnou nominálnou hodnotou prúdu. V domácnosti sa na pripojenie šporáku nepoužívajú zásuvky, ale vývod sa ponechá v inštalračnej krabici, kde sa šporák pripojí.

Zásuvky do 32 A podliehajú povinnosti použitia prúdomvého chrániča s vybavovacím prúdom 30 mA a od 32 A sa doporučuje použitie chrániča s prúdom 100 mA.

Vytvárané redukcie na zmenu sledu fáz, prípadne zmenu nominálnej hodnoty zásuvky je neprípustné, pretože predstavujú potencionálne nebezpečenstvo.

### 1.3.3 Inštalácia v zvláštnych priestoroch

Tieto pravidla popisujú priestory, v ktorých je umiestnená vaňa, respektíve sprchový kút. Tzn. nemusí sa jednať striktne o kúpeľňu, ale hocaké priestory, kde môže dôjsť ku kontaktu s vodou. Existujú tu tri zóny, ich definícia je nasledovná:

- **Zóna 0** - je to vnútorný priestor umývadla alebo vane, prípadne ak sa jedná o sprchový kút, je to priestor vymedzený plochou sprchového kúta do výšky 10 cm nad podlahou. V tomto priestore sa nesmú inštalovať žiadne spínacie a ovládacie prvky a zariadenia, ktoré nie sú k tomu určené. Inštalované zariadenia tu môžu byť jedine ak sú pevne prichytené, prevádzkované napätím SELV s napätím AC 12 V a DC 30 V s krytím IP X7. Vedenie v takýchto priestoroch smie byť výlučne slúžiace k napájaniu zariadenia umiestnenom v tomto priestore.
- **Zóna 1** - je to priestor pod a nad vaňou, prípadne umývadlom, ohraničený jeho plochou, do výšky 2,25 m. V tejto zóne môžu byť odbočovacie krabice a doplnkové zariadenia pre elektrické zariadenia umiestnené v zóne 0 a 1. Ďalej tu môžu byť zariadenia chránené obvodmi SELV a PELV s zdrojom umiestneným mimo zóny 0 a 1, ohrievače vody, sprchové čerpadlá, ventilačné zariadenia a zariadenia s krytím IP X4.

- **Zóna 2** - Je to priestor do 60 cm od zóny 1 (hrany umývadla alebo vane) a nad zónou 1 do výšky 3m. Do tejto zóny nie je možné umiestnenie spínača alebo zásuvky, s výnimkou zásuvky určenej pre holiace strojčeky. Môžu sa sem inštalovať elektrické zariadenia s napätím SELV a PELV a s krytím IP x4.

## 1.4 Grafické značky a značenia v technickej dokumentácii

Aby sa dodržala prehľadnosť technickej dokumentácie, zaviedol sa systém grafického a písmenového značenia vo výkresovej časti. Toto značenie musí byť jednoznačné a nezameniteľné. Každý prvok inštalácie ma svoje písmeno, viď tabuľka D.1, prípadne grafickú značku, ktorú môžeme vidieť v prílohe C.1. [1] [2] [3] [4] [9]

## 2 ROZDIEL MEDZI KLASICKOU A INTELI- GENTNOU INŠTALÁCIOU

### **Klasická inštalácia**

Predstavuje súhrn silových vodičov zabezpečujúcich ovládanie základných domových elektrických funkcií ako je osvetlenie, napájanie zásuviek, vypínanie a zapínanie kúrenia. Nevýhodou takejto inštalácie je neinformovanosť o vykonávanej činnosti, jej dodatočná úprava je nemožná bez zásahu do stavby, vyšší počet inštalačných prvkov a neefektívne a neekonomické riešenie.

### **Inteligentná inštalácia**

Inteligentné systémy, niekedy tiež nazývané zbernicové, využívajú procesory prípadne mikroprocesory so zložitou softvérovou výbavou. K nim sú pripojené ďalšie prvky pomocou zbernice, cez ktorú spolu komunikujú. Tieto systémy využívajú prvky ako sú senzory a akčné členy, aby boli oboznámené so situáciou v dome a mohli ju patrične upraviť. Existujú centralizované a decentralizované systémy s rôznymi topológiami zbernice. Tieto systémy ponúkajú používateľovi komplexnú správu a prehľad nad objektom. [2] [3] [4] [5]

Funkcie inteligentnej inštalácie:

- Centrálné ovládanie
- Ovládanie svetiel
- Ovládanie žalúzií
- Ovládanie spotrebičov
- Regulácia kúrenia a klimatizácie
- Simulácia osoby v dome
- Spotreba energie
- Zabezpečovací systém

### 3 PREHLAD INTELIGENTNÝCH SYSTÉMOV

#### Inels

Systém Inels pracuje s protokolom EPSNET. Tento zbernicový systém je vyvíjaný predovšetkým pre domácnosti a kancelárie. Ovládanie tohoto systému je možné prostredníctvom internetu a SMS správ. Umožňuje vyššie popísané funkcie ako osvetlenie, spotrebiče, vykurovanie, ... Využíva zbernicu CIB (*Common Instatation Bus*), ktorá je dvoj-vodičová a z hľadiska topológie si poradí s ľubovoľným vetvením. Napájanie tejto zbernice je realizované zdrojom jednosmerného napätia s napätím 24 V. Maximálna dĺžka zbernice CIB je 550 m a doporučená vzdialenosť od rozvodu 230 V je minimálne 30 cm kvôli prípadnému rušeniu z tohoto rozvodu. Ako záložný zdroj napájania sa používajú dva 12 V akumulátory zapojené do série.

Tento systém poskytuje používateľovi istý komfort, ale zároveň ho obmedzuje a neposkytuje také možnosti, ako iné systémy. [2] [5] [6] [7]

#### KNX

Tento systém je medzinárodne normalizovaný, tzn. vzájomná komunikácia komponentov od rôznych výrobcov bude prebiehať bez problémov. Systém je decentralizovaný takže nevyžaduje špeciálnu ovládaciú jednotku. Zbernica tohoto systému je tvorená 15 líniami, pričom na jednej línii môže byť pripojených až 64 zariadení a je napájaná 24 V. Topológia zbernice môže byť lineárna, stromová alebo paprsková. Nemôže byť kruhová, čiže zapojená do slučky. Pre komunikáciu sa tu využívajú 4 vodiče s prierezom 0,8 mm<sup>2</sup>. Systém KNX ponúka vysoký komfort pri ovládaní, nízke náklady pri realizácii a pri zmenách, keďže sa jedná o decentralizovaný systém.

#### EGO-n

Zbernica systému Ego-n, od firmy ABB, využíva dva vodiče na komunikáciu a dva na napájanie. Rozdeľuje sa primárnu a sekundárnu. Na primárnu zbernicu sú pripojené snímače, aktory a riadiaci modul a jej dĺžka môže byť maximálne 700m. Jej topológia je výhradne líniová s odbočkami maximálne 30m. Na sekundárnu zbernicu sú pripojené riadiace členy a komunikačný modul spolu s GSM a rádio-frekvenčným modulom. Táto zbernica sa nachádza v rozvádzači. Komunikácia po zbernici prebieha tak, že každý prvok inštalácie má svoje registračné číslo a pri aktivácii tohto prvku dôjde k odoslaniu tohoto čísla na zbernicu, kde ho následne prijmu akčné členy. [2] [7]

## NIKOBUS

Tento systém je hybridný, tzn. čiastočne centralizovaný systém. Zbernica je tvorená dvomi vodičmi s prierezom  $0,8 \text{ mm}^2$  a napätie na zbernici je 9 V. Systém komunikuje pomocou jednotky PC-Logic, pričom je možné na zbernicu pripojiť 256 senzorov ako sú detektory pohybu, okenné a dverové spínače, snímače teploty a rýchlosti vetra. Podporuje tzv. centrálné tlačidlo, ktoré môže uviesť do jednotlivých naprogramovaných režimov. Takýchto tlačidiel môže byť v objekte niekoľko. Podporuje taktiež scény osvetlenia, vykurovania a bezpečnosti, ktoré pracujú oddelene, ale existuje medzi nimi spolupráca. Systém sa dá ovládať diaľkovým ovládačom ale aj pomocou GSM siete. Tento diaľkový ovládač je na báze zbernice, preto je možné ovládať viacero okruhov a môže sa dizajnom podobáť klasickému spínaču, ku ktorému nie je treba viesť vodiče. Jednoducho sa pripevní na nábytok, stenu apod. Využitie nachádza nielen v domácnosti, ale i v reštauráciách, kinách, divadlách apod. [2] [7] [8]

## CYBRO

Základom systému CYBRO je voľne programovateľná jednotka Cybro, na ktorú možno prostredníctvom zbernice CAN cez protokol IEX pripojiť moduly zastupujúce všetky bežné vstupno-výstupné jednotky (digitálne, analógové, snímače svetla, teploty, vlhkosti, pohybu, prítomnosti...), komunikačné zariadenia (infra, RS232, RS485, Ethernet, DSI, DALI, GSM, GPRS), obslužné panely, špecializované moduly (zabezpečenie, RGB, fancoil, frekvenčný menič, hotelové, osvetlenie, parkovanie...).

Samotná jednotka Cybro môže mať vlastné vstupy a výstupy a komunikačné rozhrania, z nich najdôležitejším je Ethernet. A-bus protokol umožňuje cenovo efektívne riešenie pre prepojenie riadiacich jednotiek CyBro, dotykových panelov a PC s vizualizáciou.

Kompatibilita na iné systémy automatizácie a zabezpečenia (KNX, BACnet, LON, ZigBee) je dosiahnutá cez príslušné brány.

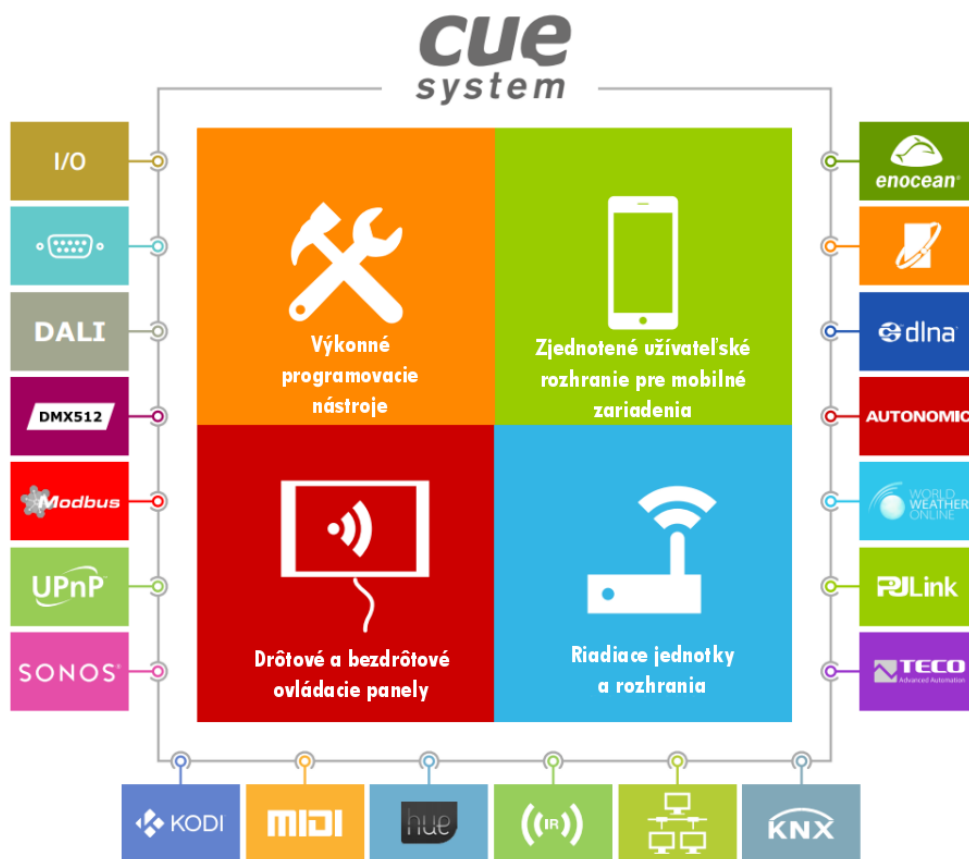
Systém je vhodný ako pre väčšie budovy tak aj domy, dokáže uspokojiť aj užívateľa so špeciálnymi nárokmi na riadiace systémy.[11]

## CueSystem

Je to riešenie, ako prepojiť, vzájomne medzi sebou, rôzne typy technológií a vytvoriť tak jeden komplexný systém, s ktorým je možné ovládať akékoľvek zariadenie z jedného miesta. Podporované technológie môžeme vidieť na obrázku 3.1. Využitie nachádza v domácnosti a v profesionálnej sfére, ako napríklad vo vládnych a justičných budovách, hoteloch, múzeach a pod. Prepojenie týchto technológií je prostredníctvom modulov, pre každú technológiu jeden. Tieto moduly komunikujú s



riadiacou jednotkou pomocou sériového rozhrania RS-485. Celý systém sa potom ovláda cez dotykový panel, ktorý je i v bezdrôtovej verzii, prípadne mobilným telefónom.



Obr. 3.1: Prehľad podporovaných technológií. Obrázok prevzatý z [10], strana 7.

## LOXONE

LoxOne predstavuje moderné riešenie ovládania domácnosti s cieľom maximalizovať komfort v dome za prijateľnú cenu. Základom je Loxone Miniserver - centrála celého riešenia domácej automatizácie, s ktorou možno ovládať a riadiť všetky funkcie po celom dome, od jednoduchého ovládania žalúzií cez inteligentnú reguláciu vykurovania domácnosti až po ovládanie audio a video zariadení. Loxone Miniserver možno rozšíriť o 30 modulov cez vlastnú zbernicu LoxOne, pričom k dispozícii je celý rad funkcií - moduly digitálnych a analógových vstupov a výstupov, rozhrania RS232 a RS485, DMX, EnOcean, 1-Wire.

Miniserver poskytuje štandardne okrem týchto rozšírení aj rozhranie KNX/EIB. Miniserver možno integrovať do KNX/EIB inštalácie vo funkcii ako snímačov tak aj akčných členov.

Miniserver možno použiť ako KNX® net IP bránu na programovanie KNX/EIB siete cez ETS®3 tiež aj na vizualizáciu a vzdialený prístup cez LAN - smartphone (iPhone®, iPod®, iPad®, Android®) alebo cez webové rozhranie LoxWEB. Vytvorenie vizualizácie prebieha automaticky na základe konfigurácie inštalovanej elektrickej siete.[12]

### 3.1 Výhody a nevýhody inteligentných systémov

Výhodou takejto inštalácie je jej softvérová variabilita. Ak nám napríklad nevyhovuje intenzita osvetlenia, prípadne kompletná zmena svetelnej scény, môžeme ju jednoducho zmeniť úpravou v centrálnej jednotke. Všetky prvky inštalácie sú prepojené zbernicou, to nám umožňuje zmenu miesta odkiaľ chceme ovládať svetelné zdroje, spotrebiče a umožňuje nám to ovládať celý dom z centrálného miesta, prípadne telefónom.

Hlavnou nevýhodou inteligentných domov je ich realizačná cena, ktorá prevyšuje cenu klasickej inštalácie minimálne o dvojnásobok. Táto vyššia investícia sa nám začne vyplácať pri plnom využití možností inteligentných systémov. Nevýhodou je i rušenie zo silových rozvodov. Nedoporučuje sa vedenie silových rozvodov spolu s vedením zbernice. Ak sa nedá vyhnúť súbežnej trase, je nutné tieto vedenia navzájom oddialiť a doporučuje sa použitie tieneneho vedenia. Ďalšou nevýhodou môže byť menšia spoľahlivosť vzhľadom na zložitosť inteligentných systémov.[5] [7] [9]

## 4 NÁVRH RODINNÉHO DOMU SYSTÉMOM LOXONE

### 4.1 Rozmiestnenie prvkov inštalácie a návrh rozvodov

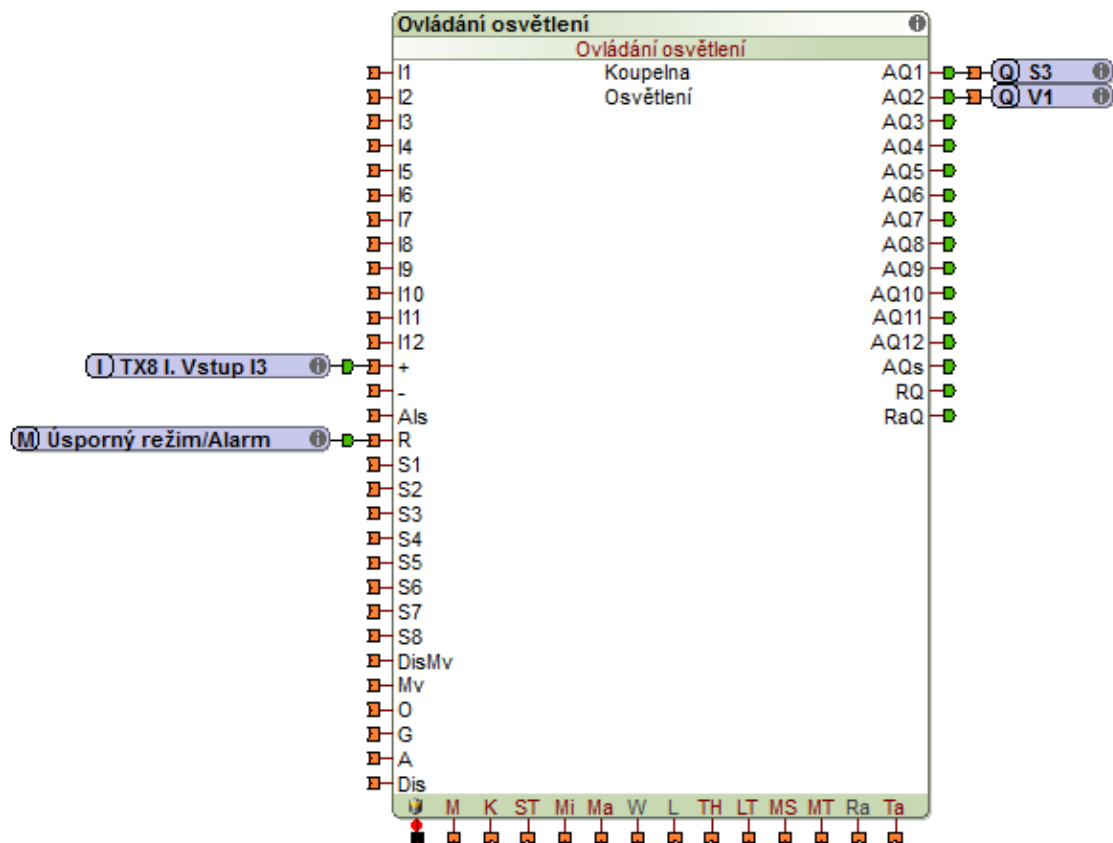
Prvky inštalácie sme rozvrhli vzhľadom na umiestnenie nábytku a na najfrekvencovanejšie miesta budovy, teda do cesty kadiaľ sa pohybujeme. To vedie k istému komfortu a práve komfort sa snažíme zvýšiť použitím inteligentného systému. S výhodou sme použili bezdrôtové tlačidlá, ktoré majú v sebe zabudovaný senzor vlhkosti a teploty. Batéria podľa výrobcu vydrží viac ako 2 roky, čo považujem za dostatočnú dobu. Taktiež niektoré hlavice ovládania kúrenia sú použité bezdrôtové. Použitie takýchto prvkov zjednodušuje kabeláž v objekte, ktorá je v inteligentnom dome už aj tak dosť náročná. Pretože, ku každému prvku musíme priviesť kábel samostatne, aby sme ho mohli ovládať zvlášť. Platí to predovšetkým pre svetlá a žalúzie. Zásuvky môžeme zapájať klasicky na okruhy, mimo tých ktoré budú ovládané. Domový rozvádzač sa väčšinou umiestňuje vo vstupnej hale pri vchodových dverách, ale my máme technickú miestnosť, kde máme elektrický kotol, preto sme sa rozhodli umiestniť rozvádzač do tejto miestnosti.

### 4.2 Možnosti systému LoxOne

V tomto bode sme sa zamysleli nad tým, čo očakávame od našej inteligentnej budovy. Aby sa nám inteligentná inštalácia vyplatila, je dobré využiť jej plný potenciál. Aby sme toho dosiahli, mali by sme využívať všetky dostupné funkcie, prípadne minimálne pri návrhu vykonať predprípravu, aby sme mohli ľahšie dopĺňať jednotlivé funkcie týchto systémov. Pri návrhu sme použili systém od firmy LoxOne, ktorý mimo základné funkcie ako sú: ovládanie svetiel, zásuviek, žalúzií podľa času, dokáže i zložitejšie operácie, ako je vypočítať vykurovaciu krivku, doslova sa naučiť chovanie danej miestnosti. Ďalej podľa súradníc zemepisnej šírky a dĺžky spolu s orientáciou okien, dokáže vypočítať trajektóriu slnka, a tak v správny moment zatiahnuť žalúzie. Podporuje multi-room audio systém, ktorý umožňuje počúvanie hudby nezávisle na miestnostiach. Môžeme ho využiť na budík i alarm.

#### 4.2.1 Návrh svetelných scén

Návrhom svetelných scén, ktoré priradíme jedinému vypínaču, ušetríme náklady na vypínače a i po estetickej stránke budeme na tom lepšie, ak bude na stene jedno

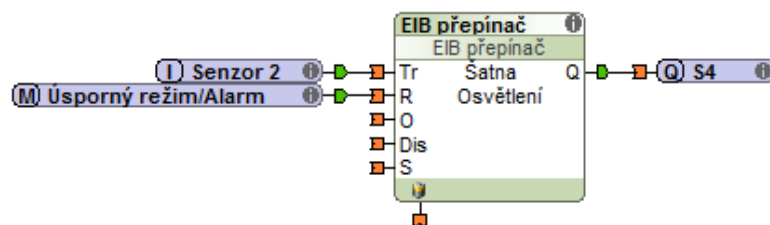


Obr. 4.1: Program obsahující funkce řízení osvětlení s před-programovanými scénami

tlačítko miesto, napríklad piatich. Obvyklé situácie, ako sú upratovanie, sledovanie televízie, oslavy a iné, nahráme do svetelných scén v bloku *Ovládání osvětlení*. Do tohoto bloku pridáme tlačidlo na vstup +, prípadne -. Tento vstup slúži a na postupné prechádzanie všetkých scén. Prípadne môžeme použiť vstupy **I1** až **I12**, ktoré vyberajú jednu scénu z dvanástich. Vstup **R** slúži na okamžité vypnutie všetkých svetiel. Pripojili sme naň výstup z odchodového tlačidla **TC**, ktoré slúži na prechod budovy do úsporného režimu. Na vstup **Mv** pripojujeme pohybový senzor, ktorý dokáže prebiť aktuálnu scénu a po uplynutí doby sa vráti na pôvodnú.

Výstupy **AQx** slúžia na pripojenie svetiel, s ktorými pracujeme. Na tieto výstupy môžeme pripojiť výstup z relátkového rozšírenia alebo výstup stmievača, kde následne môžeme nastaviť i intenzitu osvetlenia v jednotlivých scénach. Na obrázku 4.1 môžeme vidieť príklad zapojenie programu na ovládanie osvetlenia v kúpeľni. Takýto jednoduchý program musíme vytvoriť pre každú miestnosť s viacerými svetlami. Ak sa v miestnosti nachádza jedno obyčajné svetlo bez možnosti zmeny intenzity osvetlenia, vystačíme si jednoduchším programom, ktorý môžeme vidieť na obrázku 4.2. Vložili sme si blok *EIB přepínač*, pretože pracujeme s tlačítkami so zbernicou

KNX/EIB. Na jeho vstup **Tr** sme pripojili senzor s funkciou tlačítka a vstup **R** sme pripojili signál z odchodového tlačítka. Na jeho výstup sme pripojili príslušné svetlo, ktoré chceme ovládať.



Obr. 4.2: Program obsahující funkcie riadenia osvetlenia pomocou tlačítka KNX

## 4.2.2 Klimatické scény

### Vykurovanie

Vykurovanie našej budovy je realizované kombináciou podlahového kúrenia spolu s klasickými radiátormi. Jednotlivé okruhy a miestnosti, ktoré vykurujú sú uvedené v tabuľke 4.1.

Tab. 4.1: Tabuľka vykurovacích okruhov v budove a ich typy.

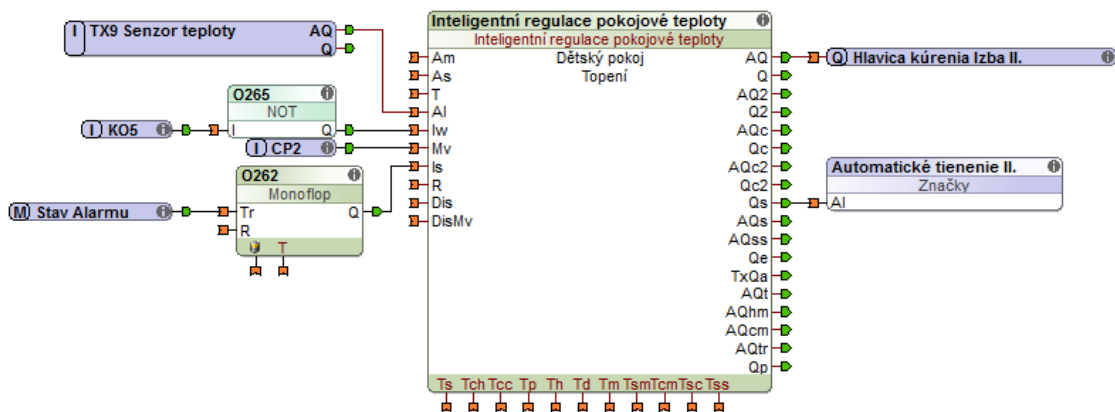
Okruh	Miestnosť	Typ kúrenia	Typ hlavice
Okruh 1	Obývacia izba	Podlahové	Analog
Okruh 2	Jedáleň	Podlahové	Analog
Okruh 3	Kuchyňa	Podlahové	Analog
Okruh 4	Spálňa + šatňa	Podlahové	Analog
Okruh 5	Izba I.	Podlahové	Analog
Okruh 6	Izba II.	Podlahové	Analog
Okruh 7	Kúpeľňa I.	Radiátor	Bezdrôtová
Okruh 8	Kúpeľňa II.	Radiátor	Bezdrôtová
Okruh 9	Chodba + Hala + WC + Tech. miestnosť	Podlahové	Bezdrôtová
Okruh 10	Garáž	Radiátor	Bezdrôtová

Na reguláciu teploty v miestnosti využívame blok *Intelligentní regulace pokojové teploty*, ktorý obsahuje radu vstupov, výstupov a nastavovaných parametrov, ktoré sú vysvetlené v nápovede, prípadne na stránkach výrobcu. V tomto bloku nastavíme čas komfortnej teploty, tzn. od kedy do kedy chceme mať komfortnú teplotu v miestnosti. Mimo tento čas sa nám teplota v miestnosti stiahne na nižšiu, čo vedie k úspore. Čas zopnutia kúrenia si miniserver vypočíta sám podľa veľkosti miestnosti

a jej chovania, teda nenastavujeme čas, kedy sa má zopnúť kúrenie, ale čas, kedy chceme mať teplo.

Celý program vykurovania miestnosti môžeme vidieť na obrázku 4.3. Tento program musíme vytvoriť pre každý vykurovací okruh.

Vstup **AI** je pripojený teplotný senzor v danej miestnosti. Vstup **Iw** slúži na pripojenie okenného kontaktu. Výstup z okenného kontaktu v normálnom režime dáva log 1, preto musíme najskôr negovať a následne pripojiť na vstup bloku. Tento vstup nám zabezpečí vypnutie kúrenia pri otvorenom okne. Vstup **Mv** slúži na pripojenie čidla pohybu. Ak sa niekto nachádza v miestnosti mimo čas pre komfortnú teplotu, posunie sa čas vypnutia kúrenia o domu nastavenú v parametri **Tsc**. To nám zabezpečí teplo pre danú osobu do jej odchodu z miestnosti. Vstup **Is** slúži na stiahnutie kúrenia na úsporný režim. Používame k tomu značku, ktorú sme vytvorili v programe zabezpečovacieho systému. Tento vstup reaguje na krátky impulz, preto sme museli vložiť blok *Monoflop*, ktorý nám z dlhotrvajúceho stavu vytvorí krátky impulz. Dom sa bude nachádzať v úspornom režime, do nasledujúcej zmeny v časovači.

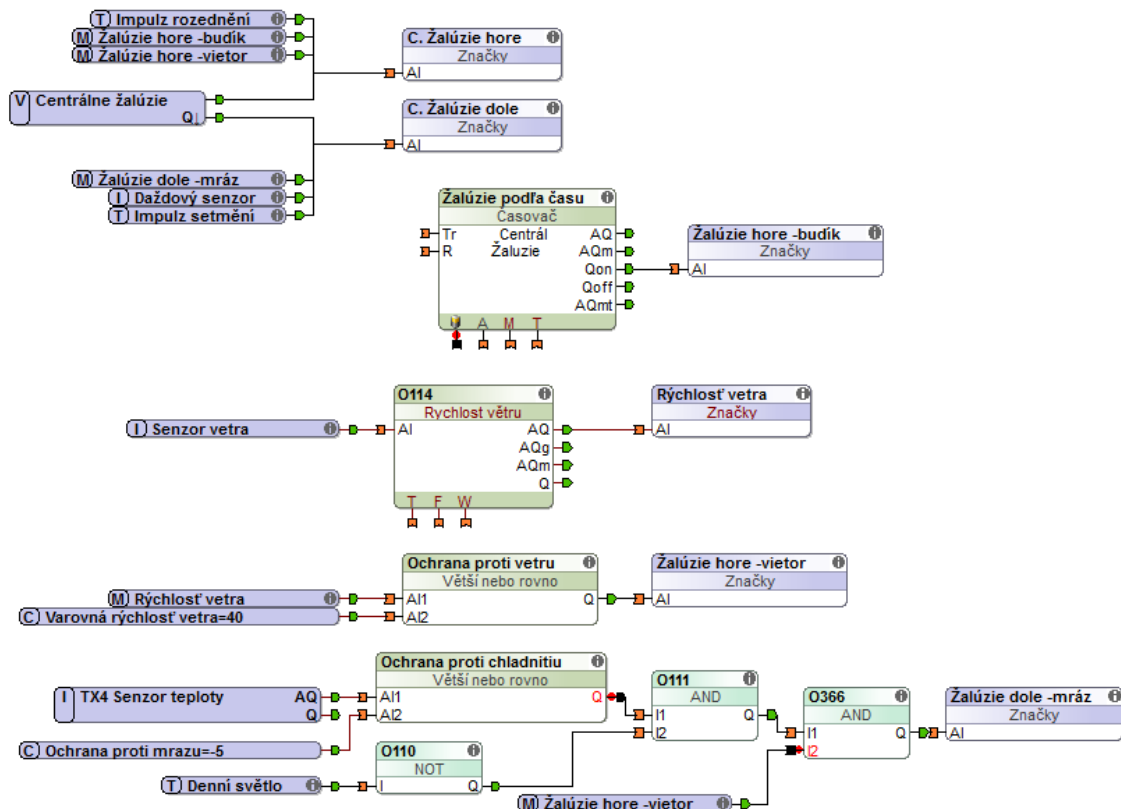


Obr. 4.3: Program obsahujúci funkcie pre vykurovanie detskej izby

Výstup **AQ** slúži na pripojenie hlavného vykurovacieho okruhu, v danej miestnosti, ovládaným analógovou hlavica a výstup **Q** obdobne s tým rozdielom, že sa používa digitálna hlavica. Výstupy **AQ2** a **Q2** majú obdobnú funkciu s rozdielom, že sa jedná o pomocný okruh vykurovania. Výstupy **AQc**, **Qc**, **AQc2** a **Qc2** majú obdobnú funkciu, ale slúžia na chladenie. Výstup **Qs** využívajú automatické žalúzie ako ochranu pred prehrievaním miestnosti od slnka.

## Automatické žalúzie

Na vytvorenie programu automatických žalúzií budeme potrebovať vytvoriť centrálnu funkciu. Tieto funkcie môžeme vidieť na obrázku 4.4



Obr. 4.4: Program obsahujúci funkcie pre centrálnu ovládanie automatických žalúzií

Ako prvé sa musíme zamyslieť, k čomu všetkému chceme automatické žalúzie využívať. Napríklad na tienenie pohľadu z ulice večer a v noci, pri daždi na ochranu okien pred zašpineným, ako clonu pre slnečné lúče, ktoré nepríjemne ovplyvňujú teplotu a pohľad ľudského oka do slnka. Program, ktorý rieši tieto situácie, vyžaduje opakujúce sa funkcie, preto si ich vytvoríme ako centrálnu.

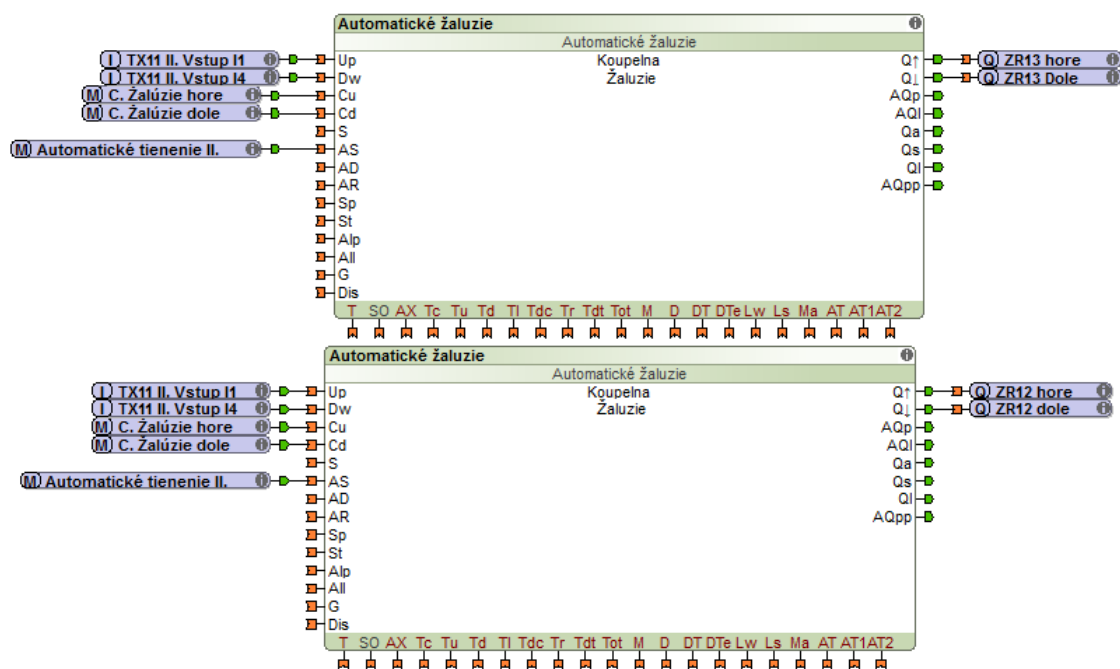
Pre simuláciu si vložíme dvojitý virtuálny vstup, ktorý si označíme *Centrálna žalúzie* a dve značky *C. žalúzie dole* a *C. žalúzie hore*. K týmto značkám priradíme nasledovné funkcie. Aby sa nám nepoškodili pôsobením silného vetra, vytvoríme si centrálnu funkciu. Senzor vetra nám na vstup zasiela krátke impulzy, väčšinou 1 impulz/km, vložíme si vstup, na ktorý je pripojený senzor vetra, k tomu predpripravený blok *Rychlost větru* a na jeho výstup pridáme značku, ktorú pomenujeme *Rychlost vetra*. Práve máme spočítanú rýchlosť vetra a pristúpime k tvorbe podmienky. Vložíme si blok *Větší nebo rovno* a na jeho vstup pripojíme našu značku *Rychlost vetra* a konštantu s hodnotou 40. Vytvoríme značku *Žalúzie hore -vietor*

a pripojíme ju k výstupu porovnávajúceho bloku. Toto nám zabezpečí vytiahnutie žalúzie pri rýchlosti vetra väčšej ako 40 km/h.

Obdobne vytvoríme program porovnávajúci vonkajšiu teplotu, ktorú nám meria senzor teploty umiestnený v tlačítku pri dverách na terase, s hodnotu nastavenou v konštantne. Ďalej sme vložili logický blok *AND* ktorý, keď je noc, nám otvorí výstup. Tento program spôsobí, keď bude noc a  $-5^{\circ}\text{C}$  zatiahnutie žalúzií, aby sa miestnosť neochladzovala. Pri tomto prípadne môže nastať situácia, keď bude mrznúť a bude fúkať silný vietor. Vyššiu prioritu má ochrana žalúzií, a tak sme pridali ďalší blok *AND*, do ktorého sme pripojili výstup z funkcie pre ochranu pre pred vetrom. Tento vstup je samozrejme negovaný a výstup z funkcie porovnávajúci vonkajšiu teplotu. To nám zaručí, ochranu žalúzií pred vetrom i pri mraze.

Ako poslednú sme vytvorili funkciu budíčka, kde sa v nastavenom čase vytiahnu žalúzie a dovoľia slnečným lúčom nás prebudiť.

Ak máme všetky centrálné funkcie hotové, pristúpime k programu ovládania žalúzií v jednotlivých miestnostiach. Ako príklad si uvedieme program v kúpeľni, ktorý môžeme vidieť na obrázku 4.5.



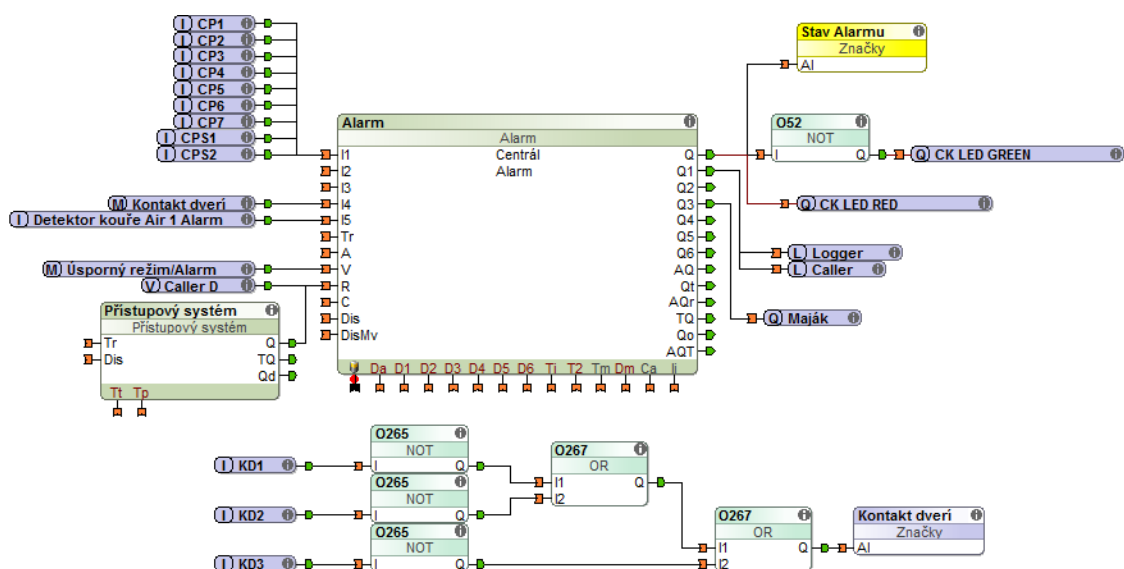
Obr. 4.5: Program obsahujúci funkcie pre ovládanie automatických žalúzií v kúpeľni

V miestnosti sa nachádzajú dve okná a dve samostatné žalúzie. V 90% prípadov budeme tieto žalúzie ovládať spoločne, a preto nám bude stačiť jedno tlačítko na ovládanie oboch. Pre prípady, kedy ich budeme chcieť ovládať samostatne, musíme každý motor oboch žalúzií zapojiť do rozvádzača samostatne a následne ich ovládať cez aplikáciu v telefóne.



Vložíme si dva bloky *Automatické žalúzie*, pretože máme dvojce žalúzie a budeme ich chcieť ovládať samostatne. Pripojíme k nim príslušné výstupy tlačítka na vstupy **Up** a **Dw** daného bloku a výstupy tohoto bloku motor žalúzií, ktoré chceme ovládať. Následne pripojíme výstupy centrálnych funkcií, ktoré sme si predpripravili na inom liste dokumentu. Pripojíme ich na vstupy **Cu** a **Cd** daného bloku, tieto vstupy nám vykonajú, po krátkom impulze, kompletnú jazdu žalúzií. Vstup **As** slúži na automatické tienenie dopadajúcich slnečných lúčov na okno. Informáciu o tom, kedy sa majú lamely natočiť, získame z trajektórie slnka a z programu inteligentného vykurovania. Aby to celé fungovalo podľa našich predstáv, musíme nastaviť do bloku individuálne parametre každého okna ako napríklad orientáciu okna, prekážky dopadajúcim slnečným lúčom, ale i čas jazdy žalúzií smerom hore i dole. Vysvetlenie týchto parametrov nájdeme v pomocníku daného bloku.

### 4.2.3 Bezpečnostný systém



Obr. 4.6: Program obsahujúci funkcie bezpečnostného systému

Pomocou systému LoxOne sa dá veľmi rýchlo a jednoducho vytvoriť bezpečnostný systém, ktorý bude ale fungovať spoľahlivo a podľa našich predstáv. Vytvoríme si novú stránku v dokumente, kde vložíme blok *Alarm* a na vstup **I1** pripojíme všetky pohybové čidlá, na vstup **I4** pripojíme všetky kontakty dverí cez vytvorenú značku *Kontakt dverí*. Túto značku sme museli vytvoriť, pretože kontakty dverí nám v normálnom stave posielajú na vstup log 1. To by nám aktivovalo alarm prakticky ihneď po zapnutí zabezpečovacieho systému. Preto sme každý vstup museli negovať. Vstup **V** slúži na zapnutie zabezpečovacieho systému. K nemu sme pripojili centrálnu

tlačidlo, umiestnené pri vchodových dverách, ktoré slúži, okrem iného, na zapnutie alarmu. Vstup **R** slúži na jeho vypnutie. Na tento vstup sme pripojili výstup z bloku *Přístupový systém*. Tento blok vyhodnocuje sériové čísla z priloženého elektronického kľúča. Čítačka týchto kľúčov je umiestnená pri hlavnom vstupe do budovy. V čítačke elektronických kľúčov sú zabudované LED diódy, červená a zelená. Tieto diódy sú pripojené na výstup **Q**, ktorý signalizuje stav alarmu. Ak svieti červená dióda, alarm je zapnutý, ak svieti zelená, alarm je vypnutý. K tomuto výstupu sme ešte pripojili značku *Stav Alarmu*, ktorú využijeme na aktiváciu úsporného režimu vykurovania.

Výstup **Q1** slúži na aktiváciu tichého alarmu a sú naň pripojené funkcie *Logger*, ktorá nám zapíše záznam o čase aktivácie alarmu a zároveň funkciu *Caller*, ktorá zašle správu na mobilný telefón majiteľovi objektu. Výstup **Q3** slúži na aktiváciu optického alarmu. Na tento výstup je pripojený majáček, umiestnený na prednej strane budovy.

## 5 FOTOVOLTAIKA

Vývojom fotovoltaického (FV) článku sa zaoberali A. E. Becquerel, W. G. Adams a R. E. Day, ale významný pokrok vo vývoji FV článku učinil Albert Einstein, ktorý objasnil fotovoltaický jav, za ktorý dostal Nobelovú cenu za fyziku v roku 1921.

Prvou aplikáciou, kde sa využívali FV panely ako zdroj energie, bol vesmírny program, kde sa využívajú dodnes. Komerčne sa začali objavovať ako zdroj napájania pre drobnú elektroniku (kalkulačky, hodinky...). Silný rozvoj týchto panelov nastal v roku 1973 a priam lavínové rozšírenie panelov nastalo v posledných rokoch vďaka dotačným programom a zameraniu na obnoviteľné zdroje energie. [13]

### 5.1 Základný princíp

FV články využívajú energiu slnka a fotoelektrický jav k vytvoreniu elektrickej energie. Je to teda priama premena slnečného žiarenia na elektrický jednosmerný prúd. Elektróny sú uvoľňované z látky v dôsledku absorpcie elektromagnetického žiarenia látkou. Absorpcia je spôsobená interakciou fotónu s elektrónmi a jadrami danej hmoty. Pre funkciu FV článku je dôležité, aby fotón uvoľnil v látke elektrón a vznikol tak pár elektrón - diera. Aby k tomu došlo, musíme použiť polovodiče, pretože v nich sú elektróny a diery separované vnútorným elektrickým polom PN prechodu. Najjednoduchší FV článok pozostáva z veľkoplošnej diódy s jedným PN prechodom, pričom musí splniť tieto podmienky:

- fotón musí byť pohltený,
- fotón musí excitovať elektrón do vyššieho vodivostného pásu,
- vzniknutá dvojica elektrón - diera musí byť separovaná, aby sa znovu nespojila,
- oddelené náboje sa odvádzajú ku spotrebiču [14],[15].

### 5.2 Limity a účinnosť

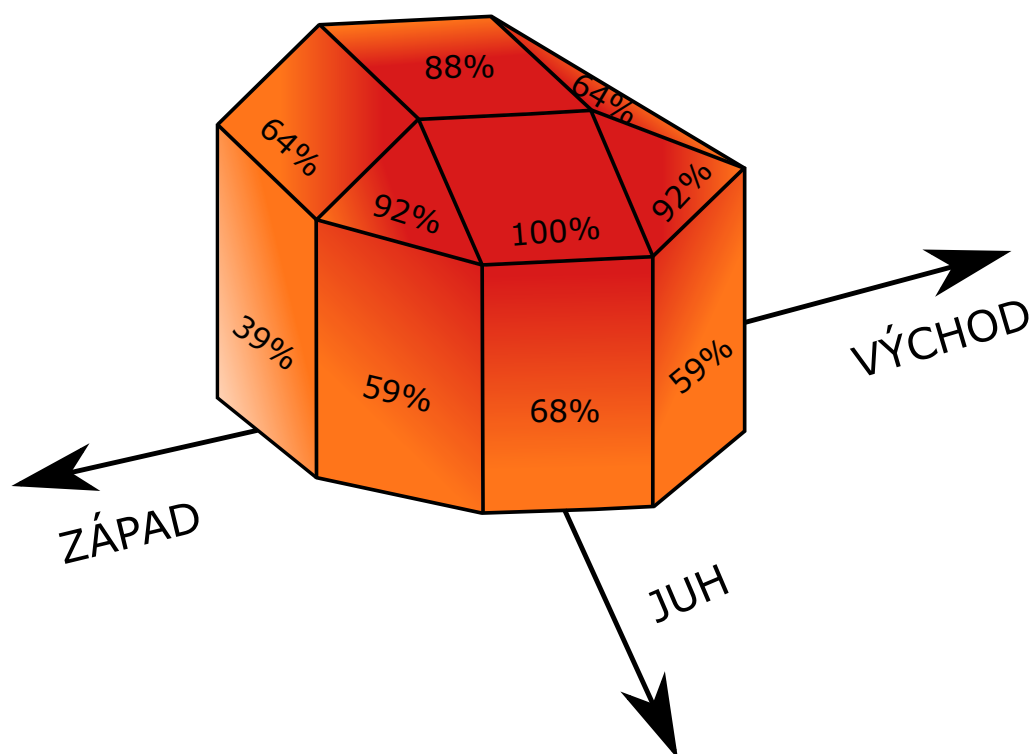
Shockleyov-Queisserov limit udáva teoretickú maximálnu účinnosť premeny slnečného žiarenia na elektrickú energiu pre FV článok s jedným PN prechodom. Napríklad pre kryštalický kremík je tento limit mierne nad 33%. Tento limit je možné prekonať použitím väčšieho množstva PN prechodov. Napríklad dvojvrstvový článok má teoretickú účinnosť 42%, trojvrstvový 49%, pre nekonečný počet vrstiev je to 68%. Tieto účinnosti sú teoretické a testované pri optimálnych podmienkach. Komerčne predávané články dosahujú okolo 22%.

Účinnosť závisí na teplote článku, intenzite dopadajúceho žiarenia a uhlu natočenia článku k dopadajúcemu žiareniu. Vplyvom zvýšenej teploty dochádza ku zníženiu

napätia naprázdno a tým k zníženiu zatažovacej charakteristiky. Pri dlhotrvajúcich vysokých teplotách okolitého vzduchu ( $40^{\circ}\text{C}$ ), bez chladenia panelu (bezvetrie) sa povrchová teplota panelu vyšplhá na  $80^{\circ}\text{C}$ , čo vedie k poklesu dodávaného výkonu z panela.

Ďalej účinnosť závisí na intenzite dopadajúceho žiarenia a sériového odporu panelu. Ak je veľkosť sériového odporu malá, účinnosť rastie s rastúcou intenzitou žiarenia, až dosiahne do maximálneho bodu, kde účinnosť začne klesať pri pokračujúcom raste intenzity žiarenia. Ak je sériový odpor veľký, účinnosť klesá s rastúcou intenzitou žiarenia.

Uhol natočenia k dopadajúcemu žiareniu taktiež ovplyvňuje účinnosť. V našich podmienkach je optimálny uhol natočenia pre letné obdobie  $30^{\circ}\text{C} - 45^{\circ}\text{C}$  a pre zimné obdobie  $60^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C}$ . Veľkú úlohu tu hrá i natočenie panelu na svetové strany. Najoptimálnejšia je južná strana. Jednotlivé natočenia a ich výkon môžeme vidieť na obrázku 5.1. [14],[15] [16]



Obr. 5.1: Výkon panelu v závislosti na orientácii na svetové strany.

### 5.3 Materiály a štruktúra FV panelu

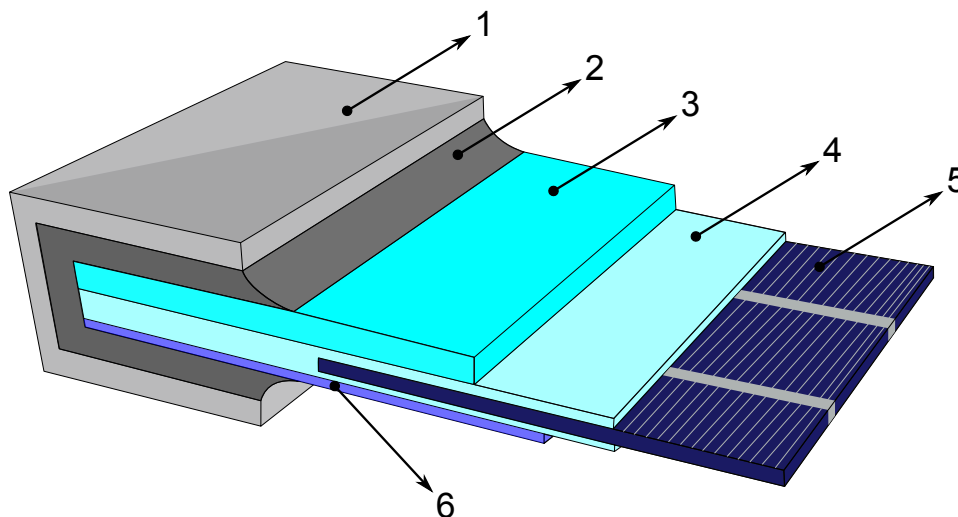
Najpoužívanejším materiálom na výrobu FV článku je kremík (Si), vďaka šírke jeho zakázaného pásu je možné dosiahnuť vysokej účinnosti. Ďalším kritériom pre výmer

tohto materiálu sú dobre zvládnuté technologické postupy na vytváranie štruktúr článku a široké využiteľné spektrum slnečného žiarenia pre kremíkový článok.

### Typy kryštalických štruktúr kremíka

- **Mono-kryštalický kremík** - túto štruktúru využívali prvé FV články. Sú tvorené s kryštálmi bez porúch kryštalickej štruktúry. Na výrobu sa využíva veľké množstvo kremíku a preto sú drahé. Účinnosť takéhoto článku je v rozmedzí 12 - 17 %.
- **Poly-kryštalický kremík** - táto technológia prispela k zníženiu investičných nákladov, na druhej strane náhodné usporiadanie kryštálov neumožňuje texturáciu povrchu a tým pádom nedosahuje takú účinnosť, ako v predchádzajúcom prípade. Táto účinnosť sa pohybuje v rozmedzí 11 - 14 %
- **Amorfny kremík** - tento typ nemá pevnú kryštalickú mriežku. Panely môžu byť tenšie a ohybné, čo sa perfektne hodí v špecifických aplikáciách. Sú lacnejšie ako predchádzajúce typy, no bohužiaľ dosahujú účinnosti v rozmedzí 5 - 9 %.

Samotný panel tvoria FV články o veľkosti až 20x20cm, pospájaných do väčšieho celku - panelu. Je to modul s predpísanými mechanickými, optickými a elektrickými vlastnosťami. Štruktúra panelu je zobrazená na obrázku 5.2.



Obr. 5.2: Štruktúra FV panelu. (1. hliníkový rám, 2. vodotesná guma, 3. tvrdené sklo, 4. EVA, 5. FV článok, 6. tedlar.)

- **Hliníkový rám:** tvorí nosnú konštrukciu panelu. Vďaka hliníku je táto konštrukcia ľahká a odolná voči korózii. Sú v ňom montážne otvory na prichytenie panelu k upevňovaciemu rámu.

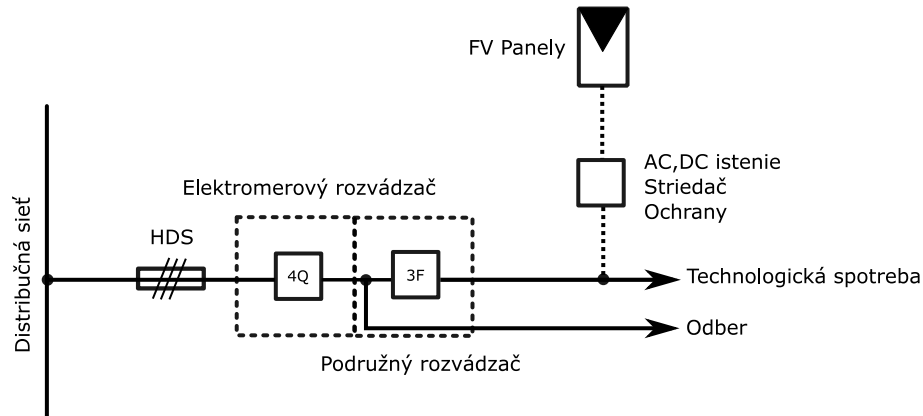
- **Tvrdené sklo:** chráni FV články proti mechanickému poškodeniu a poveternostným vplyvom. Toto sklo musí byť vysoko priepustné so zníženou odrazivosťou slnečných lúčov.
- **EVA (ethylene-vinyl acetate):** Je to ochranná vrstva medzi tvrdeným sklom a FV článkom. Vďaka tvrdenému sklu a EVA vrstve panel odolá i silnému krupobitiu (do priemeru 25 mm). Taktiež je to vysoko priepustná vrstva, ktorá sa nanáša vo vákuu pri teplote 150 °C.
- **Tedlar:** krycia fólia nanášaná v niekoľkých vrstvách zo spodu panela. Slúži ako mechanická ochrana.
- **Pripojovací box:** Tento box je prichytený v alebo na hliníkovom ráme panela. Vo vnútri sa nachádza svorkovnica s vývodmi z článkov a diódy. [14],[15] [17]

## 5.4 Rozdelenie FV systémov podľa zapojenia

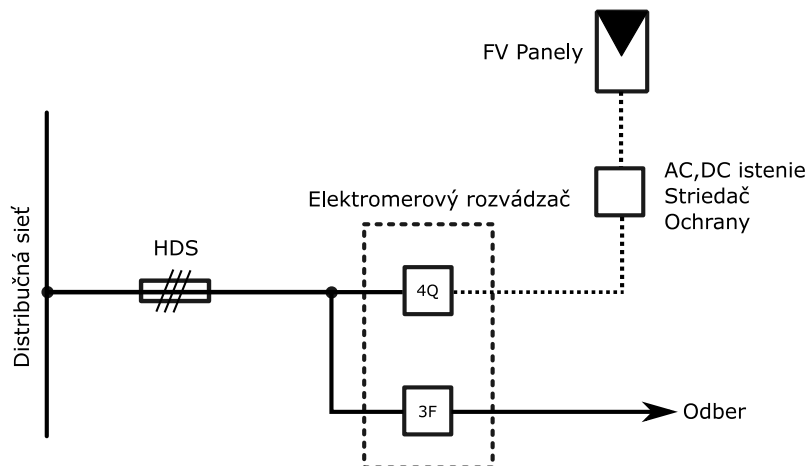
Existujú tri typy FV systémov rozdelených podľa ich zapojenia:

- **Autonómne systémy** - tieto systémy sa nazývajú ostrovné systémy, používajú sa tam, kde nie je verejná distribučná sieť. Skladajú sa z FV panelov, regulátora nabíjania akumulátorov, akumulátorov, invertorov a systémov ochrán vedenia. Regulátor nabíjania batérií zaisťuje optimálne dobíjanie akumulátorov, ktoré sa využívajú s pomalým nabíjaním i vybíjaním. K takémuto systému je možné pripojiť spotrebiče na jednosmerný DC prúd ale i spotrebiče s AC prúdom. Tieto spotrebiče sa zapájajú za invertory, ktoré menia DC napätie na AC s vlastnosťami klasickej distribučnej siete. Príklady využitia: chaty bez distribučnej siete, dopravné signalizácie a podobne.
- **Hybridné systémy** - tieto systémy sú kombináciou FV elektrární a ostrovných systémov. FV systém vytvára toľko energie, ktorá pokryje čiastočnú spotrebu objektu. Energia sa využíva na ohrev TUV, vykurovanie, klimatizácia, chod bazénu a podobne. Spotreba energie, ktorú nepokrýva FV systém sa odoberá z klasickej distribučnej siete.
- **Systémy priamo spojené so sieťou** - radia sa sem FV elektrárne a objekty, ktoré vyrábajú viac energie, než je ich spotreba. Tieto systémy sú bez akumulácie energie, pretože prebytky energie predávajú do distribučnej siete. Skladajú sa z FV panelov, invertorov, regulátorov, merania a systému ochrán. Možné zapojenia môžeme vidieť na obrázku 5.3, ktorý predstavuje zapojenie, kde sa prevažná časť vyrobenej energie spotrebuje. Za hlavnú domovú skriňu (HDS) je osadený 4Q štvor-kvadrantový elektromer a za ním je domový rozvod a FV systém. Na obrázku 5.4 je zapojenie, kde prevažná časť energie sa predáva do distribučnej siete. FV systém sa zapája medzi HDS a stávajúci

elektromer cez 4 Q elektromer.



Obr. 5.3: Zapojenie FV systému k stávajúcemu rozvodu pre prípad spotreby energie v danom mieste výroby. Prevzaté z [22].



Obr. 5.4: Zapojenie FV systému k stávajúcemu rozvodu pre prípad predaja energie do distribučnej siete. Prevzaté z [22].

## 5.5 Invertoary - meniče napätia

FV panely produkujú jednosmerný prúd. Aby bolo možné takýto systém napojiť na distribučnú sieť, musí sa tento jednosmerný prúd zmeniť na striedavý. K tomu účelu slúžia meniče napätia, tzv. invertoary. Základné vlastnosti meniča sú nasledovné. Musí vytvárať napätie zhodné s distribučnou sieťou a musí dodávať čo najväčší výkon s minimom strát. K tomuto účelu slúži funkcia maximum power point tracking (MPPT), ktorá sleduje volt-ampérovú charakteristiku panelu a mení

vstupný odpor meniča tak, aby sa dosiahla najväčšia výroba energie. To nám zabezpečuje maximálny výkon i pri zmene intenzity žiarenia, teploty panelu a iných vplyvov.

Existujú dva druhy invertorov, tie čo sa používajú pre ostrovné systémy a tie, ktoré sú napojené na distribučnú sieť. Invertory pre ostrovné systémy majú fixnú frekvenciu 50 Hz tak, ako klasická distribučná sieť. Invertory pre napojenie na distribučnú sieť sledujú aktuálne hodnoty frekvencie a napätia distribučnej siete a prispôbujú tomu svoj výstup.

Vzájomné zapojenie meničov a panelov je možné hneď tromi spôsobmi:

- Modulovo - ku každému meniču je pripojený jeden panel. Toto riešenie sa v praxi nevyužíva kvôli vysokej cene meničov. Využíva sa v aplikáciach pre malé výkony, kde postačuje jeden panel.
- Reťazovo - využíva sa väčší počet meničov, ku každému jednému je pripojených viacero panelov, ktoré sú zapojené do série. Tento spôsob sa využíva na rodinných domoch.
- Centrálné - existuje tu len jeden veľký menič, ku ktorému sú pripojené všetky panely. Tieto panely vytvárajú sériovo-paralelnú kombináciu. [22]

## 5.6 Požiarna bezpečnosť FV systému

Vzhľadom na ohrozenie života hasiča úrazom elektrickým prúdom, nezostáva hasičskému zboru nič iné, ako nechať kontrolovane objekt dohorieť. Je to z toho dôvodu, že i po odpojení meniča a všetkých prístrojov napojených na FV panely, ostávajú prívodné vodiče stále pod prúdom. Preto sa DC odpájače inštalujú v tesnej blízkosti panelov. Tieto odpájače musia mať automatickú funkciu, ktorá v prípade požiaru automaticky odpojí rozvody FV systému od panelov. Táto funkcia je realizovaná pomocou požiarneho detektora (vhodnejší prípad) alebo môže byť realizovaná dostatočne dimenzovaným DC stykačom, ktorý odpojí vedenie FV systému, ak hasič zhodí hlavný istič pre daný objekt. Avšak toto riešenie odpojí systém i pri výpadku energie z distribučnej siete, teda nebudeme mať energiu, i keď by sme ju mohli bez problémov čerpať zo slnka. [21]



## 6 NÁVRH A DIMENZOVANIE FV SYSTÉMU

Návrh FV elektrárne na streche budovy musí splňovať normu ČSN 33 2000-4-444 a súbor noriem ČSN EN 62305 ed.2 i stavebné predpisy. Neexistuje žiadne univerzálne riešenie pri návrhu FV systému, preto pri návrhu postupujeme nasledovne: Technik spoločnosti, ktorá bude realizovať výstavbu FV elektrárne:

- vytvorí snímky stanovišťa FV elektrárne, stanovište umiestnenia meniča, vedenie káblov a miesto napojenia na distribučnú sieť.
- Analyzuje možné zatienenie panelov.
- Určí polohu a využiteľnú plochu strechy
- Stanový typ článku a spôsob montáže panelov.
- Stanový hrubý odhad výkonu.

Po získaní týchto vstupných informácií:

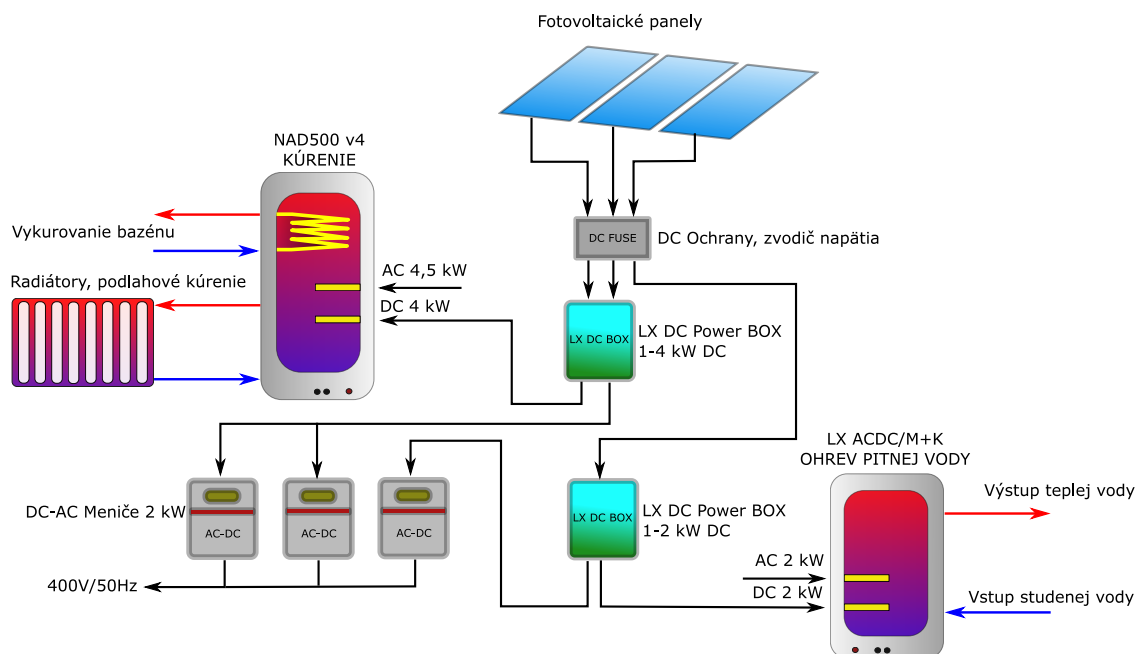
- stanoví koncepciu FV systému, počet panelov a meničov.
- Dimenzuje jednotlivé súčasti FV systému.
- Navrhne blokovú schému zapojenia.
- Vytvorí nákras strechy s usporiadaním modulov a montážneho systému.
- Dimenzuje ochrany pred bleskom, AC ochrany, DC ochrany a uzemnenie.
- Zvolí pripojovaciu skriňu a rozmiestnenie prvkov ochrán.
- Vypočíta výnos a vytvorí simuláciu.
- Vytvorí cenovú reláciu a vyhotoví ponuku.
- Po schválení nasleduje realizácia FV elektrárne.
- Nasleduje kontrola správnosti zapojenia a skúška bezproblémového chodu. [24]

Na začiatku celého tohoto procesu je dôležité stanoviť, k akému účelu bude FV elektráreň slúžiť. Podľa toho optimalizujeme výkon elektrárne, buď na výrobu veľkého množstva energie a prebytok budeme predávať do distribučnej siete, alebo výrobu optimalizujeme na takú úroveň, ktorá bude menšia alebo rovná spotrebe v danom mieste výroby. V ďalšom kroku musíme zohľadniť plochu, orientáciu a sklon strechy. A tiež, či nám nebudú na panely dopadať tieň stromov, stĺpov alebo vyšších budov.

V našom prípade budeme FV systém využívať ako podporu a zníženie nákladov na prevádzku elektrických spotrebičov, teda nejedná sa o ostrovný systém. Našou elektrárnou budeme primárne pokrývať spotrebu veľkých spotrebičov, ako ohrev TUV, v zimnom období vykurovanie domu a v letnom období vykurovanie bazénu.

Výkon sme zvolili výkon 6 kW, čo pokryje v našom prípade cca tretinu spotreby domu. Principiálne zapojenie môžeme vidieť na obrázku 6.1 a kompletnú schému zapojenia môžeme vidieť v prílohe A, strana 65.

## 6.1 Princíp FV systému



Obr. 6.1: Principiálne zapojenie FV systému na ohrev TUV a vykurovania.

Princíp návrhu spočíva v dvoch oddelených systémoch, 4 kW na vykurovanie a 2 kW na ohrev TUV (teplej úžitkovej vody).

Ohrev TUV zabezpečujeme DC výhrevnou špirálou o výkone 2 kW napájanou z FV panelov cez LX DC power box (funkcia tohoto boxu je vysvetlená nižšie). Podporu ohrevu v čase nedostatočnej intenzity slnečného žiarenia, dlhodobé nepriaznivé počasie alebo počas noci, realizujeme AC výhrevnou špirálou o výkone 2 kW, napájanou zo siete. Pre prípad, aby sa nám voda zbytočne nenahrievala v noci a cez deň, keď je slnečno, už nemôžeme využiť slnečné žiarenie na ohrev pretože máme už vodu ohriatu, je táto AC špirála napojená cez termostat s nastavenou nižšou teplotou a dohrev vody na požadovanú teplotu je realizovaný pomocou energie z FV panelov. V prípade, ak je voda nahriata na požadovanú teplotu, sa energia z panelov prevedie do AC-DC meniča a je posielaná do rozvodov v rodinnom dome. Požadovanú teplotu nastavíme na maximum, teda 70 °C. (Táto teplota sa môže v skutočnosti líšiť od uvedenej v tomto texte v závislosti od zvyklostí hospodárenia s vodou konkrétneho užívateľa. V prípade malého odberu vody z bojlera, sa môže termostat nastaviť na nižšiu teplotu.) To zabezpečí maximálne využitie slnečnej energie a na výstup bojlera pripojíme zmiešavací ventil, ktorý primiešava studenú vodu do systému. Týmto zabezpečíme bezpečnú teplotu vody vo vodovodnom systéme. Na ventile nastavíme požadovanú teplotu a otváranie ventilov je riadené automaticky.

Vykurovanie domu je zabezpečené DC výhrevnou jednotkou o výkone 4kW a podporou AC výhrevnou jednotkou o výkone 3,3kW. Táto AC výhrevná jednotka má podobnú funkciu ako pre ohrev TÚV, pracuje počas noci a do určitej, nižšej, teploty a dohrev na požadovanú teplotu je realizovaný DC výhrevnou jednotkou. V prípade plného nahriatia vody v systéme vykurovania sa energia z panelov presúva do AC-DC meničov.

Vykurovanie bazénu je realizované v rovnakej nádrži, ktorá slúži na vykurovanie domu. Ohrievanie vody je zabezpečené cez výmenník tepla vstavaný v tejto nádrži. V letnom období sa uzavrie okruh vykurovania domu, odstaví sa AC výhrevná špirála a ohrev vody je výhradne cez DC výhrevné špirály, napájané ekologickou energiou z FV panelov. Primárne posielame energiu na ohrev vody v bazéne ale v prípade zvýšeného odberu energie domácnosti (spustíme výkonný spotrebič, prípadne viacero menších, t.j. nachádzame sa cez deň doma) sa energia z panelov presmeruje do meničov. Po nahriatí vody v bazéne sa energia z panelov presunie do meničov automaticky a prebytky energie posielame do distribučnej siete.

### **6.1.1 Panely**

Prevažnú časť finančných nákladov na realizáciu FV systému tvoria panely. Preto základom úspechu je voľba správneho panelu, teda panel kvalitný s dlhou životnosťou, vysokým výkonom a dlhotrvajúcou zárukou. Vďaka ideálnej polohe strechy rodinného domu môžeme použiť poly-kryštalický typ panelu, ktorý v porovnaní s inými typmi panelov, vyrába v zimnom období viac energie (pretože pracuje i difúznym, odrazeným, žiarením) a potrebuje cca polovičnú plochu strechy ako tenko-vrstvé panely.

Vybrali sme preto panely s označením IBC Polysol 260cs od firmy IBC Solar. Tieto panely majú nominálnu hodnotu napätia 31,1 V a prúdu 8,37 A. Celkový počet 24 kusov zapojených v troch vetvách, z toho dve vetvy sú spojené paralelne. Jedna vetva obsahuje 8 sériovo zapojených panelov s celkovým výkonom 2 kW. Teda celkový výkon elektrárne je rozdelený na dve časti, 4 kW pre vykurovanie bazénu a domu a 2 kW na ohrev pitnej vody.

### **6.1.2 DC-AC ochrany**

#### **Ochrany na strane DC**

na výstupe z panelov je nainštalovaný systém ochrán a to zvodič napätia, typ SVF-1000-2VB-MZ od firmy OEZ, ktorý má ochrannú funkciu pri zásahu blesku. Tieto zvodiče sa umiestňujú na jednu stranu kabeláže v prípade, ak kabeláž nie je dlhšia ako 10 m. V opačnom prípade sa tieto zvodiče umiestňujú na oba konce kabeláže.

Ďalej sa tu nachádza odpájač, typ 5TE2 515-1 od firmy OEZ, ktorým odpojíme systém od panelov v prípade údržby. Následne sú v návrhu použité poistkové odpojovače, typ OPT22/3 od firmy OEZ. Do týchto poistkových odpojovačov sú vložené poistky PT22 16A gR/gS s nominálnou hodnotou prúdu 16 A a napätia 1000 V DC. Tieto poistky majú ochrannú funkciu panelov a kabeláže.

Celý systém musí byť dimenzovaný na minimálne napätie, vypočítané podľa nasledujúceho vzorca:

$$U = 1,2 \cdot U_{OC} \cdot M, \quad (6.1)$$

kde  $U_{OC}$  je napätie panelu naprázdno a  $M$  je počet panelov v sérii. Činiteľ 1,2 zohľadňuje nárast napätia pri nízkych teplotách okolia panelu a výrobnú toleranciu. Nominálny prúd  $I_N$  poistkového odpájača musí byť dimenzovaný na prúd vypočítaný nasledujúcim vzorcom:

$$1,4 \cdot I_{SC} < I_N < 0,7 \cdot I_{MOD-REVERSE}, \quad (6.2)$$

kde činiteľ 1,4 zohľadňuje použitie pri teplote okolia 60 °C a intenzite žiarenia 1 kW/m<sup>2</sup>. Prúd  $I_{SC}$  je prúd v skrate.  $I_{MOD-REVERSE}$  je maximálny dovolený spätný prúd panela. [23]

## Ochrany na strane AC

Tu sa umiestňujú klasické ističe s menovitým prúdom, ktorý je schopný dodať AC-DC menič napätia. I na túto stranu umiestňujeme z vodiče napätia, ale v našom prípade sú už umiestnené v hlavnom rozvádzači.

### 6.1.3 LX DC POWER BOX

Tento power box vyrába firma Logitex a slúži na výkonové prispôsobenie FV panelov k odporovej záťaži, teda výhrevnému telesu vloženému do akumuláčnej nádrže. Toto zariadenie pracuje s funkciou známou ako MPPT - Maximim Power Point Tracking (Sledovanie maximálneho bodu výkonu). V podstate slúži na impedančné prispôsobenie výhrevného telesa, aby odoberalo maximálny výkon z FV panelov v danom momente za každej intenzity slnečného žiarenia.

Toto prispôsobenie pracuje na klasickom komparatívnom vyhľadávaní maximálneho bodu výkonu, riadenom pomocou procesora. Využíva k tomu špeciálne matematické funkcie ako aj elektrické obvody, ktoré sú patentovo chránené.

Výhodou použitia prispôsobenia impedancie výhrevného telesa je jeho jednoduchosť a vysoká rýchlosť odzvy na zmenu vonkajších pracovných podmienok.

Tento power box môže pracovať v dvoch režimoch:

- **Režim riadeného napájania - ON MPP:** tento režim je indikovaný zelenou LED diódou a vykonáva vyššie spomínanú funkciu MPPT. Tento režim je určený pre nepriaznivé podmienky a pre nepriame, difúzne žiarenie dopadajúce na panely.
- **Režim priameho napájania - OFF MPP:** tento režim je indikovaný žltou LED diódou a má primárne vypnutú funkciu MPPT, ale ak klesne hodnota dodávaného prúdu z FV panelov pod určitú úroveň, opätovne sa spustí funkcia MPPT. Tento režim je výhodný pre letné obdobia, kedy je intenzita slnečného žiarenia dostatočujúca a nepotrebujeme riadenie napájania, čo by malo za následok tepelné straty. [18]

Ďalej verzia s výkonom 1-4kW je vybavená prednostným presmerovaním DC energie. Pomocou potenciálového kontaktu 12 V AC, ku ktorému je pripojené prednostné zariadenie, si môže vyžiadať napájanie. Box obsahuje dve funkcie:

- **ON GRIND** - meničom vyrobený AC prúd je dodávaný do siete zakaždým, keď bude voda v akumuláčnej nádrži zohriata na požadovanú teplotu. Ak začne spotrebič, ktorý je spojený s bez-potenciálovým kontaktom LX DC BOXU, spotrebovať energiu, presmeruje sa energia z panelov do meniča. Ten ju premení na AC prúd, ktorým je napájaný spotrebič, ktorý o to požiadal.
- **OFF GRIND** - meničom vyrobený AC prúd je dodávaný do siete, len ak si ho zariadenie vyžiada pomocou kontaktu k tomu určenému. To znemožní posielanie prebytkov do distribučnej siete. [27]

#### 6.1.4 Menič

Na premenu jednosmernej energie na striedavú sme vybrali menič Sunny Boy 2100TL od firmy SMA. Finančná investícia do meniča je natoľko veľká, že sme sa rozhodli dôverovať firme s vyše 20 ročným pôsobením na trhu. Parametrovo tento menič spĺňa požiadavky nášho návrhu a i pomerom cena/výkon je prijateľný. Cena jedného kusu je cca 25 000 kč.

Firma SMA pri tomto modeli razí cestu nekompromisnej ochrany obsluhy, tzn. majú integrovanú bezpečnostnú koncepciu. Táto koncepcia zaisťuje rovnakú bezpečnosť ako u meničov s transformátorom. Menič monitoruje oddelenie FV generátora v stand-by režime rovnako, ako vybijací prúd v napájacom režime a odpojí všetky póly generátora v prípade poruchy. Všetky elementy bezpečnosti sú navrhnuté redundantne, a tým odpadajú pravidelné prevádzkové skúšky.

V meniči neustále prebieha monitorovanie distribučnej siete ako frekvencia, napätie, impedanciu,... Týmto je zabezpečené, že menič nebude pracovať v „ostrovnom“ režime. Pomocou komunikačného rozhrania ethernet a webovou aplikáciou je možné toto monitorovanie sledovať zo vzdialeného miesta.

Výrobca uvádza nominálny výkon 1,95 kW AC a maximálny, pri účinníku 1, dodá výkon 2,1 kW AC. Maximálny vstupný výkon povoľuje 2,2 kW DC čo plne vyhovuje našim požiadavkám. [25]

### 6.1.5 Akumulačné nádrže

Akumulačná nádrž NAD 500 v4 poskytuje objem vody 500l a jeden výmenník ako možnosť pripojenia tepelného čerpadla alebo iného zdroja ohrevu vody, prípadne môže slúžiť na ohrev bazéna. Nádrž je určená ako aj na ohrev pitnej vody tak aj vykurovanie. Táto nádrž sa vyrába s možnosťou vloženia až troch telies s prírubou veľkosti G 6/4". Pre náš prípad použijeme dve príruby na výhrevné jednotky. Jednu DC o výkone 4 kW na ohrev vody z energie z panelov a druhú pomocnú AC 3,3 kW.

Táto AC jednotka obsahuje výhrevné teleso i termostat na nastavenie teploty vody v rozsahu 0-75 °C a bezpečnostnú poistku, ktorá odpojí prívod energie na všetkých póloch pri teplote vody vyššej ako 90, °C. Napájaná je 400 V 50 Hz.

DC jednotka obsahuje dve výhrevné telesá, každé o výkone 2 kW, termostat s nastavením teploty vody v rozsahu 5-75 °C. Mimo tieto veci je táto jednotka spojená pomocou 5 vodičového kábla s LX DC BOXom, ktorý sleduje stav jednotky a po nahriatí vody presunie energiu s panelov do meničov. [20], [26], [27]

Nami použitý ohrievač vody LX ACDC/M+k je vo verzii 2001. Táto nádrž obsahuje dve špirály, jednu AC s výkonom 2 kW a druhú DC s výkonom 2 kW. AC špirála je v prevádzke, ak voda v nádrži klesne pod teplotu nastavenú na termostate, napríklad 40 °C. Nad touto teplotou sa automaticky vypína AC výhrevná špirála a v prevádzke ostáva iba DC špirála napájaná ekologickou energiou FV panelov. Táto špirála sa vypne pri teplote nastavenú na druhom termostate, až do max 75 °C. Po dosiahnutí tejto teploty sa energia z panelov presmeruje ďalej do systému. [19]

Presmerovanie energie teda obstarávajú LXDC boxy a nie inteligentný systém, ktorý máme použitý v domácnosti. Je to z toho dôvodu, pretože využívame LXDC boxy kvôli MPPT funkcii a tieto boxy zahrnujú v sebe i riadenie toku energie. Vytvárať nový systém riadenia pomocou inteligentného systému by znamenalo nákup ďalších rozšírení, teda finančné náklady navyše a neefektívne využitie nákladov na kúpu týchto boxov.

## 6.2 Káble a vedenie

Kabeláž FV systému vedieme v chráničkách pre vonkajšie použitie, tzv. husích krkov, aby sme predišli skratu v dôsledku mechanického poškodenia. Vedenie medzi panelmi bude realizované taktiež v chráničkách prichytených k upevňovaciemu systému, čo vedie k zvýšeniu mechanickej odolnosti v prípade nepriaznivého počasia.

FV systém je neuzemnený, teda ani kladný ani záporný pól nie je spojený so zemou, a preto používame jedno-vodičové káble s dvojitou izoláciou typu NYM, prípadne NYY. Prierez vodiča sme stanovili na 4 mm<sup>2</sup>, ktorý zabezpečuje stratu na vedení vo výške max 1% z napätia vo vetve. [24]

### 6.3 Zhodnotenie výroby energie z FV elektrárne

Po takto navrhnutom systéme sme pristúpili k simulácii výroby energie z našej elektrárne. Strecha rodinného domu, na ktorý vytvárame návrh, je orientovaná na južnú svetovú stranu s odklonom 13° na západ. Tento odklon je minimálny a spolu so sklonom strechy 35° dostávame ideálne podmienky na stavbu FV elektrárne. V okolí sa nenachádza žiadna vysoká budova, či strom, ktorý by zatienoval našu elektráreň.

Pre samotný výpočet sme použili program PVGIS určený pre Európu. [28] Vstupné parametre boli nasledovné:

- Technológia fotovoltaiky: kryštalická
- Inštalovaný výkon: 6 kWp
- Systémové straty: 8% (straty na kabeláži, menič...)
- Sklon strechy: 35°
- Azimut: 13°

Výstup z programu je uvedený v tabuľke 6.1.

Tab. 6.1: Výstup z programu PVGIS - výpočet výroby energie.

Mesiac	Denná výroba [kWh]	Mesačná výroba [kWh]
Január	6,88	213
Február	12,20	342
Marec	19,90	616
Apríl	26,80	805
Máj	26,80	830
Jún	26,80	803
Júl	27,10	840
August	26,10	808
September	21,00	631
Október	15,50	481
November	8,36	251
December	5,44	169

Po zhliadnutí týchto výsledkov sme usúdili, že výkon v letných mesiacoch bude plne postačovať na vykurovanie bazénu a zníženie odberu energie z verejnej distribučnej siete, avšak v zimných mesiacoch produkuje minimum energie, ktorá by

nestačila na vykúrenie domu na komfortnú teplotu. Z toho dôvodu sa nám naskytujú dve riešenia.

Prvá možnosť je zameniť 3,3 kW AC výhrevnú špirálu za výkonnejšiu 4 - 6 kW. Druhá možnosť je doplniť systém iným zdrojom tepla.

Z dôvodu zníženia spotreby energie odoberanej z verejnej siete sme pristúpili k doplneniu plynového kotla do nášho systému.



## 7 ZHODNOTENIE SPOTREBY ENERGIE PROJEKTU

Ďalším krokom v návrhu bolo získať dáta, s ktorými budeme ďalej pracovať. Bolo treba vypočítať teoretickú spotrebu domácnosti pred a po aplikácii FV systému. Spotrebu sme počítali nasledujúcimi krokmi:

- Uvážili sme, aké spotrebiče sa bežne v domácnosti vyskytujú.
- Zistili sme ich príkon.
- Uvážili sme, ako dlho sú v prevádzke počas dňa.
- Pomocou vzorca:

$$P_{\text{Deň}} = P_{\text{Spotrebič}} \cdot t \quad [\text{kWh}], \quad (7.1)$$

sme vypočítali dennú spotrebu zariadenia.

Následne sme všetky tieto spotreby spočítali a vynásobili počtom dní v mesiaci. Týmto sme dostali celkovú spotrebu domácnosti za daný mesiac. Výsledky môžeme vidieť v tabuľke 7.1. Z tabuľky vidíme, že celková ročná spotreba domácnosti s elek-

Tab. 7.1: Ukážka spotreby pred a po aplikácii FV systému.

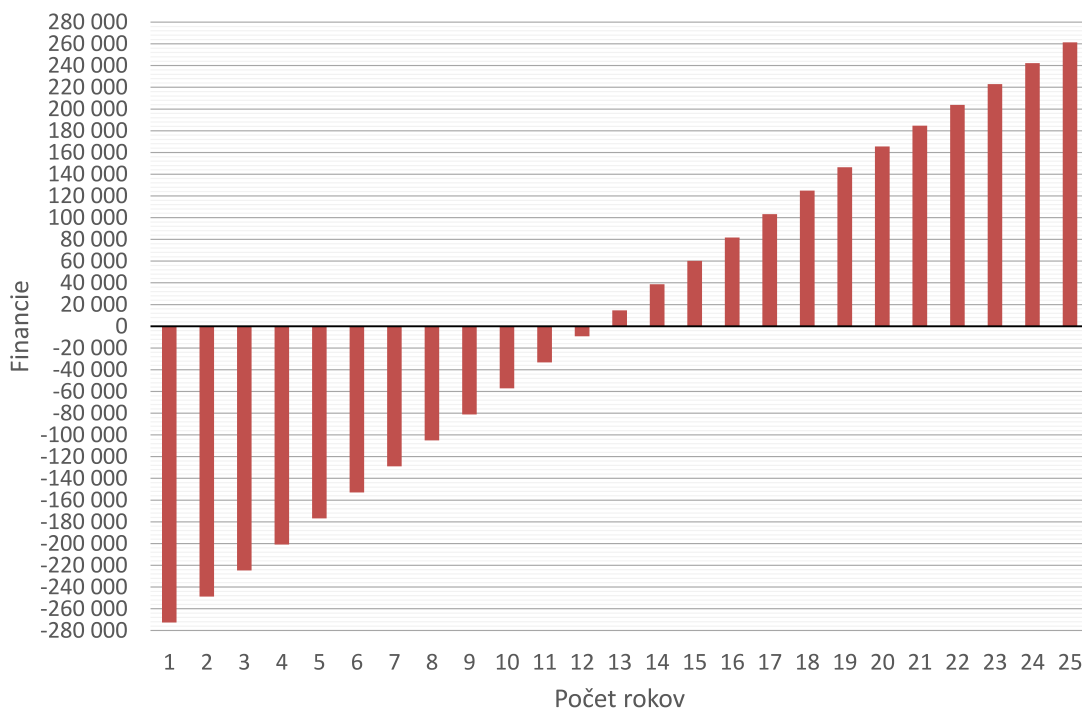
Mesiac	Spotrebovaná energia [kWh]	Vyrobená energia [kWh]	Rozdiel spotreby [kWh]
Január	1 550,5	213	1 337,5
Február	1 400,5	342	1 058,5
Marec	1 348,5	616	732,5
Apríl	1 109,5	805	304,5
Máj	742,5	830	-87,5
Jún	718,5	803	-84,5
Júl	742,5	840	-97,5
August	742,5	808	-65,5
September	1 109,5	631	478,5
Október	1 348,5	481	867,5
November	1 500,5	251	1 248,5
December	1 550,5	169	1 381,5
Celkovo	13 864,5	6 789	7 410

*Poznámka: Záporné hodnoty značia prebytok energie.*

trickým vykurovaním bola 13 864,5 kWh, pri priemernej cene 3,71 Kč/kWh je to 51 437,4 Kč za rok. Po aplikácii FV systému spotreba energie z distribučnej siete klesne na 7 410 kWh, za ktorú by sme zaplatili 27 491 Kč.

V tabuľke 7.1 môžeme vidieť, že v mesiacoch Máj až August máme vyrobenej viac energie než spotrebovávame a vznikajú nám tak prebytky energie. Tieto prebytky využijeme na ohrev vody v bazéne. Princíp a priority ohrevu vody v jednotlivých sekciách sa dočítame v kapitole 6.1. Ak by nastal prípad, kedy by sme mali vodu v akumulačnej nádrži ohriatu na požadovanú teplotu a i voda v bazéne by mala požadovanú teplotu, ostávajúce prebytky sa budú posielat do distribučnej siete.

Pre lepšiu prehľadnosť sme zostrojili graf (obrázok 7.1), v ktorom môžeme vidieť návratnosť investícií do FV systému. Časový rozsah sme zvolili 25 rokov, pretože v tomto čase výrobca panelov poskytuje záruku na účinnosť. Na začiatku je vstupná investícia 296 605 Kč do fotovoltaického systému. Od sumy z predchádzajúceho roka sme odrátavali rozdiel čiastky mesačnej spotreby pred a po aplikácií FV systému. Vo výpočtoch je uvažovaná klesajúca účinnosť FV panelov a nie je uvažovaný predaj prebytkov distribútorovi energie.



Obr. 7.1: Graf návratnosti investícií do FV systému.

Po výpočtoch a zhladnutí grafu sme zistili, že investície do FV sa nám vrátia cca v polovici 13-teho roka, za predpokladu žiadnych ďalších investícií, ako je údržba a opravy.

Výpočet je teoretický a môže sa líšiť od skutočnosti v závislosti na čase spotreby energie. Ak je spotreba energie prevažne cez deň, výpočet sa môže líšiť od reality minimálne. Ak je spotreba prevažne ráno a v noci, výpočet sa môže líšiť razantne.

## 8 ZÁVER

Cielom našej práce bolo navrhnuť projekt elektroinštalácií rodinného domu s komplexným inteligentným systémom. Po úvahách sme vybrali systém od firmy LoxOne, ktorý sa nám zdal najvhodnejší z hľadiska funkčnosti, tvorby programu a ceny.

V úvode našej práce sme sa zamerali na teoretické poznatky o návrhu elektroinštalácií a tvorbe technickej dokumentácie. V ďalšej časti sme pristúpili k návrhu rozvodov rodinného domu, kde sme vytvorili výkres s pôdorysom domu v ktorom sú zakreslené umiestnenia prvkov inštalácie silnoprúdu i slaboprúdu. Po nakreslení situačných schém a schémy rozvádzača prišlo na rad programovanie Miniserveru (centrálnej jednotky), kde sme sa zamerali na osvetlenie, vykurovanie, automatické žalúzie a bezpečnostný systém.

Po naprogramovaní Miniserveru sme pristúpili k optimalizácii spotreby domácnosti. K tomu sme využili nezávislý zdroj slnko a začali sme navrhovať fotovoltaickú elektrárňu. Na začiatku celého procesu sme zisťovali dostupné možnosti na trhu fotovoltaiiky a spísali sme teoretické poznatky. Po tomto kroku sme stanovili požiadavky na našu elektrárňu. Navrhovali sme hybridnú FV elektrárňu o výkone 6 kWp, ktorá neukladá energiu do batérií, ale do akumuláčnej nádrže, ktoré využívame na kúrenie a ohrev TÚV. V týchto nádržiach je voda ohrievaná na vyššiu teplotu než je požadovaná a zmiešavacím ventilom upravovaná na požadovanú teplotu. Po nahriatí vody na maximálnu bezpečnú teplotu sa energia z panelov presunie do meničov. Týmto je dosiahnutá maximálna využiteľnosť FV systému. V čase keď nesvieti slnko, prípadne sú nevyhovujúce poveternostné podmienky, odoberáme energiu z distribučnej siete.

Na záver našej práce sme vytvorili technickú správu, v ktorej sa nachádzajú informácie o objekte a všetky potrebné výkresy a náležitosti, potrebné k realizácii. Následne sme spočítali cenu rozvodov domácnosti, ktorá sa vyšplhala na necelých 350 000 Kč a cenu fotovoltaiického systému, ktorá je necelých 300 000 Kč. Spotreba energie domácnosti pred aplikáciou FV systému bola v priemere 1 155 kWh za mesiac a po aplikácii systému bola v priemere 617 kWh za mesiac.

## LITERATÚRA

- [1] KADLEC, R., STEINBAUER, M. *Elektrické instalace*. Elektronické skriptum. Brno: FEKT VUT v Brně, 2015, 175s.
- [2] LENGYEL, L. *Návrh elektroinstalace s inteligentními prvky pro rodinný dům*. Brno: VUT FEKT, 2013. 71s.
- [3] DVOŘÁČEK, K. *Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě*. Štvrté - doplnkové vydanie. Praha: IN-EL, 2004. 188s. ISBN 80-86230-36-8.
- [4] ĎUROVSKÝ, F., SEMAN, S. *Technická dokumentácia v elektrotechnike*. Košice: TUKE, 2001. 102s. ISBN 80-89061-28-1.
- [5] BAUDYŠ, A. *Inels jako řídicí systém domovní elektroinstalace*. Brno: VUT FEKT, 2011. 74s.
- [6] DOSTÁL, T. *Inels a sběrnice CIB - moderní systém inteligentní elektroinstalace*. AUTOMA: časopis pro automatizační techniku, roč. 2008, č.12, 70-71s.
- [7] VRBOVÁ, V. *Inteligentné elektrické inštalácie* Nitra: SPU KEAI, 2011. 79s.
- [8] GAŠPAROVSKÝ, D. *NIKOBUS - Systém inteligentnej elektroinštalácie*. [Online]. [cit. 2015-10-22] Bratislava: STU FEI, 8s. Dostupné na: <[http://old.niko.sk/download/Co\\_je\\_to\\_Nikobus.pdf](http://old.niko.sk/download/Co_je_to_Nikobus.pdf)>.
- [9] AUTOR NEZNÁMY. *Vyhotovenie elektrických inštalácií v objektoch budov*. [Online]. [cit. 2015-10-22] Košice: TUKE, 33s. Dostupné na: <<http://people.tuke.sk/dusan.medved/Subory/16.pdf>>.
- [10] AUTOR NEZNÁMY. *PRODUCT Overview*. [Online]. [cit. 2015-10-22] Komorná: CUE a.s., 28s. Dostupné na: <[http://www.cuesystem.com/Files/ProductCatalog/CUE\\_ProductOverview\\_January2015.pdf](http://www.cuesystem.com/Files/ProductCatalog/CUE_ProductOverview_January2015.pdf)>.
- [11] AUTOR NEZNÁMY. [Online]. [cit. 2015-10-22]. Dostupné na: <<http://www.cybrotech.co.uk/>>.
- [12] AUTOR NEZNÁMY. [Online]. [cit. 2015-10-22]. Dostupné na: <<http://www.loxone.com/cscz/start.html>>.
- [13] HOFMAN, J. *Měřicí systém pro sledování efektivity fotovoltaického panelu*. Diplomová práce, vedoucí práce doc. Ing. Jiří Vaňek, Ph.D. Brno: FEKT VUT v Brně, 2010, 68s.

- [14] VAŇEK, J. *Studijní podklady pro předmět Alternativní zdroje energie*. Ústav elektrotechnologie VUT v Brně, 2010.
- [15] MASTNÝ, P. *Studijní podklady předmětu Malé zdroje elektrické energie*. Diplomová práce, vedoucí práce doc. Ing. Jiří Vaňek, Ph.D. Ústav elektrotechnologie VUT v Brně, 2011.
- [16] BECHNIK, B. *Historie a perspektivy OZE - fotovoltaika, méně rozšířené technologie*. [Online]. [cit. 2016-2-22] Dostupné na: <<http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/5517-historie-a-perspektivy-oze-fotovoltaika-mene-rozsirene-technologie>>.
- [17] AUTOR NEZNÁMÝ. *Solární panely*. [Online]. [cit. 2016-2-22] Dostupné na: <<http://www.rdsolar.cz/sluzby/solarni-panely/>>.
- [18] AUTOR NEZNÁMÝ. *Návod k inštalácii a obsluhu*. [Online]. [cit. 2016-3-17] Dostupné na: <[http://www.logitex.sk/8/media/07\\_navod\\_LXDC\\_Power\\_Box\\_v5\\_2s.pdf](http://www.logitex.sk/8/media/07_navod_LXDC_Power_Box_v5_2s.pdf)>.
- [19] AUTOR NEZNÁMÝ. *Ohrievače vody LOGITEX*. [Online]. [cit. 2016-3-19] Dostupné na: <<http://logitex.sk/8/index.php?ac=161>>.
- [20] AUTOR NEZNÁMÝ. *Stacionárne nádrže*. [Online]. [cit. 2016-3-19] Dostupné na: <<http://logitex.sk/8/index.php?ac=176>>.
- [21] KOŠTÁL, J. *Bezpečné odpojení fotovoltaických zařízení*. [Online]. [cit. 2016-3-20] Dostupné na: <<http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/bezpecne-odpojeni-fotovoltaickych-zarizeni--9837>>.
- [22] MASTNÝ, P., DRÁPELA, J., MIŠÁK, S., MACHÁČEK, J., PTÁČEK, M., RADIL, L., BARTOSÍK, T., PAVELKA, T. *Obnovitelné zdroje elektrické energie*. První vydání. Praha 6: ČVUT, 2011. 256s. ISBN 978-80-01-04937-2.
- [23] AUTOR NEZNÁMÝ. *Ochranné a spínací přístroje fotovoltaických zdrojů*. [Online]. [cit. 2016-3-21] Dostupné na: <[www.oez.sk/file/350/download/](http://www.oez.sk/file/350/download/)>.
- [24] HASELHUHN, R. *Fotovoltaika - budovy jako zdroj proudu*. První české vydání. Ostrava: HEL, 2010. 176s. ISBN 978-80-86167-33-6.
- [25] AUTOR NEZNÁMÝ. *Sunny Boy 1300TL, 1600TL, 2100TL - Operating manual*. [Online]. [cit. 2016-3-31] Dostupné na: <<http://files.sma.de/dl/5684/SB13-21TL-BE-en-11.pdf>>.

- [26] AUTOR NEZNÁMY. *ZÁVITOVÁ ELEKTRICKÁ VYKUROVACIA JEDNOTKA TJ 6/4*. [Online]. [cit. 2016-1-4] Dostupné na: <[http://logitex.sk/8/media/11\\_AC\\_spirala\\_pre\\_velke\\_nadoby.pdf](http://logitex.sk/8/media/11_AC_spirala_pre_velke_nadoby.pdf)>.
- [27] AUTOR NEZNÁMY. *NÁVOD K OBSLUHE A INŠTALÁCIÍ - LX DC SET*. [Online]. [cit. 2016-1-4] Dostupné na: <[http://logitex.sk/8/media/03\\_navod\\_LXDC\\_SET\\_1-4\\_a\\_1-6\\_kW\\_DC.pdf](http://logitex.sk/8/media/03_navod_LXDC_SET_1-4_a_1-6_kW_DC.pdf)>.
- [28] AUTOR NEZNÁMY. *PVgis photovoltaic calculator for Europe*. [Online]. [cit. 2016-5-4] Dostupné na: <<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe>>.
- [29] HASELHUHN, R. *Fotovoltaika - Budovy jako zdroj proudu*. HEL Ostrava, 2011, 176s. ISBN 978-80-86167-33-6
- [30] ČSN 33 2000-1 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice*. Praha: Český normalizační institut, 2009.
- [31] ČSN 33 2130 ed. 3. *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Praha: Český normalizační institut, 2015.
- [32] ČSN 33 2000-5-551 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-55: Výběr a stavba elektrických zařízení - Ostatní zařízení - Článek 551: Nízkonapěťová zdrojová zařízení*. Praha: Český normalizační institut, 2010.
- [33] ČSN 33 2000-5-54 ed. 3. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče*. Praha: Český normalizační institut, 2012.
- [34] ČSN 33 2000-7-753 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-753: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Topné kabely a pevně instalované topné systémy*. Praha: Český normalizační institut, 2015.
- [35] ČSN 33 2000-7-701 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [36] ČSN 33 3320 ed. 2. *Elektrotechnické předpisy - Elektrické přípojky*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [37] ČSN 33 2000-4-444. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-444: Bezpečnost - Ochrana před napěťovým a elektromagnetickým rušením*. Praha: Český normalizační institut, 2011.

- [38] ČSN EN 62305-3 ed. 2. *Ochrana před bleskem - Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života*. Praha: Český normalizační institut, 2012.
- [39] ČSN EN 61194 *Charakteristické parametry samostatných fotovoltaických (FV) systémů*. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [40] ČSN EN 61730-1 *Způsobilost k bezpečné činnosti fotovoltaických (PV) modulů - Část 1: Požadavky na konstrukci*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [41] ČSN CLC/TS 61836 *Solární fotovoltaické energetické systémy - Termíny, definice a značky*. Praha: Český normalizační institut, 2012.
- [42] ČSN 33 2000-7-712 *Elektrické instalace budov - Část 7-712: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Solární fotovoltaické (PV) napájecí systémy*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [43] ČSN EN 61215 ed. 2 *Fotovoltaické (PV) moduly z krystalického křemíku pro pozemní použití - Posouzení způsobilosti konstrukce a schválení typu*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [44] ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem*. Praha: Český normalizační institut, 2007.

## ZOZNAM PRÍLOH

A	Technická dokumentácia	56
B	Cenová kalkulácia projektu	69
C	Tabuľka značiek v elektrotechnike	72
D	Písmenkové značenie v elektrotechnike	78
E	Intenzity osvetlenia v budovách	80



# A TECHNICKÁ DOKUMENTÁCIA

## Obsah správy

Projekt pojednáva o elektrifikácii novostavby rodinného domu. Projekt rieši pripojenie domu k verejnej elektrickej sieti, miestny silový a slaboprúdový rozvod elektrickej energie, schému rozvádzača.

## Údaje o stavbe

<b>Stavba:</b>	Rodinný dom
<b>Miesto stavby:</b>	Hluboček 263/9, 635 00 Brno
<b>Projektant:</b>	Bc. Viktor Doktor
<b>Investor:</b>	Bc. Viktor Doktor

## Technické informácie

Napäťová sústava v rozvádzači ER:	3+PEN 230 V/400 V 50 Hz, sieť TN-C
Napäťová sústava v rozvádzači DR:	3+PE+N 230 V/400 V 50 Hz, sieť TN-S
Napäťová sústava fotovoltaiiky:	2 DC 240-370V, sieť IT
Ochrana pred úrazom el. prúdom:	automatickým odpojením od zdroja
Energetická náročnosť objektu:	stupeň C
Celkový inštalovaný výkon:	97 kW
Súdobosť:	0,4
Súdobý príkon:	20,7 kVA
Rezervovaný príkon:	22,08 kVA
Poistky v rozvádzači RE	40 A
Hlavný istič v rozvádzači DR:	32 A
Stupeň dôležitosti dodávky el. energie podľa ČSN 34 1610:	3

## Napojenie na rozvod elektrickej energie

Pripojenie objektu bude realizované napojením z verejnej siete na elektromerový rozvádzač káblom CYKY-J 10 mm<sup>2</sup> uloženým v zemi v chráničke. Jedná sa o rozvodnicovú skriňu ER 1.0 Z W 63A P0 od firmy Hagard. Umiestnený bude v rámci oplotenia domu. Vedenie od elektromerového rozvádzača k hlavnému domovému rozvádzaču bude realizované káblom CYKY-J 4x10 mm<sup>2</sup>. Domový rozvádzač bude vsadený do steny v technickej miestnosti. Jedná sa o rozvodnicovú skriňu ZRB-5N165-B od firmy OEZ s krytím IP30.

## **Systém ochrany objektu proti blesku**

Podľa vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požiadavkách na stavby, vid' § 36 musí byť vykonaná analýza rizika škody. Avšak táto analýza je nad rámec tohoto textu a ďalej uvedené údaje slúžia ako základné parametre pre ochranu proti blesku podľa ČSN EN 62 305 1-5. Na objekte sú umiestnené 2 zvody bleskových prúdov z FeZn (alternatívne AlMg Si), ktoré sú pevne spojené s hrebeňovou sústavou, umiestnenou na streche. Izolačné podložky zvodov dĺžky 100 mm. Minimálna vzdialenosť zvislých podpier zvodov je 1200 mm. Uzemnenie bleskových prúdov zaisťuje základový zemnič z FeZn, umiestnený v podkladovom betóne základových konštrukcií, usporiadanie „B“, napojený na hrebeňovú sústavu objektu a na hlavnú ochrannú prípojnicu káblom CYA 16 mm<sup>2</sup>. Rozvádzač DR obsahuje prepäťovú ochranu (triedy 1 a 2) prístrojom SJBC-25E-3-MZS.

## **Ochrana pred nebezpečným dotykom**

Ochrana pred úrazom elektrickým prúdom automatickým odpojením od zdroja podľa ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 a ochranným pospojovaním káblom Cy 6 mm<sup>2</sup> zeleno/žltý a prúdovým chráničom 30 mA (všetky zásuvky okrem chladničky, racku, zdroja 24 V, šporáku). V rozvádzači DR bude inštalovaná HOP, na ktorej budú okrem uzemňovacieho prívodu a ochranného vodiča pripojené aj vodiče hlavného pospojovania a všetky vodivé časti, prichádzajúce do budovy z vonku, tak aj všetky neelektrické kovové potrubia a časti zasahujúce do rôznych častí budovy.

## **Inteligentná inštalácia**

Pri návrhu a realizácii, boli použité komponenty od firmy LoxOne. Riadiace a vybavovacie komponenty sú umiestnené v domovom rozvádzači DR spolu s istiacimi prvkami inštalácie. Ako ovládacie prvky sú použité tlačítkové spínače komunikujúce na zbernici KNX a bezdrôtové dotykové tlačidlá. Tieto prvky sú umiestnené do inštaláčnych krabíc vo výške 1,25 cm nad úrovňou podlahy.

Regulovanie vykurovania je realizované pomocou bezdrôtových, ale i analógových ovládacích hlavíc.

V objekte je pred-pripravená kábeláž na multi-miestnostový audio systém. Reprodukory pre tento systém sú umiestnené v zníženom strope.

Na zabezpečenie domu proti neoprávnenému vniknutiu sú na všetkých vstupných dverách do budovy namontované magnetické kontakty a v miestnostiach sú umiestnené pohybové senzory. Pri vstupných dverách je umiestnená čítačka elektronického kľúča, ktorá slúži na deaktiváciu zabezpečovacieho systému.

## **Svetelné obvody**

Svetelné obvody sú realizované káblom CYKY-J 3x1,5 mm<sup>2</sup>, a to od každého svetla do rozvádzača DR. Tieto káble vedieme v zníženom strope bez použitia chráničky. V určených miestach, podľa výkresového dokumentu, budú ponechané zaizolované vývody. Výber a pripojenie svetiel si bude zákazník realizovať svojpomocne.

## **Zásuvkové obvody 230 V**

Zásuvkové obvody sú realizované káblom CYKY-J 3x2,5 mm<sup>2</sup> a tieto káble sú umiestnené v spodných inštalačných zónach. Použité zásuvky sú dvojitého typu okrem samostatných okruhov a okruhov v kúpeľni. Tieto zásuvky sú umiestnené: obytné priestory 25 cm, kúpeľňa 125 cm a 60 cm, garáž 125 cm, kuchyňa 125 cm a 40 cm, terasa 25 cm nad úrovňou podlahy. Technická miestnosť podľa umiestnenia racku. Zásuvky a vypínače majú rovnaké vertikálne i horizontálne usporiadanie.

## **Zásuvkové obvody 400 V**

Zásuvkové obvody sú realizované káblom CYKY-J 5x2,5 mm<sup>2</sup> a tieto káble sú umiestnené v spodných inštalačných zónach. Umiestnenie zásuviek 32 A v garáži je 1,25 cm nad podlahou. Trojfázový vývod pre elektrický šporák je ponechaný v inštalačnej krabici pod omietkou. Tento vývod ostáva nepripojený. Trojfázový vývod pre vyhrevnú AC špirálu je vyvedený v technickej miestnosti podľa výkresovej dokumentácie.

## **Pripojenie FV elektrárne k rozvodom v domácnosti**

Pripojenie FV elektrárne (FVE) je za hlavný 4-kvadrantový elektromer umiestnený na hranici pozemku. Pripojenie k domovým rozvodom je realizované v domovom rozvádzači pomocou troch káblov CYKY-J 3x2,5mm<sup>2</sup>, (každý menič zvlášť).

## **Istenie FVE**

Zapojenie je podľa výkresovej dokumentácie, vedenie od panelov po vyhrevné jednotky a meniče je realizované jednožilovým vodičom PV1-F 4mm<sup>2</sup> s dvojitou izoláciou. Vedenie je uložené v chráničkách, prípadne v lištách na stene. Na istenie vedenia je použitý držiak poistiek OTP22/3 s poistkami PT22 16A gR/gS a zvodičmi prepätia SVF-1000-2VB-MZS, umiestnenými v rozvodnici v podkroví. Druhá rozvodnica je umiestnená v technickej miestnosti, v ktorej sa nachádzajú zvodiče prepätia, spomínaného typu a odpojovač, typ AVN-DC-63-4. Z tejto rozvodnice pokračuje rozvod do LX DC boxov, kde sa smeruje energia z panelov do vyhrievania vody alebo do meničov.

## **Fotovoltaické panely**

Použité boli fotovoltaické panely od firmy IBC Solar, typ IBC PolySol 260 cs. Celkom použitých bolo 24 panelov rozdelených do troch vetiev (stringov). V každej vetve bolo 8 sériovo zapojených panelov s celkovým nominálnym napätím 248,8 V.

## **Nosná konštrukcia panelov**

Nosnú konštrukciu tvorí duralový nosný profil 45x45 mm so 4 drážkami. Dva profily o dĺžke 8,2 m na každú vetvu. Rozostup profilov 1,36 m. Profily sú upevnené na základných strešných hákoch SOLAR HZ1, v počte 20 ks na vetvu, pomocou skrutiek M8 s polgulatou hlavou a so štvorhranom a matiek M8 s prírubou. Panely sú pripevnené pomocou spomínaných skrutiek a špeciálne tvarovaných príchytiiek. Rozmerový náčrt môžeme vidieť vo výkresovej dokumentácii. Nosná konštrukcia panelov je umiestnená v dostatočnej vzdialenosti od bleskozvodu a je spojená s HOP vodičom CYA 10 10 mm<sup>2</sup>.

## **Meniče**

Na premenu jednosmerného prúdu na prúd striedavý boli vybraté meniče od firmy SMA, typ SB2100TL, v počte 3 ks, aby bolo docielené troj-fázové napätie. Výkon týchto meničov je 1950 W na každý menič. Tieto meniče majú vstavané monitorovanie distribučnej siete a na základe týchto informácií vhodne upravuje výstupné napätie a frekvenciu.

## **Akumulačná nádrž a vykurovacie jednotky**

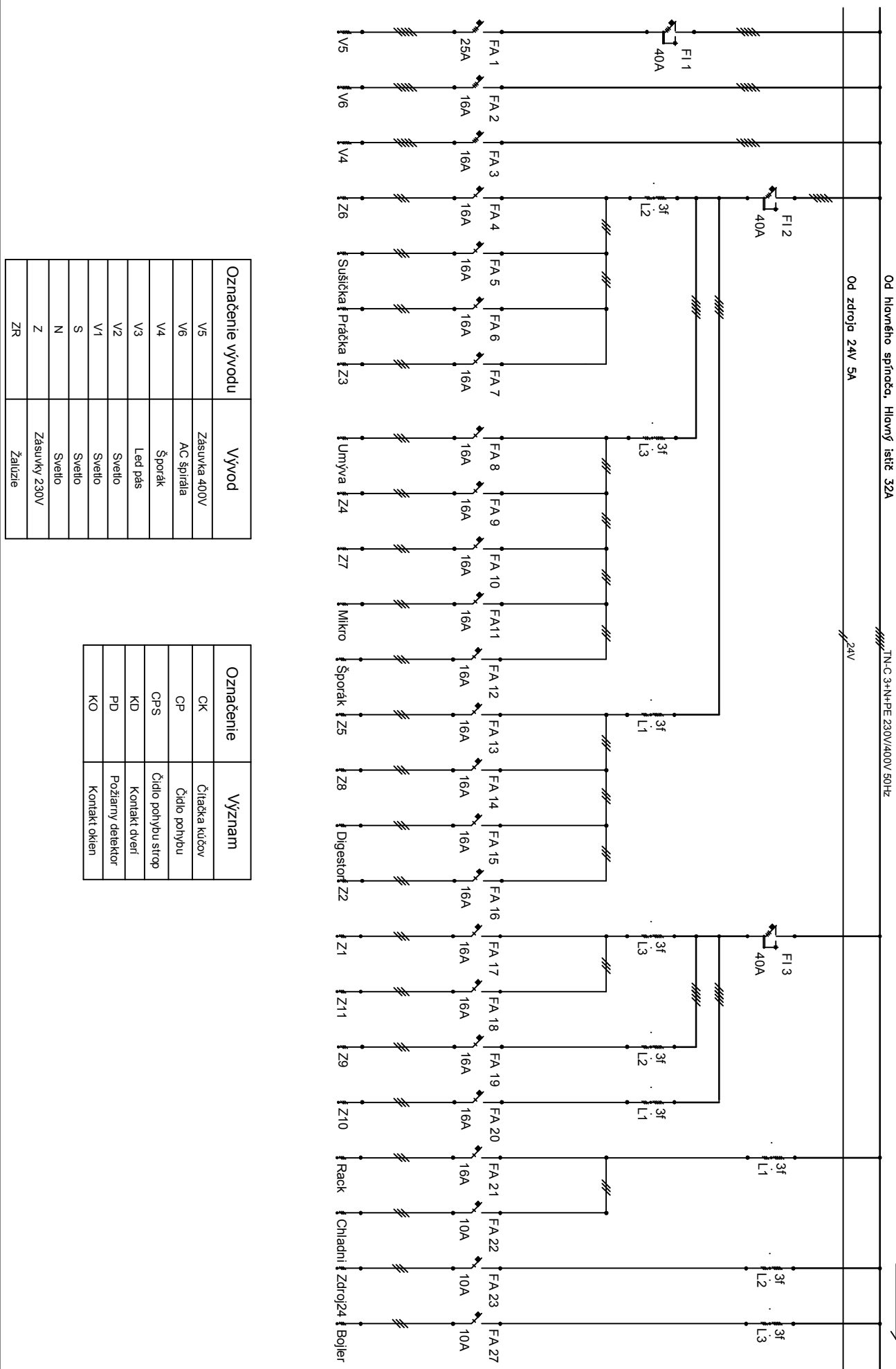
Na akumuláciu energie bola vybratá nádrž NAD 500 v4 s jedným výmenníkom tepla a 2 prírubami veľkosti G 6/4" na vykurovacie jednotky. AC vykurovacia jednotka je použitá TJ 6/4 4,5 kW, ktorá má vstavaný termostat s nastaviteľným rozsahom 0 až 75 °C. DC vykurovacia jednotka je súčasťou setu spolu s LX DC BOXom s celkovým výkonom 4 kW DC.

## **Ohrievač vody**

Použitý ohrievač vody k LX ACDC/M+k je vo verzii 200 l. Tento ohrievač vody má vstavanú DC výhrevnú špirálu o výkone 2 kW DC, vstavanú AC výhrevnú špirálu o výkone 2 kW AC. Tieto špirály sú ovládané dvomi samostatnými termostaty s rozsahom do 75 °C.

## Zoznam výkresov

- Schéma rozvádzača list č. 1
- Schéma rozvádzača list č. 2
- Schéma rozvádzača list č. 3
- Schéma rozvádzača list č. 4
- Schéma FV elektrárne
- Situačná schéma silnoprúd
- Situačná schéma slaboprúd
- Nosná konštrukcia FV panelov



Označenie vývodu	Vývod
V5	Zásuvka 400V
V6	AC Správa
V4	Šporák
V3	Led pás
V2	Svetlo
V1	Svetlo
S	Svetlo
N	Svetlo
Z	Zásuvky 230V
ZR	Zalúzie

Označenie	Význam
CK	Čítačka kúbov
CP	Čidlo pohybu
GPS	Čidlo pohybu strop
KD	Kontakt dverí
PD	Požiarový detektor
KO	Kontakt okien

Výpracoval: Bc. Viktor Doktor  
 Kontroloval: Ph.D. Radim Kadlec  
 Datum : 6.12.2015

AKCE: Elektronštalácie rodinného domu  
 Slinopruď

**ZNAK**  
**FIRMY**

Investor:  
 Obsah: Schéma domového rozvádzača

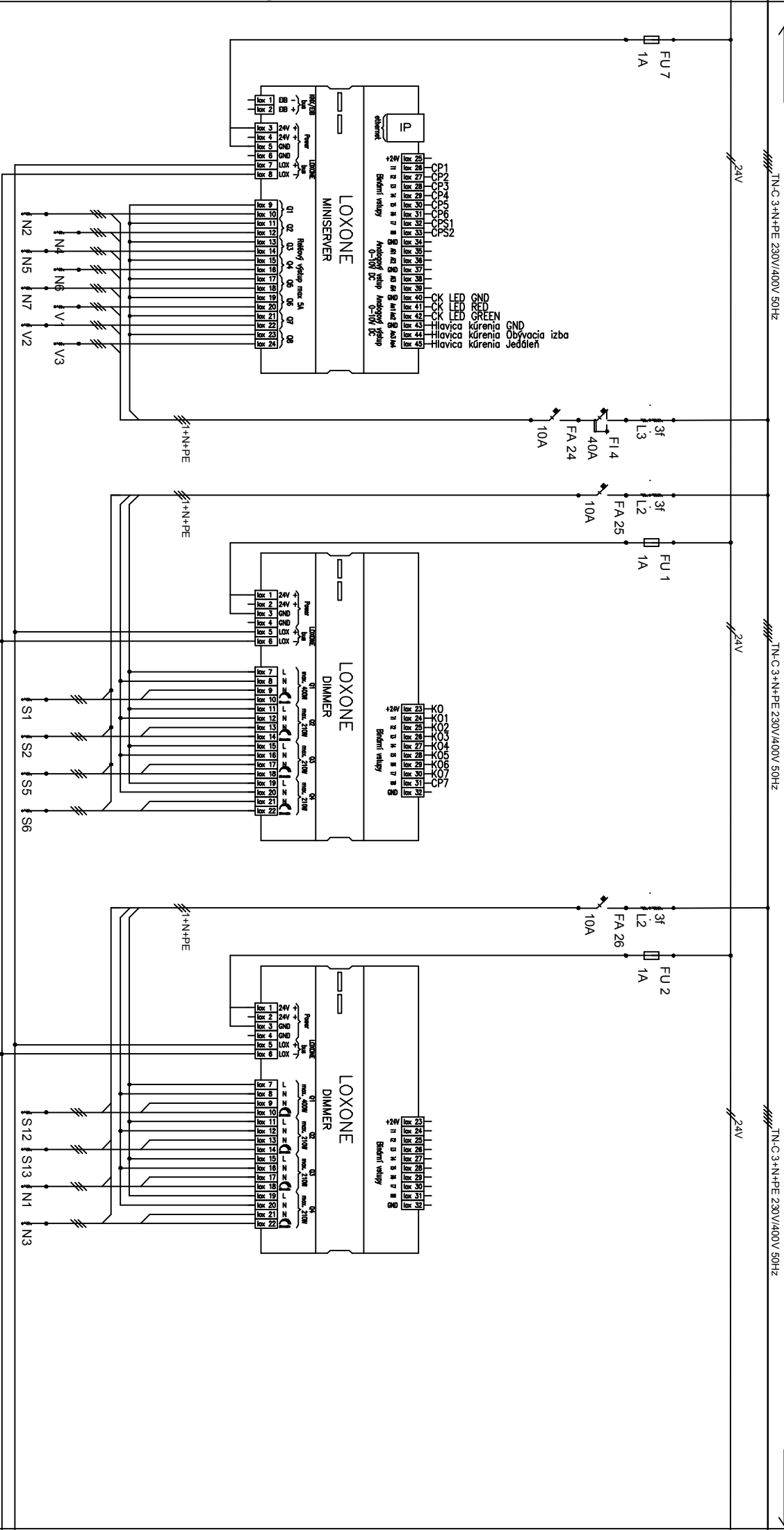
Zak číslo:  
 Zmena/Datum:  
 Měřítko:

A.K.:  
 V.č.:  
 01

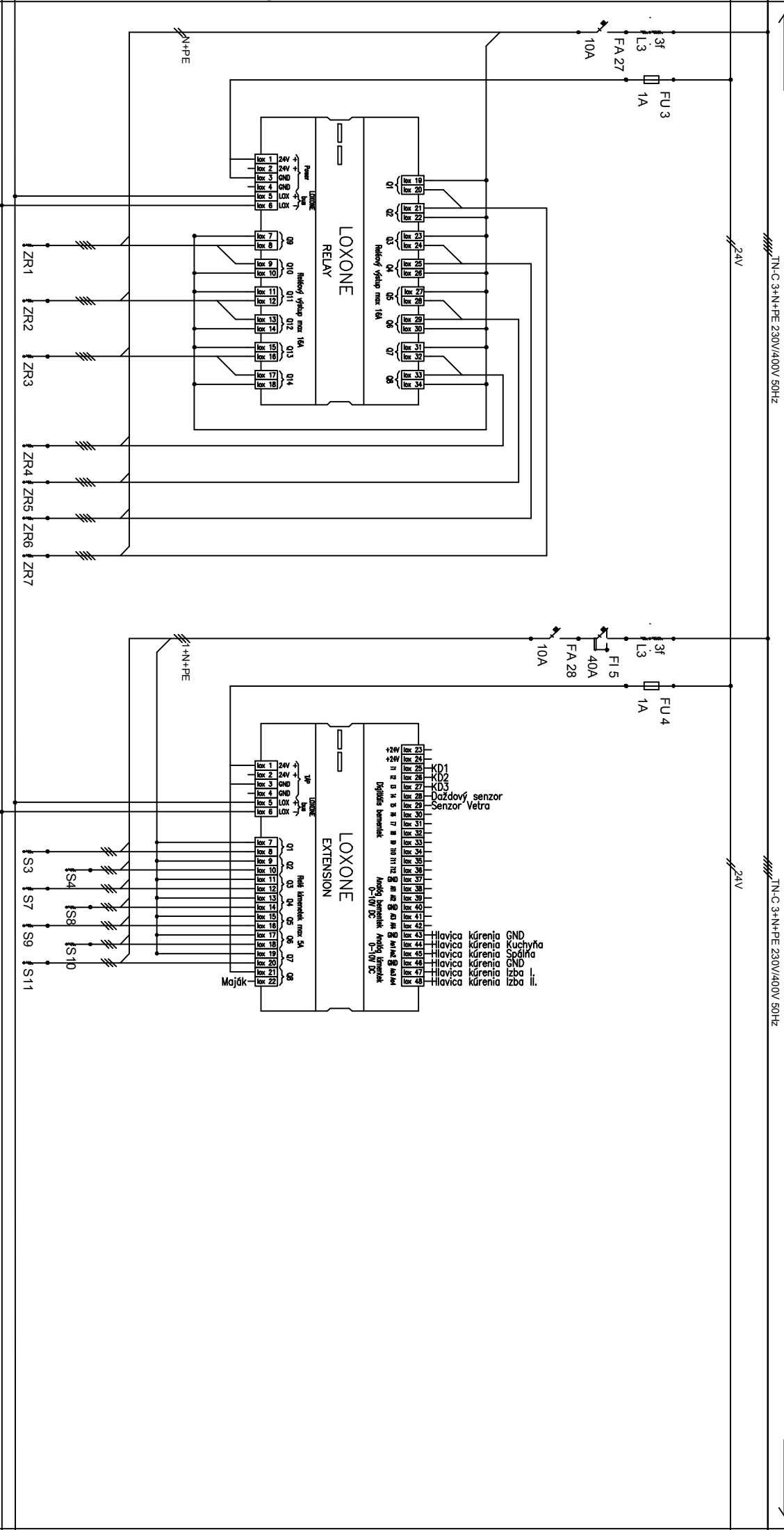
Listů:  
 List:

K listu č.1

K listu č.3



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Vypracoval: Bc. Viktor Doktor Kontroloval: Ph.D. Radim Kadlec Datum : 6.12.2015			AKCE: Elektronizácia rodinného domu Stihoprúd				<b>ZNAK</b> <b>FIRMY</b>		Investor: Obsah:		Zak číslo: Zmena/Datum:		V.č.: Měřtko:		A.K.: Listů:	
<b>Schéma domového rozvádzača</b>										02						



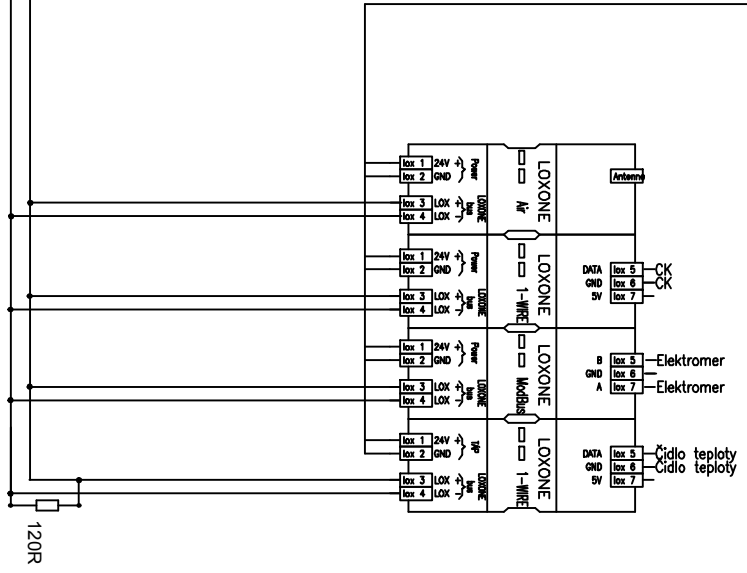
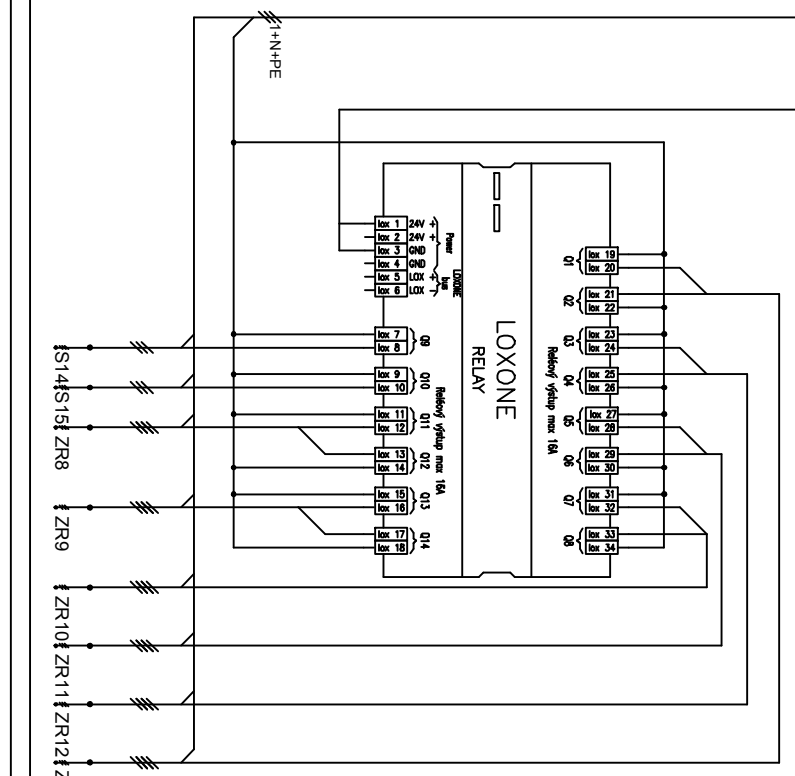
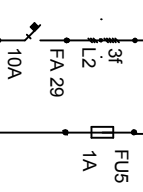
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Vypracoval: Bc. Viktor Doktor Kontroloval: Ph.D. Radim Kadlec Datum : 6.12.2015			AKCE: Elektronštalácie rodinného domu Stĺpoptud				<b>ZNAK</b> <b>FIRMY</b>		Investor: Obsah:		Zak číslo: Zmena/Datum:		A.K.: V.č.:		Listu: List:	
													Schéma domového rozváždača		03	



K listu č.3

TN-C 3+N+PE 230V/400V 50Hz

24V



Vypracoval: Bc. Viktor Doktor  
 Kontroloval: Ph.D. Radim Kadlec  
 Datum : 6.12.2015

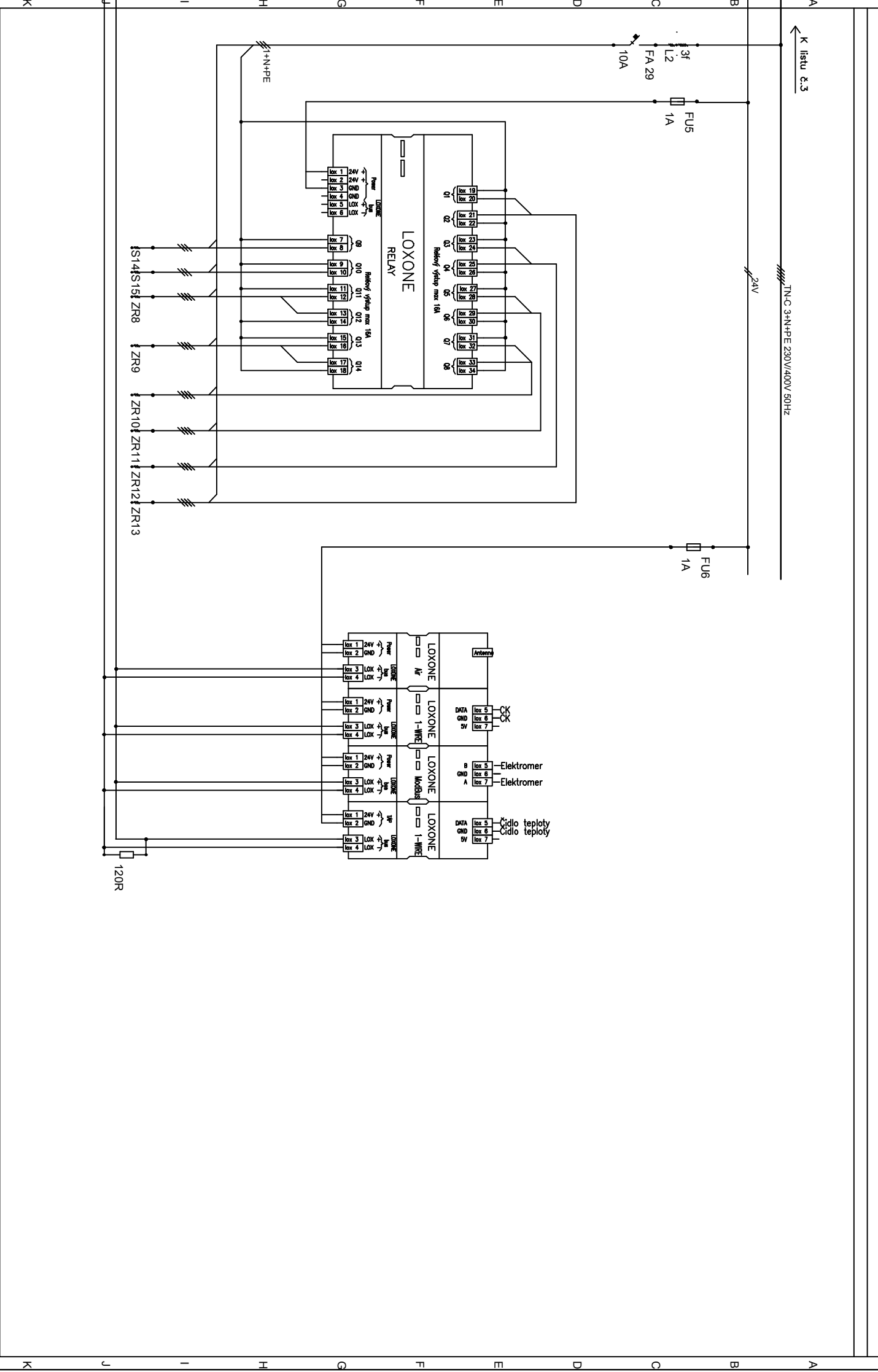
AKCE: Elektronštalácie rodinného domu  
 Stĺpoptud

**ZNAK**  
**FIRMY**

Investor:  
 Obsah:  
 Schéma domového rozvážača

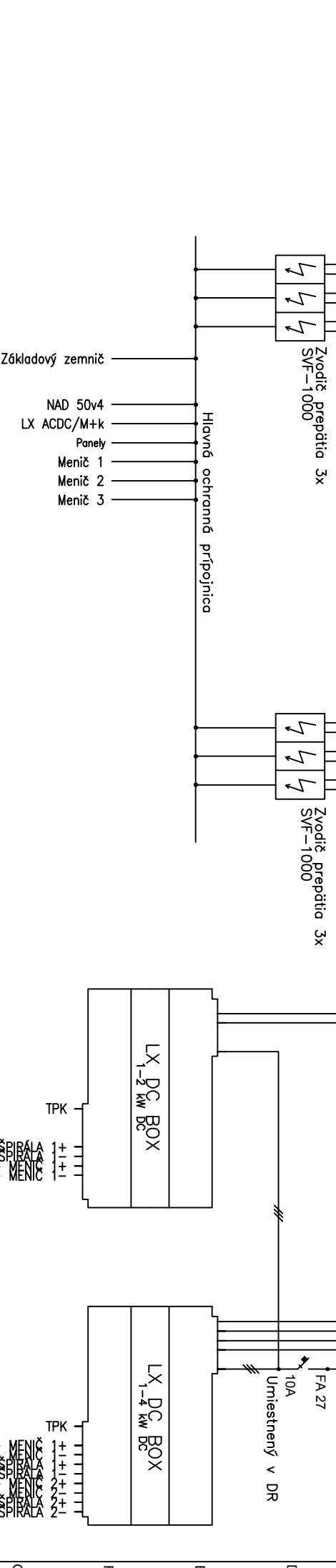
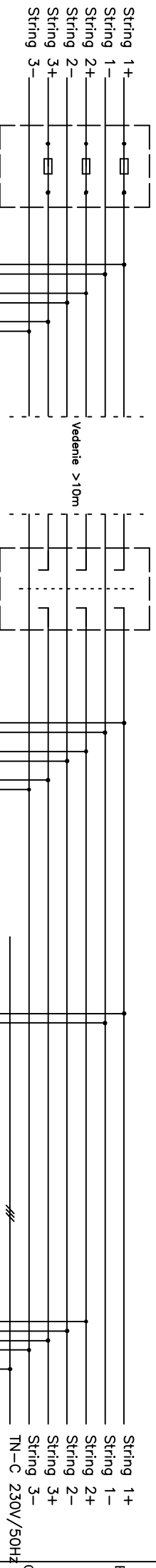
Zak.číslo:  
 Zmena/Datum:  
 Měřtko:

AK.:  
 V.č.:  
 List:



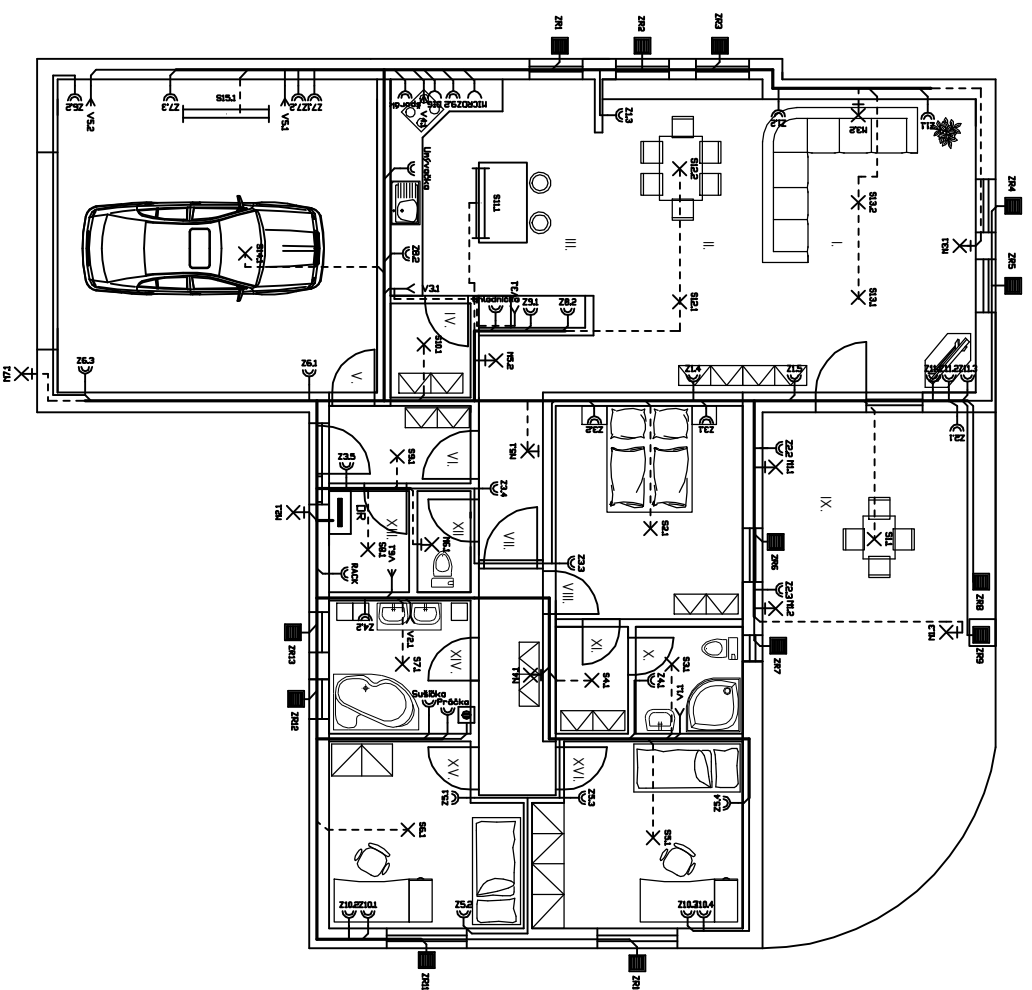
Poistkový odpojovač OTP22/3  
Poistky PT22 16A gR/gS

Odpojovač 5T2-515



String 1 (2,3) je pole 8 panelov zapojených do série. Vodiče z týchto panelov vedú do rozvodnej skrinky umiestnenej v podkrovi domu. Tato skrinka obsahuje poistkový odpojovač OTP22/3 s poistkami 16A. Ďalej sa tu nachádza zvodič prepätia SVF-1000. Z tejto skrinky vedenie pokračuje do technickej miestnosti, kde je umiestnená druhá rozvodná skrinka. V nej je umiestnená druhá prepätiová ochrana SVF-1000 a odpojovač 5T2-515. Prepätiové ochrany sú spojené s HOP. Vedenie ďalej pokračuje do LX DC Boxov, meničov a výhrevných telies. Všetky tieto zariadenia sú umiestnené v technickej miestnosti.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Vypracoval:	Bc. Viktor Doktor	AKCE:	Elektronštalácie rodinného domu				<b>ZNAK</b>	Investor:				Zak. číslo:		AK.:		Listů:
Kontroloval:	Ph. D. Radim Kadlec		Slinopруд				<b>FIRMY</b>	Obsah:				Změna Datum:		V.č.:		List:
Datum :	6.12.2015							<b>Vzhľad domového rozvádzača</b>				Měřtko:		05		



Káblová trasa (Izolačná okružnosť)  
 CKXY - J 5x2,5 (3f. vývod)  
 CKXY - J 4x1,5 (izolačné okružnosti)  
 CKXY - J 3x1,5 (svetelné okružnosti)

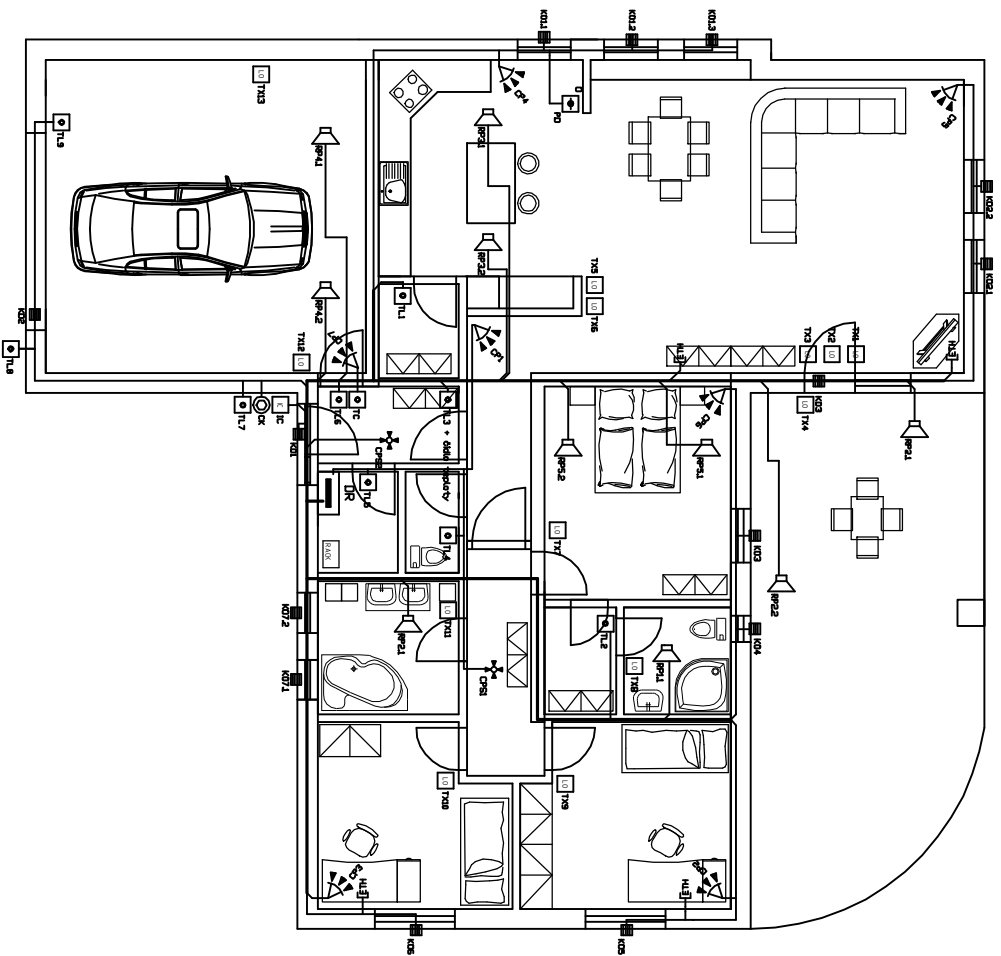
Číslo	Názov miestnosti
I.	Obstavená izba
II.	Isolácia
III.	Kuchynka
IV.	Komora
V.	Izba
VI.	Prádňa
VII.	Chodba
VIII.	Spálňa
IX.	Terasa
X.	Koridór I.
XI.	Štábo
XII.	WC
XIII.	Technická miestnosť
XIV.	Koridór II
XV.	Isolácia
XVI.	Isolácia II

**Poznámka:**  
 Približné zariadenie okružnosti v spodných náhľadových zmrskách. Umiestnenie zariadení: obývací priestor 25cm, kuchynka 125cm a 60cm, garáž 125cm, kúpeľňa 75cm a 40cm, terasa 25cm nad úrovňou podlahy. Technická miestnosť podľa umiestnenia rakety. Zásuvky a vývody majú rovnaké vertikálne uloženie.  
 Kábliáž svetelných okružností a žalúzií v miestnosti v zariadení stropu.

**Poznámka:**  
 Priestory z hadička úrazu elektrickým prúdom podľa ČSN 33 2000-1 ed2 normálne.  
 Rozvodná sieť TN-UN-230/400V. Ochrana pred nebezpečným dotykom nebezpečných častí podľa ČSN 33 2000-4-41 ed2 analýzou, odpojením od zdroja.

**Poznámka:**  
 Zo strechy do technickej miestnosti umiestni čistič s priemerom 40mm - rozvod pre fotovoltiku.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Vypovedal: Bc. Viktor Doktor			AKCE: Elektroinštalácie rodinného domu				ZNAK FIRMY		Investor:		Zák.číslo:		AK.:		Listů:	
Kontroloval: Ph.D. Radim Kadlec			Stínoprúd				FIRMY		Obsah:		Změna/Datum:		V.č.:		List:	
Datum : 10.11.2015									situacňé schéma		Měřítko: 1:100		01			



- Rozvádzač domový**
- 1-násobné tlačítko KNX
  - 2-násobné tlačítko KNX
  - 4-násobné tlačítko KNX
  - Bezdrôtové tlačítko LoXONE
  - Intercom LoXONE
  - Požiarový hlásič
  - Kontakt dverí/dielen
  - Ethernetový zásuvka
  - Plynový senzor strešný
  - Plynový senzor nástenný
  - Reproduktor do podlahy
  - Čítačka elektronického kúča
  - Čído osvetlenia

**Poznámka:**  
 Rozvádzač KNX vst' v zariadení stroje, pripadne v horných nástenných zariadeniach pod omietkou. Tlačítko kablaže zberne KNX vst' v zariadení stroje, pripadne v horných nástenných zariadeniach pod omietkou. Tlačítko umiestni 125cm nad úrovňou podlahy. Bezdrôtové tlačítko umiestni do inštalovanej krabice umiestnenej 125cm nad úrovňou podlahy.  
 Strukturovaná kablaže je realizovaná ethernetovým káblom CAT7. Zásuvky štruktúrovanej kablaže sú umiestnené 40cm nad úrovňou podlahy v rovnakom vertikálnom lóžž so zásuvkami.  
 Kablaže pre plynové čidla vst' ku každému čídu samostatne s použitím ethernetového kábla CAT7. Následne čída sú umiestnené vo výške doporučený výrobcom.  
 Kablaže pre audio rozvod vedene v zariadení stroje s použitím kábla SCT 2x0.75.

**Poznámka:**  
 Zo strechy do technickej miestnosti vst' diaľkový senzor, senzor vetra, anhu pro audio systém a senzor osvetlenia. Na strechu umiestni: diaľkový senzor, senzor vetra, anhu pro audio systém a senzor osvetlenia.

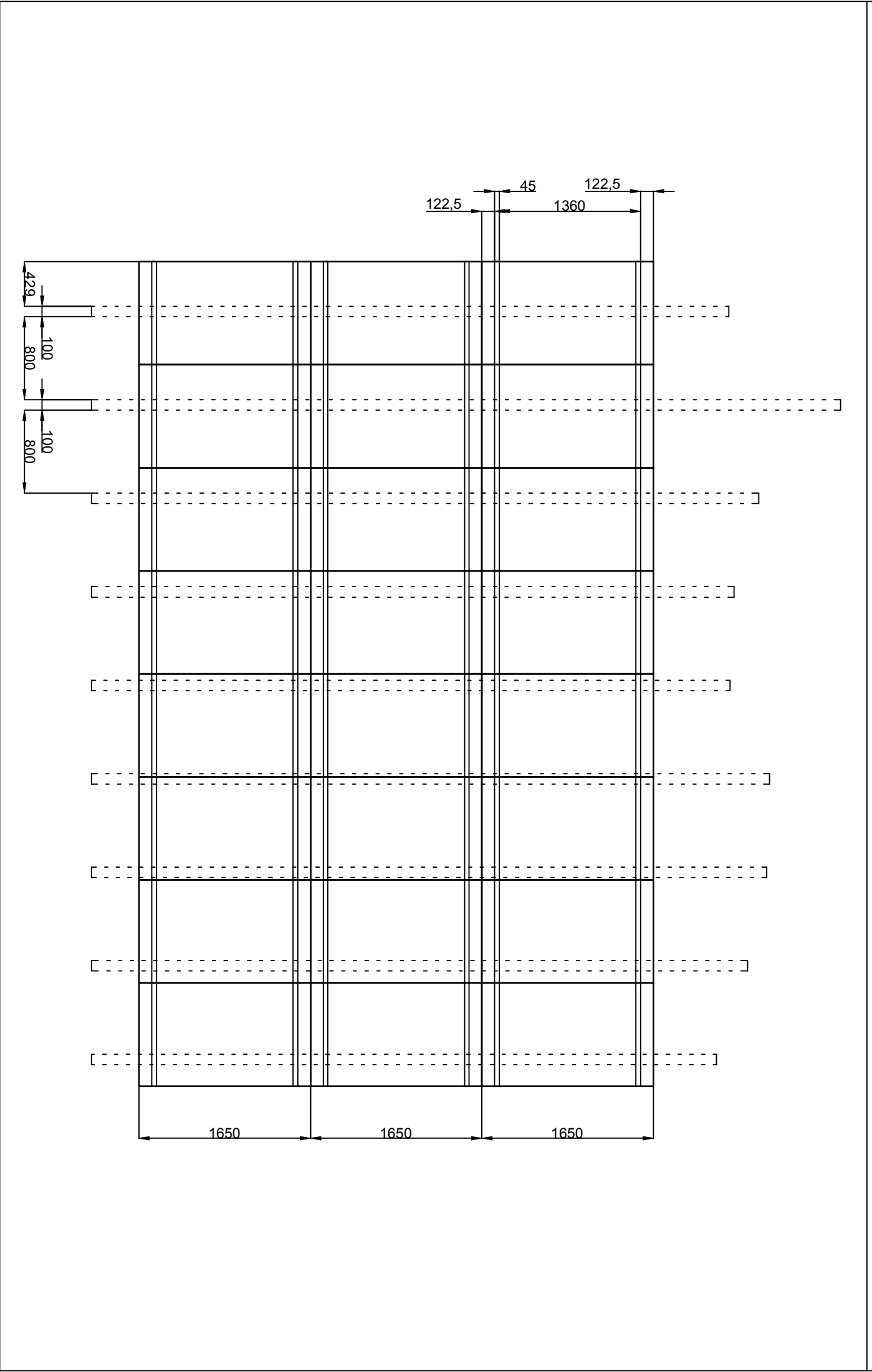
Vypovedal: Bc. Viktor Doktor  
 Kontroloval: Ph.D. Radim Kadlec  
 Datum : 10.11.2015

AKCE: Elektroinštalácie rodinného domu  
 Slaboprúd

**ZNAM FIRM**

Investor:  
 Obsah: situačné schéma

13	14	15	16	17
Zak.číslo:		AK.:		Listů:
Změna/Datum:		V.č.:		List:
Měřítko:	1:100		01	



Vypracoval: Bc. Viktor Doktor  
 Kontroloval: Ph.D. Radoslav Kadlec  
 Datum : 11.04.2015

AKCE: Elektronštalácie rodinného domu  
 Stĺpoprúd

**ZNAK  
 FIRMY**

Investor:  
 Obsah:  
**Nosná konštrukcia panelov**

Zak.číslo:  
 Zmena/Datum:  
 Měřítko:

A.K.:  
 V.č.:  
 05

Listů:  
 List:

## B CENOVÁ KALKULÁCIA PROJEKTU

Elektroinštalácia				
Zariadenie	Typ	Mj	Cena	Cena spolu
Miniserver		1	12 499	12 499
Extension		1	9 999	9 999
Relay extension		2	11 999	23 998
Dimmer extension		2	11 299	22 598
1-Wire		2	4 249	8 498
ModBus		1	5 806	5 806
Elektromer		1	8 226	8 226
Air-base		1	2 539	2 539
Intercom		1	28 433	28 433
Čidlo dažďa		1	1 749	1 749
Čidlo pohybu stropné		2	2 721	5 442
Čidlo pohybu nástenné		7	3 023	21 161
Veterný senzor		1	2 199	2 199
Držiak veterného senzora		1	1 649	1 649
Čidlo teploty		1	1 269	1 269
Požiarneho detektor		1	2 297	2 297
Čítačka kľúčov		1	942	942
Kľúče		6	99	594
Hlavica kúrenia digital		4	2 539	10 156
Hlavica kúrenia analog		6	2 009	12 054
Bezdrôtové tlačidlo		13	3 023	39 299
KNX tlačidlo		10	2 372	23 720
Kontakt okien/dverí		14	313	4382
Router		1	831	831
Reproduktory		8	3 749	29 992
Poistkový držiak	WAGO 730405	7	216	1 512
Poistka	24V 1A	7	7	49
Relé	16A	1	480	480
Istič 10A	LPN-10B-1	8	113	904
Istič 16A	LPN-16B-1	18	97	1 746
Istič 16A	LPN-16B-3	2	419	838
Istič 25A	LPN-25C-3	1	614	614

*Pokračovanie na ďalšej strane*

*Pokračovanie z predchádzajúcej strany*

Zariadenie	Typ	Mj	Cena	Cena spolu
Prúdový chránič 40A	LFE-40-4-030AC	3	726	2 178
Prúdový chránič 40A	LFE-40-2-030AC	2	1 184	2 368
Zvodič prepätia	SVBC-12,5-4-MZ	1	3 564	3 564
Zdroj 24V 4,2A		1	1 699	1699
Rack 19"	Signal (6U 450, závesná)	1	2 955	2955
Rozvodnica	BF-UT-4/96C	1	4 185	4 185
Kábel	CYKY-J 5x10	20	106	2 120
Kábel	CYKY-J 5x2,5	20	27	540
Kábel	CYKY-J 3x2,5	300	20	6 000
Kábel	CYKY-J 3x1,5	550	12	6 600
Kábel	UTP cat.7	200	22,74	4 548
Kábel	CYH 2x0,75	100	7	700
Chránička na kábel	25mm šedá ohybná	60	14	840
Chránička na kábel	40mm šedá ohybná	30	15	450
Zásuvka 32A	CZ 3253 BALS zás. 32/5	2	179	358
Dvojjzásuvka 16A	Valena 2x2P+T	36	265	9 540
Zásuvka 16A	Valena 2P+T	11	284	3 124
Inštaláčna krabica 68	KP 67/2	107	10	1070
Inštaláčna krabica 100	Kaiser 1095-01	1	83	83
Zásuvka TV	Valena TV/RD	4	516	2 064
Zásuvka Etherne	Valena RJ45	4	379	1 516
súčet:			342 977 Kč	

<b>FV systém</b>				
Zariadenie	Typ	Mj	Cena	Cena spolu
Panel	IBC Polysol 260 cs	24	5 783	138 792
LX DC 2kW		1	8 490	8 490
LX DC 4kW		1	17 218	17 218
Kábel	PV1-F 4 mm	100	29,54	2 954
Poistkový odpájač	OTP22/3	1	840	840
Poistky	PT22 16A gR/gS	3	315	945
Zvodič napätia	SVF-1000-2VB-MZS	6	3 858	23 148
Odpojovač	AVN-DC-63-4	1	2 685	2 685

*Pokračovanie na ďalšej strane*

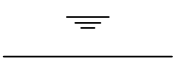

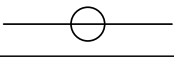
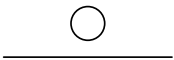
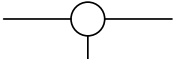
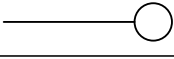
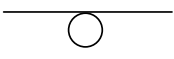

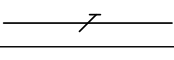
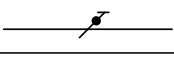
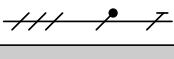
*Pokračovanie z predchádzajúcej strany*

<b>Zariadenie</b>	<b>Typ</b>	<b>Mj</b>	<b>Cena</b>	<b>Cena spolu</b>
Rozvodnica	LUCA-SL0511A00	2	364	728
Menič	SB 2100TL	3	24 570	73 710
Nádrž	LX ACDC/m+k abc 200	1	19 955	19 9500
Nádrž	NAD 500 v4	1	7 140	7 140
súčet:			296 605 Kč	



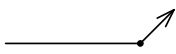
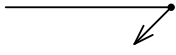













## C TABUĽKA ZNAČIEK V ELEKTROTECHNIKE

Tab. C.1: Tabuľka značiek v elektrotechnike. Tabuľka prevzatá z [1], strany 144-153

Číslo	Značka	Názov
<b>Vedenie</b>		
11-03-01		Vedenie v zemi
11-03-02		Vedenie pod vodou
11-03-03		Nadzemné vedenie na podperách
11-03-04		Vedenie v káblovom kanále, Vedenie v trubičke
<b>Krabice pre účastnícke odbočky a výstupy</b>		
11-08-01		Odbočovací krabica
11-08-02		Koncová krabica
11-08-03		Krabica pre zaslučkované vedenie
<b>Označenie špecifických vodičov</b>		
11-11-01		Nulový (stredný) vodič
11-11-02		Ochranný vodič
11-11-03		Vodič PEN
11-11-04		Trojfázové vedenie s ochranným a stredným vodičom
<b>Elektrická vedení</b>		




*Pokračovanie na ďalšej strane*

Tab. C.1 – Pokračovanie z predchádzajúcej strany

Číslo	Značka	Názov
11-12-01		Stúpacie vedenie smerom hore
11-12-02		Stúpacie vedenie smerom dole
11-12-03		Prebiehajúce stúpacie vedenie
11-12-04		Krabica - všeobecná značka
11-12-05		Rozvodná krabica
11-12-06		Prípojková skriňa
11-12-07		Rozvodné miesto
<b>Elektrická vedení</b>		
11-13-01		Zásuvka (silnoprúdová) - všeobecná značka
11-13-02		Viacnásobná zásuvka (silnoprúdová)
11-13-04		Zásuvka (silnoprúdová) s ochranným kontaktom
11-13-05		Zásuvka (silnoprúdová) chránená s viečkom
11-13-06		Zásuvka (silnoprúdová) s vypínačom
11-13-07		Zásuvka (silnoprúdová) blokováná vypínačom
11-13-08		Zásuvka (silnoprúdová) s oddeľovacím transformátorom
11-13-09		Zdelovacia zásuvka: TP - telefon, FX - telefax, M - mikrofón, FM - frekvenčná modulácia, TV- televízia, TX - telex

*Pokračovanie na ďalšej strane*

Tab. C.1 – Pokračovanie z predchádzajúcej strany

Číslo	Značka	Názov
<b>Vypínače</b>		
11-14-01		Vypínač - všeobecná značka
11-14-02		Vypínač so svetelnou signalizáciou
11-14-03		Jednopolový vypínač s časovým obmedzením
11-14-04		Vypínač dvojpólový
11-14-05		Vypínač sériový
11-14-06		Striedavý prepínač
11-14-07		Krížový prepínač
11-14-08		Stmievач
11-14-09		Ťahový vypínač
11-14-10		Tlačítko
11-14-11		Tlačítko so vstavanou signalizáciou
11-14-12		Tlačítko s mechanickou ochranou
11-14-13		Časovacie zariadenie
11-14-14		Časový vypínač
11-14-15		Vypínač ovládaný kľúčom
<b>Svetelné vývody a ich zariadenia</b>		

*Pokračovanie na ďalšej strane*

Tab. C.1 – Pokračovanie z predchádzajúcej strany

Číslo	Značka	Názov
11-15-01		Svetelný vývod so svetelným zdrojom
11-15-02		Svetelný vývod nástenný so svetelným zdrojom
11-15-03		Svetelný zdroj - všeobecná značka
11-15-04		Svietidlo - všeobecná značka
11-15-07		Svetlomet - všeobecná značka
11-15-10		Predradník výbojkových svetelných zdrojov
11-15-11		Núdzové osvetlenie
11-15-12		Núdzové osvetlenie s vlastným zdrojom
<b>Uloženie a vývody vedenia</b>		
211-01-01		Pevné vedenie
211-01-03		Pohyblivé vedenie
211-01-04		Vedenie na povrchu
211-01-06		Vedenie v omietke
211-01-10		Vedenie v káblovom kanále
211-01-12		Vedenie na káblovom rošte
211-01-16		Vývod dvojité
211-01-17		Vývod trojitý


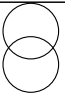



*Pokračovanie na ďalšej strane*

Tab. C.1 – Pokračovanie z predchádzajúcej strany

Číslo	Značka	Názov
<b>Elektrické spotrebiče</b>		
211-10-01		Elektrický spotrebič - všeobecná značka
211-10-02		Tepelný spotrebič
211-10-03		Elektrické zariadenie s motorom
211-10-04		Elektrické zariadenie s motorom a vykurovacím telesom
211-10-05		Tepelný žiarič
211-10-06		Infražiarič
211-10-07		Sušička
211-10-08		Práčka
211-10-09		Umývačka
211-10-10		Elektrický výparník
211-10-11		Fritéza
211-10-12		Elektrický šporák
211-10-13		Mikrovlnný šporák
211-10-14		Elektrická rúra
211-10-15		Elektrická varná doska
211-10-16		Chladnička, mraznička

*Pokračovanie na ďalšej strane*

Tab. C.1 – Pokračovanie z predchádzajúcej strany

Číslo	Značka	Názov
211-10-17		Kombinovaná chladnička
211-10-18		Transformátor
211-10-19		Kondenzátorová batéria
211-10-20		Usmerňovač
211-10-21		Batéria

## D PÍSMENKOVÉ ZNAČENIE V ELEKTROTECHNIKE

Tab. D.1: Tabuľka značiek v elektrotechnike. Tabuľka prevzatá z [1], strany 157 a 158.

Písmenový kód	Účel predmetu	Príklad predmetu
<b>B</b>	Premena vstupnej premennej na signál pre ďalšie spracovanie.	Čidlá, detektory, meracie členy, kamery, ...
<b>C</b>	Ukladanie energie.	Kondenzátory, akumulátory, pamäte, ...
<b>E</b>	Generátory vyžarovanej energie.	Svetelné či tepelné zdroje ale aj lasery.
<b>F</b>	Ochrana toku energie zariadení a osôb pred nebezpečnými nežiaducimi stavmi.	Poistky, ističe, tepelné relé, faradayova klieťka, katódová ochrana, ...
<b>G</b>	Zdroje energie a signálov.	Generátory, dynamá, palivové a slnečné články, suché batérie, ...
<b>H</b>	Signalizačné zariadenia	Bzučiak, sirény, signalizačné svetlá, ...
<b>K</b>	Spracovanie signálov, prípadne informácií.	Stykač, relé, elektrónky, tranzistory, mikroprocesory, ...
<b>M</b>	Dodávanie mechanickej energie.	Motory, spúšťače, ...
<b>P</b>	Meranie a skúšanie.	Meracie prístroje, elektromer, indikátory, čítače, ...
<b>Q</b>	Riadené spínanie, zmena toku energie.	Vypínač, odpojovač, štartér motora, tyristor, výkonový stykač a tranzistor, ...
<b>S</b>	Ručné pôsobenie na signál.	Tlačítka, spínače, klávesnice, radiče, ...
<b>T</b>	Zmena parametra energie so zachovaním jej druhu.	Transformátory, prevodníky, modulátory, ...
<b>W</b>	Vedenie energie a signálov.	Vodiče, káble, zbernice, optické vlákna, ...

*Pokračovanie na ďalšej strane*

Tab. D.1 – Pokračovanie z predchádzajúcej strany

Písmenový kód	Účel predmetu	Príklad predmetu
X	Spojovanie.	Svorky, zdierky, konektory, svorkovnice, ...



## **E INTENZITY OSVETLENIA V BUDOVÁCH**

Tab. E.1: Najnižšie prípustné intenzity osvetlenia v budovách.

<b>Najnižšie hodnoty lx na v bytových domoch</b>		
<b>lx</b>	<b>Priestor a činnosť</b>	<b>Kategória osvetlenia</b>
20	Domové komunikácie, odkladacie a pomocné priestory	C3, D3
30	Vnútorne časti domových vstupov, vstupy do výťahu	C3, D3
50	Obytné miestnosti v bytoch	D3
75	Komunikácie v bytoch, vnútorné komunikácie v administratívnych a obdobných budovách	C2
100	Obytné kuchyne, kúpeľne, WC šatne, komory, sušiarne a kočíkárne	C1
150	Hovorne, čakárne, haly, práčovne, pracovne pre hrubé práce	C1
200	Jedálenský stôl pre spoločné stolovanie v domácnosti	D1
300	Ošetrovňa, učebňa, kancelárie, dielňa, žehliareň, pracovná plocha v kuchyni, bežné ručné práce	B3, D1
750	Pracovne pre jemné práce, kresliarne, ateliéry, počítačové pracoviská, náročné ošetrovne	B2
1500	Pracovne pre veľmi jemné práce, rysovne, ateliéry	B1
3000	Pracovne pre mimoriadne jemné práce klenotnícke, hodinárske, reštaurátorské s obmedzenou možnosťou použitia zväčšenia	A3
7500	Najjemnejšia výroba, najpresnejšia kontrola v špeciálnych výrobných	A2
15000	Operačné sály, ambulancie pre špeciálne zákroky	A1