

**ZÁPADO ČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Návrh inteligentní elektrické instalace v RD za možnosti
využití alternativních zdrojů energie**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel SEDLÁČEK**

Osobní číslo: **E15N0039K**

Studijní program: **N2644 Aplikovaná elektrotechnika**

Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**

Název tématu: **Návrh inteligentní elektrické instalace v RD za možnosti využití alternativních zdrojů energie.**

Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

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

1. V souvislosti s návrhem elektrické instalace vysvětlíte pojem inteligentní instalace v RD. Prostudujte aktuální normy ČSN IEC a související literaturu.
2. Uveďte možnosti použití alternativních druhů energie pro vytápění v RD. Jednotlivé druhy popište.
3. Specifikujte situační plán daného rodinného sídla včetně návrhu připojení na distribuční rozvod. V programu Sichr vypočítejte kabelovou přípojku pro napájení objektu s respektováním ČSN IEC.
4. Navrhněte zapojení a rozmístění jednotlivých prvků elektrické instalace v RD včetně dimenzování přívodních vodičů a velikosti hlavního jističe a dále uvažte možnost použití záložního zdroje podporovaného vybraným druhem alternativní energie.
5. Proveďte ekonomickou bilanci výše uvedeného rodinného sídla.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah kvalifikační práce: 40 - 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. DVOŘÁČEK, Karel. Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací. Vydání první. Praha: IN-EL, 2003, 97 s. ISBN 80-86230-31-7.
2. Vyhláška č. 50/1978 Sb. , o odborné způsobilosti v elektrotechnice.
3. VALEŠ, Miroslav. Inteligentní dům. Vydání první. Praha: ERA group, 2006, 123 s. ISBN 80-7366-062-8.
4. Normy ČSN IEC.
5. www stránky, katalogy firem, výpočtový program Sichr (poslední dostupná verze).

Vedoucí diplomové práce:

Doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.

Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: 14. října 2016

Termín odevzdání diplomové práce: 19. května 2017

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



Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 14. října 2016

Anotace

Téma této diplomové práce se zabývá návrhem inteligentní elektrické instalace rodinného domu a její realizaci v praxi. Samotný návrh instalace je podpořen teoretickými výpočty pomocí výpočtového softwaru SICHR v souladu s platnými aktuálními normami IEC SN. Nedílnou součástí této práce je projektová dokumentace elektrické instalace spolu se situačním plánem stavby a ekonomickou bilancí stavby. V závěrečné části je uvedena možnost připojení záložního zdroje na alternativní pro dlouhodobější výpadek elektrické energie.

Klíčová slova

Inteligentní elektrická instalace, alternativní zdroje energie, výpočtový program SICHR, hvězdicový rozvod, Loxone, Inteligentní dom

Abstract

The diploma thesis deals with the project and implementation of electrical installation in a family house. The installation is based on theoretical calculations by means of computational software SICHR in accordance with valid CSN IEC standards. Further, the thesis encompasses the project documentation of electrical installation along with the site layout plan and the building energy balance.

Key words

electrical installation, smart home electrical installation Loxone, alternative energy sources, computational software SICHR, Smart house

Prohlášení

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

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

.....

podpis

V Plzni dne 14.5.2017

Pavel Sedláček

Pod kování

Tímto bych rád pod koval vedoucímu Diplomové práce Doc. Ing. Zby ku Martínkovi CSc. za cenné profesionální rady, p ipomínky a metodické vedení práce. Také bych rád pod koval panu Janu Tanclovi za poskytnutí stavebních plán stavby a jeho podporu p i dokumentování stavby.

.....
podpis

V Plzni dne 14.5.2017

Pavel Sedlá ek

Obsah

OBSAH	7
SEZNAM OBRÁZK	9
SEZNAM TABULEK	9
SEZNAM P ÍLOH	9
ÚVOD	10
SEZNAM SYMBOL	11
1 INTELIGENTNÍ INSTALACE	12
1.1 OBECNÝ POPIS.....	12
1.2 POJEM INTELIGENTNÍ D M	12
1.3 P ÍNOSY INTELIGENTNÍ INSTALACE V RODINNÉM DOMU.....	14
1.3.1 <i>Komfort obsluhy elektrických za ízení domu</i>	14
1.3.2 <i>Zabezpe ení a ochrana domu</i>	15
1.3.3 <i>Hospodárný provoz domu</i>	16
2 ALTERNATIVNÍ ZDROJE ENERGIE PRO VYTÁP NÍ	17
2.1 TEPELNÁ ERPADLA.....	17
2.1.1 <i>Tepelné erpadlo zem /voda</i>	17
2.1.2 <i>Tepelné erpadlo vzduch/voda</i>	18
2.2 SOLÁRNÍ KOLEKTORY.....	19
2.3 ZÁKLADNÍ POPIS FUNKCE SOLÁRNÍHO PANELU.....	19
2.3.1 <i>Vzduchové solární konektory</i>	20
2.4 KAPALINOVÉ SOLÁRNÍ KONEKTORY.....	22
2.4.1 <i>Druhy kapalinových solárních kolektor</i>	23
2.5 FOTOVOLTAICKÉ PANELY.....	25
2.5.1 <i>Ostrovní provoz fotovoltaických panel</i>	27
2.5.2 <i>Solární systémy zapojené do sít</i>	28
2.5.3 <i>Panely s monokrystalickými články</i>	29
2.5.4 <i>Solární panely s polykrystalickými články</i>	29
2.5.5 <i>Solární panely s amorfními články</i>	30
2.6 SÁLAVÉ (INFRA ERVENÉ) PANELY.....	31
2.7 VÝB R ZDROJE PRO VYTÁP NÍ RD.....	32
3 ÚDAJE O STAVB RODINNÉHO DOMU	34
3.1 SITUA NÍ PLÁN A VNIT NÍ USPO ÁDÁNÍ.....	34
3.2 VÝPO ET KABELOVÉ P ÍPOJKY POMOCÍ PROGRAMU SICHR.....	35
3.3 POPIS PROGRAMU SICHR OEZ SICHR VERZE 16.02	36
3.3.1 <i>Prost edí programu SICHR</i>	37
3.3.2 <i>Úvodní strana</i>	38
3.3.3 <i>Celkové schéma</i>	39
3.3.4 <i>Parametry a výpo ty</i>	39
3.3.5 <i>P ehled parametr a výpo t</i>	40
3.4 POSTUP VÝPO TU „P ÍPOJKA HORUŠANY“	41
4 NÁVRH ELEKTRICKÉ INSTALACE V RD	52
4.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE.....	52
4.2 NÁVRH DIMENZOVÁNÍ P ÍPOJKY A OV ENÍ JISTICÍCH PRVK	52
4.2.1 <i>Vstupní hodnoty pro dimenzování p ípojky</i>	52

4.2.2	Celkový proud p ípojkou	53
4.2.3	Maximální jmenovitá hodnota proudu protékající kabelem:	53
4.2.4	Kontrola na úbytek nap tí:	53
4.2.5	Návrh jišt ní p ípojky objektu	54
4.2.6	Sí ový napáje	54
4.2.7	Impedance sít	55
4.2.8	Celková impedance zkratové smy ky.....	56
4.2.9	Výpo et zkratového proudu	56
4.2.10	Ekvivalentní oteplovací proud.....	56
4.2.11	Kontrola na minimální pr ez.....	56
4.2.12	Zhodnocení návrhu a výpo tu p ípojky	57
4.3	TECHNICKÉ POŽADAVKY SN IEC NA ELEKTRICKOU INSTALACI V RD.....	57
4.3.1	Ochrana p ed úrazem elektrickým proudem.....	57
4.3.2	Hlavní pospojování.....	58
4.3.3	Dopl kové pospojování	58
4.3.4	Rozvad e.....	58
4.3.5	Rozvad elektrom rový RE	58
4.3.6	Rozvad RH	58
4.3.7	Signál hromadného dálkového ovládání - HDO.....	59
4.3.8	Prost edí.....	59
4.3.9	P ípojka.....	59
4.3.10	Odbo ka k elektrom ru, m ení spot eby el. energie, vedení za elektrom rem.....	59
4.3.11	Ochrana proti p etžení a zkratu	60
4.3.12	Ochrana p ed bleskem a uzemn ní.....	60
4.3.13	Uzem ovací soustava	60
4.3.14	Ochranná soustava elektroinstalace.....	61
4.3.15	Slaboproudý rozvod.....	61
4.3.16	Osv tlení.....	62
4.3.17	Protipožární ochrana	62
4.3.18	Elektrorozvody.....	62
4.3.19	Ochrana a bezpe nost zdraví.....	63
4.3.20	Vývody silnoprroudu.....	63
4.3.21	Revize.....	63
4.3.22	Provedení výkop	64
4.3.23	Bezpe nostní instrukce	64
4.3.24	Zp sob kompenzace ú iníku	64
4.3.25	Stupe d ležitosti dodávky.....	64
4.3.26	Seznam norem.....	64
4.4	INTELIGENTNÍ ELEKTRICKÁ INSTALACE LOXONE	65
4.5	POPIS SYSTÉMU LOXONE	66
4.5.1	Instala ní podmínky.....	66
4.5.2	P ehled a popis prvk Loxone	67
4.6	ZÁLOŽNÍ ZDROJ PRO LOXONE	69
4.6.1	Ostrovní provoz domu	69
4.7	PRAKTICKÁ ÁST PROVEDENÍ ELEKTROINSTALACE V RD	71
4.7.1	Zásuvkové obvody.....	71
4.7.2	Umíst ní ovládacích prvk (tla ítek).....	72
4.7.3	Prostor pro rozvad	73
4.7.4	Instalace kotle a boileru pro oh ev vody	74
4.7.5	Rozvody podlahového vytáp ní.....	74
5	EKONOMICKÁ BILANCE.....	75
	ZÁV R.....	78
	SEZNAM LITERATURY A INFORMA NÍCH ZDROJ	79

Seznam obrázk

OBRÁZEK 1.3.1: P ÍKLAD MOBILNÍ APLIKACE PRO TELEFON [2]	15
OBRÁZEK 2.1.1: PRINCIP TEPELNÉHO ERPADLA VZDUCH/VODA.[5]	18
OBRÁZEK 2.3.1: PRINCIP ODVODU TEPLA V SOLÁRNÍM KOLEKTORU[6]	19
OBRÁZEK 2.3.2: VZDUCHOVÝ KOLEKTOR FIRMY GRAMMER SOLAR [6]	20
OBRÁZEK 2.3.3: PRINCIP DVOJITÉ FASÁDY (TROMBEHO ST NA)[7]	21
OBRÁZEK 2.3.4: AKTIVNÍ TEPELOVZDUŠNÝ SOLÁRNÍ SYSTÉM[8]	22
OBRÁZEK 2.4.1: PRINCIP TEPELNÉ VÝM NY KAPALINOVÉHO SOLÁRNÍHO SYSTÉMU [9]	22
OBRÁZEK 2.4.2: PLOCHÝ NEZAKRYTÝ KOLEKTOR [10]	23
OBRÁZEK 2.4.3: KONSTRUKCE SELEKTIVNÍHO A NESELEKTIVNÍHO KOLEKTORU [10]	23
OBRÁZEK 2.4.4: KONSTRUKCE PLOCHÉHO VAKUOVÉHO KOLEKTORU [10]	24
OBRÁZEK 2.4.5: KONSTRUKCE TRUBKOVÉHO VAKUOVÉ KOLEKTORU [10]	24
OBRÁZEK 2.4.6: PRINCIP A KONSTRUKCE KONCENTRA NÍHO KOLEKTORU [10]	25
OBRÁZEK 2.5.1: PRINCIP VÝROBY EL. ENERGIE VE FOTOVOLTAICKÉM PANELU [13]	26
OBRÁZEK 2.5.2: SÉRIOV -PARALELNÍ ZAPOJENÍ PANEL [14]	27
OBRÁZEK 2.5.3: P ÍKLAD ROZMÍST NÍ PRVK V RD [15]	28
OBRÁZEK 2.5.4: MONOKRYSTALICKÝ PANEL [16]	29
OBRÁZEK 2.5.5: POLYKRYSTALICKÝ PANEL [16]	30
OBRÁZEK 2.5.6: VRSTEVNÍ SCHÉMA AMORFNÍHO PANELU [18]	31
OBRÁZEK 2.6.1: POROVNÁNÍ SÁLAVÝCH PANEL S TEPELOVZDUŠNÝM VYTÁP NÍM[18]	32
OBRÁZEK 2.7.1: POROVNÁNÍ RO NÍCH NÁKLAD NA ENERGIE V DOM [19]	33
OBRÁZEK 3.1.1: SITUA NÍ PLÁN (VÝ EZ)	34
OBRÁZEK 3.1.2: VIZUALIZACE RODINNÉHO DOMU	35
OBRÁZEK 3.3.1: PROST EDÍ PROGRAMU SICHR	37
OBRÁZEK 3.3.2: POPIS FUNK NÍCH TLA ÍTEK	37
OBRÁZEK 3.3.3: KALKULÁTOR VELI IN (SICHR)	38
OBRÁZEK 3.3.4: ÚVODNÍ STRANA PROJEKTU (SICHR)	38
OBRÁZEK 3.3.5: CELKOVÉ SCHÉMA P ÍPOJKY (SICHR)	39
OBRÁZEK 3.3.6: SCHÉMA P ÍPOJKY S PARAMETRY (SELEKTIVITA)	39
OBRÁZEK 4.2.1: SCHÉMA NÁHRADNÍHO OBVODU	54
OBRÁZEK 4.5.1: LOXONE - HV ZDICOVÁ TYPOLOGIE [21]	66
OBRÁZEK 4.5.2: P ÍKLAD SIMULACE V PROGRAMU LOXONE	67
OBRÁZEK 4.5.3: PROPOJENÍ MINISERVERU A EXTENSION [21]	67
OBRÁZEK 4.6.1: SCHÉMA OSTROVNÍHO SYSTÉM[23]	70
OBRÁZEK 4.7.1: P ÍPRAVA ZEMNÍHO VÝKOPU	71
OBRÁZEK 4.7.2: INSTALACE ZÁSUVKOVÝCH KRABIC V RD	72
OBRÁZEK 4.7.3: CHRÁNÍ KA KABELU OSAZENÁ V DRÁŽCE VE ZDI RD	72
OBRÁZEK 4.7.4: INSTALA NÍ MÍSTO PRO ROZVAD	73
OBRÁZEK 4.7.5: NAVRŽENÁ VELIKOST HLAVNÍHO ROZVAD E	73
OBRÁZEK 4.7.6: INSTALACE KOTLE A BOILERU	74
OBRÁZEK 4.7.7: ROZLOŽENÍ TOPNÝCH HADIC	74

Seznam tabulek

TABULKA 1: CENOVÁ KALKULACE KLASICKÉ EL. INSTALACE	75
TABULKA 2: CENOVÁ KALKULACE INSTALACE LOXONE	76

Seznam p íloh

VÝKRES 1: RODINNÝ D M – EL. INSTALACE, SITUA NÍ PLÁN
VÝKRES 2: RODINNÝ D M – EL. INSTALACE, SV TELNÝ OKRUH
VÝKRES 3: RODINNÝ D M – EL. INSTALACE, ZÁSUVKOVÝ OKRUH
VÝKRES 4: RODINNÝ D M – EL. INSTALACE, SLABOPROUDÝ OKRUH
VÝKRES 5: RODINNÝ D M – EL. INSTALACE, HROMOSVOD A ZEMNÍCI SOUSTAVA
VÝKRES 6: RODINNÝ D M – EL. INSTALACE: ROZVAD
VÝKRES 7: RODINNÝ D M – EL. INSTALACE: ROZVAD
VÝKRES 8: RODINNÝ D M – EL. INSTALACE: ROZVAD

Úvod

Vybraným tématem pro tuto diplomovou práci je realizace inteligentní elektrické instalace v novostavbě rodinného domku. Nápad provést tento druh instalace se zrodila v hlavě mého kolegy, který se rozhodoval, zda postavit pasivní nebo nízko energetický dům. Po zvážení všech aspektů obou možných variant se rozhodl pro variantu nízkoenergetického domu s tím, že by rád využil moderní technologie v ovládání celého domu, a tak dosáhl ekonomičtějšího provozu.

Myšlenka zaujala, a proto jsem se rozhodl mu pomoci s návrhem a projektem instalace, která by mohla být vhodná pro tento typ domku. V současné době je právě tento typ elektrických instalací velmi často upraven z důvodu možnosti dálkového řízení pomocí chytrých telefonů. Vložení jisté inteligence do ovládacích prvků domu, pak dává dům komfortnější a umožňuje tak přizpůsobit dům životnímu stylu uživatele. Použití počítačem kontrolované a řízené logiky elektrické instalace nabízí i další možnosti v ochraně majetku, kdy řídicí systém je schopen přímo reagovat na bezpečnostní rizika, provádět jejich hlášení přes mobilní síť a nebo přímo na dispejně centralizované ochrany. Elektronický zabezpečovací systém (EVS) je tedy plně integrován a umožňuje komunikaci se samotnou elektrickou instalací a skýtá tím další možnosti, jako jsou simulace přítomnosti majitele domu, například zapínáním spotřebičů v jednotlivých místnostech.

Pro takto vybavený dům je však zapotřebí provést mnoho technických a technologických úprav a úkonů tak, aby výsledný efekt vedl ke spokojenosti uživatele domu, a proto bych rád popsal všechny podstatné kroky od úpravy technické dokumentace až k finální realizaci celé stavby. Z tohoto důvodu je práce rozdělena do jednotlivých částí, ve kterých jsou vysvětleny pojmy jako například instalace inteligentní instalace nebo alternativní zdroje, ale je v nich také popis samotného návrhu elektrické instalace spolu s výpočtovou částí. Závěrem je provedena ekonomická bilance.

Seznam symbol

RD	Rodinný d m
L1, L2, L3	Fázové vodi e nap ové soustavy TN-C, TNC-S, TN-S
N	St ední vodi , pracovní nula
PE	Ochranný vodi
SN IEC	eská státní norma respektovaná v EU
HDO	Hromadné dálkové ovládání
EZS	Elektronický zabezpe ovací systém
Wp	Watt peak je jednotkou špi kového výkonu dodávaného solárním za ízením za ideálních podmínek
OEZ	Orlické elektrotechnické závody
NN	Nízké nap tí
P_i (kW)	Instalovaný p íkon
(-)	Soudobost
P (kW)	Soudobá hodnota instalovaného p íkonu
U_s (V)	Sdružené nap tí
\cos (-)	Ú iník
t ($^{\circ}C$)	Teplota okolí
I_P (A)	Proud protékající p ípojkou
I_{NP} (A)	Jmenovitá hodnota proudu
I_{DOV} (A)	Hodnota dovoleného proudu
S (mm ²)	Pr ez vodi e
(-)	Soudobost
P_i (kW)	Celkový instalovaný p íkon
\cos (-)	Ú iník
t ($^{\circ}C$)	Teplota okolí (zem)
k_1 (-)	P epo ítavací koeficient- uložení v zemi
k_2 (-)	P epo ítavací koeficient- závislost teploty
I_{NV} (A)	Napájecí proud vedení
l (m)	Délka kabelu
ρ_{cu} (S.m/mm ²)	M rná specifická vodivost
I_k'' (kA)	Rázový zkratový proud zdroje
S_k'' (MVA)	Zdánlivý zkratový výkon
U_n (kV)	Primární jmenovité nap tí transformátoru
S_{RT} (MVA)	Jmenovitý výkon transformátoru
Z_s	Impedance sít
u_k	Nap tí nakrátko
RE	Rozvad elektrom rový
HOP	Hlavní ochanná p ípojnice
RH	Rozvad hlavní
DV	Domací vrátný
LPS (Lightning Protection Systém)	Systém ochrany p ed bleskem

1 Inteligentní instalace

1.1 Obecný popis

Pojem „inteligentní instalace“ je odvozena z často používaného výrazu „inteligentní dům“, jehož řídicí jednotka je napojena na elektrickou instalaci. Z tohoto pojetí vznikl výraz „inteligentní instalace“. Pro vyjádření téhož smyslu lze v odborné literatuře najít také výrazy jako „chytrý dům“, „digitální dům“ i „domácí automatizace“. Historie inteligentního domu sahá do 60. let minulého století, kdy byl v Japonsku představen koncept domu řízeného počítačem. Do širšího povědomí však vstoupil až koncem 80. let, kdy následkem ropné krize byly preferovány projekty zacílené na šetření spotřeby elektrické energie. K tomuto trendu přispěl také technický pokrok při výrobě polovodičových součástek a počítačových procesorů. Mezi prvními firmami zabývající se vývojem byly Siemens, Gira, Merten a Berker. Tyto firmy se staly prvními průkopníky v projektech instalací v inteligentních domech.[1]

1.2 Pojem inteligentní dům

Jak již bylo zmíněno v obecném popisu, je inteligentní dům budova vybavena elektrickou instalací, která je řízena a ovládána pomocí počítačové techniky a je také schopna komunikovat na dálku s uživateli pomocí počítačové sítě. Všechny tyto schopnosti instalace jsou pak využívány pro zlepšení komfortu užívání domu. Neméně významnou roli zde má i ekonomické hledisko provozu budovy. Samotný dům tedy umožňuje interaktivní řízení pomocí mobilních aplikací, automatické řízení topení, sledování zátěže elektrické sítě až po pokročilé aplikace řízení provozu domácích spotřebičů. Úroveň vložené inteligence lze rozdělit do následujících skupin, které jsou běžně používány v odborné literatuře [1]:

- 1. Obsahující inteligentní řízení a systémy.** Dům obsahuje samostatná inteligentní fungující řízení a systémy pracující nezávisle na ostatních. Může se jednat třeba o systém řízení teploty v domě, který dokáže vyhodnotit nutnost zapnutí vytápění s ohledem na roční dobu a vnější teploty ovzduší. Vytápění se spustí třeba jen v případě, že je zimní období a není dostatek slunečního svitu pro akumulaci tepla ze solárního ohřevu

2. **Obsahující inteligentní komunikující za řízení a systémy.** Dům obsahuje inteligentní fungující za řízení a systémy, které si z důvodu zdokonalení své činnosti vyměňují informace a zprávy mezi sebou. Umožňuje například komunikaci bezpečnostního systému se systémem řízení spotřební energie. Při aktivaci EZS systému jsou zkontrolovány jednotlivé spotřebiče. Mohou být například vypnuty anebo naopak zaktivovány (imitace činnosti audio techniky nebo rozsvícování světel v nepřítomnosti).
3. **Propojený dům (tzv. connected home).** Dům je propojen pomocí vnitřní a vnější komunikační sítě. Umožňuje interaktivní vzdálené ovládání systémů, přístup ke službám a informacím odkudkoliv z domu i mimo něj. Například v případě narušení objektu je systém schopen provolat pomoc a provádět samostatně úkony jako vytažení rolet a rozsvícení světel pro lepší viditelnost možného pachatele.
4. **Učí se dům.** Zaznamenává aktivity v domě a používá nashromážděné údaje pro samočinné ovládání technologií podle předvídaných potřeb uživatelů. Příkladem lze uvést spínání spotřebičů dle jejich obvyklého používání. Například vytápění se zapne v běžně používaném časovém zapnutí obsluhou.
5. **Pozorný dům.** Aktivity a okamžitá poloha lidí a předmětů v domě jsou neustále vyhodnocovány a technologie jsou samočinně ovládány podle předvídaných potřeb. Na rozdíl od stupně 4, kde jsou používány historické údaje, zde vše probíhá v reálném čase.

Stupně uvedené pro instalaci inteligentního domu na sebe navazují a každý vyšší stupeň obsahuje funkcionality stupně předchozího. Takto rozdělené skupiny pomáhají k definici složitosti samotné elektrické instalace například v rodinných domech. Je zřejmé, že skupiny 4 a 5 patří do vybavenosti a množství funkcí mezi maximálně finančně náročné projekty, a proto se pro standardní RD používají jen velmi zřídka.

1.3 Přínosy inteligentní instalace v rodinném domu

Tímto tématem jsem se zabýval při rozhodování, jakým způsobem se bude ubírat novostavba RD. První projektová dokumentace pro elektrickou instalaci byla provedena klasickým způsobem používaným již několik desítek let a také s ohledem na ekonomickou bilanci stavby. Tato ekonomicky přijatelná varianta ale vnesla řadu otázek, které bylo zapotřebí řešit.

1.3.1 Komfort obsluhy elektrických zařízení domu

Komfort a pohodlí obsluhy je vždy tak trochu relativní věc. Pro někoho je komfortní ručně ovládaný termostat topení v místnosti a pro jiného je to počítačová logika při udržování teploty v celém domě. V případě inteligentní instalace je komfort na prvním místě. Základem je řídicí počítačový systém, který dokáže komunikovat se všemi elektrickými zařízeními v domě. Jedny z hlavních požadavků na tento RD byly možnost ovládání světel z jednoho místa, konkrétně při odchodu vypnout všechny vypínače všechna rozsvícená světla v domě a automatická aktivace EZS. Typ vybrané instalace vše toto splňuje a navíc umožňuje rozšíření na mnoho dalších funkcí, jako je automatické stažení rolet v reakci na denní dobu nebo aktuální počasí.

Do komfortu užívání dnes zasahuje významnou měrou rozvoj telekomunikační techniky a to zejména dotykové telefony, které dále rozšířily možnosti v ovládání a sledování domu na dálku. V předchozích generacích inteligentních instalacích bylo ovládání domu omezeno na pevně připojené počítače nebo notebooky a telefony byly používány spíše jako pasivní prvky pro příjem zpráv. S rozmachem dotykových telefonů se však tato situace změnila a široká nabídka aplikací pro Android operační systém, umožnila snadné ovládání kdekoli na cestách i dovolených. Majitel domu je tak schopen aktivně reagovat a hlavně aktivně řídit hlášené události pouze pomocí telefonu. Příkladem může být Loxone App, kde jsou na displeji telefonu zobrazeny sekce, ve kterých je možné navolit příslušné operace, jako je ovládání rolet nebo žaluzií. Technologie moderních telefonů poskytují maximální komfort v ovládání, ale dokáže poskytovat i přesné informace o samotném prováděném úkonu pomocí grafického znázornění na displeji, například naklopení nebo poloha žaluzií (viz. *Obrázek 1.3.1*).



Obrázek 1.3.1: Příklad mobilní aplikace pro telefon [2]

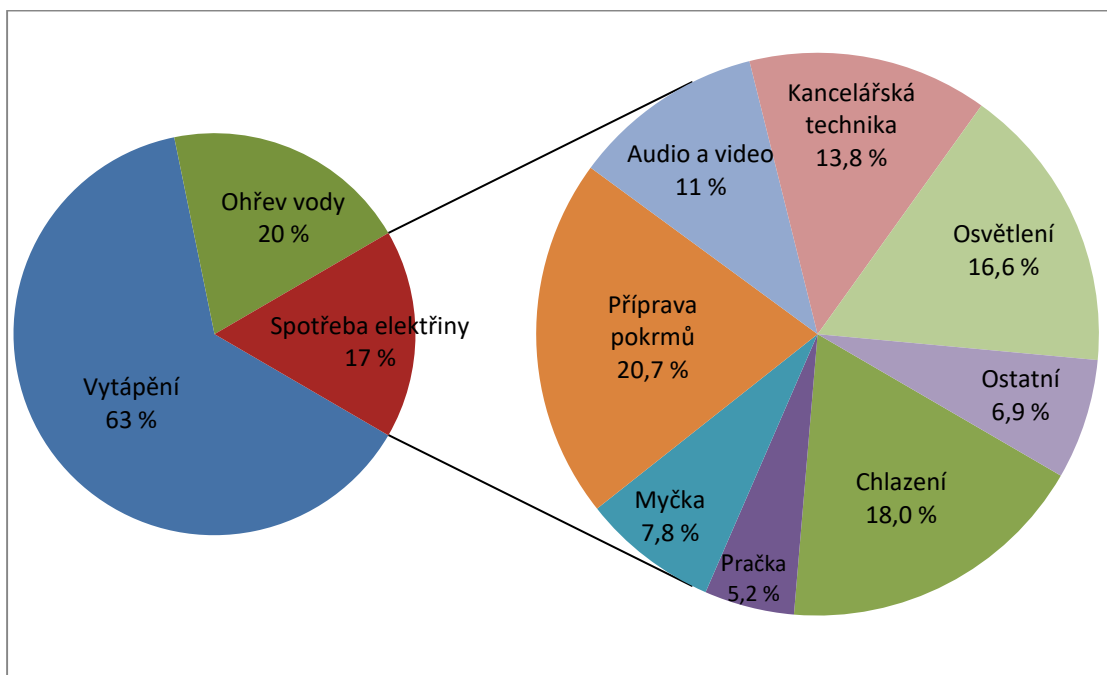
1.3.2 Zabezpečení a ochrana domu

Další nesporné výhody inteligentní instalace je její využití pro ochranu domu. V porovnání s klasickou instalací následně dovybavenou dodatečnými zabezpečovacími řízeními, dokáže inteligentní dom lépe vyhodnocovat a následně reagovat na podněty, ale taktéž poskytuje maximální komfort obsluhy. Uživatel domu nemusí být vázán na klávesnicové ovládání kódu u vchodových dveří, ale může k tomu použít přímo dotykový telefon. Bezpečnostní systém díky propojení se silovou instalací může sám vyhodnocovat plánované poplachy, například dojde-li k otevření neuzamknutého okna u zamčeného objektu, pak může být naprogramován k nouzovému stažení předokenní žaluzie za předpokladu, že nebyla aktivována pohybová čidla. Tato skutečnost je pak poslána na mobilní telefon.

K zabezpečení domu přispívá také schopnost domu simulovat přítomnost osob v domě. Vzájemná propojenost mezi silovou el. instalací umožňuje zapínat prakticky libovolný spotřebič na libovolnou dobu v nepravidelných intervalech.

1.3.3 Hospodárný provoz domu

Další a nemén d ležitou úlohou inteligentní instalace je možnost ídit hospodárnost provozu elektrických za ízení v dom . P i sou asném tempu spot eby energií lze v dohledné dob po ítat se snižujícími se zásobami fosilních paliv, což bude mít zcela jist za následek prudký nár st cen, který se bude týkat nejen pr myslových odv tví, ale hlavn drobných odb ratel energií. Tento stav bude pravd podobn nutit odb ratele k co nejv tším úsporám, proto je práv na ase p ipravit se na tuto novou etapu pomocí inteligentního ízení spot eby energií. Dle statistik je v eských domácnostech v tšina energie použita na vytáp ní a oh ev vody. Z uvedeného *Graf 1.3.1* vyplývá, že se podíl takto vynaložené energie blíží 2/3 z celkového množství. Zde se práv naskýtá možnost pro inteligentní ízení a regulaci pomocí funkcí ídicího systému a také možnou spolupráci s alternativními zdroji energie, které mohou být sou ástí rodinného domu. Práv ídicí jednotka m že být naprogramována tak, aby dokázala rozlišit jednotlivé stavy probíhající v daném asovém období. Kup íkladu je možné dle bezpečnostního systému rozlišit opušt ní domu a p izp sobit tomu nejen vytáp ní, ale i v trání i rekuperaci vzduchu. Je taktěž možné do po íta e vložit nahodilou událost, jako je nap íklad návšt va v tšího po tu lidí, kdy d m m že použít vyzá enou energii z lidských t l pro vytáp ní t eba rekupera ní cirkulací vzduchu tj. kdy se vzduch p ivád ný do budovy p edeh ívá teplým odpadním vzduchem.



Graf 1.3.1: Rozložení spot eby energie v domácnostech v %. [2]

2 Alternativní zdroje energie pro vytápění

Jak bylo již zmíněno v předchozím textu, je možné instalovat do energetických zdrojů domu i jiné pomocné zdroje energií. Tyto zdroje se rozumí za řízení získávající energii i z jiných zdrojů než jsou klasické elektrárny spalující fosilní paliva, na kterých je právě závislá většina domácností. O těchto zdrojích mluvíme jako o alternativních a patří k nim tepelná čerpadla, solární kolektory nebo fotovoltaické panely. Za alternativní zdroje lze považovat i malé vodní a větrné elektrárny, ale s ohledem na jejich finanční náročnost a polohu v krajině, jsou pro rodinné domy spíše výjimkou. Proto se jimi nebudu dále podrobněji zabývat.

Mezi nejvíce rozšířené alternativní zdroje, jak bylo řečeno, patří tepelná čerpadla, solární kolektory a fotovoltaické panely. Tyto zdroje lze zpravidla dobře instalovat dodatečně na rodinný dům bez zásadního stavebního zásahu a jsou i relativně finančně dostupným řešením zvýšení energetické soběstačnosti domu. V následujících částech budou popsána jednotlivá řešení těchto zdrojů.

2.1 Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla se v poslední doběadí mezi oblíbené zdroje získání tepla pro vytápění rodinných domků a to hlavně z důvodu možnosti získání tepla z okolního prostředí s významnou úsporou dodané elektrické energie. Obecně totiž platí, že na celkovou výrobu tepelné energie spotřebuje jen jednu třetinu elektrické energie. Samotný princip spoívá v převzetí tepla z prostředí (vzduch, voda, země), kde je ho sice obsaženo velké množství, ale nelze jednoduše využít bez použití tepelného čerpadla obsahujícího chladivo s nízkým bodem varu. Ten musí být nižší než teplota okolního prostředí, ze kterého je teplo čerpáno. Tepelná čerpadla lze rozdělit dle druhu přeměny tepla z okolního prostředí do níže uvedených skupin, které jsou v odborných textech popsány následujícím způsobem:

2.1.1 Tepelné čerpadlo země /voda

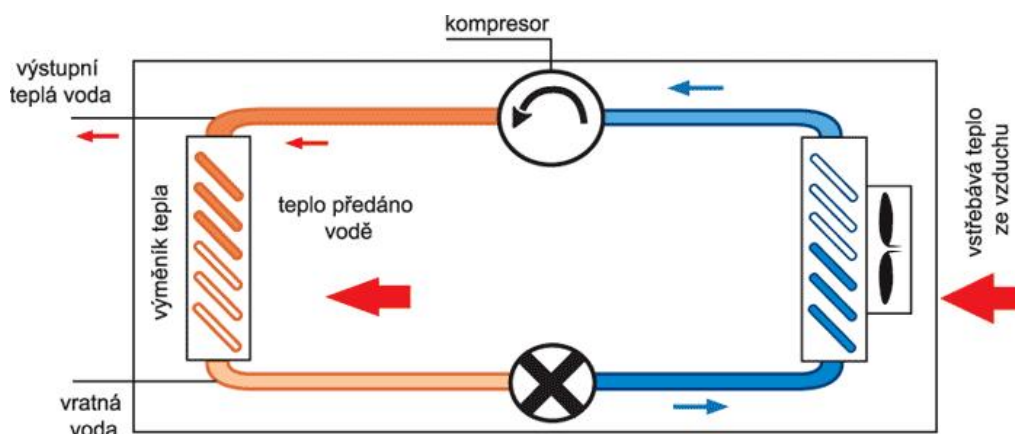
Princip: teplo je ze země do vody předáváno obíhající nemrznoucí kapalinou o nízké

teplot varu. Ta v plynném stavu sbírá teplo v potrubí uloženém do vrtu nebo do kolektoru pod povrchem zem . V okruhu je zařazen kompresor pro dosažení požadované vysoké teploty. [3]

Tento způsob získávání tepla je upraven v případě, kdy je možné použít například horizontální zemní kolektor. Ten je vytvořen pomocí plastové hadice uložené do výkopu v nezamrzlé hloubce, kde cirkuluje velmi chladná nemrznoucí kapalina, která se při chodu zemí ohřívá a následně vtéká do prvního výměníku, kde předá teplotu plynnému médiu v okruhu kompresoru. Následně je plynné médium stlačeno a tím ohříváno a připraveno předat teplo přes druhý výměník vody v topném systému. Stejný princip je aplikován pro hlubinné vertikální vrty, kde se hloubka jednoho vrtu pohybuje v rozmezí 100-150 m. Na 1kW vrtu je zapotřebí přibližně 12m hloubky nebo 30 m² pozemku v případě horizontálního kolektoru. Vrt nelze přetížít nadměrným odběrem tepla z důvodu jeho vyerpání a možného zamrznutí.

2.1.2 Tepelné čerpadlo vzduch/voda

Teplo je zde odebíráno z venkovního vzduchu proudícího přes výparník a následně je pomocí kompresoru a dalšího výměníku předáno topné vodě . V případě tohoto principu se jedná o převrácený způsob klimatizace. Na Obrázek 2.1.1 je zjednodušenou formou zobrazeno předávání tepla pomocí vody. Pro použití tohoto principu hovoří nízké pořizovací náklady a nenáročná instalace, nevýhodou je ale velká závislost na teplotě okolního vzduchu. Mezní teplota dosahuje v dnešní době -15 °C, pod tuto hranici je nutné použít například elektrické ohřívání.



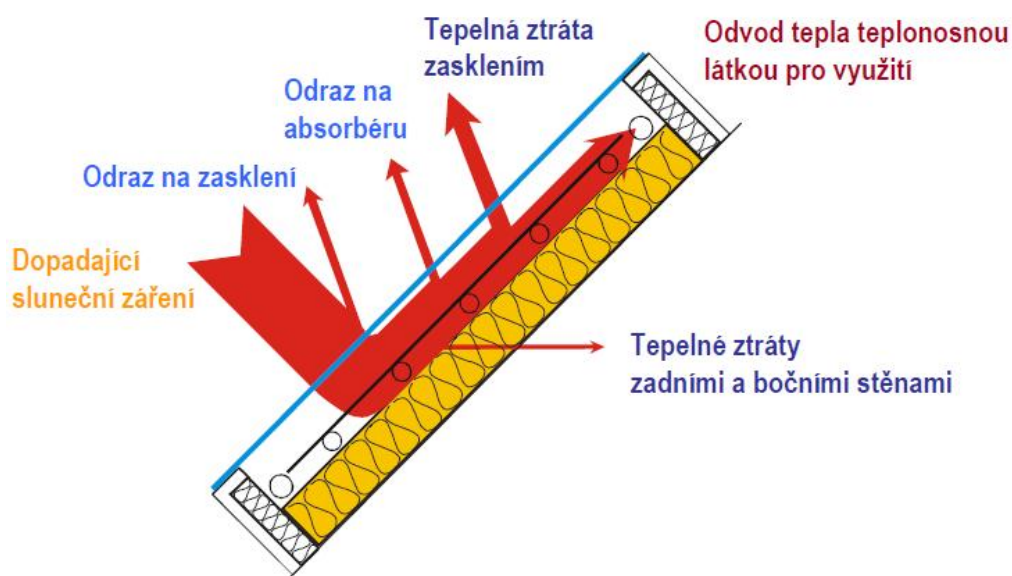
Obrázek 2.1.1: Princip tepelného čerpadla vzduch/voda.[5]

2.2 Solární kolektory

Mezi další alternativní zdroje energie se řadí solární kolektory používající, jak je z názvu patrné, energii slunečního svitu na tepelnou energii. Tato forma předání energie je označovaná jako fototermální předání. Samotné solární kolektory používají dvě teplotněstabilní látky, kapalinu a vzduch, které se liší vzhledem k využití a konstrukci solárních panelů. Samostatnou část solárních kolektorů tvoří fotovoltaické panely, které jsou z hlediska konstrukce podobné, ale dodané záření se přeměňuje na elektrickou energii a jejich princip je popsán dalším textem.

2.3 Základní popis funkce solárního panelu

Pro přenos tepla v solárních kolektorech je hlavním prvkem absorpční plocha. Absorpční plocha je plocha nebo soustava ploch předávající teplo cirkulující kapalině nebo vzduchu uvnitř kolektoru (viz. *Obrázek 2.3.1*). Kapalinové kolektory jsou ve většině případů používány pro ohřev pitné vody nebo domácích bazénů, zatímco kolektory používající vzduch se objevují nejvíce na pasívních domech s řízenou cirkulací vzduchu pro vytápění nebo pro cirkulaci vytápění. V minulosti se jeví používaly pro sušení zemědělských plodin na farmách.

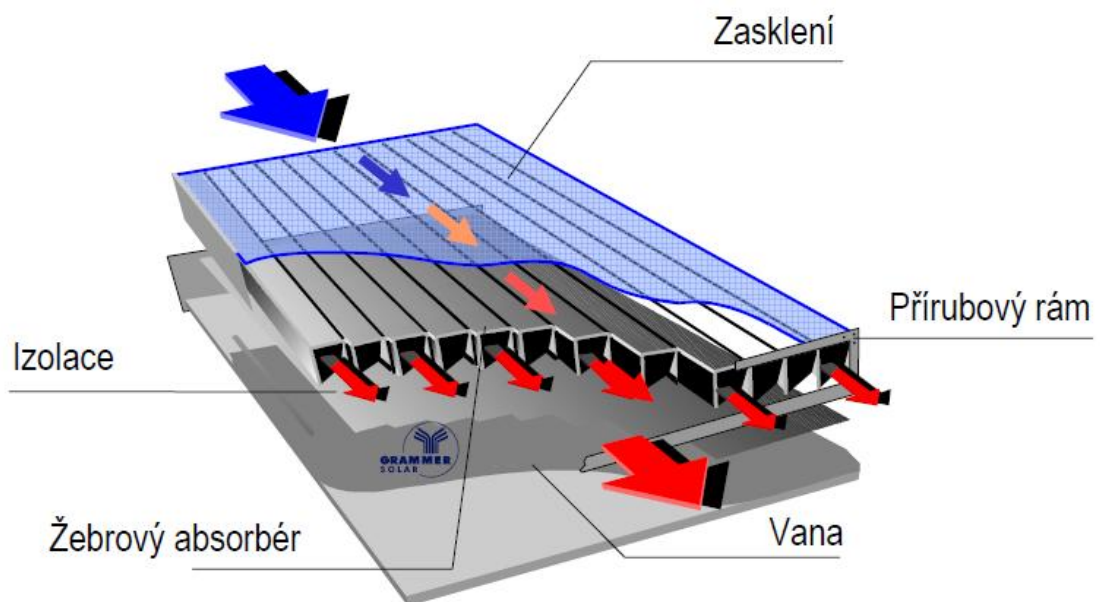


Obrázek 2.3.1: Princip odvodu tepla v solárním kolektoru[6]

2.3.1 Vzduchové solární konektory

Vzduch se ohřívá vně nebo uvnitř absorberu a dále je pak odváděn pomocí kanálových rozvodů (viz.

Obrázek 2.3.2) na místo určené k odběru tepla. Na toto místo může být vzduch odváděn buď přirozenou cirkulací, nebo pomocí elektrických ventilátorů v případě potřeby.



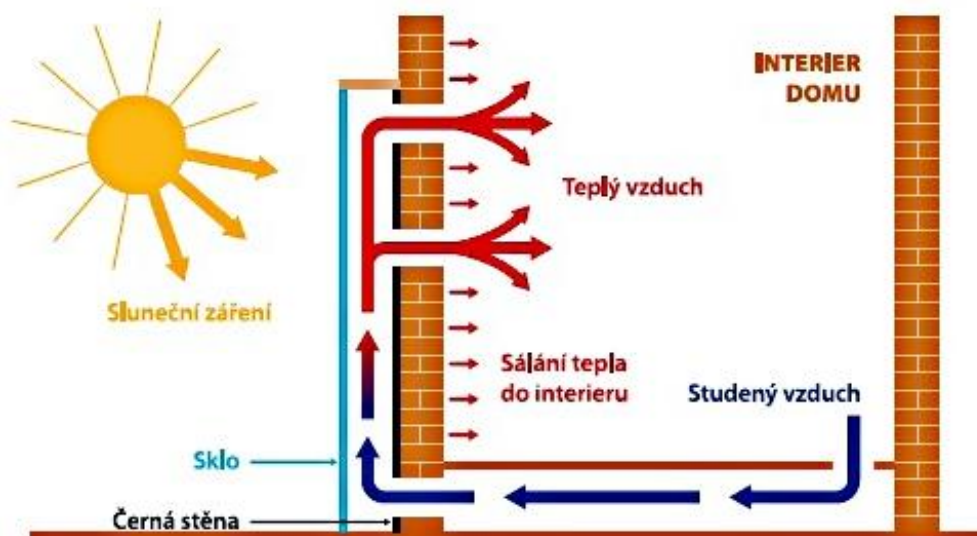
Obrázek 2.3.2: Vzduchový kolektor firmy Grammer Solar [6]

zvýšení proudění odváděného vzduchu. Ventilátory sice zlepšují oběh ohřátého vzduchu v systému, ale na druhou stranu negativně ovliví energetickou a ekonomickou náročnost celého systému. Právě pro eliminaci těchto vlivů lze během projektu stavby navrhnout vhodné řešení instalace a stavebních úprav pro maximální zvýšení proudění vzduchu uvnitř objektu. Vhodnou alternativou akumulace tepla je také použití akumulčních zásobníků tepla, které hromadí vyprodukované teplo v nádobách s velkým objemem kameniva, vody a štěrku. Zásobník pak může být součástí stavby nebo umístěn mimo objekt, teplo z něj je pak distribuováno pomocí ventilace do vnitřního prostoru stavby.

Pro dosažení co nejvyššího průtoku ohřátého vzduchu je možno použít kolektory s horizontálním nebo vertikálním prouděním vzduchu. Předpokladem použití může být například

prosklená část fasády nebo část stěhy rodinného domu orientovaná na stranu s nejdelší dobou slunečního svitu. Za prosklenou stěnou se vzduch ohřívá vlivem skleníkového efektu a následně je rozváděn do vnitřku stavby. Tento princip je dnes používán u tzv. pasívních domů, tedy u domů s nízkou energetickou náročností. Základní podmínkou je kvalitní tepelná izolace a technologická vyspělost stavby.

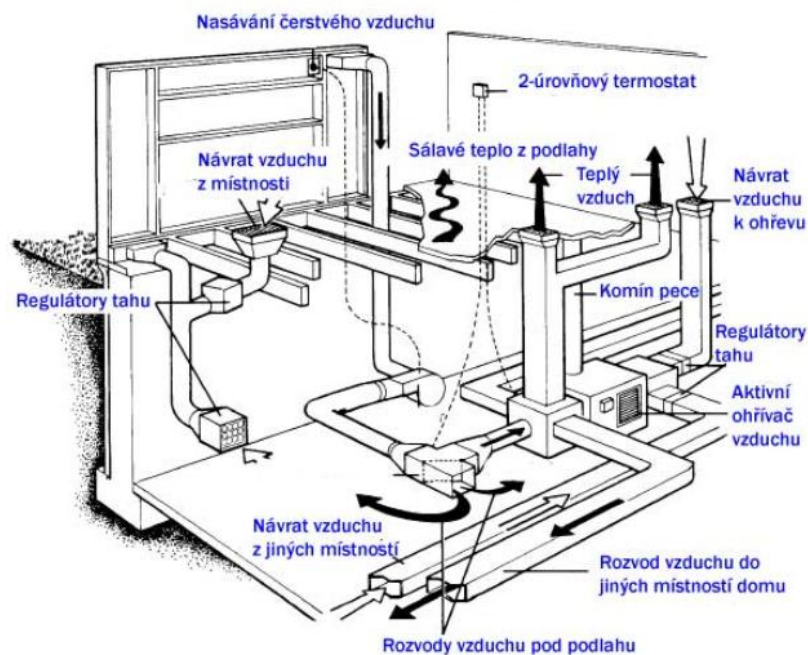
Mezi technologicky vyspělejší řešení solárních kolektorů lze zařadit i speciální dvojité fasády domu, kdy mezi dvěma vrstvami fasád je vytvořen meziprostor, který vytváří vzduchový kolektor a z něj se ohřívá vzduch vstávající do objektu. Efekt dvojité fasády lze podpořit pomocí střešních vzduchových kolektorů používajících tmavou střešní krytinu jako kolektor. Proudící teplý vzduch je následně rozváděn do objektu. Nevýhodou jsou vyšší izovační náklady a vyšší nároky na statiku budovy. Proudění vzduchu může být provedeno dle *Obrázek 2.3.3*, na kterém je zobrazeno proudění teplého vzduchu ze stěny a proudění studeného vzduchu kanálem pod podlahou (tzv. Trombeho stěna).



Obrázek 2.3.3: Princip dvojité fasády (Trombeho stěna)[7]

Pro větší účinnost proudění může být použit obhobový ventilátor a také dohřívání vzduchu pomocí topných spirál. Princip elektricky podporovaného rozvodu je ukázán na *Obrázek 2.3.4*, kde instalovaný aktivní elektrický ohřívák pomáhá zajistit požadovanou teplotu a v kombinaci s rekuperací vzduchu je tento systém především určen zejména pro pasívní

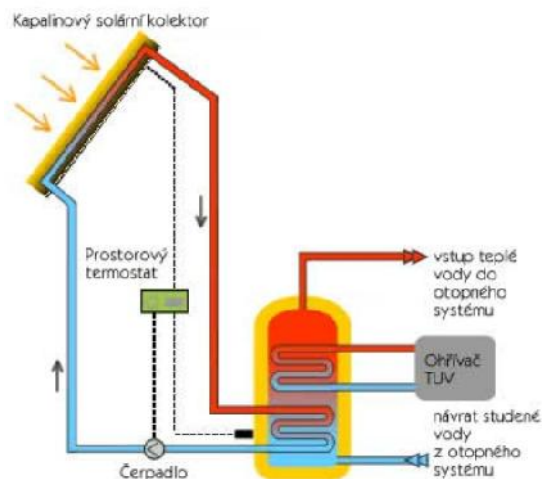
domy. Takto nainstalované rozvody vzduchu ozna ujeme jako Aktivní teplovzdušný solární systém.



Obrázek 2.3.4: Aktivní teplovzdušný solární systém[8]

2.4 Kapalinové solární konektory

Princip přeměny energie je stejný jako u vzduchových solárních kolektorů, jen nosným médiem je voda i jiný druh kapalin, například nemrznoucí kapalina, olej apod. Kapalina proudí uvnitř trubek, které jsou součástí absorberu. Ohřátá kapalina předá akumulované teplo pomocí výměníku vodu určenou pro spotřebu a čerpadlem se takto ochlazená kapalina vrací zpět do tepelného oběhu dle schématu na Obrázek 2.4.1.



Obrázek 2.4.1: Princip tepelné výměny kapalinového solárního systému [9]

2.4.1 Druhy kapalinových solárních kolektorů

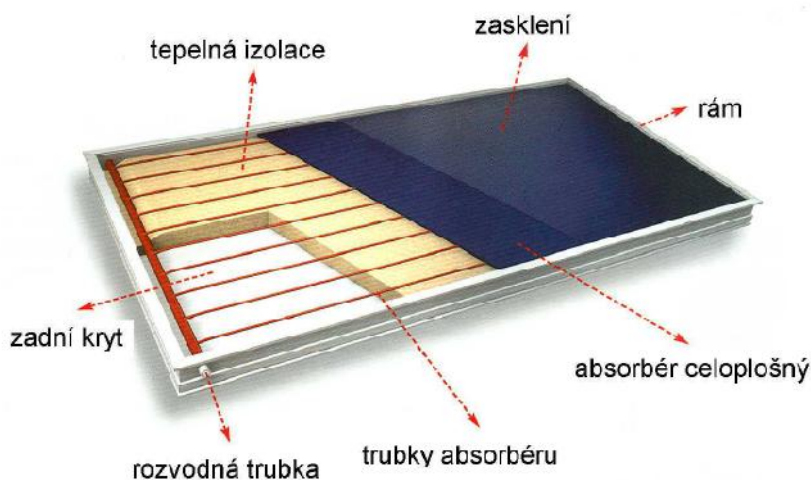
Konstrukční řešení tohoto typu kolektorů je závislé na jejich použití a požadované účinnosti. V praxi se lze setkat s následujícími druhy:

- **Plochý nekrytý kolektor** - zpravidla plastová rohož bez zasklení, nejčastěji využívána pro sezónní ohřev bazénové vody o nízké teplotní úrovni (Obrázek 2.4.2). [10]



Obrázek 2.4.2: Plochý nezakrytý kolektor [10]

- **Plochý neselektivní kolektor** - zasklený deskový kolektor s kovovým absorberem se spektrálně neselektivním povlakem (například černým pohltivým nátěrem), určený pro sezónní ohřev vody při nízké teplotní úrovni (Obrázek 2.4.3). [10]
- **Plochý selektivní kolektor** - zasklený deskový kolektor s kovovým absorberem se spektrálně selektivním povlakem, určený pro celoroční ohřev vody a vytápění (Obrázek 2.4.3). [10]



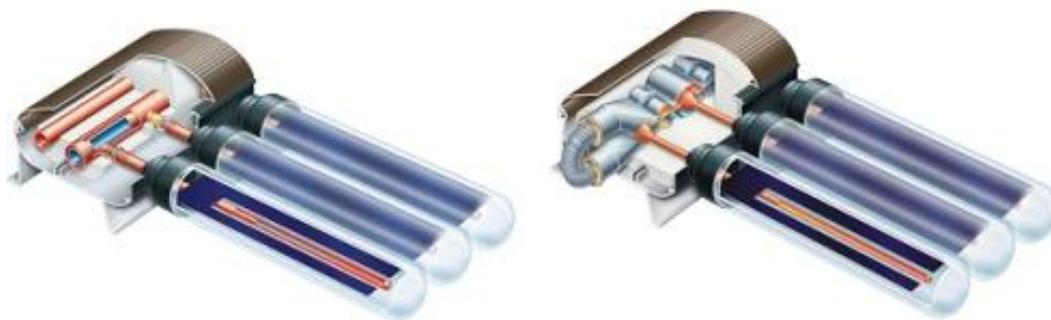
Obrázek 2.4.3: Konstrukce selektivního a neselektivního kolektoru [10]

- **Plochý vakuový kolektor** - deskový kolektor s kovovým absorberem se spektrálně selektivním povlakem a tlakem uvnitř kolektoru nižším (absolutní tlak cca 1 až 10 kPa) než atmosférický tlak v okolí kolektoru, určený pro celoroční ohřev vody a vytápění, případně pro průmyslové aplikace s provozními teplotami okolo 100°C (Obrázek 2.4.4: **Konstrukce plochého vakuového kolektoru [10]**). [10]



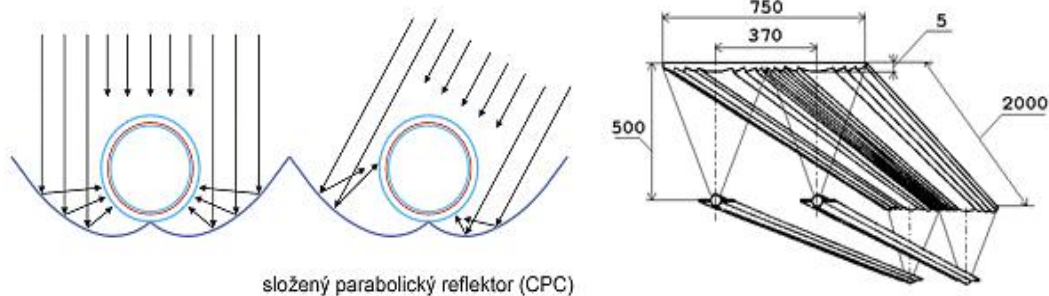
Obrázek 2.4.4: Konstrukce plochého vakuového kolektoru [10]

- **Trubkový vakuový kolektor** - kolektor s plochým nebo válcovým selektivním absorberem umístěným ve vakuované (absolutní tlak < 1 mPa) skleněné trubce, s variantami předávání tepla do teplotnosné látky: přímo protékající registr nebo tepelná trubice, určený pro kombinované soustavy pro vytápění i průmyslové vysokoteplotní aplikace (provozní teploty nad 100°C). (Obrázek 2.4.5) [10]



Obrázek 2.4.5: Konstrukce trubkového vakuového kolektoru [10]

- **Soustředující (koncentrační) kolektor** - obecný kolektor, ve kterém jsou použita zrcadla (reflektory), čočky (refraktoři) nebo další optické prvky k usměrnění a soustředění přímého slunečního záření na absorber (Obrázek 2.4.6). [10].



Obrázek 2.4.6: Princip a konstrukce koncentračního kolektoru [10]

Všechny zmínované typy kapalinových kolektorů je možné, kromě průmyslových aplikací, použít i pro instalaci na běžné rodinné domy. Výběr jednotlivých typů bývá hlavně ovlivněn jejich cenou, která obvykle souvisí s jejich účinností. Oproti solárním vzduchovým kolektorům jsou jednodušší na instalaci bez nutnosti vnitřních stavebních úprav.

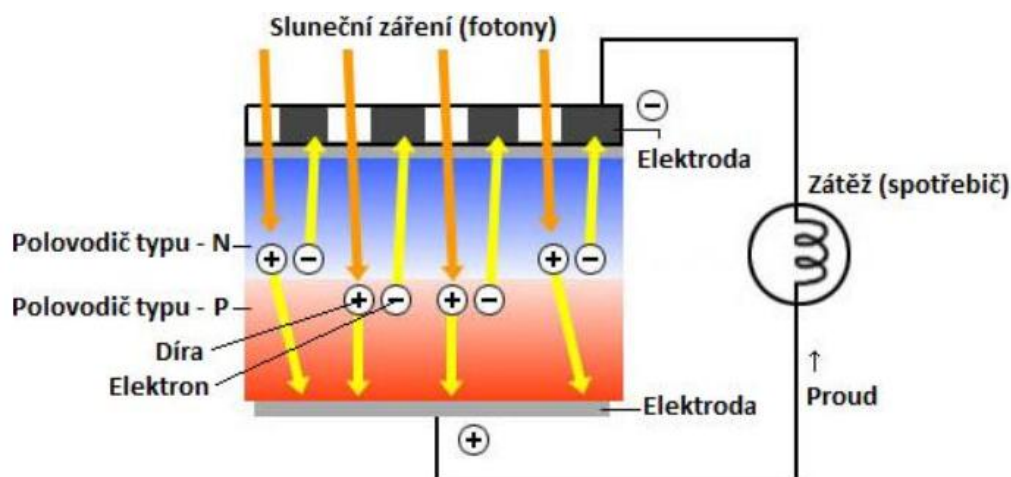
V České republice se nejčastěji setkáme s deskovými kapalinovými solárními panely, které jsou častěji instalovány hlavně z důvodu větší odolnosti a spolehlivosti v různých klimatických podmínkách. Trubicové kapalinové kolektory mají sice v této účinnosti než deskové a mohou výrazně lépe pracovat i v nepříznivých podmínkách, ale jen v případě, že trubice nejsou pokryty vrstvou námrazy. V případě námrazy jsou nefunkční a tím je výrazně zpomalena možnost odmrazení trubice právě díky vakuu uvnitř trubice.

Soustředující (koncentrační) kolektor má zanedbatelný podíl na českém trhu z důvodu vyšších požadavků na intenzitu přímého slunečního záření.

2.5 Fotovoltaické panely

Do skupiny solárních panelů patří ještě další druh kolektorů, který pracuje také se sluneční energií, ale na rozdíl od výše uvedených kolektorů se sluneční záření přímo přeměňuje, pomocí polovodičových vrstev, na elektrickou energii. Tyto kolektory nazýváme fotovoltaickými panely. Panely pracují na principu Fotovoltaického jevu, kde vzájemným

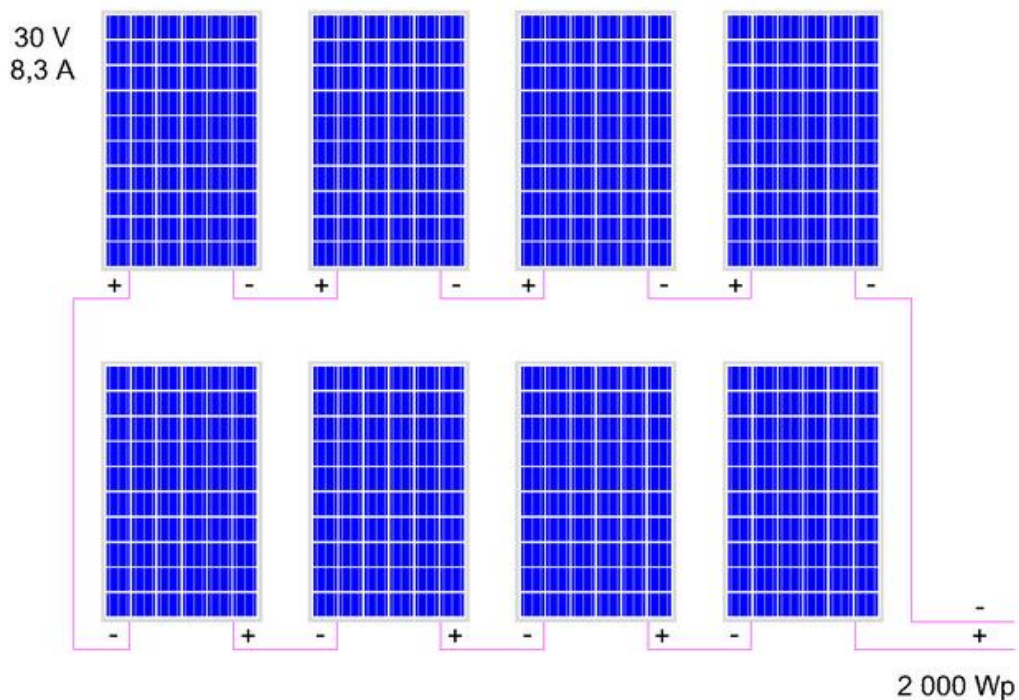
p sobením slune ního zá ení a hmoty, dochází k pohlcování foton a uvol ování elektron . V polovodi i pak vznikají volné elektrické náboje, elektron-díra, které jsou už jako elektrická energie odvád ny ze solárního lánku p es regulátor dobíjení do akumulátoru, nebo ke spot ebi i.[12] Na *Obrázku Obrázek 2.5.1* je schematicky znázorn n probíhající jev uvnit solárního panelu. V polovodi i vznikají volné elektrické náboje, které jsou již jako elektrická energie odvád ny do zát že (spot ebi e) nebo do rozvodné sít .



Obrázek 2.5.1: Princip výroby el. energie ve fotovoltaickém panelu [13]

Fotovoltaický panel je vlastn polovodi ová dioda s p echodem PN opat ená antireflexní úpravou sloužící k minimalizaci odrazu dopadajícího slune ního zá ení, a proto se lánky jeví jako erné. Samotný vzhled panelu dopl uje p ední kontakt polovodi e, který bývá ve tvaru m ížky, aby bylo dosaženo co nejmenšího zakrytí plochy polovodi e pro dopad sv tla. Druhý kontakt, umíst ný na spodní stran kolektoru, je v tšinou proveden jako celoplošný. Ú innost fotovoltaických lánk je závislá na použitých technologiích a složení polovodi ových vrstev. V sou asné dob se ú innost pohybuje kolem 20%, ale v p ípad polovodi na bázi (nap . GaAs, InP) se hranice posouvá až k 25%. U t chto panel je pak nutné po ítat n kolikanásobn vyšší cenou.

Elektrické zapojení jednotlivých panel by m lo být tak, aby p i daném osv tlení poskytovaly maximální možný výkon, proto bývá nej ast jším typem zapojení sériovo-paralelní (*Obrázek 2.5.2*). Panely jsou rozd leny do menších celk se stejnými nebo podobnými výkony tak, aby se daly co nejefektivn ji provozovat v elektrické síti.



Obrázek 2.5.2: Sériov -paralelní zapojení panel [14]

2.5.1 Ostrovní provoz fotovoltaických panel

V případě provozovaných ostrovních solárních systémů se jedná o fotovoltaické panely, které nejsou žádným způsobem spojené do vnější rozvodné sítě. Tento typ provozování je určen zejména pro odlehlá místa kde není zavedena elektrická síť. Jedná se převážně o rekreační objekty v málo obydlených oblastech anebo v přírodních chráněných místech. Při provozování těchto systémů je, téměř vždy, nutné přijatou energii akumulovat do akumulátorů. Tuto energii nazýváme záložní energií a je určena ke spotřebě v období žádného či minimálního slunečního svitu. Instalované akumulátory by měly mít vyhrazené prostory na skladování, oddělené od obytných prostor, z důvodů jejich údržby, ale také možnosti výskytu zvýšené koncentrace výparů z elektrolytu.

Samotný ostrovní provoz není jen doménou pro rodinné domy, ale v poslední době se tohoto principu začíná stále více využívat v dopravní sféře pro napájení dopravních značení nebo informačních panelů pro dálkové spojení. Jak bylo již zmíněno, ostrovní systém je vhodný všude tam, kde je nemožné použít rozvodnou síť, nicméně širší využití je zatím limitováno velikostí a cenou záložních baterií a velikostí dodávaného výkonu.

2.5.2 Solární systémy zapojené do sítí

Takto provozované solární systémy jsou napojeny do veřejné rozvodné sítě a v době dostatečného osvětlení panel je tato energie dodávána do rozvodné sítě jako energie z obnovitelných zdrojů (také známá jako Zelená energie), protože je tato energie finančně výhodnější, je výhodnější provozovat takto připojené panely v porovnání se systémem ostrovním. Při návrhu elektrické instalace je proto nutné počítat s umístěním jednotlivých prvků (elektrické výzbroje) v RD (Obrázek 2.5.3), ale i dostatečnou statickou pevnost střešní konstrukce, je-li uvažováno umístění panelů na střešní krytině stavby.



1. Fotovoltaické panely, 2. Nosná konstrukce,
3. Měníč napětí, 4. 4Q elektroměr a střídavá část,
5. Stejnoseměrné vedení

Obrázek 2.5.3: Příklad rozmístění prvků v RD [15]

Instalaci fotovoltaických panelů nahraňuje nyní již situace v programu Zelená úsporám (vládní program dotované zelené energie), avšak je třeba mít na paměti celkovou životnost panelů spolu s finanční návratností panelů, která je odhadována kolem 15-ti let.

Ekonomické hledisko bývá hlavním kritériem pro výběr fotovoltaických panelů. Jejich cena se odvíjí od kvality provedení a složení polovodičů obsažených uvnitř panelů, které souvisí s jejich účinností při přeměně solární energie na elektrickou.

Typologicky lze fotovoltaické panely rozdělit do následujících kategorií:

- **monokrystalické kolektory**
- **polykrystalické kolektory** – z mnoha různě orientovaných krystalů
- **amorfní kolektory** – základem amorfní křemíkové vrstvy

2.5.3 Panely s monokrystalickými články

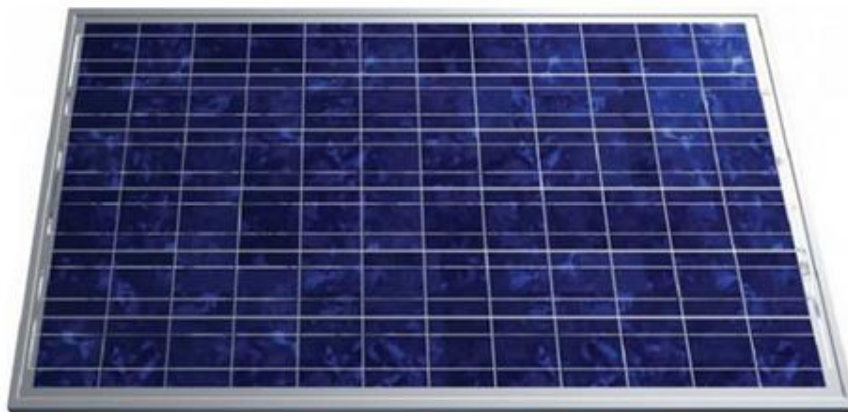
Tyto panely jsou složeny z jediného krystalu a jsou asi nejrozšířenějšími solárními panely v našich podmínkách. Jednotlivé krystalové články jsou nařezány z jednolitého ingotu křemenného krystalu na tenké plátky, tzv. Wafery. Tyto plátky jsou poměrně malé a jejich velikost je v průměru menší než 10 cm. Velkou výhodou takto vyrobených plátek je vysoká čistota struktury krystalu, protože jsou vyrobeny z jednoho velkého krystalu. Tato technologie je sice poměrně náročná na výrobu, ale je to pozitivně vyváženo jejich účinností, která se pohybuje v rozmezí 13 až 17% a tím patří do kategorie s vyšší účinností (Obrázek 2.5.4).



Obrázek 2.5.4: Monokrystalický panel [16]

2.5.4 Solární panely s polykrystalickými články

Podobně jako u monokrystalických panelů jsou vyrobeny z nařezaných plátek, ale jsou nařezány ze substrátu, který je vyroben slisováním v tlustšího polykrystalického křemíkového krystalu. Výroba plátek je méně náročná, rychlejší a levnější. Účinnost těchto článků se pohybuje mezi 12 až 14%. Rozpoznávacím znakem těchto panelů je právě menší čistota materiálu, která je vizuálně rozpoznatelná dle mramorové struktury povrchu krystalu.

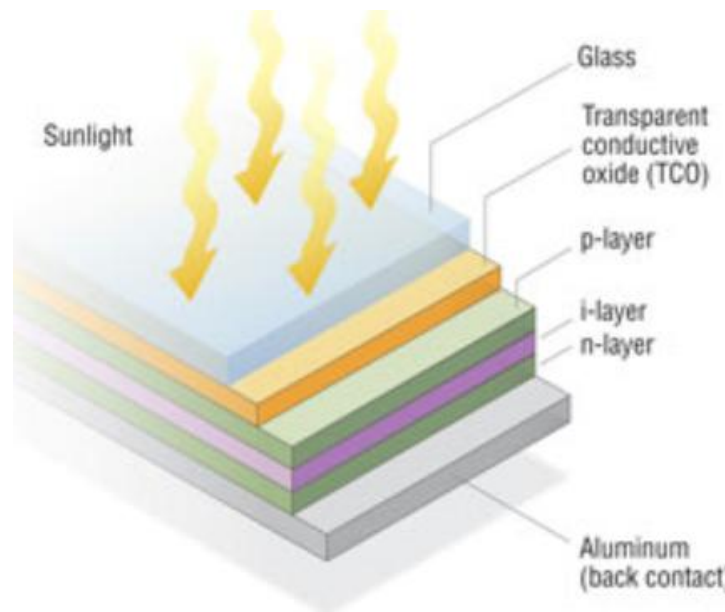


Obrázek 2.5.5: Polykrystalický panel [16]

2.5.5 Solární panely s amorfními články

Základem amorfních panelů je napařovaná křemíková vrstva, která je v tenké vrstvě nanesena na sklo nebo fólii. Účinnost těchto článků je poněkud nižší, pohybuje se v rozmezí 7 až 9%. Pro dosažení daného výkonu je potřeba 2,5x větší plocha, než kolik by bylo potřeba při použití mono nebo polykrystalických panelů. [17] Nižší účinnost je vyvážena výhodou, že za vyšších teplot není snižována účinnost panelů v takovém rozsahu jako u poly nebo monokrystalických panelů. Amorfni panely (Obrázek 2.5.6) neobsahují žádné letované spoje, kde by mohlo dojít ke ztrátě vodivosti a následnému snížení dodávaného výkonu. Velkou výhodou je i jejich poměrně dobrá účinnost i za zhoršených světelných podmínek, konkurující ostatním druhům panelů a to zejména při zatažené obloze. Mezi nevýhody patří vyšší náklady na instalaci vyžadující více doplňkového instalačního materiálu v porovnání s předchozími druhy.

U všech druhů fotovoltaických panelů lze odebírat energii v době, kdy je panel vystaven slunečnímu svítání, a proto se z hlediska efektivnějšího využití dost často využívají pro napájení topných spirál pro ohřev užitkové vody nebo také pro ohřev vody v akumulacích nádržích pro vytápění zejména v jarním nebo podzimním období, kdy je sluneční záření ještě dostatečně intenzivní.



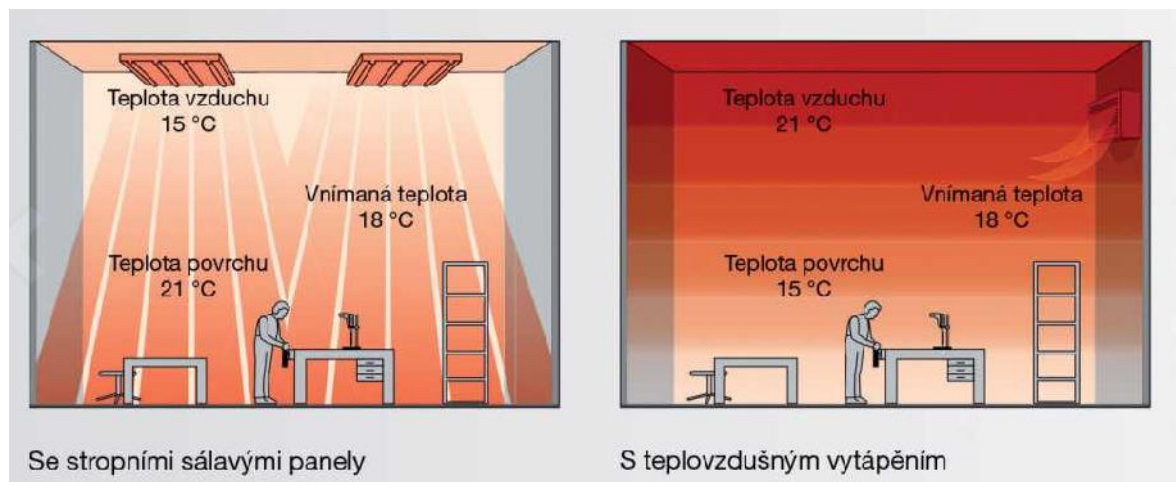
Obrázek 2.5.6: Vrstevní schéma amorfního panelu [18]

2.6 Sálavé (infra červené) panely

Posledním druhem alternativního vytápění, které bych zde chtěl zmínit, jsou sálavé panely. Jedná se o méně známý způsob ohřevu, který využívá jevu infra červeného záření. V minulosti se tento způsob ohřevu spojoval s nevzhlednými zářivkami v koupelnových prostorech, a proto se nevyužíval pro ostatní bytové prostory. Díky velkému rozvoji technologií a zdražení fosilních paliv, se dostává do popředí zájmu jako vhodná alternativa pro vytápění. Dnes jsou panely navrhovány tak, aby tvořily součást interiéru domu s důrazem na design. Výrobci nabízejí několik barevných variant i tvarů a snaží se tak o propojení funkce a designu pro daný účel.

Panely pracují na principu elektromagnetického vlnění v rozmezí 0,1 až 400 μm , tedy v oblasti infra-záření. Hlavní rozdíl mezi klasickým topným tělesem a sálavým panelem je předávání tepla. Teplo z panelu se nepředává do okolního vzduchu, ale předává se na předměty v okolí panelu, například na stěny, podlahu, nábytek, ale také na osoby. Tento typ předávání tepla navozuje velmi dobrou tepelnou pohodu i v místnostech s nižší prostorovou teplotou, nebo jsou předměty a části budovy rovnoměrněji prohřány. Rozložení teplot je patrné z obrázku, kde je pro názornost porovnáno teplovzdušné vytápění se sálavými panely. K výhodám sálavých panelů patří bezúdržbový a hygienický provoz. Při

provozu nedochází k proudění vzduchu a nevíří se prach. To je obrovská výhoda nejen pro alergiky, ale také pro všechny osoby zdržující se v prašném prostředí. Další podstatnou výhodou je schopnost rychlé regulace. Topný panel lze přímo a velmi přesně regulovat a díky velmi malé akumulaci jsou topné panely schopny velmi rychle reagovat na změny regulačních požadavků.



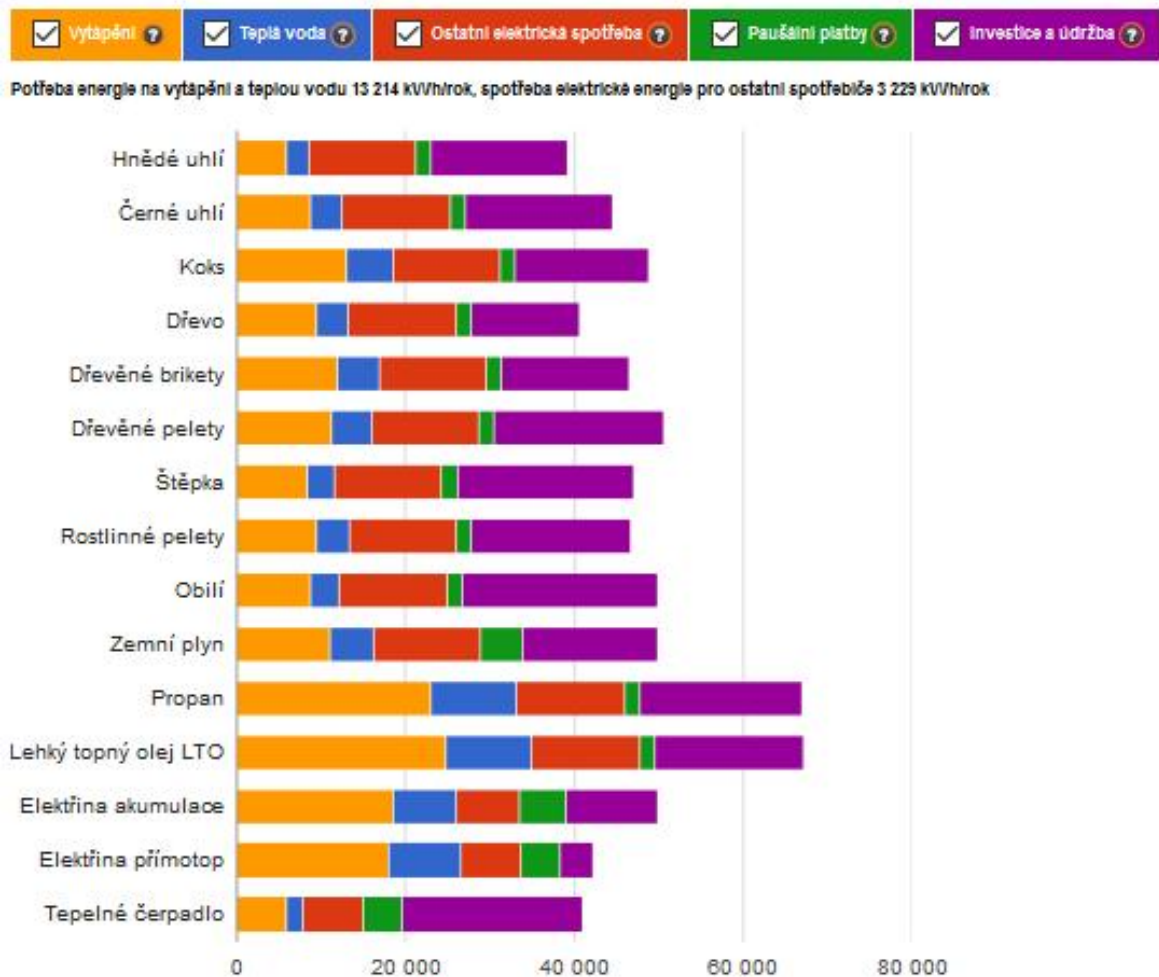
Obrázek 2.6.1: Porovnání sálavých panelů s teplotovzdušným vytápěním [18]

2.7 Výběr zdroje pro vytápění RD

Všechny uvedené alternativní zdroje byly vybrány dle mého uvážení s ohledem na komfort jejich provozování v moderním rodinném domku. Při výběru zdroje vytápění pro daný RD byly uváženy jednotlivé části nákladů jednotlivých typů vytápění. Jako vhodnou pomůckou při rozhodování o vhodnosti zdroje pro vytápění, jsem použil webový portál TBZINFO, který nabízí mnoho užitečných informací týkajících se použití různých typů energií pro vytápění. Z grafického zobrazení jednotlivých alternativ (Obrázek 2.7.1) je patrné, že vytápění dřevem, hnědým uhlím a tepelným čerpadlem jsou z hlediska celkových nákladů srovnatelné. Pro první dvě varianty je nutná vyšší investice do kotlů s požadovanými podmínkami na ekologicky šetrné spalování a nutnost obstarávání zásob paliv. Tyto varianty však nebyly akceptovány majitelem RD.

Z dalších možných variant se jevil jako vhodné tepelné čerpadlo, ale vstupní investice a náklady na údržbu přesahovali předchozí alternativy, a proto jsem doporučil variantu pomocí elektro-kotle v kombinaci s krbovými kamny na dřeva jako optimální volbu pro

tento RD. Elektro-kotel bude využitý pro podlahové vytápění a ohřev teplé vody v topné sezoně, zatímco krbová kamna budou sloužit jako záložní zdroj tepla při náhodném výpadku elektřiny nebo při poruše kotle. Vytápění plynem nebylo uvažováno z důvodu vyšších investic do plynové přípojky a vyšších nákladů na údržbu kotle a revizí spalinových cest.

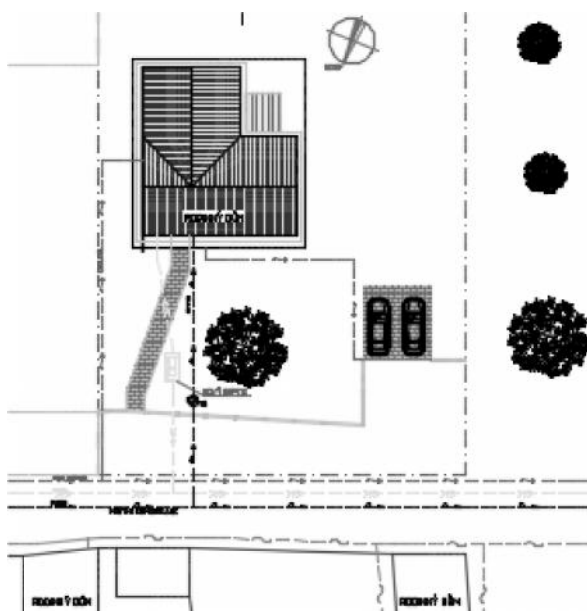


Obrázek 2.7.1: Porovnání ročních nákladů na energii v domě [19]

3 Údaje o stavb rodinného domu

3.1 Situa ní plán a vnit ní uspo ádání

Navržený objekt je plánován k výstavb v zastavitelném území obce Horuřany. Pozemek pro umíst ní stavby RD navazuje na stávající zástavbu rodinnými domy v okrajové ásti obce s p ístupem k místní p íjezdové komunikaci. Pozemek je mírn ůsvažitý sm rem na jih, neoplocený, zatravn ěný, bez stávajících staveb, se stávající zelení (Obrázek 3.1.1).



Obrázek 3.1.1: Situa ní plán (vý ez)

Stavba je eřena jako nepodsklepená p ízemní stavba s možností budoucího využití podst ešního prostoru a je založena na p dorysu tvaru „L“. Zast ešení je eřeno kombinací dvou sedlových st ech.



Obrázek 3.1.2: Vizualizace rodinného domu

Třída energetické náročnosti stavby je navržena jako „B - Velmi úsporná“. Bude vytápěna plynovým elektrickým kotlem o výkonu 9 kW, vypočtené tepelné ztráty objektu činí 6 558 W s předpokládanou celkovou roční spotřebou energie na vytápění 14,2 MWh/rok. Jako sekundární zdroj vytápění budou sloužit krbová kamna umístěná v obývacím pokoji. Tento zdroj je navržen jako záložní a nebude připojen na centrální podlahové vytápění. Dům je navržen pro jednu bytovou jednotku 4+1 pro trvalé bydlení obsahující kuchyni, obývací pokoj s jídelnou, šatnu, dva dětské pokoje, koupelnu a technickou místnost a sociální zařízení.

Na pozemek jsou přivedeny sítě technické infrastruktury z přilehlého pozemku sousedního s místní komunikací. Dům je připojen k vodovodnímu řádu pro pitnou vodu, splašková odpadní voda je odvedena do tří komorového septiku, který je součástí projektu domu a následně pak je sveden do kanalizační sítě připojené na kolektivní odpadní čistírnu odpadních vod. Pro dům není v současnosti plánována připojka k telekomunikačnímu kabelu, který je veden paralelně s pozemkem a je umístěn za přilehlou komunikací. Datové připojení bude řešeno pomocí wi-fi z místní sítě. Připojné místo pro elektrickou síť je provedeno do zemního výkopu a připojené do sloupku na hranici pozemku.

3.2 Výpočet kabelové připojky pomocí programu SICHR

Dle výše popsaného situování je navrženo připojení stavby pomocí kabelu uloženého v zemním výkopu. Stavba se v současnosti nachází na pozemku, který bude dodatečně zasažen společností EZ distribuce a.s. Zasažení bude provedeno v souladu

s technickými normami platnými pro provozování elektrických vedení na nap ovou hladinu NN 3x400/230V, 50Hz, TN-C. Ochrana p ed úrazem elektrickým proudem samo inným odpojením od zdroje dle SN 33 2000-4-41 ed. 2 a PNE 33 0000-1.

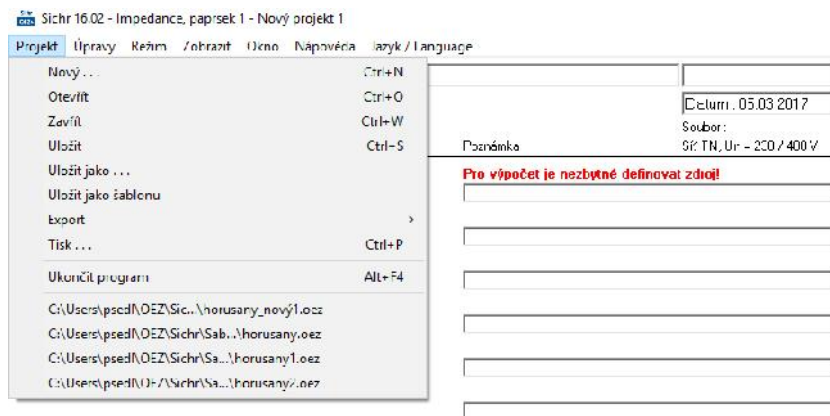
Pro zajišt ní požadovaného p íkonu RD dle výše uvedených norem, je nutné správn dimenzovat kabelovou p ípojku. Pro dimenzování p ípojky jsem se rozhodl použít výpo tový program SICHR, který je voln stažitelný na webových stránkách spole nosti OEZ a po registraci je možné program pln používat. V dob stažení byla dostupná verze programu 16.02, kterou jsem následn použil k výpo tu elektrické p ípojky. V následujících kapitolách budou stru n popsány funkce a prost edí programu.

3.3 Popis programu sichr OEZ SICHR verze 16.02

Program Sichr je navržen pro výpo ty sítí TN-C, TN-C-S a IT sít bez vyvedeného st edního vodi e ve všech obvyklých nap ových hladinách NN. Jedná se o software pracující s jisticími a spínacími prvky, proudovými chráni i a svodi i p ep tí z produkce OEZ. Obsahuje databázi jisticích prvk , napájecích transformátor a kabel , které lze dle pot eby dopl ovat. Použití programu je založeno na základ vytvo ení grafického elektrického schématu s požadovanými jisticími, napájecími a spojovacími prvky se zadanými parametry, které následn program vypo te a vyhodnotí. Program umí vypo íst zkratové proudy a následn porovnat s mezní zkratovou vypínací schopností jisti a pojistek a zároveň zobrazit pr b hy vypínacích charakteristik. Hlavní p edností je funkce posuzující vhodnost kaskádního azení jednotlivých p ístroj , správného dimenzování a ochrany proti nadproud m silových kabel . Program kontroluje selektivitu prvk mezi jednotlivými stupni jišt ní, umí vypo íst a posoudit velikost impedan ních smy ek a v p ípad p ekra ujících hodnot impedance upozorní na tyto hodnoty s doporu ením úpravy na p íslušné ádce schématu. Program umí posoudit vnit ní impedance jisticích p ístroj a kabel i v závislosti na jejich oteplení a uvažuje zm ny odporu kabelu do výpo tu. V neposlední ád program umož uje provést ekonomickou optimalizaci pr ezu kabelu z hlediska minimalizace sou tu po izovacích a provozních náklad .

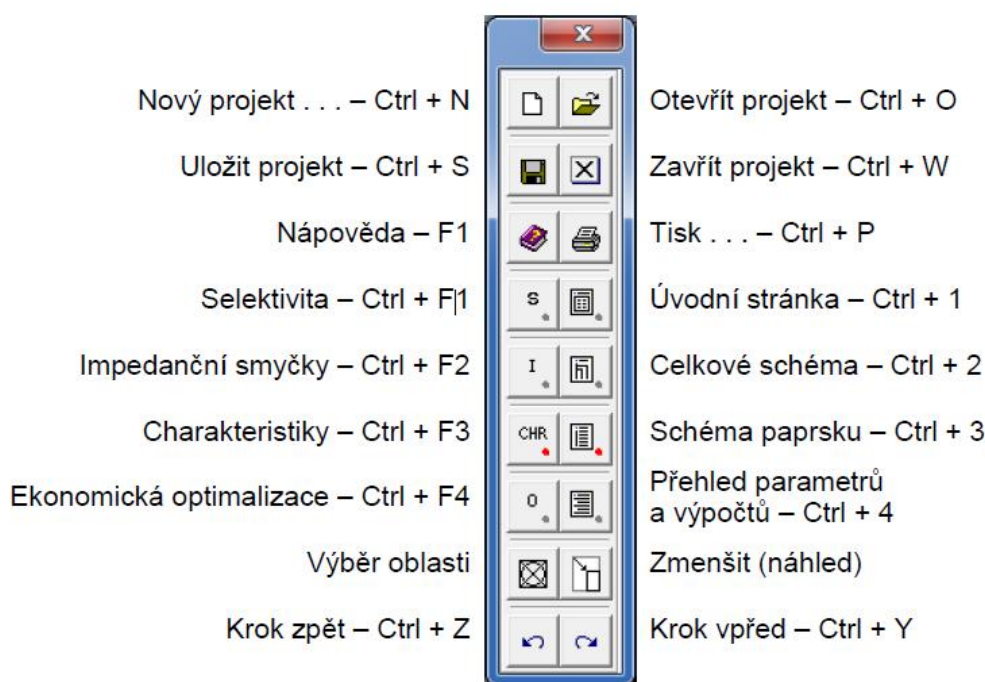
3.3.1 Prost edí programu SICHR

Program odpovídá vzhledu běžně používaných programů pod operačním systémem Windows. Obsahuje nástrojovou lištu se základními příkazy, které využívají rozbalovacích oken (*Obrázek 3.3.1*).



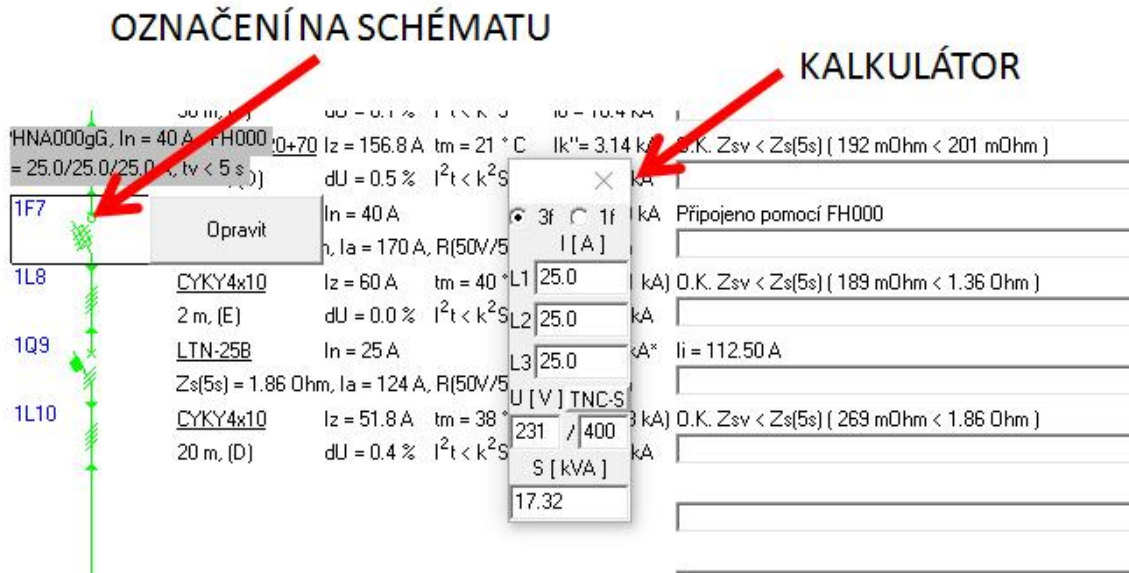
Obrázek 3.3.1: Prost edí programu SICHR

Pro rychlejší a snadnější ovládání slouží panel nástroj, který obsahuje nejpoužívanější funkce programu. Tento panel se pokaždé zobrazí při spuštění programu v pravé části obrazovky (*Obrázek 3.3.2*).



Obrázek 3.3.2: Popis funkčních tlačítek

Dobrým pomocníkem je pomocný panel s kalkulátorem (Obrázek 3.3.3) pro editování proudů a výkonů v závislosti na potrubí, napětí a úhynku. Hodnoty lze pak jednoduše vkládat jen pomocí kurzoru myši po najetí na schéma paprsku.



Obrázek 3.3.3: Kalkulátor velí in (SICHR)

3.3.2 Úvodní strana

Tato strana obsahuje všeobecné informace týkající se názvu projektu, jména projektanta nebo jména firmy a údaje jako je datum nebo číslo dokumentu. Dále pak obsahuje stručný pohled norem a pohled (soupisku) materiálu (Obrázek 3.3.4).

OEZ

Projekt : Přípoika, Dům Horušany	19.02
Autor : Bc. Pavel Sedláček	Datum : 19.02.2017
Všeobecné informace a soupiska materiálu	
Soubor : horusany_novy1	

Sít TN, jmenovité napětí AC 230 / 400 V.
 K ověření selektivity byly použity údaje výrobce
 K výpočtu byly použity následující normy : ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, PNE 33 0000-1 ed. 5, ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 a ČSN 33 2000-5-52 ed. 2.
 K zobrazení vypínacích charakteristik byly použity údaje výrobce
 Charakteristiky jsou vedeny v 75% proudového rozptylového pásma
 Pro výpočty zkratů byla použita ČSN FN 61909-0

Označení	Typ
	Soupiska strojů, přístrojů a vodičů
	Všechny přístroje jsou uvedeny pouze v základním provedení
	Doplňkové příslušenství naleznete v katalogu nebo Konfiguratoru DEZ
	Přístroje označené * nemají úplné typové označení a je nutné je vyhledat v katalogu nebo Konfiguratoru DEZ
1F0	PM45 23A
1T1	SGB D0TEL 250H 22/0,4, In = 361 A, S1 = 250 kVA
1I 2	1-FHRI 11x240
1Q3	BH630NE 305
	SE BH-0630-DTVE
1F4	* FI II -3...
	PN41 230A, gG
1L5	1-AES 4x120
1L6	1-AKY 3x120+70
1F7	* FH000 3...
	PHNA000 40A, gG
1L8	CYKY4x10
1U3	LTN-25B-3
1L 0	CYKY4x10

Obrázek 3.3.4: Úvodní strana projektu (SICHR)

3.3.3 Celkové schéma

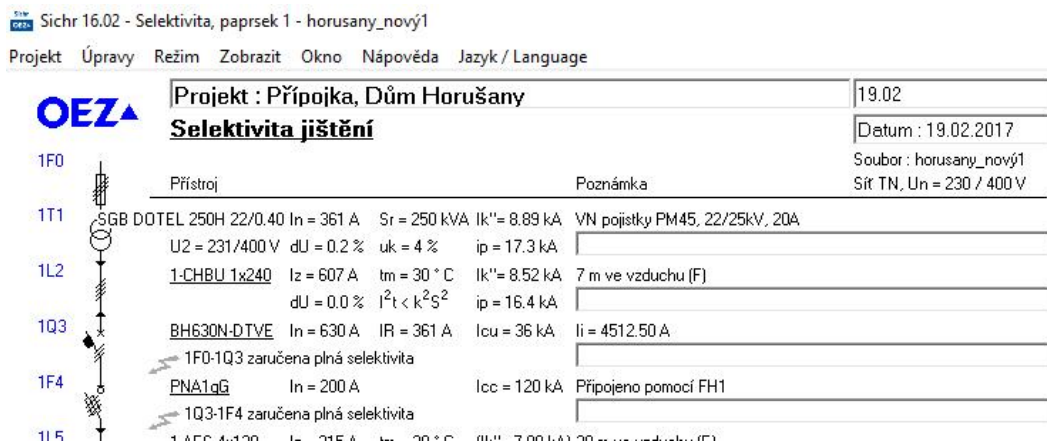
Zobrazuje schéma požadovaného elektrického vedení. Používá předvolené symboly z databáze s popisem prvku (Obrázek 3.3.5).



Obrázek 3.3.5: Celkové schéma p ípojky (SICHR)

3.3.4 Parametry a výpo ty

Po nakreslení schématu a vložení parametrů prvků je možné spustit výpočet a program vypočítá selektivitu, impedanci a vypínací charakteristiky a nastavení spouští. Na následujících obrázcích jsou ukázány příklady oken pro jednotlivé části výpočtu (Obrázek 3.3.6).



Obrázek 3.3.6: Schéma p ípojky s parametry (selektivita)

3.3.5 Přehled parametrů a výpočet

Funkce přehled parametrů a výpočet slouží k sumarizaci výsledků z jednotlivých výpočtů a kontrol, kde je finálně potvrzena správnost výpočtu pro jednotlivé části v souhrnném přehledu a jsou zde soustředěna všechna případná chybová hlášení nebo oznámení, že je „Projekt O.K.“

Sichr 16.02 - Optimalizace - horusany_nový1

Projekt Úpravy Režim Zobrazit Okno Nápověda Jazyk / Language

OEZ Projekt : Přípojka, Dům Horušany 19.02

Autor : Bc. Pavel Sedláček Datum : 19.02.2017

Přehled parametrů a výpočtů (TN, Un = 230/400 V) Soubor : horusany_nový1

1T1	SGB DOTEK 250H 22/0.40 U2 = 231/400 V In = 361 A dU = 0.2 %	Sr = 250 kVA uk = 4 %	Ik'' = 8.89 kA ip = 17.3 kA	Parametry VN sítě : Sk = 400 MVA, X/R = 10 VN pojistky PM45, 22/25kV, 20A Zs(5s) = 41 mΩhm, Ia = 5.61 kA, R(50V/5s) = 9 mΩhm
1L2	1-CHBU 1x240 Iz = 607 A dU = 0.0 %	tm = 30 °C I2t < k2S2	Ik'' = 8.52 kA ip = 16.4 kA	7 m ve vzduchu (F) O.K. Zsv < Zs(5s) (28.4 mΩhm < 41.2 mΩhm) Teplota okolí [st. C] : 30 Způsob uložení : Na vodorovných perforovaných lávkách Počet seskupených obvodů na lávce, žebříku či roštu : 1 Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě volně Počet lávek, žebříků či roštů : 1
1Q3	BH630NE305 + SE-BH-0630-DTVE In = 630 A	IR = 361 A	Icu = 36 kA io = 15.5 kA	Ii = 4512.50 A Zs(5s) = 122 mΩhm, Ia = 1.89 kA, R(50V/5s) = 26 mΩhm 1F0-1Q3 zaručena plná selektivita
1F4	PNA1 200A gG In = 200 A		Icc = 120 kA io = 10.8 kA	Připojeno pomocí FH1 Zs(5s) = 201 mΩhm, Ia = 1.15 kA, R(50V/5s) = 44 mΩhm 1Q3-1F4 zaručena plná selektivita

Ve výše uvedeném textu jsem se snažil popsat základní možnosti programu, které jsem použil při výpočtu pívodního vedení k hlavnímu domovnímu rozvaděči. Další možnosti programu je možné nalézt v manuálu, který je volně stažitelný na webových stránkách OEZ.

3.4 Postup výpočtu „Přípojka Horušany“

Pro návrh přípojky jsem se nejdříve snažil zjistit předpokládanou trasu přípojky od místní zděné trafostanice. Dle předepsaných informací od stavebníka, je předpokládaná trasa kabelové přípojky zamýšlena jako ústečně vedená vzduchem k nejbližšímu betonovému sloupu, a pak následně svedena podél sloupu do rozvodné krabice. Z rozvodné krabice bude dále vedena zemí až ke sloupku na hranici pozemku. Dle tohoto popisu jsem sestrojil schéma přípojky v programu SICHR a pak jsem provedl následující kroky:

- Vybral jsem ikonu charakteristiky, která aktivuje výpočet počátečního rázového zkratového proudu „Ik“ a úbytek napětí. Program provedl kontrolu zkratové vypínací a zapínací schopnosti použitých prvků. Pokud by byl špatně zvolen některý z prvků, program by na to upozornil varováním o přetížení.
- V dalším kroku jsem pomocí funkce „Selektivita“ prověřil správnost selektivity jistících prvků. V mém případě byly jistící prvky vybrány vhodně a selektivita byla ověřena pro každý stupeň jističů. Nevhodně zvolený jistící prvek je programem indikován pomocí oznámení „Není selektivní“.
- Po ověření předchozích kroků jsem zvolil příkaz pro ověření poruchové impedanční smyčky. Ta závisí na nastavené maximální době odpojení a na vypínací charakteristice prvku, který ochranu zajišťuje. V tomto bodě jsem musel řešit první v řadě komplikaci v chybně zvoleném proudu kabelu a následně chybně nastavené době odpojení. Po správném nastavení jsem přistoupil k dalšímu kroku „Optimalizace“.
- V kroku optimalizace byly potvrzeny mnou uvažované typy kabelu a jistících prvků pro minimalizaci počátečních a provozních nákladů a také celkových nákladů během předpokládané životnosti.

Celý výpočet z programu SICHR je prezentován pod tímto textem a jsou zde zobrazeny kompletní výpočty včetně vstupních hodnot a grafů jistících charakteristik.



Projekt : Příklad, Dům Horušany

Autor : Bc. Pavel Sedláček

Všeobecné informace a soupiska materiálu

DP_2017

Datum : 19.02.2017

Soubor : horusany_novy1

Sít TN, jmenovité napětí AC 230 / 400 V.

K ověření selektivity byly použity údaje výrobce

K výpočtu byly použity následující normy : ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, PNE 33 0000-1 ed. 5, ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 a ČSN 33 2000-5-52 ed. 2.

K zobrazení vypínacích charakteristik byly použity údaje výrobce

Charakteristiky jsou vedeny v 75% proudového rozptylového pásma

Pro výpočty zkratů byla použita ČSN EN 60909-0

Soupiska strojů, přístrojů a vodičů

Veškeré přístroje jsou uvedeny pouze v základním provedení

Doplňkové příslušenství naleznete v katalogu nebo Konfiguratoru OEZ

Přístroje označené * nemají úplné typové označení a je nutné je vyhledat v katalogu nebo Konfiguratoru OEZ

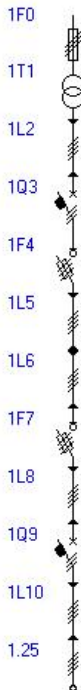
1F0	PM45 20A	3 ks
1T1	SGB DOTEL 250H 22/0.40, In = 361 A, Sr = 250 kVA	1 ks
1L2	1-CHBU 1x240	28 m
1Q3	BH630NE305 + SE-BH-0630-DTVE	1 ks
1F4	* FH1-3...	1 ks
1F4	PNA1 200A gG	3 ks
1L5	1-AES 4x120	30 m
1L6	1-AYKY 3x120+70	170 m
1F7	* FH000-3...	1 ks
1F7	PHNA000 40A gG	3 ks
1L8	CYKY4x10	2 m
1Q9	LTN-25B-3	1 ks
1L10	CYKY4x10	20 m

Výpočet DP_2017 - 1, všeobecné informace pro dimenzování a soupiska materiálu



Celkové schéma

Soubor : horusany_novy1



Výpočet DP_2017 - 2, celkové schéma reprezentující přípojku pro napájení



Projekt : Přípojka, Dům Horušany

Přehled parametrů a výpočtů (TN, Un = 230/400 V)

DP_2017

Datum : 19.02.2017

Soubor : horusany_novy1

1T1	SGB DOTEK 250H 22/0.40 U ₂ = 231/400 V S _r = 250 kVA I _n = 361 A uk = 4 % dU = 0.2 %	I _k " = 8.89 kA ip = 17.3 kA	Parametry VN sítě : S _k = 400 MVA, X/R = 10 VN pojistky PM45, 22/25kV, 20A Z _s (5s) = 41 mΩ, I _a = 5.61 kA, R(50V/5s) = 9 mΩ
1L2	1-CHBU 1x240 I _z = 607 A t _m = 30 ° C dU = 0.0 % I _{2t} < k2S2	I _k " = 8.52 kA ip = 16.4 kA	7 m ve vzduchu (F) O.K. Z _{sv} < Z _s (5s) [28.4 mΩ < 41.2 mΩ] Teplota okolí [st. C] : 30 Způsob uložení : Na vodorovných perforovaných lávkách Počet seskupených obvodů na lávce, žebříku či roštu : 1 Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě volně Počet lávek, žebříků či roštů : 1
1Q3	BHG30NE305 + SE-BH-0630-DTVE I _n = 630 A I _R = 361 A	I _{cu} = 36 kA io = 15.5 kA	I _i = 4512.50 A Z _s (5s) = 122 mΩ, I _a = 1.89 kA, R(50V/5s) = 26 mΩ 1F0-1Q3 zaručena plná selektivita
1F4	PNA1 200A gG I _n = 200 A	I _{cc} = 120 kA io = 10.8 kA	Připojeno pomocí FH1 Z _s (5s) = 201 mΩ, I _a = 1.15 kA, R(50V/5s) = 44 mΩ 1Q3-1F4 zaručena plná selektivita
1L5	1-AES 4x120 I _z = 215 A t _m = 30 ° C dU = 0.1 % I _{2t} < k2S2	(I _k " = 7.08 kA) io = 10.4 kA	30 m ve vzduchu (E) O.K. Z _{sv} < Z _s (5s) (42.3 mΩ < 201 mΩ) Teplota okolí [st. C] : 30 Způsob uložení : Na vodorovných perforovaných lávkách Počet seskupených obvodů na lávce, žebříku či roštu : 1 Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě volně Počet lávek, žebříků či roštů : 1
1L6	1-AYKY 3x120+70 I _z = 156.8 A t _m = 21 ° C dU = 0.5 % I _{2t} < k2S2	I _k " = 3.14 kA ip = 4.59 kA	170 m v zemi (D) O.K. Z _{sv} < Z _s (5s) (192 mΩ < 201 mΩ) k = 0.640
1F7	PHNA000 40A gG I _n = 40 A	I _{cc} = 120 kA io = 2.45 kA	Připojeno pomocí FH000 Z _s (5s) = 1.36 Ω, I _a = 170 A, R(50V/5s) = 294 mΩ 1F4-1F7 zaručena plná selektivita
1L8	CYKY4x10 I _z = 60 A t _m = 40 ° C dU = 0.0 % I _{2t} < k2S2	(I _k " = 3.01 kA) io = 2.43 kA	2 m ve vzduchu (E) O.K. Z _{sv} < Z _s (5s) [189 mΩ < 1.36 Ω] Teplota okolí [st. C] : 30 Způsob uložení : Na vodorovných perforovaných lávkách Počet seskupených obvodů na lávce, žebříku či roštu : 1 Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě volně Počet lávek, žebříků či roštů : 1
1Q9	LTN-25B I _n = 25 A	I _{cn} = 50 kA* io = 1.93 kA	I _i = 112.50 A Z _s (5s) = 1.86 Ω, I _a = 124 A, R(50V/5s) = 402 mΩ 1F7-1Q9 selektivní minimálně do 620 A
1L10	CYKY4x10 I _z = 51.8 A t _m = 38 ° C dU = 0.4 % I _{2t} < k2S2	(I _k " = 2.08 kA) io = 1.43 kA	20 m v zemi (D) O.K. Z _{sv} < Z _s (5s) [269 mΩ < 1.86 Ω] Teplota okolí [st. C] : 20 Měrný tepelný odpor [K.m/W] : 2.5 = suchá půda, velmi řídké deště Uspořádání seskupených obvodů : 1 x přímo v zemi
1.25	Vývod I = 25 A x B = 25 A cos φ = 0.95	io = 1.43 kA	(I _k " = 2.08 kA, ip = 3.01 kA) O.K. Z _{sv} < Z _s (5s) (269 mΩ < 1.86 Ω)
	I = 25.0 A B = 1 U = 395 V (Un - 1.2%)		

Výpočet DP_2017 – 3, vstupní data, parametry a výpočty



Projekt : Přípojka, Dům Horušany

Selektivita jištění

DP_2017

Datum : 19.02.2017

Soubor : horusany_nový1

Sít TN, Un = 230 / 400 V

	Přístroj	Poznámka
1F0		
1T1	5GB DOTEL 250H 22/0.40 In = 361 A U ₂ = 231/400 V dU = 0.2 % S _r = 250 kVA I _k ' = 8.89 kA VN pojistky PM45, 22/25kV, 20A ip = 17.3 kA	
1L2	1-CHBU 1x240 Iz = 607 A tm = 30 °C dU = 0.0 % I ² t < k ² S ² I _k ' = 8.52 kA ip = 16.4 kA	7 m ve vzduchu (F)
1Q3	BH630N-DTVE In = 630 A IR = 361 A I _{cu} = 36 kA li = 4512.50 A	
1F4	1F0-1Q3 zaručena plná selektivita PNA1qG In = 200 A I _{cc} = 120 kA Připojeno pomocí FH1	
1L5	1-Q3-1F4 zaručena plná selektivita 1-AES 4x120 Iz = 215 A tm = 30 °C dU = 0.1 % I ² t < k ² S ² (I _k ' = 7.08 kA) io = 10.4 kA	30 m ve vzduchu (E)
1L6	1-AYKY 3x120+70 Iz = 156.8 A tm = 21 °C dU = 0.5 % I ² t < k ² S ² I _k ' = 3.14 kA ip = 4.59 kA	170 m v zemi (D)
1F7	PHNA000qG In = 40 A I _{cc} = 120 kA Připojeno pomocí FH000	
1L8	1F4-1F7 zaručena plná selektivita CYKY4x10 Iz = 60 A tm = 40 °C dU = 0.0 % I ² t < k ² S ² (I _k ' = 3.01 kA) io = 2.43 kA	2 m ve vzduchu (E)
1Q9	LTN-25B In = 25 A I _{cn} = 50 kA* li = 112.50 A	
1L10	1F7-1Q9 selektivní minimálně do 620 A CYKY4x10 Iz = 51.8 A tm = 38 °C dU = 0.4 % I ² t < k ² S ² I _k ' = 2.08 kA io = 1.43 kA	20 m v zemi (D)
1.25	Vývod I = 25 A x8 = 25 A I = 25.0 A U = 395 V (Un - 1.2%) B = 1	cos φ = 0.95 (I _k ' = 2.08 kA, ip = 3.01 kA) io = 1.43 kA

Výpo et DP_2017 – 4, vypo tená selektivita jišť ní



Projekt : Přípojka, Dům Horušany

Impedanční smyčky

DP_2017

Datum : 19.02.2017

Soubor : horusany_nový1

Sít TN, Un = 230 / 400 V

	Přístroj	Poznámka
1F0		
1T1	SGB DOTEL 250H 22/0.40 In = 361 A Zs(5s) = 41 mOhm, Ia = 5.61 kA, R(50V/5s) = 9 mOhm	Sr = 250 kVA Ik'' = 8.89 kA VN pojistky PM45, 22/25kV, 20A
1L2	1-CHBU 1x240 Iz = 607 A tm = 30 ° C 7 m, (F) dU = 0.0 % I ² t < k ² S ² ip = 16.4 kA	Ik'' = 8.52 kA O.K. Zsv < Zs(5s) (28.4 mOhm < 41.2 mOhm)
1Q3	BH630N-DTVE In = 630 A IR = 361 A Zs(5s) = 122 mOhm, Ia = 1.89 kA, R(50V/5s) = 26 mOhm	Icu = 36 kA li = 4512.50 A
1F4	PNA1qG In = 200 A Zs(5s) = 201 mOhm, Ia = 1.15 kA, R(50V/5s) = 44 mOhm	Icc = 120 kA Připojeno pomocí FH1
1L5	1-AES 4x120 Iz = 215 A tm = 30 ° C 30 m, (E) dU = 0.1 % I ² t < k ² S ² io = 10.4 kA	(Ik'' = 7.08 kA) O.K. Zsv < Zs(5s) (42.3 mOhm < 201 mOhm)
1L6	1-AYKY 3x120+70 Iz = 156.8 A tm = 21 ° C 170 m, (D) dU = 0.5 % I ² t < k ² S ² ip = 4.59 kA	Ik'' = 3.14 kA O.K. Zsv < Zs(5s) (192 mOhm < 201 mOhm)
1F7	PHNA000qG In = 40 A Zs(5s) = 1.36 Ohm, Ia = 170 A, R(50V/5s) = 294 mOhm	Icc = 120 kA Připojeno pomocí FH000
1L8	CYKY4x10 Iz = 60 A tm = 40 ° C 2 m, (E) dU = 0.0 % I ² t < k ² S ² io = 2.43 kA	(Ik'' = 3.01 kA) O.K. Zsv < Zs(5s) (189 mOhm < 1.36 Ohm)
1Q9	LTN-25B In = 25 A Zs(5s) = 1.86 Ohm, Ia = 124 A, R(50V/5s) = 402 mOhm	Icn = 50 kA* li = 112.50 A
1L10	CYKY4x10 Iz = 51.8 A tm = 38 ° C 20 m, (D) dU = 0.4 % I ² t < k ² S ² io = 1.43 kA	(Ik'' = 2.08 kA) O.K. Zsv < Zs(5s) (269 mOhm < 1.86 Ohm)
1.25	Vývod I = 25 A x8 = 25 A I = 25.0 A U = 395 V (Un - 1.2%) B = 1	cos fi = 0.95 O.K. Zsv < Zs(5s) (269 mOhm < 1.86 Ohm) io = 1.43 kA

Výpo et DP_2017 – 5, výpo et impedance smy ky



Projekt : Přípojka, Dům Horušany

DP_2017

Vypínací charakteristiky a nastavení spouští

Datum : 19.02.2017

Soubor : horusany_nový1

Sít TN, Un = 230 / 400 V

	Přístroj	Poznámka
1F0		
1T1	SGB DOTEL 250H 22/0.40 In = 361 A U2 = 231/400 V dU = 0.2 % Sr = 250 kVA Ik'' = 8.89 kA VN pojistky PM45, 22/25kV, 20A ip = 17.3 kA	
1L2	1-CHBU 1x240 Iz = 607 A tm = 30 ° C dU = 0.0 % I ² t < k ² S ² Ik'' = 8.52 kA ip = 16.4 kA	7 m ve vzduchu (F)
1Q3	BH630N-DTVE In = 630 A IR = 361 A Icu = 36 kA li = 4512.50 A io = 15.5 kA	
1F4	PNA1qG In = 200 A Icc = 120 kA io = 10.8 kA	Připojeno pomocí FH1
1L5	1-AES 4x120 Iz = 215 A tm = 30 ° C dU = 0.1 % I ² t < k ² S ² (Ik'' = 7.08 kA) io = 10.4 kA	30 m ve vzduchu (E)
1L6	1-AYKY 3x120+70 Iz = 156.8 A tm = 21 ° C dU = 0.5 % I ² t < k ² S ² Ik'' = 3.14 kA ip = 4.59 kA	170 m v zemi (D)
1F7	PHNA000qG In = 40 A Icc = 120 kA io = 2.45 kA	Připojeno pomocí FH000
1L8	CYKY4x10 Iz = 60 A tm = 40 ° C dU = 0.0 % I ² t < k ² S ² (Ik'' = 3.01 kA) io = 2.43 kA	2 m ve vzduchu (E)
1Q9	LTN-25B In = 25 A Icn = 50 kA* li = 112.50 A io = 1.93 kA	
1L10	CYKY4x10 Iz = 51.8 A tm = 38 ° C dU = 0.4 % I ² t < k ² S ² (Ik'' = 2.08 kA) io = 1.43 kA	20 m v zemi (D)

1.25

Vývod I = 25 A x8 = 25 A cos fi = 0.95 (Ik'' = 2.08 kA, ip = 3.01 kA)
I = 25.0 A U = 395 V (Un - 1.2%) B = 1 io = 1.43 kA

Výpo et DP_2017 – 6, vypínací charakteristiky a nastavení spouští



Projekt : Přípojka, Dům Horušany
Ekonomická optimalizace

DP_2017

Datum : 19.02.2017

Soubor : horusany_nový1
 Síť TN, Un = 230 / 400 V

	Přístroj	Poznámka			
1F0					
1T1	SGB DOTEK 250H 22/0.40 In = 361 A	Sr = 250 kVA	Ik'' = 8.89 kA	VN pojistky PM45, 22/25kV, 20A	
		U2 = 231/400 V	dU = 0.2 %	uk = 4 %	ip = 17.3 kA
1L2	1-CHBU 1x240	Iz = 607 A			
1Q3	BH630N-DTVE	In = 630 A	IR = 361 A	Icu = 36 kA	li = 4512.50 A
				io = 15.5 kA	
1F4	PNA1gG	In = 200 A		Icc = 120 kA	Připojeno pomocí FH1
				io = 10.8 kA	
1L5	1-AES 4x120	Iz = 215 A			
1L6	1-AYKY 3x120+70	Iz = 156.8 A			
1F7	PHNA000gG	In = 40 A		Icc = 120 kA	Připojeno pomocí FH000
				io = 2.45 kA	
1L8	CYKY4x10	Iz = 60 A			
1Q9	LTN-25B	In = 25 A		Icn = 50 kA*	li = 112.50 A
				io = 1.93 kA	
1L10	CYKY4x10	Iz = 51.8 A			

1.25 Vývod I = 25 A xB = 25 A cos fi = 0.95 (Ik'' = 2.08 kA, ip = 3.01 kA)
 I = 25.0 A U = 395 V (Un - 1.2%) B = 1 io = 1.43 kA

Výpo et DP_2017 – 7, ekonomická optimalizace p ípojky



Projekt : Přípojka, Dům Horušany
Nastavení nadproudových spouští

DP_2017
 Datum : 19.02.2017
 Soubor : horusany_nový1

1Q3

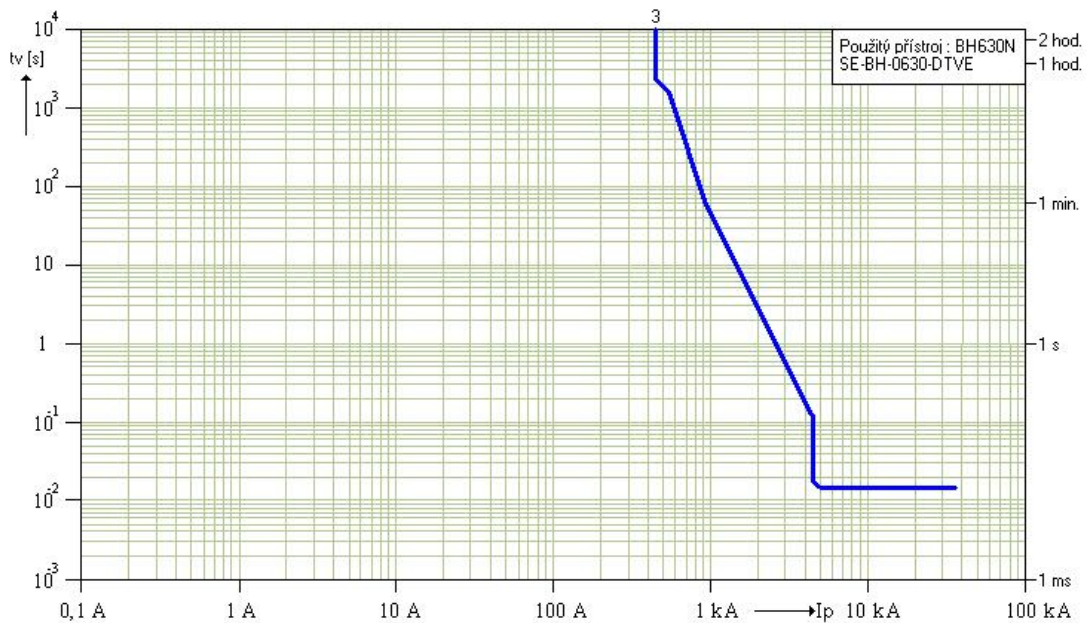
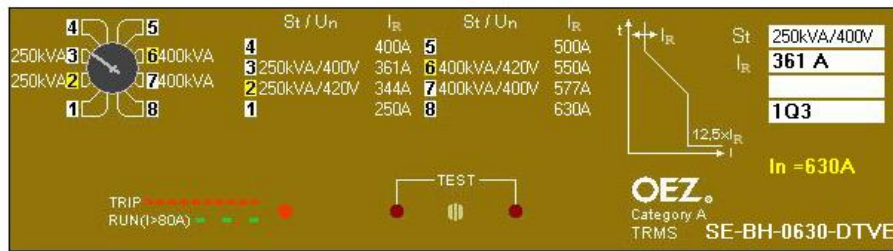
BH630NE305 + SE-BH-0630-DTVE

I_{cu} = 36 kA

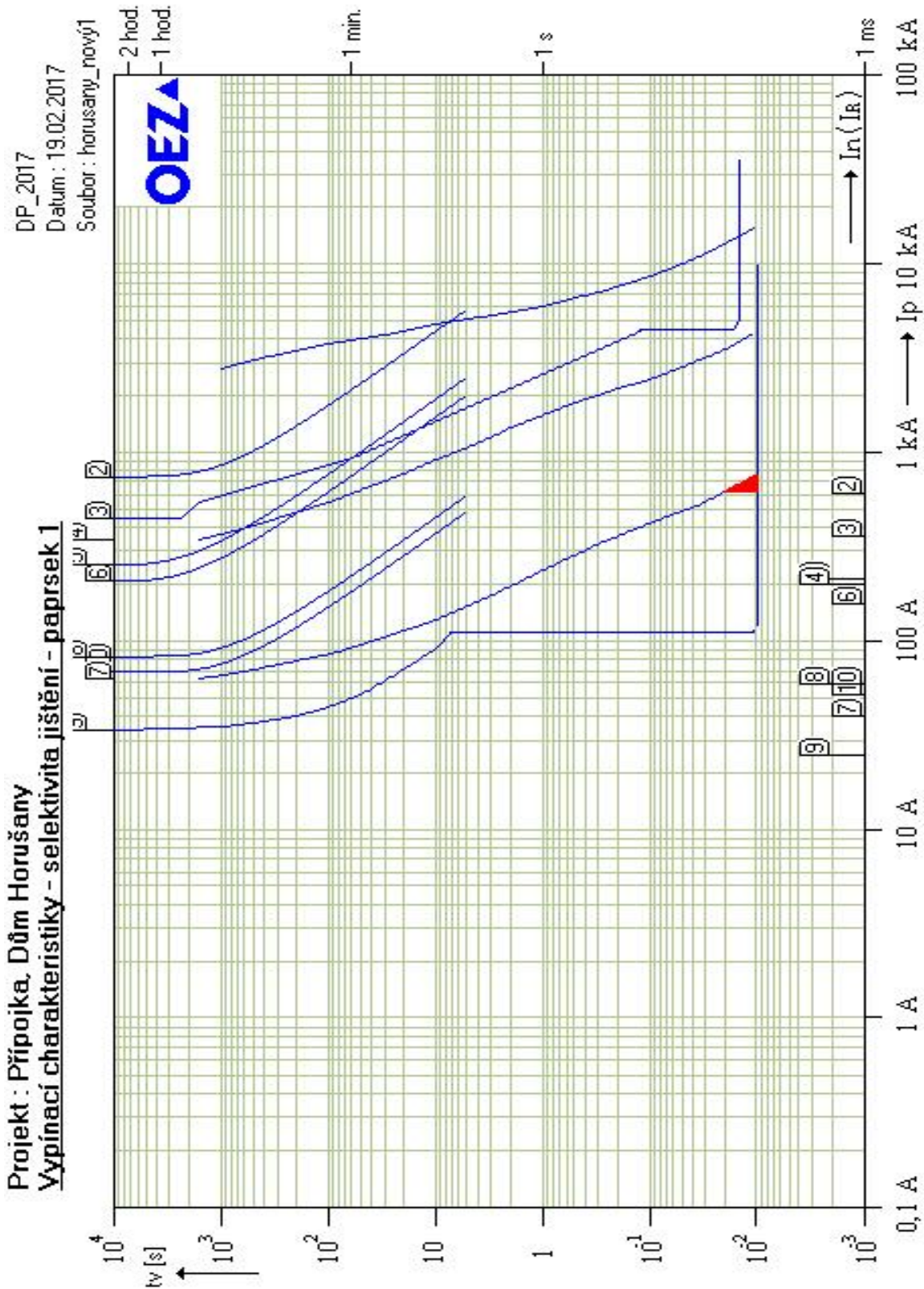
I_n = 630 A

I_R = 361 A

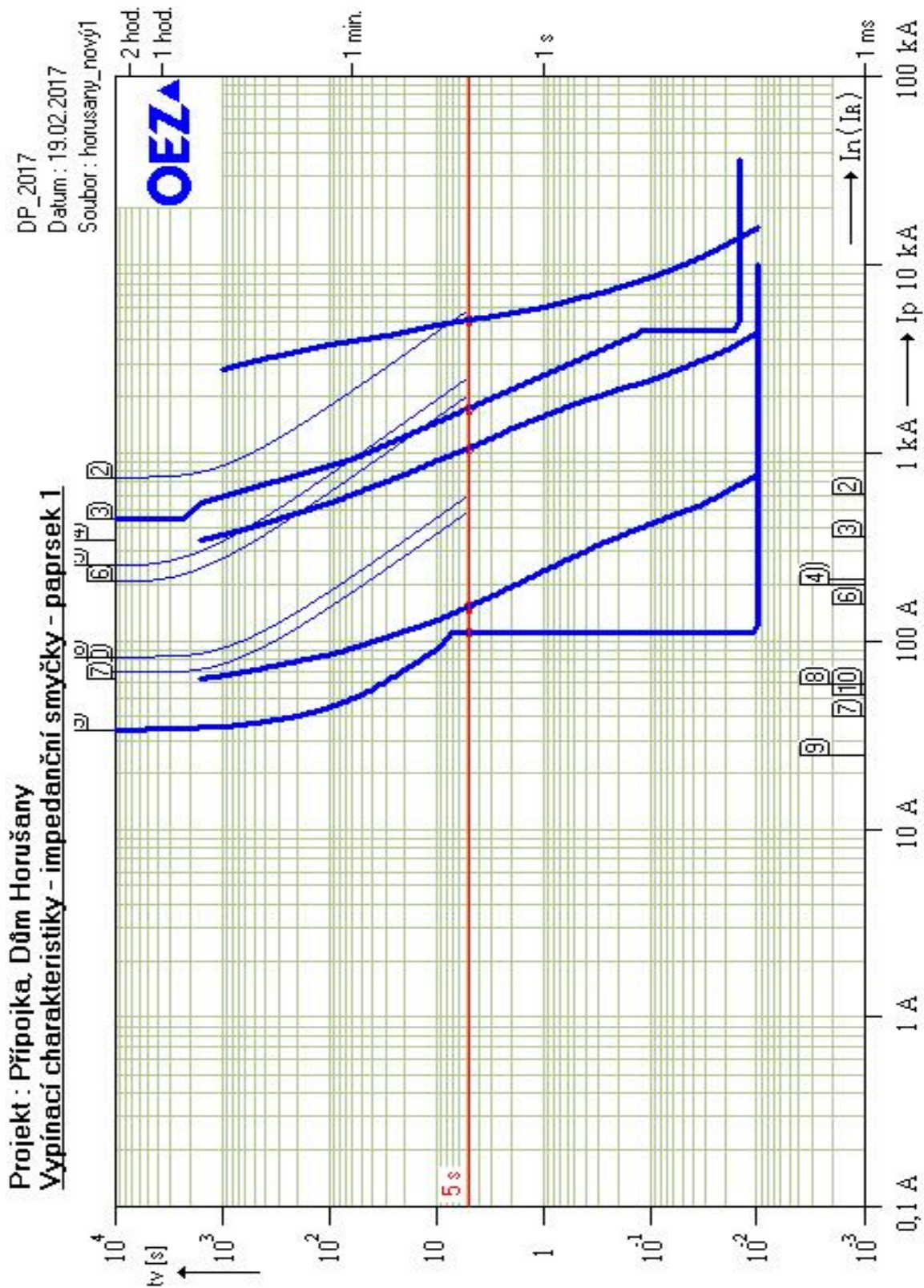
I_i = 4512.50 A



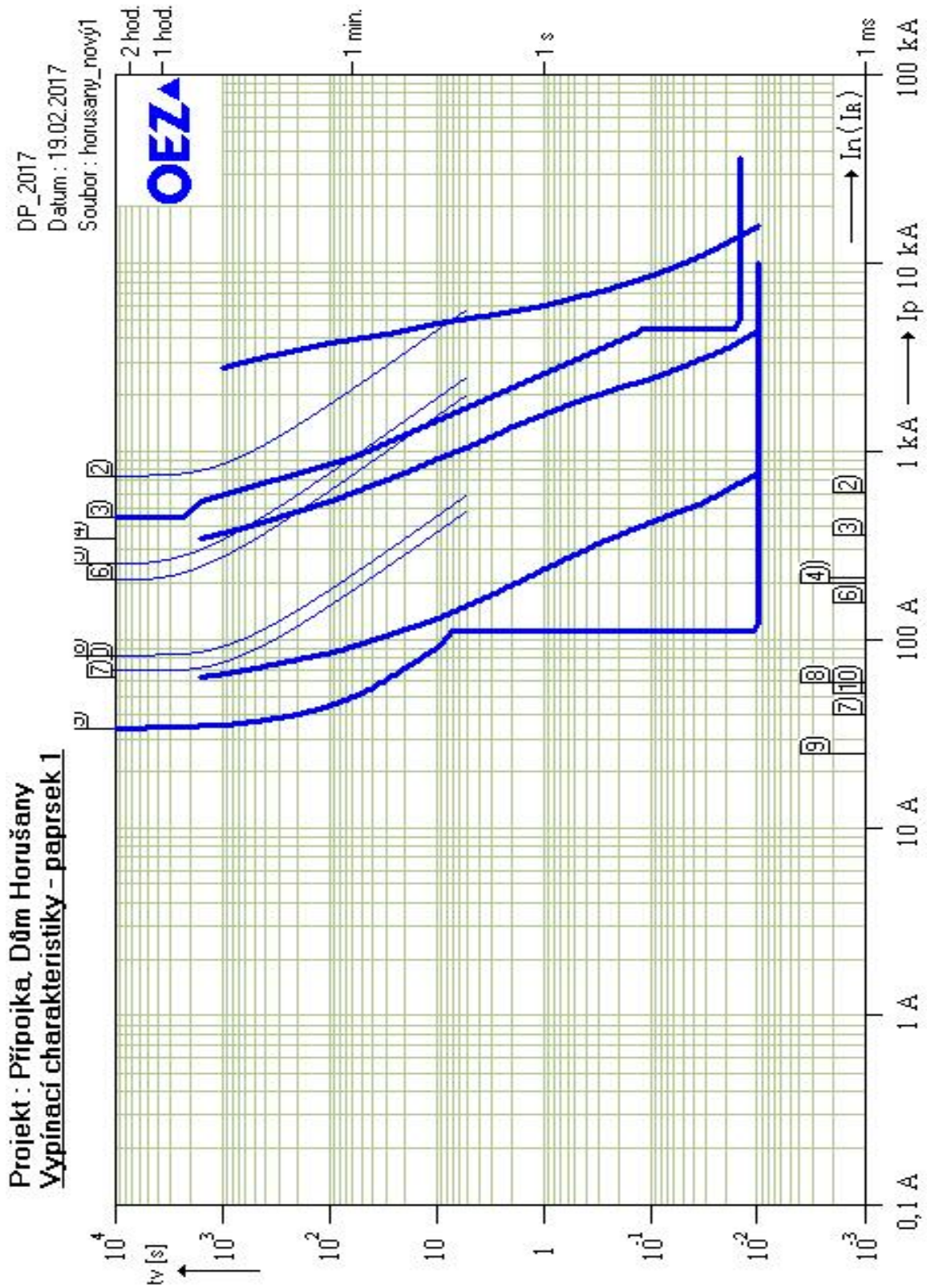
Výpo et DP_2017 – 8, Nastavení nadproudových spouští



Výpočet DP_2017 – 9, Vypínací charakteristika-selektivita jištění - paprsek 1



Výpo et DP_2017 – 10, Vypínací charakteristika-impedan ní smy ka-paprsek 1



Výpo et DP_2017 – 11, Vypínací charakteristiky-paprsek 1

4 Návrh elektrické instalace v RD

V následujících odstavcích jsou definovány základní údaje s potřebným řešením dimenzování a napájení RD. Dále jsou uvedeny technické požadavky dle SN norem pro návrh a provedení instalace v objektu. Nedílnou součástí tvoří i instalace svodič atmosférického proudění. V poslední části je ukázáno praktické provedení elektrické instalace v hrubé stavbě RD.

4.1 Základní údaje

Distribuční soustava:	EZ Distribuce a.s.
Napájecí soustava:	3+PEN~50Hz,400V,TN-C (přípojka),
Přípojková pojistková skříň MF	
Odborný elektromontér	
Elektromontérský rozvaděč RE	
Vedení za elektromontérem:	RH 3+PE+N~50Hz,400V,TN-C-S (rozvaděč hlavní)
Instalovaný příkon:	20 kW/3f

4.2 Návrh dimenzování a ověření jistících prvků

Dle zadání jsou v této části provedeny numerické výpočty dimenzování a napájení RD pro potvrzení správnosti výpočtů, které byly provedeny v části 3.4 pomocí programu SICHR. Pro výpočet jsem použil hodnotu instalovaného příkonu ze základních údajů a určil soudobost na základě podobnosti s podobnými stavbami.

4.2.1 Vstupní hodnoty pro dimenzování a napájení RD

Soudobost:	$= 0,77$
Příkony:	
Celkový instalovaný příkon	$P_i = 20 \text{ kW}$
Celkový instalovaný soudobý příkon	$P = P_i \cdot k = 20 \cdot 0,77 = 15,4 \text{ kW}$
Sdružené napětí:	$U_s = 400 \text{ V}$

Účinník: $\cos(\varphi) = 0,98$

Teplota okolí (země): $t = 20^{\circ}\text{C}$

K pro ipojení objektu na rozvodnou síť je navrhován kabel CYKY J 4x10.

4.2.2 Celkový proud p řípojkou

$$I_P = \frac{P_{\beta}}{\sqrt{3} * U_S * \cos\varphi} = \frac{15,4}{\sqrt{3} * 400 * 0,98} = 22,7\text{A}$$

4.2.3 Maximální jmenovitá hodnota proudu protékající kabelem:

k...p epo ítávací koeficienty

$k_1 = 1,1$ - kabel uložen v zemi

$k_2 = 1,22$ - kabel není uložen p í základní teplot

$$I_{NP} = \frac{I_P}{k_1 * k_2} = \frac{22,7}{1,1 * 1,22} = 16,9\text{A}$$

Na základ vypo teného I_{NP} musí platit, že $I_{DOV} > I_P$, kde I_{NV} ...je hodnota ode tená z tabulky podle zp sobu uložení a po tu zatížených vodi ů.

Pro tento kabel je ode tena hodnota $I_{NV} = 52\text{A}$

$$I_{DOV} = I_{NV} * k_1 * k_2 = 52 * 1,1 * 1,22 = 69,8\text{ A} > 22,7\text{ A}$$

Podmínka je splněna a kabel CYKY J 4x10 vyhovuje.

4.2.4 Kontrola na úbytek nap tí:

Úbytek nap tí na kabelu CYKY J 4x10 od elektrom rového rozvad ě k hlavnímu rozvad ěi nesmí p esáhnout 2% ze jmenovitého nap tí U_S .

$$\Delta U < 2\% U_S$$

$$\Delta U < 0,02 \cdot 400$$

$$\Delta U < 8\text{V}$$

Parametry kabelu:

$$l = 22\text{m}$$

$$P = 15,4\text{ kW}$$

$$c_{Cu} = 56\text{S} \cdot \text{m} \cdot \text{mm}^{-2}$$

$$S = 10\text{mm}^2$$

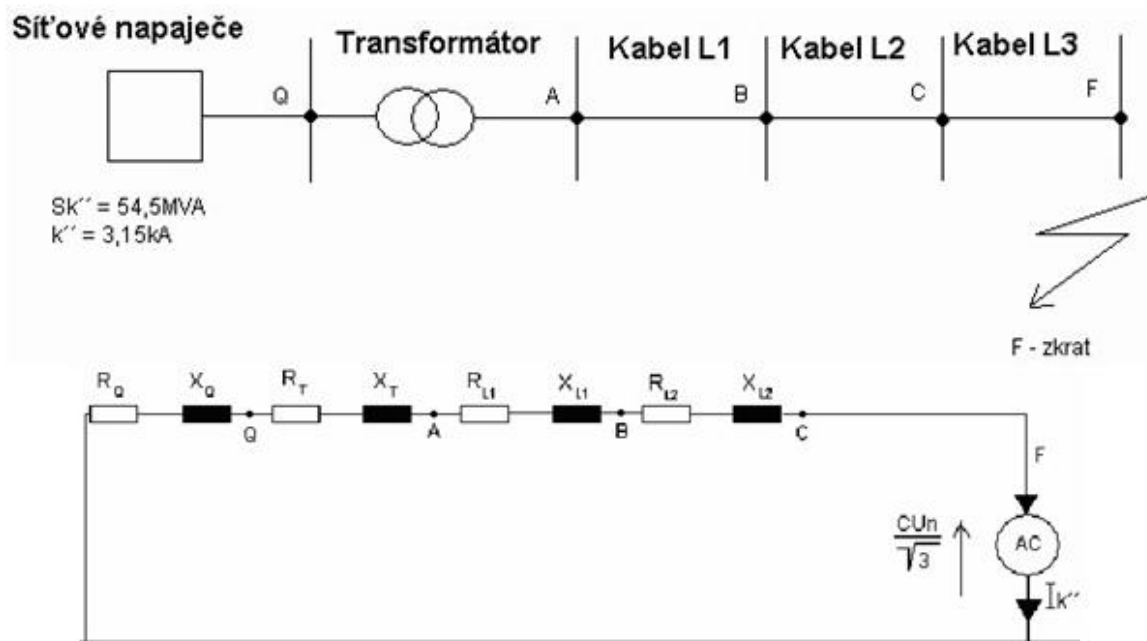
$$U_S = 400V$$

$$\Delta U = \frac{l \cdot P_\beta}{\gamma_{Cu} \cdot S \cdot U_S} = \frac{22 \cdot 15400}{56 \cdot 10 \cdot 400} = 1,51V < 8V$$

Podmínka je splněna a kabel CYKY J 4x10 vyhovuje z hlediska úbytku napětí.

4.2.5 Návrh jističů na přípojce objektu

Hlavní přípojku jističí hlavní jistič typu B, umístěný před elektromerem do elektromerového rozvaděče. Hodnota zkratového proudu jističe musí být menší, než je dovolený proud I_{DOV} . Navrhovaná hodnota proudu tohoto jističe je 25B-3 A. Velikost jističe je navržena na co nejmenší velikost proudu s ohledem na cenovou sazbu od dodavatele elektrické energie. V přípojovací skříni budou nožové pojistky o jmenovité hodnotě 3x40. Pro výpočet impedanční smyčky bude použit náhradní obvod dle schématu (Obrázek 4.2.1).



Obrázek 4.2.1: Schéma náhradního obvodu

4.2.6 Síťový napáječ

$$S_{SK} = 54MVA$$

$$I_{K''} = 3,15kA$$

$$p = \frac{22000}{400} = 55$$

4.2.7 Impedance síť

$$Z_S = \frac{c \cdot U_N^2}{S_{sk}} \cdot \frac{1}{p^2} = \frac{1,1 \cdot 22000}{54,5 \cdot 10^6 \cdot 55^2} = 3,23 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

Transformátor

$$S_{RT} = 0,4 \text{ MVA}$$

$$u_{KR\%} = 6\%$$

$$u_{RR\%} = 3,2\%$$

$$U_{RTLTV} = 0,4 \text{ kV}$$

$$Z_T = \frac{U_{KR}}{100} \cdot \frac{U_{RTLTV}^2}{S_{RT}} = \frac{6}{100} \cdot \frac{(0,4 \cdot 10^3)^2}{0,4 \cdot 10^6} = 24 \text{ m}\Omega$$

$$R_T = \frac{U_{RR}}{100} \cdot \frac{U_{RTLTV}}{S_{RT}} = \frac{3,2}{100} \cdot \frac{0,4 \cdot 10^3}{0,4 \cdot 10^6} = 12,8 \text{ m}\Omega$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 + R_T^2} = \sqrt{24^2 + 12,8^2} = 27,2 \text{ m}\Omega$$

Kabelové vedení L1

$$\text{AES } 4 \times 120 \text{ mm}^2$$

$$l_{L1} = 30 \text{ m}$$

$$R_{L1}' = 0,253 \text{ .km}^{-1}$$

$$X_{L1}' = 0,15 \text{ .km}^{-1}$$

$$R_{L1} = R_{L1}' \cdot l_{L1} = 0,253 \cdot 30 = 7,59 \text{ m}$$

$$X_{L1} = X_{L1}' \cdot l_{L1} = 0,15 \cdot 30 = 4,5 \text{ m}$$

$$Z_{L1} = \sqrt{R_{L1}^2 + X_{L1}^2} = \sqrt{7,59^2 + 4,5^2} = 8,82 \text{ m}\Omega$$

Kabelové vedení L2

$$\text{AYKY } 3 \times 120 + 70 \text{ mm}^2$$

$$l_{L1} = 340 \text{ m}$$

$$R_{L1}' = 0,443 \text{ .km}^{-1}$$

$$X_{L1}' = 0,15 \text{ .km}^{-1}$$

$$R_{L1} = R_{L1}' \cdot l_{L1} = 0,443 \cdot 340 = 150,6 \text{ m}$$

$$X_{L1} = X_{L1}' \cdot l_{L1} = 0,15 \cdot 340 = 51 \text{ m}$$

$$Z_{L1} = \sqrt{R_{L1}^2 + X_{L1}^2} = \sqrt{150,6^2 + 51^2} = 158,43 \text{ m}\Omega$$

Kabelové vedení L3

CYKY J 4x10

$$L_{12} = 22 \text{ m}$$

$$R_{L2}' = 0,751 \text{ .km}^{-1}$$

$$X_{L2}' = 0,9 \text{ .km}^{-1}$$

$$R_{L2} = R_{L2}' \cdot l_{L2} = 0,751 \cdot 22 = 16,52 \text{ m}$$

$$X_{L2} = X_{L2}' \cdot l_{L2} = 0,9 \cdot 22 = 19,81 \text{ m}$$

$$Z_{L2} = \sqrt{R_{L2}^2 + X_{L2}^2} = \sqrt{16,52^2 + 19,81^2} = 25,78 \text{ m}\Omega$$

4.2.8 Celková impedance zkratové smyčky

$$Z_k = Z_S + Z_T + Z_{L1} + Z_{L2} = 3,23 + 8,82 + 158,43 + 25,78 = 196,26 \text{ m}$$

4.2.9 Výpočet zkratového proudu

$$I_P'' = \frac{c \cdot U_{n0,4}}{\sqrt{3} \cdot Z_K} = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 196,26 \cdot 10^{-3}} = 1,29 \text{ kA}$$

4.2.10 Ekvivalentní oteplovací proud

$$k_E = 1 \text{ dle ČSN 33 3015}$$

$$I_{kE} = 1 \cdot 1,29 = 1,29 \text{ kA}$$

4.2.11 Kontrola na minimální průřez

Vychází se z podmínky: $S \geq S_{MIN}$

$$t_{dovol.} = 70^\circ\text{C}$$

$$t_k = 180^\circ\text{C}$$

$$k = 200$$

$$t_k = 1$$

$$S_{MIN} = \frac{I_{kE} \cdot \sqrt{t_k}}{k} = \frac{1,29 \cdot \sqrt{1}}{200} = 6,45 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{kabel CYKY J 4x10 vyhovuje z hlediska průřezu.}$$

4.2.12 Zhodnocení návrhu a výpočtu p ípojky

V předchozích částech jsem provedl výpočet dimenzování p ípojky pro napájení objektu nejprve pomocí programu SICHR 16.02 a pak klasickým způsobem. Výsledky potvrdily správnost předpokládaných průřezů kabelů a jističích prvků.

Programem SICHR 16.02 byly vyhodnoceny úbytky napětí na jednotlivých částech p ípojky (transformátoru, kabelech a vývodech). Výpočtené hodnoty napětí vyhovovaly nastaveným maximálním povoleným úbytkům napětí při respektování SN IEC. Dále jsem posoudil selektivitu mezi jednotlivými stupni jištění jako optimální. Při výpočtu impedancí jsem bral v úvahu impedanci celého obvodu. V ekonomické optimalizaci byl výpočet ekonomicky optimální průřez vedení jak porovnáním minimalizace součtu provozních a provozních nákladů, tak i výpočtem celkových nákladů během doby použití.

4.3 Technické požadavky SN IEC na elektrickou instalaci v RD

Elektrická instalace RD musí být v souladu s technickými požadavky uvedenými v následcích kapitolách. Zde uvedenými požadavky jsem se řídil při přípravě technické dokumentace a jsou závazné pro provádění práce v objektu.

4.3.1 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Dle SN 33 2000-4-41 ed.2 bude použita ochrana před úrazem elektrickým proudem pomocí:

- *Automatické odpojení od zdroje*

Základní ochrana před nebezpečným dotykem živých částí bude provedena pomocí:

- *Izolace živých částí, kryty*

Ochrana při poruše:

- *Ochranné uzemnění a pospojování*
- *Automatické odpojení v případě poruchy*

Doplňková ochrana:

- **Proudovým chráničem**

4.3.2 Hlavní pospojování

V prostoru vstupu hlavního vedení do objektu nebo v prostoru hlavního rozvaděče bude osazena ekvipotenciální svorkovnice hlavního pospojování (vyrovnání potenciálů - EP) dle SN 33 2000-4-41 ed.2. Ekvipotenciální svorkovnice je zakreslena v dokumentaci.

4.3.3 Doplňkové pospojování

V koupelně, na sociálním zajištění, v prádelně nebo umývárkách, je zvýšena základní ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí místním doplňkovým pospojováním vodičem min.Cu-4, je-li to v daném prostoru potříbené (není podmínkou, pouze nelze-li z něj jakéhožto vodivosti splnit podmínky zásadu automatického odpojení - což stanoví revizní technik při revizi). Doplňkové pospojování je provedeno pomocí ochranného vodiče PE s neživými částmi zajištění v zónách 1,2 a 3, včetně ochranných kolíků zásuvek, vodivých podlah, kovových trubek odpadů, vytápění, vzduchotechniky a přístupných konstrukčních stavebních prvků dle SN 33 2000-7-701 ed.2.

4.3.4 Rozvaděč

Rozvaděč patří mezi elektrická rozvodná zajištění (ERZ). Podle druhu prostředí je třeba zvolit krytí rozvaděče dle SN 33 2000-1 ed.2 a 33 2000-5-51 ed.3. Pro rozvaděč navíc platí především SN 35 7101 a musí vyhovovat zákonu č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky (205/2002 novela) č. 168/1997 Sb.

4.3.5 Rozvaděč elektromotrový RE

Bude osazen hlavním jističem 25B-3 a tarifním cejchovaným elektromotrem 80A se sazbovým spínáním HDO. Provedení elektromotrového rozvaděče bude odpovídat souhlasným předpisům provozovatele DS.

4.3.6 Rozvaděč RH

Obsahuje hlavní vypínač a jištění elektroinstalace v celém objektu a případně spotřebiči umístěných mimo objekt. V rozvaděči jsou stykače ovládané signálem HDO pro spínání

spotřebičů, kde lze využít nízkou sazbu a její trvání. Dále je zde umístěn svodič proudů. Osazení rozvaděče musí provádět odborná firma dodržemím všech platných SN a směrnic vydaných provozovatelem distribuční soustavy.

4.3.7 Signál hromadného dálkového ovládání - HDO

Pro spínání spotřebičů v nízké sazbě je v elektromotrovém rozvaděči RE osazeno relé pro spínání signál HDO. Signály HDO vyvedené z tohoto relé ovládají v rozvaděči RH stykač spínající rozvaděč elektrického vytápění.

4.3.8 Prostedí

Ve všech prostorách bylo určeno prostředí dle SN EN 60529, 33 2000-3.

- AA5 - teplota okolí - $5 \div +40^{\circ}\text{C}$ – vnitřní prostory
- AA7 - teplota okolí - $-25 \div +55^{\circ}\text{C}$ – venkovní prostory
- AD1 - výskyt vody – zanedbatelný – vnitřní prostory
- AD4 - výskyt vody - stíkáající voda – venkovní prostory
- BA1 - schopnost osob - běžná
- BE1 - povaha zpracov. nebo skladov. materiál - bez významného nebezpečí
- CA1 - stavební materiály - nehořlavé - vnitřní a venkovní prostory
- CA2 - stavební materiály - hořlavé - vnitřní a venkovní prostory
- CB1 - provedení budovy - zanedbatelné nebezpečí

4.3.9 Pípojka

Bude ukončena v pojistkové skříni MF, která bude osazena pojistkami 3x40A. Pojistky budou umístěny v pilíři na hranici pozemku na veřejném přístupném místě.

4.3.10 Odbočka k elektromotrovému měniči spotřebičů elektrické energie, vedení za elektromotrem

Z pípojkové pojistkové skříni MF bude provedena nová odbočka k elektromotrovému kabelem CYKY J 4x10 a bude ukončena v novém elektromotrovém rozvaděči – RE. Měníč spotřebičů elektrické energie (elektromotrový rozvaděč RE) bude umístěn v pilíři společně s pípojkovou pojistkovou skříní. Z rozvaděče RE pak pokračuje vedení za elektromotrem -

kabel CYKY J 4x10 a CYKY O3x1,5 (signály HDO). Kabele jsou pak vyvedeny do hlavního rozvaděče objektu RH.

4.3.11 Ochrana proti přetížení a zkratu

Je řešena ve smyslu SN IEC 33 2000-5-523 a SN 33 2000-4-473. Jednotlivé okruhy budou chráněny jističi nebo pojistkami v příslušných napájecích bodech.

4.3.12 Ochrana před bleskem a uzemnění

Hromosvod je řešen dle ustanovení normy TNI 34 1390, SN EN 62305 1÷4 ed.2. Vnější a vnitřní systém ochrany je navržen následovně :

- Vnější systém ochrany před bleskem navržen jako neizolovaný LPS tří. III.
- Vnitřní systém ochrany před bleskem: ekvipotenciální pospojování za řízení SPD (svodiče bleskových proudů a přepětí)

Hromosvodná soustava je rozdělena na:

- jímací část
- svody
- uzemňovací soustavu.

Jímací část je tvořena hliníkovým vedením, na které se připojí pomocnými jímači případné prvky, které přesahují hliníkové vedení. Hliníkové jímací vedení bude realizováno drátem AlMgSi \varnothing 8mm. U anténního stožáru bude použit oddálený jímač. Při použití mřížových klempířských prvků je nutno u hromosvodu použít mřížové nebo nerezových součástí kvůli zamezení elektrochemické reakce v místech jejich spojení.

Svody jsou realizovány drátem AlMgSi \varnothing 8mm. Pokračují přes zkušební svorku drátem FeZn \varnothing 10mm k uzemňovací soustavě. Vzdálenost svodiče od horního podkladu min. 0,1m. Zkušební svorky se umístí 1,8÷2m nad dokončený terén a není povoleno je chránit nátěrem.

4.3.13 Uzemňovací soustava

Hlavní uzemnění objektu je řešeno základovým zemním typem B - FeZn

30x4mm(ϕ 10mm). Uzemňovací vodiče hromosvodné soustavy budou s tímto zemním spojeny. Při obvyklých zemních podmínkách by zemní odpor zemního spojení nepřesáhnout hodnotu 10 Ω . Při spojení uzemnění hromosvodu a elektroinstalace pak 5 Ω .

4.3.14 Ochranná soustava elektroinstalace

Na zemním spojení se též připojí vodičem CY16/FeZn8 hlavní ochranná svorkovnice HOP (PE svorka vodičů bleskových proudů a přepětí). Na svorkovnici HOP se připojí pospojování v příslušných prostorách objektu, veškeré velké kovové hmoty v objektu (kovové vyvložkování komínů, apod.) a kovové rozvody IS do objektu vstupující. Svorkovnici HOP lze umístit buď do hlavního rozvaděče objektu RH, nebo je umístit na samostatně.

4.3.15 Slaboproudý rozvod

Slaboproudý rozvod bude rozdělen do několika částí:

- **Loxone a EZS (Elektronický zabezpečovací systém)** - Pro inteligentní řídicí systém Loxone. Kabeláž bude provedena pomocí kabelu s označením CAT7. Jedná se o osmižilový stíněný kabel, který je určen pro ovládací tlačítka.
- **Televizní rozvody** - Pro úpravu signálu TV je v technické místnosti umístěna zásuvka pro napájení přístrojů pro úpravu a distribuci SAT/TV/R signálů. Pro každou televizní zásuvku bude proveden samostatný trubkovod.
- **Datová síť** - Pro rozvody datové sítě (internet) bude v technické místnosti umístěn el. vývod pro rozvaděč slaboproudu (RSLP). Z tohoto bodu pak budou vytrubkovány kabelové trasy k příslušným zásuvkám (DAT).
- **Domácí vrátný** - Je řešen pomocí tabla umístěného u vchodu na pozemek a mikrotelefonu, který je umístěn na chodbě objektu. Pro použití DV s interkomem a ovládním el. zámku, je v rozvaděči RH osazen napájecí zdroj, který tento provoz umožní. Kabeláž bude provedena vodičem CAT7e/pod omítkou - vnitřní rozvody, CAT7e /v zemi v chrániči - venkovní rozvod.

4.3.16 Osvětlení

Osvětlení prostor je řešeno dle SN 36 0450, EN 12 665 a EN 12 464-1. Vlastní typ svítidla je ponechán na výběru uživatele s dodržением požadavků krytí (IP) přístroje dle prostoru jeho umístění.

Svítidla v prostorách s vanou, sprchou nebo s umývacími prostory budou montována tak, aby poloha těchto svítidel odpovídala poloze v zóně stanovené normou SN 33 2000-7-701 ed.2. Svítidla umístěná v prostoru s vanou nebo sprchou, musí mít obvod vybaven doplňkovou ochranou proudovým chráničem s reziduálním proudem nepřesahujícím 30 mA. Svítidla ve venkovních prostorách se doporučují s vyšším krytím proti vodě (vlhkosti) nejlépe IPX4 a ovládacím místem pro svítlo (tlačítkem) z prostoru vnitřních nebo tlačítkem se stejným krytím jako má svítlo.

4.3.17 Protipožární ochrana

Pro ochranu před požárem je na chodbě umístěn detektor kouře (PH). Může být buď provedení autonomním, tzn. samostatné idlo s optickou a akustickou signalizací a vlastním napájením, nebo je součástí systému EZS (elektronický zabezpečovací systém). Podrobnosti viz vyhláška číslo 23/2008.

4.3.18 Elektrorozvody

Elektrorozvody jsou navrženy kabely CYKY/CYKYLo/CAT7. Pro zásuvkové obvody přezů 3Jx2,5mm², pro svít. obvody 3÷5Jx1,5mm². Přezy ostatních kabelových vývodů jsou zvoleny dle příkonu příslušného spotřebiče. Elektroinstalace RD bude provedena pod omítkou nebo v nadstropním prostoru. V nadstropním prostoru je kabelový rozvod řešen pomocí systému elektroinstalací PVC trubek (chráničků), které pak přecházejí do zdiva, kde jsou uloženy ve vyfrézovaných kanálech a zakoněny elektroinstalacími krabicemi. Díky hvězdicové instalaci se v nadstropí nenacházejí žádné elektroinstalací krabice (všechny kabely jsou vedeny na svorkovnici do hlavního rozvaděče). Veškeré trasování je provedeno s respektováním instalačních zón uvedených SN 37 5245 a 33 2130 ed.2. Montáž bude provedena v souladu s SN 33 2000-1, 33 3320, 33 2180, 33 2000-5-52, 33 2312 a dalšími souvisejícími normami v platném znění. Uzemnění a ochranné vodiče dle SN 33 2000-5-54 ed.2. V prostoru koupelny dodržet dále předpisy uvedené v SN 33

2000-7-701 ed.2. El. zařízení, která budou uložena na holořavém podkladu a nesplují požadavky tohoto uložení, je nutno podložit tepelnou izolací podložkou (Cemvin). Pro zajištění přítomnosti teplé užitkové vody (TUV) na vzdáleném místě od ohříváče TUV, je v rozvaděči použito taktovací relé, které zajišťuje cirkulaci teplé vody.

4.3.19 Ochrana a bezpečnost zdraví

Základní ochrana před úrazem el. proudem je provedena pomocí zvýšené a doplňkové ochrany. Krytí el. strojů a přístrojů, rozvaděčů a elektroinstalačních výrobků je určeno dle SN 33 2000-5-51 ed.2. Krytí elektrických předmístností elektrické instalace odpovídá danému prostředí. Ochrana vedení před mechanickým poškozením je provedena uložení kabelů do chránek a polohou. Ochrana el. spotřebičů a kabelových vedení před přetížením nebo zkratem je provedena příslušnými jističi v rozvaděči RH. Barevné značení vodičů odpovídá SN 33 0165.

4.3.20 Vývody silnoproudu

Obvody pro pevně připojené spotřebiče - samostatné jističové obvody:

- pevně připojené jednofázové spotřebiče jsou všechny nad 2 kW (i když jsou připojeny přes zásuvkovou vidlici například pračka nebo sušička)
- pevně připojené trojfázové spotřebiče jsou všechny nad 15 KVA
- trojfázový sporák je proveden kabelem ukončeným na svorkovnici

Použité typy kabelů :

- CYKY J 4x10mm² pro hlavní přívod do RD,
- CYKY J 3x1,5mm² pro světelné okruhy,
- CYKY J 3x2,5mm² pro zásuvkové okruhy,
- CYKY J 5x2,5mm² pro 3f rozvod
- CAT7 pro připojení ovládacích tlačítek,
- S1210C pro TV,
- CAT7e pro sdělovací zařízení,

4.3.21 Revize

Na všechna nově instalovaná a rekonstruovaná zařízení před zahájením provozu musí

být provedeny elektrické revize v souladu s SN 33 1500 podle SN 33 20 00-6. Revizní zpráva je jedním z dokladů pro kolaudační řízení schvalující stavbu pro užívání.

4.3.22 Provedení výkop

Výkopy pro položení kabelů budou prováděny jako zemní rýha o šířce 35/50cm a hloubce 50/80/120 cm. Položené kabely se zapískují a zasypou prosátou zeminou, která se zhutní do výšky cca 30cm nad kabel (ochrannou trubku). Na tuto vrstvu se položí výstražná folie a zbytek výkopu se zasype zeminou, která se zhutní. Viz sklad vrstev dle druhu trasy v příloze (situáční plán).

4.3.23 Bezpečnostní instrukce

Veškeré elektro-montážní práce musí být provedeny podle platných právních předpisů a doporučení SN 33 i dodržení všech bezpečnostních předpisů (použití ochranných a pracovních pomůcek, používání bezpečnostních tabulek, práce ve výškách, práce pod napětím apod.). Elektro-montážní práce, musí provádět pracovníci s příslušnou kvalifikací podle vyhlášky 50/78. Po provedení montážních prací a před uvedením do provozu (před trvalým užíváním) musí být provedena výchozí revize instalace a vystavena revizní zpráva.

4.3.24 Způsob kompenzace účinníku

Zařízení má účinník $\cos \varphi = 1$, a proto se nemusí použít zařízení pro kompenzaci účinníku.

4.3.25 Stupeň ležitosti dodávky

Dodávka el. energie pro běžný provoz bude dle SN 34 1610 ve stupni . 3, jde o třetí stupeň ležitosti, tj. bez zajištění zvláštních opatření pro napájení.

4.3.26 Seznam norem

Projekt elektroinstalace rodinného domu musí splňovat požadavky norem:

SN 33 2000 Základní ustanovení pro el. zařízení,

SN 33 2000-5-54 Uzemnění a ochranné vodiče,

SN 33 2000-4-41 Předpisy pro ochranu před nebezpečným dotykovým napětím,

SN 33 2000-5-523 Předpisy pro dimenzování a jističí vodičů a kabelů,

SN 33 2130 Předpisy pro vnitřní el. rozvody,

SN 33 2000-3-32 Druhy prostředí,
SN 33 2000-5-51 P edpisy pro za ízení v r zných prostředí,
SN 37 5245 Kladení el. vedení do strop a podlah,
SN 34 2300 P edpisy pro vnit ní rozvody sd lovacího za ízení,
SN 34 1390 P edpisy pro ochranu p ed bleskem,
SN 33 0165 P edpisy pro zna ení vodi barvami nebo íslicemi,
SN 33 2180 P edpisy pro p ipojování elektrických p ístroj a spot ebi ,
SN 33 2000-7-701 P edpisy pro prostory s vanou, nebo sprchou a umývací prostory
SN EN 50131 + Z1 Poplachové systémy. Všeobecné požadavky

4.4 Inteligentní elektrická instalace Loxone

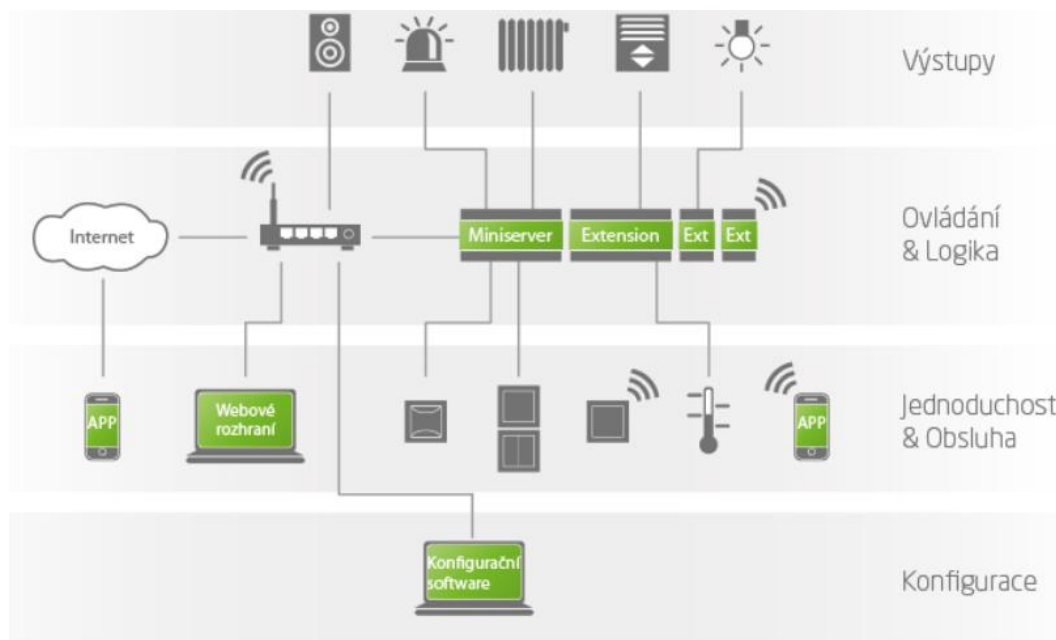
P ed samotným návrhem projektu instalace jsem zvažoval, který typ inteligentní instalace zvolit. Na našem trhu existuje celá ada firem a systém , které jsou si dost asto velmi podobné, ale tém vždy jsou postaveny na podmínce použít za ízení, ovládací prvky a software od stejné firmy. Po d kladn jším hledání jsem objevil systém inteligentní instalace Loxone, který mi zaujal svoji jednoduchostí, ale hlavn í faktem že ovládací prvky ke spot ebi m lze ešit b žn dostupnými spínacími prvky (tla ítky) bez nutností nákupu typizovaných prvk jako u ostatních výrobc . Firma Loxone nabízí ešení snadného ovládání s využitím ovládání centrální jednotky pomocí tla ítek místo spína . To znamená, že veškeré spínání a p epínání je ešeno výhradn p es tuto centrální jednotku, a proto je možné jedním tla ítkem z jednoho místa ovládat libovolnou místnost nebo celý d m - záleží pouze na naprogramování centrální jednotky.

V následujícím textu bych se rád zmínil o jednotlivých funk ních prvcích tohoto systému, které mohou být použity pro ízení domu. P i popisu jsem erpal ze zdroj dostupných na webových stránkách dodavatele. Na t chto stránkách lze dohledat kompletní technické listy k jednotlivým prvk m, a proto je pro vysv tlení funkce nepovažuji za nutné dále uvád t. Za nutné však považuji popsat princip zapojení a funkcionalitu jednotlivých prvk tak, aby bylo možno ukázat systém jako funk ní celek.

4.5 Popis systému Loxone

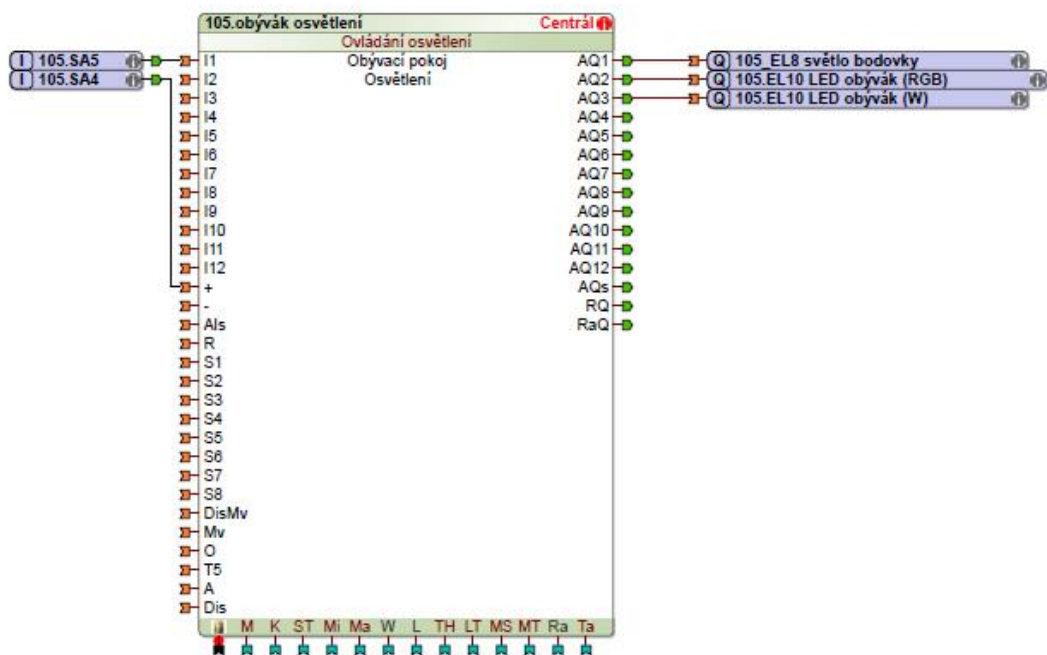
4.5.1 Instala ní podmínky

Základní podmínkou je mít p ipravený kabelový rozvod pro tzv. Hv zdicovou typologii (*Obrázek 4.5.1*) a pro tla ítka rozvod pomocí datových kabelu CAT7e. Tla ítka pak lze použít jak kontaktní, tak i dotyková (bezkontaktní). V p ípad ovládání sv tla ze dvou nebo více míst lze tla ítka p ípojit paraleln ě na jeden vstup do ídící jednotky bez nutnosti obsazení dalších vstup . Chování ovládacích prvk lze jednoduše zkontrolovat v simula ním software (viz *Obrázek 4.5.2*).



Loxone mapa

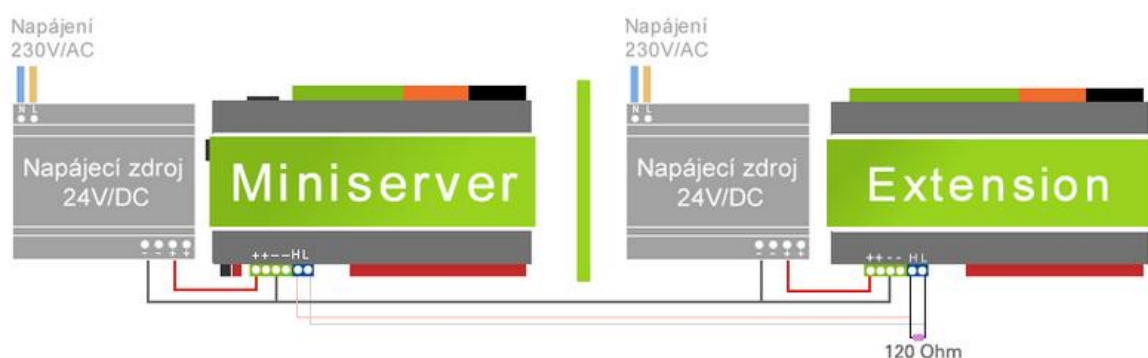
Obrázek 4.5.1: Loxone - Hv zdicová typologie [21]



Obrázek 4.5.2: Příklad simulace v programu Loxone

4.5.2 Pohled a popis prvk Loxone

Funkčnost Loxone je založena na centrální řídicí jednotce Miniserveru, ke kterému jsou připojeny další volitelné jednotky. Jednotky jsou paralelně připojeny pomocí dvoužilového vedení (Obrázek 4.5.3). Všechny napájecí zdroje musí mít propojeny GND (zem) kvůli eliminaci rozdílných potenciálů. Rezistor 12 Ohm se používá jen při zapojení Extensionu.



Obrázek 4.5.3: Propojení miniserveru a extension [21]

Popis jednotlivých prvků je použit z technických listů, které jsou dostupné na webu společnosti.

- **Miniserver** - Kompaktní jednotka domácí automatizace pro realizaci ovládání úkol v etn analogových, digitálních vstup a výstup , p ípojení k LAN, KNX konektoru, programovacího softwaru v etn simulace pro testování konfigurace p ed uvedením do provozu zdarma, LiveView, aplikace pro ovládání p es PC, iOS a Android za ízení.[22]
- **Extension** - Rozší ení pro Miniserver. Komunikace je založena p es Loxone sb rnicí. Další analogové, digitální vstupy a výstupy, které rozší ují celý systém.[22]
- **Dimmer Extension** - 4 kanálový universální stmíva , který rozší uje funkce Miniserveru a komunikuje s ním p es Loxone sb rnicí. Ur ené pro odporové, kapacitní a induktivní zát že.[21]
- **Relay extension** - Rozší ující jednotka pro Miniserver. Komunikace probíhá p es Loxone sb rnicí.[21] Jednotka obsahující relé pro spínání proudu do 5A. V p ípad požadavku vyšších spínacích proud lze použít pomocné spínací relé.
- **RS485 Extension** - RS485 Extension je rozší ující jednotka pro Miniserver. Komunikace probíhá prost ednictvím Loxone sb rnice. Umož uje ovládat za ízení založené na RS485 technologii jako jsou nap .: klimatiza ní systémy, v trací systémy, systémy na otisky prst a další.[21]
- **DMX Extension** - DMX rozší ující modul pro Miniserver, který komunikuje p es Loxone sb rnicí. Umož uje ovládání DMX za ízení jako jsou sv tla a stmíva e.[21]
- **RS232 Extension** - RS232 rozší ující modul pro Miniserver, který komunikuje p es Loxone sb rnicí. Umož uje ovládání RS232 za ízení.[21]
- **1-Wire Extension** - 1-Wire rozší ující modul pro Miniserver, který komunikuje p es Loxone sb rnicí. Umož uje tení z 1-Wire senzor a elektronického klí e (iButton).[21]

Všechny výše zmíněné komponenty lze libovolně kombinovat dle požadavků zákazníka a záleží jen na stupni inteligence domu. Pro správné nastavení a oživení funkcí celku je použit software vyvinutý firmou Loxone, který je rovněž ke stažení na webových stránkách firmy. Výhodou tohoto softwaru je možnost simulace ve virtuálním prostředí, díky které si lze „naneisto“ vyzkoušet funkci jednotlivých prvků před samotnou fyzickou instalací. Tento způsob dokáže odhalit nedostatky již od samého začátku projektu a tím pomáhá například se stanovením polohy ovládacích prvků v RD. V případě tohoto projektu domu jsem navrhl a nakreslil rozvaděč dle dostupné dokumentace prezentované firmou Loxone. Výkresová dokumentace je součástí přílohy této diplomové práce. Sestava jednotlivých komponent v návrhu odpovídá požadavkům stavebníka na množství ovládacích míst a možnosti jejich ovládání pomocí mobilního zařízení. Nastavení a naprogramování ovládacího softwaru bude nastaveno dle aktuální výbavy domu.

4.6 Záložní zdroj pro LOXONE

Dle výše uvedených skutečností je zřejmé, že řídicí systémy Loxone jsou závislé na nepřetržité dodávce elektrické energie, která je nutná pro bezchybnou funkci celého vybavení. V tomto případě je prakticky celý dům ovládán pomocí počítače, a tak je zde otázka, jak zajistit chod i během výpadku elektrické sítě. Na základě mého zjištění z dostupných informací na webu firmy, byl Loxone Miniserver testován na náhlé výpadky el. sítě, a bylo odzkoušeno až 6200 úspěšných restartů bez instalovaného záložního zdroje. Doba jednoho restartu trvá 30 až 120 sekund a při výpadku el. sítě delším než 160s systém posílá e-mail o ztrátě napájení. Nicméně pro náhlé výpadky proudu se doporučuje mít instalovaný záložní zdroj (UPS zdroj), který je schopen pokrýt i dlouhodobější výpadek el. sítě, ať na několik hodin. V případě použití záložního zdroje se pak Miniserver nerestartuje po každém drobném výpadku a výrazně se omezuje možnost náhodného selhání během provozu systému. Pro tento účel je možné použít běžný kancelářský UPS zdroj (například Eaton 3S 550 VA) nebo zdroj přímo instalovaný do DIN lišty v případě méně rozměrného domovního rozvaděče (například zdroje od firmy Siemens). Výhodou těchto zdrojů je jejich velikost a relativně nízká cena.

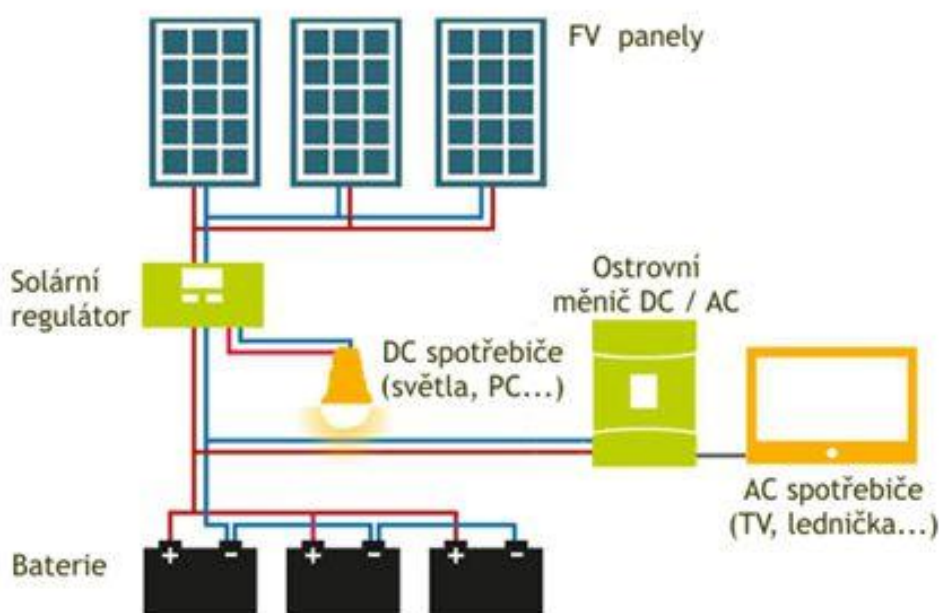
4.6.1 Ostrovní provoz domu

V mnoha situacích je dobré zvážit provoz domu v tzv. Ostrovním režimu, kdy je dům

napájen jen z vlastních zdrojů elektrické energie. V závěru této diplomové práce bych rád zvážil jednu z možností podpory záložního zdroje pomocí solárních panelů. Tato varianta se mi jeví jako neoptimálnější z hlediska jednoduchosti. Po cenové stránce vždy závisí na velikosti záložních akumulátorů, které mohou být složeny z několika menších akumulátorů nebo využít jeden či několik velkokapacitních akumulátorů. Napájení pomocí velkokapacitních akumulátorů je dnes používáno zejména pro malé rekreační chaty nebo pro odlehlá místa, kam je ekonomicky nevýhodné přivést elektrickou přípojku, a bývají doplněny ještě o dieselové agregáty.

V případě mého projektu domu bych doporučil ostrovní systém s výkonem mezi 1000 až 1500W a to hlavně z ekonomického důvodu. Cena takto výkonného systému se pohybuje v cenové relaci do 150 tisíc korun a dokáže pokrýt spotřebu běžných nízkoenergetických spotřebičů po dobu až několika hodin. Takový ostrovní systém je obvykle složen z fotovoltaických panelů, solárního regulátoru, několika akumulátorů nebo jednoho velkokapacitního akumulátoru. Příklad řešení je ukázán na *Obrázek 4.6.1*.

Toto řešení ukazuje další alternativu, jak hospodárněji využívat energii slunečního záření, ale pro tento projekt je to úvaha, jak tento systém v budoucnu vylepšit. V současné době majitel domu o tomto neuvažuje a chce jít cestou instalace malého záložního zdroje přímo do rozvaděče, a proto se dále detailněji ostrovním režimem již nebudu zabývat.



Obrázek 4.6.1: Schéma ostrovního systému [23]

4.7 Praktická část provedení elektroinstalace v RD

V této části je prezentováno praktické provedení jednotlivých instalací tak, jak byly konzultovány se stavebníkem RD. Je zde zachycena příprava výkopu pro přípojku k hlavnímu domovnímu rozvaděči od přípojného místa (sloupku) na hranici pozemku (Obrázek 4.7.1).



Obrázek 4.7.1: Příprava zemního výkopu

4.7.1 Zásuvkové obvody

Zásuvky v obývacích místnostech jsou montovány ve výškovém pásmu cca 150 až 450 mm od podlahy (Obrázek 4.7.2) nebo ve společné výšce s vypínači (Obrázek 4.7.3) a jističi 16A. Jednotlivé zásuvkové vývody jsou zapojeny pomocí smyčkování s maximálním počtem 10ti zásuvkových vývodů na jeden okruh. V objektu bude nainstalováno několik samostatně ovládaných zásuvek pomocí systému Loxone. Předpokládané umístění bude

v kuchyni a v obývacím pokoji. Na obrázcích (Obrázek 4.7.2 a Obrázek 4.7.3) jsou zachyceny detaily vedení instalací PVC chránek k jednotlivým zásuvkovým a spínacím krabicím.



Obrázek 4.7.2: Instalace zásuvkových krabic v RD

4.7.2 Umístění ovládacích prvků (tlačítek)

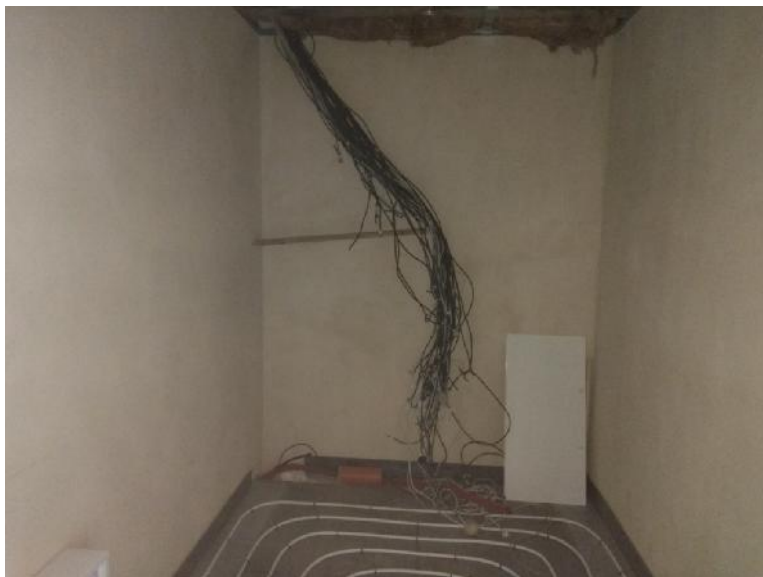
Ovládací prvky (tlačítka) v místnostech jsou montovány ve výškovém pásmu cca 900 mm nad podlahou a na straně otevírání dveří. Minimální doporučená výška byla zvolena majitelem RD (Obrázek 4.7.3).



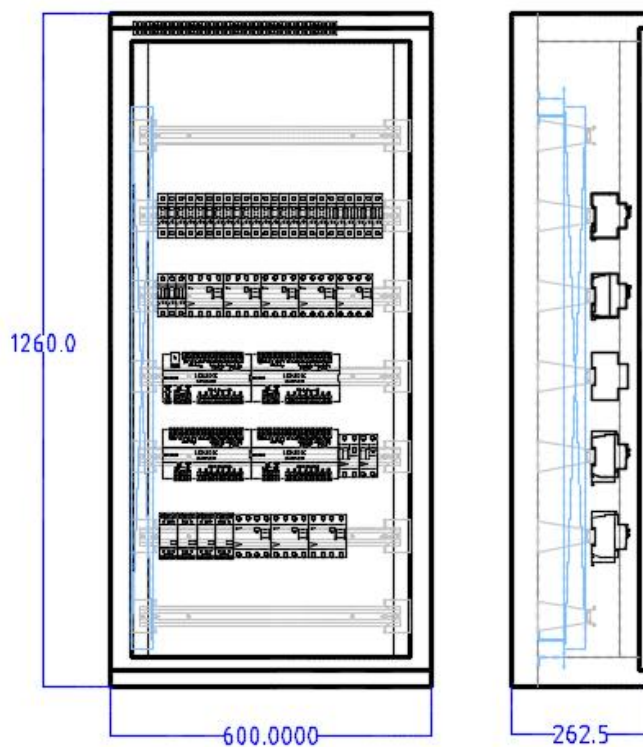
Obrázek 4.7.3: Chráněná kabelu osazená v drážce ve zdi RD

4.7.3 Prostor pro rozvad

Rozvad je umístěn v technické místnosti a je navržen pro montáž na finální omítku. Na obrázku je zachycena vyvedená kabeláž z elektromotrového rozvaděče a vnitřní kabelové rozvody (Obrázek 4.7.4) a na dalším obrázku (Obrázek 4.7.5) je navrhovaná velikost rozvaděče. Rozvaděč nebyl dostupný v době dokončení této práce.



Obrázek 4.7.4: Instalace místa pro rozvad



Obrázek 4.7.5: Navrhovaná velikost hlavního rozvaděče

4.7.4 Instalace kotle a boileru pro oh ev vody

V technické místnosti je osazen elektro kotel s kombinovaným boilerem pro oh ev teplé vody (*Obrázek 4.7.6*).



Obrázek 4.7.6: Instalace kotle a boileru

4.7.5 Rozvody podlahového vytáp ní

V celém RD je podlahové vytáp ní ve všech místnostech a je napojeno pouze na elektro kotel. Topné hadice jsou v každé místnosti rozd leny na n kolik stejných smy ek pro optimální tepelné pom ry viz *Obrázek 4.7.7*.



Obrázek 4.7.7: Rozložení topných hadic

5 Ekonomická bilance

V poslední části diplomové práce bych rád provedl ekonomickou bilanci elektrické instalace v porovnání s klasickou instalací. V *Tabulce 1* je pro srovnání uvedena přibližná částka pro variantu s klasickou elektrickou instalací a v *Tabulce 2* jsou uvedeny jednotlivé položky pro instalaci Loxone včetně souvisejících prací. Jednotlivé částky jsou zde slouženy do dvou skupin (Rozvaděč a Ostatní). Z uvedených částek je patrné, že klasická instalace je levnější a to hlavně díky absenci řídicích systémů a méně složitějšímu rozvaděči. Nicméně ceny, které jsou zde uvedeny pro obě varianty instalací jsou velice příznivé v porovnání s jinými druhy inteligentních systémů, kde se pro podobně velký RD pohybují ceny běžně na dvojnásobek až trojnásobek ceny uvedené pro Loxone.

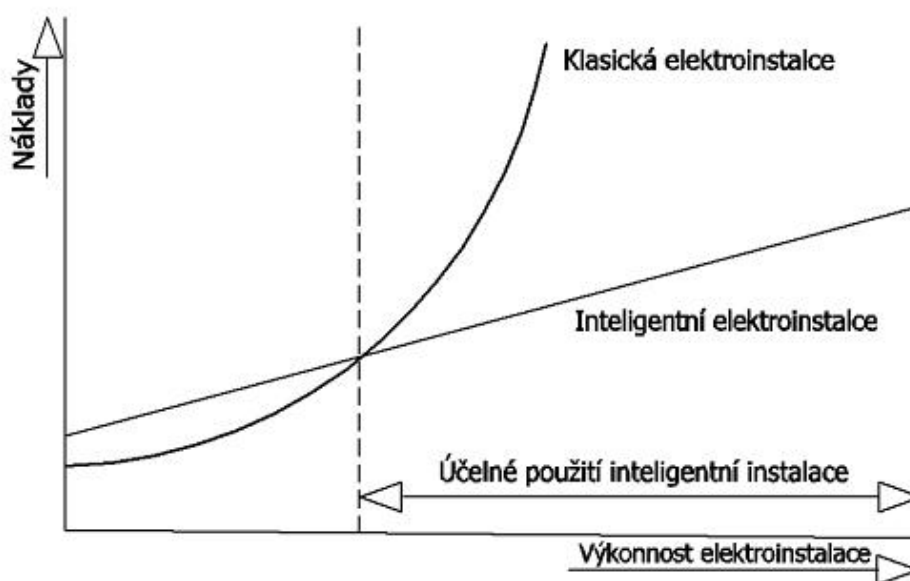
Tabulka 1: Cenová kalkulace klasické el. instalace

Rozvaděč	Počet	Cena/kus bez DPH	Cena celkem bez DPH
Hlavní elektro rozvaděč (komplet)	1	10 500,00 Kč	10 500,00 Kč
Zapojení rozvaděče elektro na místě	10	350,00 Kč	3 500,00 Kč
Cena celkem bez DPH			14 000,00 Kč
Ostatní	Počet	Cena/kus bez DPH	Cena celkem bez DPH
El. instalační materiál	1	15 500,00 Kč	15 500,00 Kč
Spínače, tlačítka, zásuvky	1	14 011,00 Kč	14 011,00 Kč
Doprava	1	3 500,00 Kč	3 500,00 Kč
Jímací soustava	1	12 800,00 Kč	12 800,00 Kč
Jablotron zabezpečení	1	22 100,00 Kč	22 100,00 Kč
Cena celkem bez DPH			67 911,00 Kč
Celková cena bez DPH			81 911,00 Kč

Tabulka 2: Cenová kalkulace instalace Loxone

Komponenty systému Loxone	Počet	Cena/kus bez DPH	Cena celkem bez DPH
Miniserver 1	1	10 329,00 Kč	10 329,00 Kč
Extension 2	2	8 263,00 Kč	16 527,00 Kč
1-Wire extension 1	1	3 511,00 Kč	3 511,00 Kč
1-Wire senzor 10	1	210,00 Kč	210,00 Kč
Air Base extension 1	1	2 099,00 Kč	2 099,00 Kč
AIR Socket 1	1	4 799,00 Kč	4 799,00 Kč
Modbus extension	1	2 498,00 Kč	2 498,00 Kč
Zdroj 24VDC / 1,3A pro Loxone 1	1	908,00Kč	908,00 Kč
Zdroj 24VDC / 4,2A pro LED 1	1	1 404,00 Kč	1 404,00 Kč
Zdroj 12/24V DC / 2A pro EZS 1	1	1 350,00 Kč	1 350,00 Kč
Teplotní senzor 0-10V - venkovní 1	2	1 032,23 Kč	2 064,46 Kč
PIR pohybové čidlo vnitřní 12/24V 4	4	480,00 Kč	1 920,00 Kč
EZS Požární hlásič 1	1	1 100,00 Kč	1 100,00 Kč
LED teplá bílá 5m 1	1	2 150,00 Kč	2 150,00 Kč
Instalace a zapojení prvků instalace Loxone	15	350,00 Kč	5 250,00 Kč
Naprogramování systému Loxone, oživení systému	1	7 500,00 Kč	7 500,00 Kč
Práce elektro- zapojení rozvaděče elektro na místě	1	7 000,00 Kč	7 000,00 Kč
Cena celkem bez DPH			70 618,00 Kč
Rozvaděč	Počet	Cena/kus bez DPH	Cena celkem bez DPH
Hlavní elektro rozvaděč (komplet)	1	48 000,00 Kč	48 000,00 Kč
Zapojení rozvaděče elektro na místě	20	350,00 Kč	7 000,00 Kč
Cena celkem bez DPH			55 000,00 Kč
Ostatní	Počet	Cena/kus bez DPH	Cena celkem bez DPH
El. instalační materiál	1	17 250,00 Kč	17 250,00 Kč
Spínače, tlačítka,zásuvky	1	15 000,00 Kč	15 000,00 Kč
Jímací soustava	1	12 800,00 Kč	12 800,00 Kč
Doprava	1	3 500,00 Kč	3 500,00 Kč
Cena celkem bez DPH			48 550,00 Kč
Celková cena bez DPH			174 168,00 Kč

Použití inteligentní instalace, pro výše zmíněný RD, bylo již předem rozhodnuto na základě dohody s majitelem. Nicméně při posouzení výhodnosti klasické nebo inteligentní instalace může také pomoci následující *Graf 4.7.1*, který dokládá, že jsou náklady pro inteligentní instalace nižší z hlediska výkonnosti. Výkonností instalací rozumíme schopnost centrálně řídit činnost jednotlivých elektrických okruhů v daném objektu. U klasické instalace lze tuto možnost splnit pouze pomocí dalších investic do elektrického vybavení, ale jen do jistých mezí, pak se může narazit na „strop“ a dále již nelze výkonnost zvýšit (viz kapitola klasické instalace).



Graf 4.7.1: Porovnání jednotlivých instalací [24]

Závěr

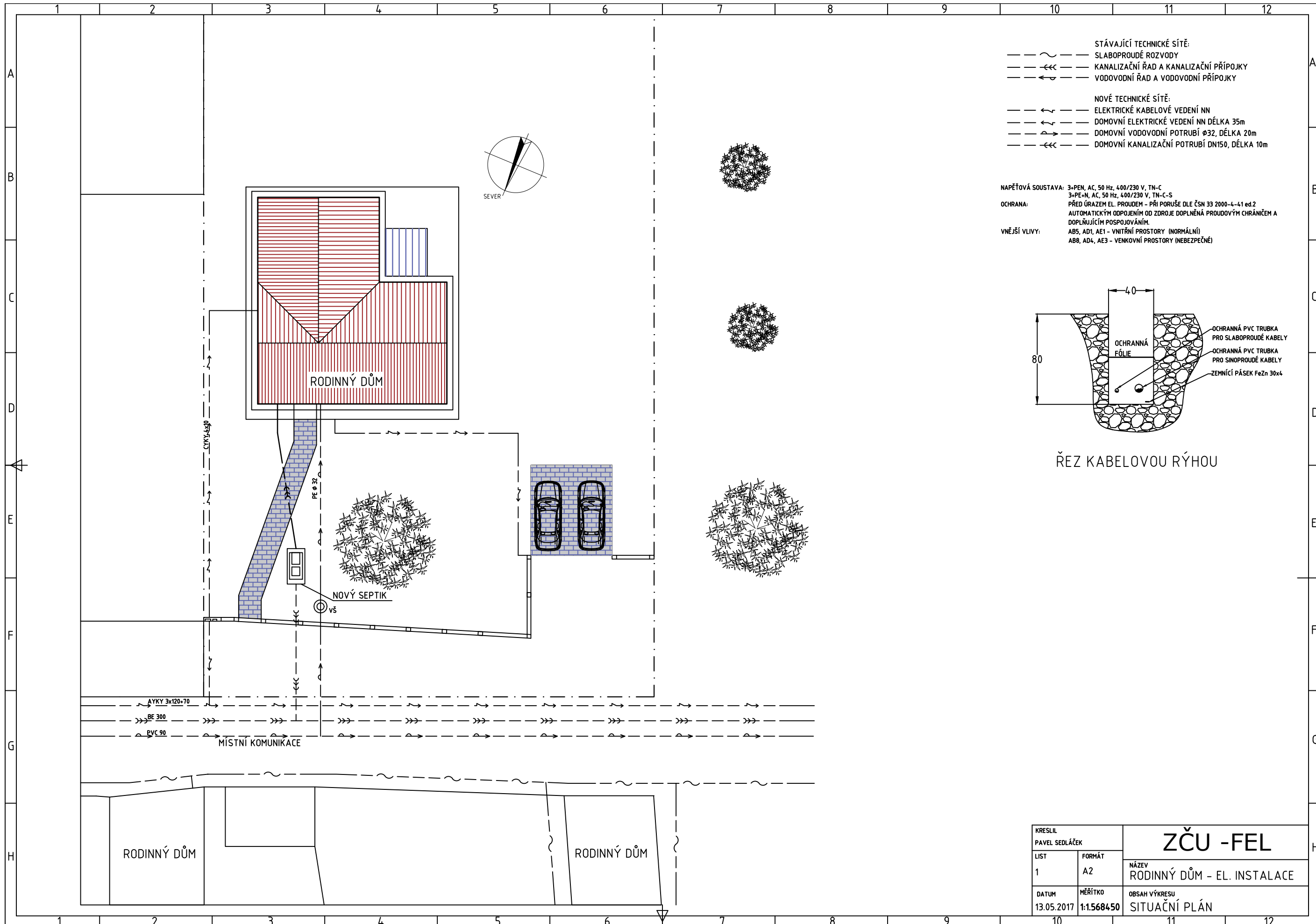
V této diplomové práci jsem se rozhodl vypracovat projekt inteligentní elektrické instalace pro rodinný dům typu bungalov. V úvodní části této práce jsem se snažil objasnit pojmy týkající se druhů inteligentní instalace a podrobněji popsat její členění. V další části jsou popsány jednotlivé druhy alternativních zdrojů energie a jejich využití v praxi. Následující kapitoly se vztahují samotnému rodinnému domu. Jsou zde uvedeny výpočty pro navrhovanou přípojku, která je navržena na optimální proud vodiče, selektivitu jističů a kontrolu na zkratové proudy a oteplení. V další kapitole jsou popsány technické normy platné v ČR a na závěr je uvedena inteligentní instalace Loxone, která byla použita pro tento rodinný dům. Praktická instalace spolu s ekonomickou bilancí v porovnání s klasickou instalací, je pak zdokumentována v poslední části.

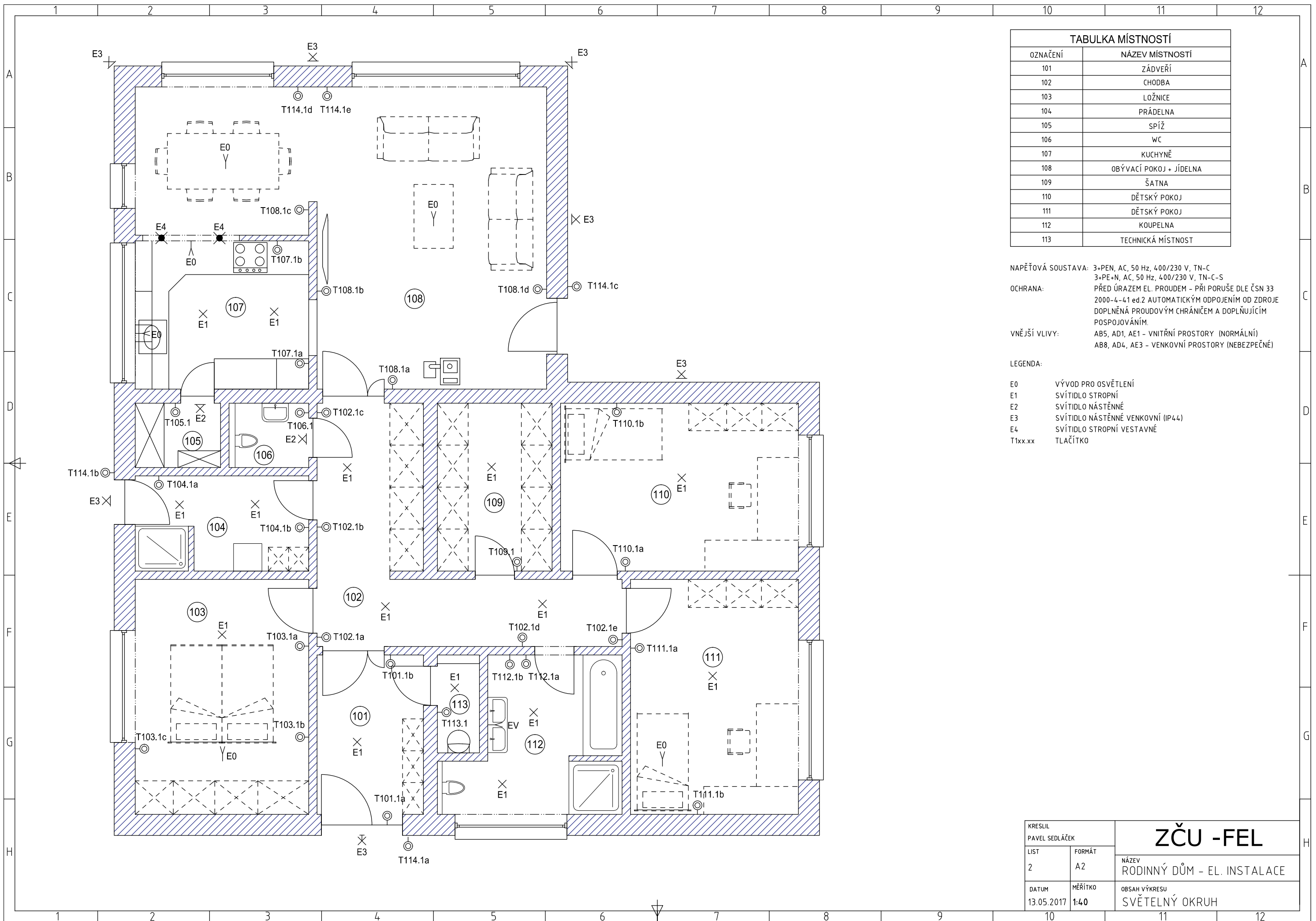
Mnou navržená varianta inteligentní instalace se jeví jako vhodná alternativa v porovnání s klasickou instalací, protože v sobě kombinuje prvky klasické instalace, jako jsou spínače, a zároveň je na úrovni konkurenčních inteligentních instalací. Myslím si, že právě svou přijatelnou cenou je dobrou volbou pro levnější domy, jako je tento.

Seznam literatury a informa ních zdroj

- [1] VALEŠ, Miroslav. *Inteligentní d m*. Brno: ERA, 2006. 21. století. ISBN 80-736-6062-8.
- [2] *Inteligentni-dum.eu: ovladani-iphone-android [online]*. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://www.inteligentni-dum.eu/produkt-total-isb/ovladani-iphone-android/>
- [3] *Vitejtenazemi.cz: spotreba_energie_v_domacnostech [online]*. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=spotreba_energie_v_domacnostech&site=energie
- [4] *Tepelné erpadlo: tepelné erpadlo zem /voda [online]*. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Tepelné_erpadlo
- [5] *Princip tepelného erpadla: Jak pracuje tepelné erpadlo [online]*. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://www.revel-pex.com/tepelna-cerpadla-vzduch-voda/princip-tepelneho-cerpadla/>
- [6] *Progresivní technologie ve výstavb : Skriptum pro studenty [online]*. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/4729602-Skriptum-pro-studenty-prezencniho-a-kombinovaneho-studia.html>
- [7] *Trombeho st na: Chytré nápady na úspory ve vytáp ní [online]*. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/vytapeni-1/trombeho-stena-a-dalsi-chytre-napady-na-uspory-ve-vytapeni.aspx>
- [8] *Aktivní teplovzdušné solární vytáp ní: Aktivní teplovzdušné oh íva e [online]*. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/solarni-vytapeni.php>
- [9] *Kapalinové solární vytáp ní: Kapalinové solární kolektory [online]*. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/solarni-vytapeni.php>
- [10] *Typy solárních kolektor [online]*. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>
- [11] MATUŠKA, Tomáš. *Solární za ízení v p íkladech*. Praha: Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-3525-2.
- [12] *Fotovoltaika - popis jevu [online]*. [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: <http://sluneta.webnode.cz/fotovoltaika-popis-jevu/>
- [13] *Principle of Electricity Generation by Photovoltaic Cells [online]*. [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: <http://www.apec-vc.or.jp/e/modules/tinyd00/?id=74>

- [14] *Fotovoltaické panely* [online]. [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: <http://www.hybridniohrev.cz/zavesne-ohrivace-vody-boilery/fotovoltaicke-panely/>
- [15] *Fotovoltaické elektrárny jako sestavy k vlastní montáži* [online]. [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: <http://www.solarobchod.cz/cz/solarni-sestavy-k-svepomocne-montazi/solarni-fotovoltaicke-systemy-k-svepomocne-montazi/>
- [16] *Panely* [online]. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <http://www.amvczech.cz/panely>
- [17] *Solární panely s amorfními články* [online]. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <http://www.solarni-energie.info/fotovoltaicke-solarni-panely-kolektory.php>
- [18] *Best Thin Film Solar Panels: Amorphous silicon (a-Si)* [online]. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: http://energyinformative.org/wp-content/uploads/2013/06/graphic_asi.jpg
- [19] *POROVNÁNÍ NÁKLAD PRO ELEKTRICKÉ VYTÁPĚNÍ* [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-tzb-info>
- [20] *Úsporné stropní systémy pro sálové vytápění a chlazení: Princip sálového vytápění* [online]. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/tzb/vetrani-a-klimatizace/usporne-stropni-systemy-pro-salave-vytapani-a-chlazení>
- [21] *Komponenty systému Loxone* [online]. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <http://www.lcgroup.cz/domaci-automatizace/system-loxone/komponenty-systemu-loxone>
- [22] *Kabelaz-miniserver-extensions* [online]. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <https://www.loxone.com>
- [23] *Fotovoltaické elektrárny: Ostrovní elektrárny* [online]. [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: <http://helion.cz/produkty/fotovoltaicke-elektrarny/ostrovnii-elektrarny/>
- [24] www.tzb-info.cz/docu/clanky/0078/007842o3.gif [online]. [cit. 2017-04-22].



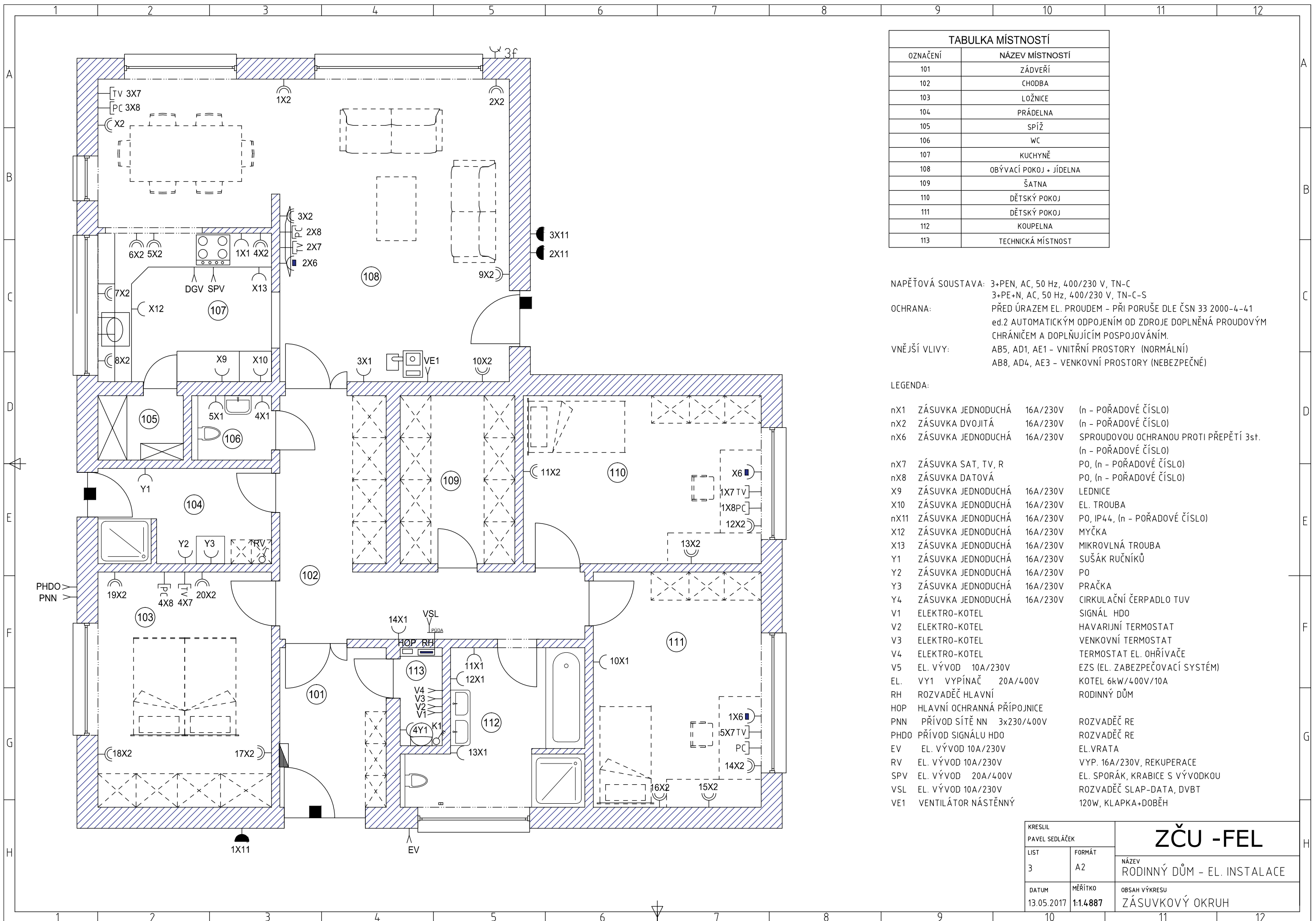


TABULKA MÍSTNOSTÍ	
OZNAČENÍ	NÁZEV MÍSTNOSTÍ
101	ZÁDVEŘÍ
102	CHODBA
103	LOŽNICE
104	PRÁDELNA
105	SPÍŽ
106	WC
107	KUCHYNĚ
108	OBÝVACÍ POKOJ + JÍDELNA
109	ŠATNA
110	DĚTSKÝ POKOJ
111	DĚTSKÝ POKOJ
112	KOUPELNA
113	TECHNICKÁ MÍSTNOST

NAPĚŤOVÁ SOUSTAVA: 3+PEN, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C
 3+PE+N, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C-S
 OCHRANA: PŘED ÚRAZEM EL. PROUDEM - PŘI PORUŠĚ DLE ČSN 33
 2000-4-41 ed.2 AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE
 DOPLNĚNÁ PROUDOVÝM CHRÁNIČEM A DOPLŇUJÍCÍM
 POSPOJOVÁNÍM.
 VNĚJŠÍ VLIVY: AB5, AD1, AE1 - VNITŘNÍ PROSTORY (NORMÁLNÍ)
 AB8, AD4, AE3 - VENKOVNÍ PROSTORY (NEBEZPEČNÉ)

LEGENDA:
 E0 VÝVOD PRO OSVĚTLENÍ
 E1 SVÍTIDLO STROPNÍ
 E2 SVÍTIDLO NÁSTĚNNÉ
 E3 SVÍTIDLO NÁSTĚNNÉ VENKOVNÍ (IP44)
 E4 SVÍTIDLO STROPNÍ VESTAVNÉ
 T1xx.xx TLAČÍTKO

KRESLIL PAVEL SEDLÁČEK		ZČU -FEL
LIST 2	FORMÁT A2	
DATUM 13.05.2017		NÁZEV RODINNÝ DŮM - EL. INSTALACE
MĚŘÍTKO 1:40		OBSAH VÝKRESU SVĚTELNÝ OKRUH



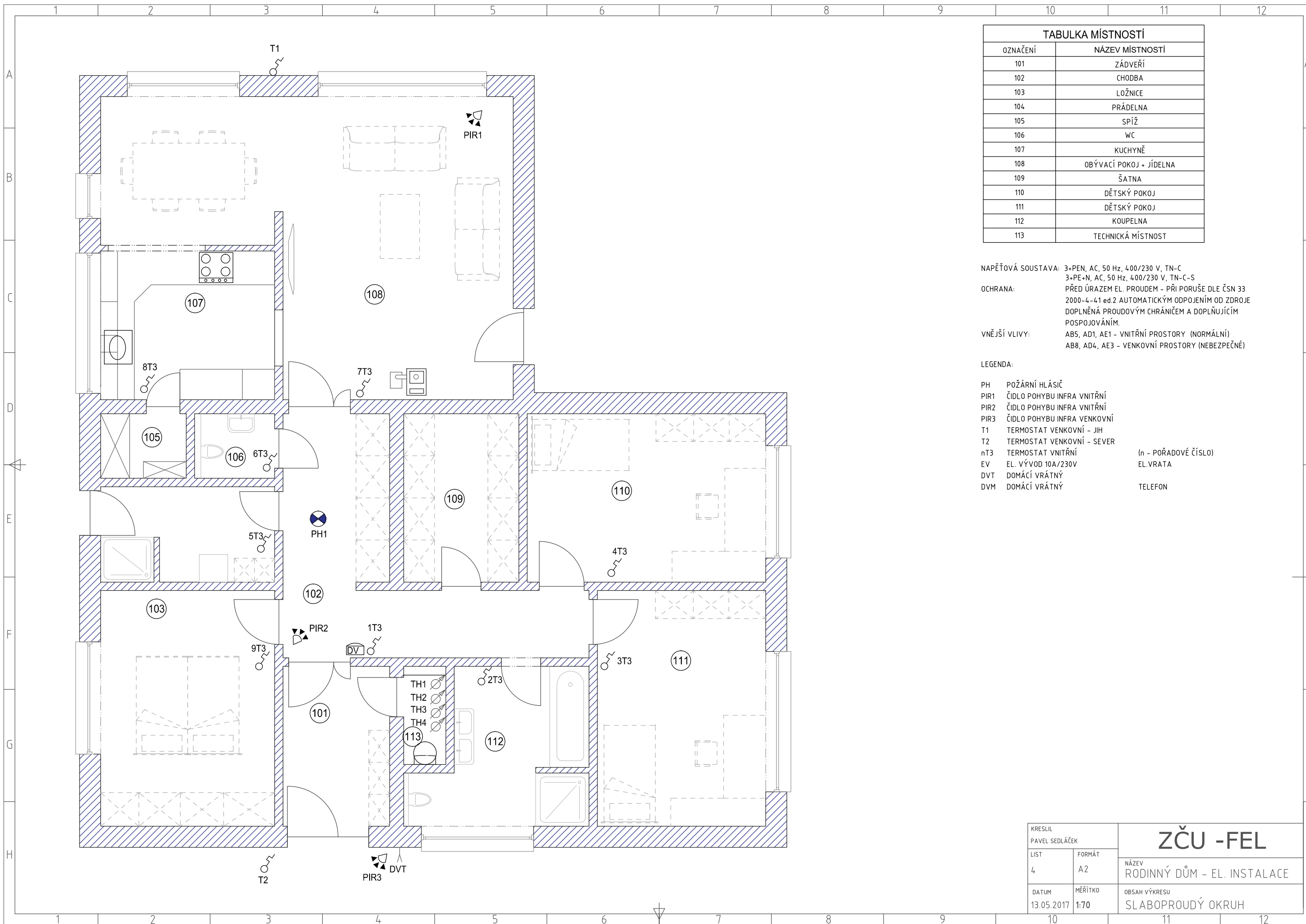
TABULKA MÍSTNOSTÍ	
OZNAČENÍ	NÁZEV MÍSTNOSTÍ
101	ZÁDVEŘÍ
102	CHODBA
103	LOŽNICE
104	PRÁDELNA
105	SPÍŽ
106	WC
107	KUCHYNĚ
108	OBÝVACÍ POKOJ + JÍDELNA
109	ŠATNA
110	DĚTSKÝ POKOJ
111	DĚTSKÝ POKOJ
112	KOUPELNA
113	TECHNICKÁ MÍSTNOST

NAPĚŤOVÁ SOUSTAVA: 3+PEN, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C
 3+PE+N, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C-S
 OCHRANA: PŘED ÚRAZEM EL. PROUDEM - PŘI PORUŠE DLE ČSN 33 2000-4-41
 ed.2 AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE DOPLNĚNÁ PROUDOVÝM
 CHRÁNIČEM A DOPLŇUJÍCÍM POSPOJOVÁNÍM.
 VNĚJŠÍ VLIVY: AB5, AD1, AE1 - VNITŘNÍ PROSTORY (NORMÁLNÍ)
 AB8, AD4, AE3 - VENKOVNÍ PROSTORY (NEBEZPEČNÉ)

LEGENDA:

nX1	ZÁSUVKA JEDNODUCHÁ	16A/230V	(n - POŘADOVÉ ČÍSLO)
nX2	ZÁSUVKA DVOJITÁ	16A/230V	(n - POŘADOVÉ ČÍSLO)
nX6	ZÁSUVKA JEDNODUCHÁ	16A/230V	SPROUDOVOU OCHRANOU PROTI PŘEPĚTÍ 3st. (n - POŘADOVÉ ČÍSLO)
nX7	ZÁSUVKA SAT, TV, R		PO, (n - POŘADOVÉ ČÍSLO)
nX8	ZÁSUVKA DATOVÁ		PO, (n - POŘADOVÉ ČÍSLO)
X9	ZÁSUVKA JEDNODUCHÁ	16A/230V	LEDNICE
X10	ZÁSUVKA JEDNODUCHÁ	16A/230V	EL. TROUBA
nX11	ZÁSUVKA JEDNODUCHÁ	16A/230V	PO, IP44, (n - POŘADOVÉ ČÍSLO)
X12	ZÁSUVKA JEDNODUCHÁ	16A/230V	MYČKA
X13	ZÁSUVKA JEDNODUCHÁ	16A/230V	MIKROVLNÁ TROUBA
Y1	ZÁSUVKA JEDNODUCHÁ	16A/230V	SUŠÁK RUČNÍKŮ
Y2	ZÁSUVKA JEDNODUCHÁ	16A/230V	PO
Y3	ZÁSUVKA JEDNODUCHÁ	16A/230V	PRAČKA
Y4	ZÁSUVKA JEDNODUCHÁ	16A/230V	CIRKULAČNÍ ČERPADLO TUV
V1	ELEKTRO-KOTEL		SIGNÁL HDO
V2	ELEKTRO-KOTEL		HAVARIJNÍ TERMOSTAT
V3	ELEKTRO-KOTEL		VENKOVNÍ TERMOSTAT
V4	ELEKTRO-KOTEL		TERMOSTAT EL. OHŘÍVAČE
V5	EL. VÝVOD 10A/230V		EZS (EL. ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉM)
EL.	VY1 VYPÍNAČ	20A/400V	KOTEL 6kW/400V/10A
RH	ROZVADĚČ HLAVNÍ		RODINNÝ DŮM
HOP	HLAVNÍ OCHRANNÁ PŘÍPOJNICE		
PNN	PŘÍVOD SÍTĚ NN	3x230/400V	ROZVADĚČ RE
PHDO	PŘÍVOD SIGNÁLU HDO		ROZVADĚČ RE
EV	EL. VÝVOD 10A/230V		EL.VRATA
RV	EL. VÝVOD 10A/230V		VYP. 16A/230V, REKUPERACE
SPV	EL. VÝVOD 20A/400V		EL. SPORÁK, KRABICE S VÝVODKOU
VSL	EL. VÝVOD 10A/230V		ROZVADĚČ SLAP-DATA, DVBT
VE1	VENTILÁTOR NÁSTĚNNÝ		120W, Klapka+DOBĚH

KRESLIL PAVEL SEDLÁČEK		ZČU -FEL
LIST 3	FORMÁT A2	
DATUM 13.05.2017	MĚŘÍTKO 1:1.4887	NÁZEV RODINNÝ DŮM - EL. INSTALACE
		OBSAH VÝKRESU ZÁSUVKOVÝ OKRUH

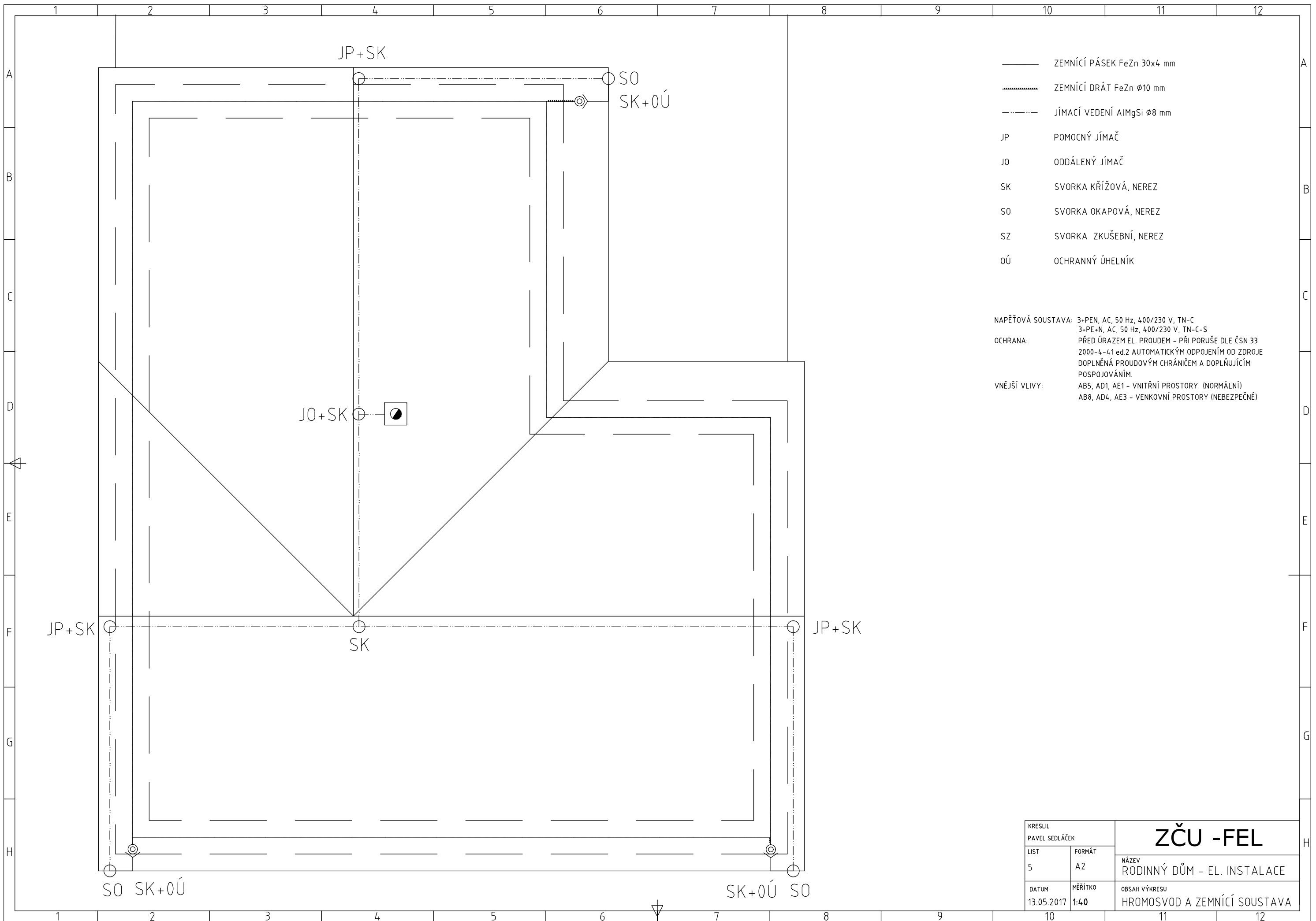


TABULKA MÍSTNOSTÍ	
OZNAČENÍ	NÁZEV MÍSTNOSTÍ
101	ZÁDVEŘÍ
102	CHODBA
103	LOŽNICE
104	PRÁDELNA
105	SPÍŽ
106	WC
107	KUCHYNĚ
108	OBÝVACÍ POKOJ + JÍDELNA
109	ŠATNA
110	DĚTSKÝ POKOJ
111	DĚTSKÝ POKOJ
112	KOUPELNA
113	TECHNICKÁ MÍSTNOST

NAPĚŤOVÁ SOUSTAVA: 3+PEN, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C
 3+PE+N, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C-S
 OCHRANA: PŘED ÚRAZEM EL. PROUDEM - PŘI PORUŠĚ DLE ČSN 33
 2000-4-41 ed 2 AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE
 DOPLNĚNÁ PROUDOVÝM CHRÁNIČEM A DOPLŇUJÍCÍM
 POSPOJOVÁNÍM.
 VNĚJŠÍ VLVIVY: AB5, AD1, AE1 - VNITŘNÍ PROSTORY (NORMÁLNÍ)
 AB8, AD4, AE3 - VENKOVNÍ PROSTORY (NEBEZPEČNÉ)

- LEGENDA:
- PH POŽÁRNÍ HLÁSIČ
 - PIR1 ČIDLO POHYBU INFRA VNITŘNÍ
 - PIR2 ČIDLO POHYBU INFRA VNITŘNÍ
 - PIR3 ČIDLO POHYBU INFRA VENKOVNÍ
 - T1 TERMOSTAT VENKOVNÍ - JIH
 - T2 TERMOSTAT VENKOVNÍ - SEVER
 - nT3 TERMOSTAT VNITŘNÍ (n - POŘADOVÉ ČÍSLO)
 - EV EL. VÝVOD 10A/230V EL.VRATA
 - DVT DOMÁCÍ VRÁTNÝ TELEFON
 - DVM DOMÁCÍ VRÁTNÝ TELEFON

KRESLIL PAVEL SEDLÁČEK		ZČU -FEL
LIST 4	FORMÁT A2	
DATUM 13.05.2017	MĚŘÍTKO 1:70	NÁZEV RŮDINNÝ DŮM - EL. INSTALACE
		OBSAH VÝKRESU SLABOPROUDÝ OKRUH

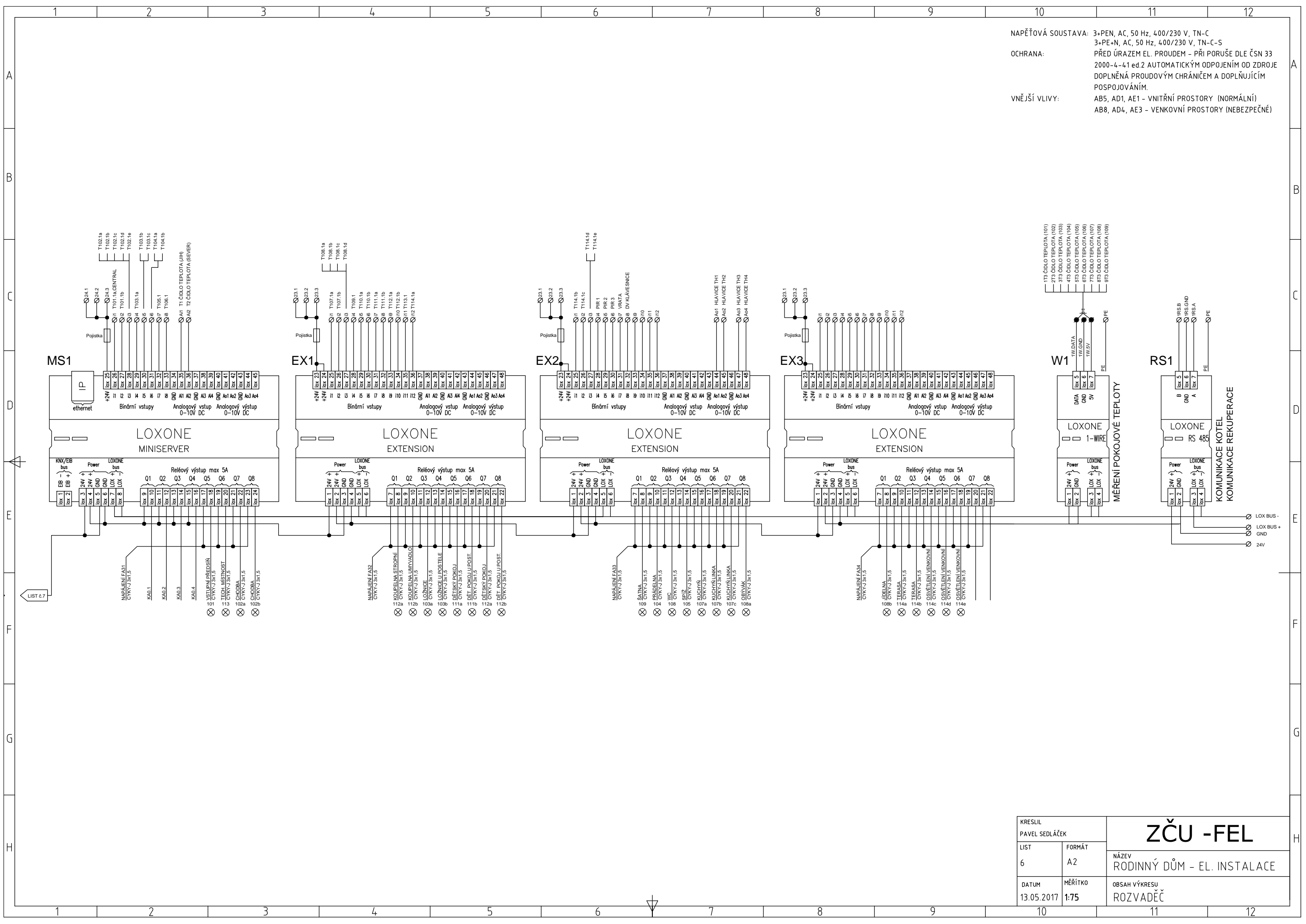


- ZEMNÍCÍ PÁSEK FeZn 30x4 mm
- ZEMNÍCÍ DRÁT FeZn ϕ 10 mm
- · - · - · JÍMACÍ VEDENÍ AlMgSi ϕ 8 mm
- JP POMOČNÝ JÍMAČ
- JO ODDÁLENÝ JÍMAČ
- SK SVORKA KŘÍŽOVÁ, NEREZ
- SO SVORKA OKAPOVÁ, NEREZ
- SZ SVORKA ZKUŠEBNÍ, NEREZ
- OÚ OCHRANNÝ ÚHELNÍK

NAPĚŤOVÁ SOUSTAVA: 3+PEN, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C
 3+PE+N, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C-S
 OCHRANA: PŘED ÚRAZEM EL. PROUDEM - PŘI PORUŠE DLE ČSN 33
 2000-4-41 ed.2 AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE
 DOPLNĚNÁ PROUDOVÝM CHRÁŇÍČEM A DOPLŇUJÍCÍM
 POSPOJOVÁNÍM.
 VNĚJŠÍ VLIVY: AB5, AD1, AE1 - VNITŘNÍ PROSTORY (NORMÁLNÍ)
 AB8, AD4, AE3 - VENKOVNÍ PROSTORY (NEBEZPEČNÉ)

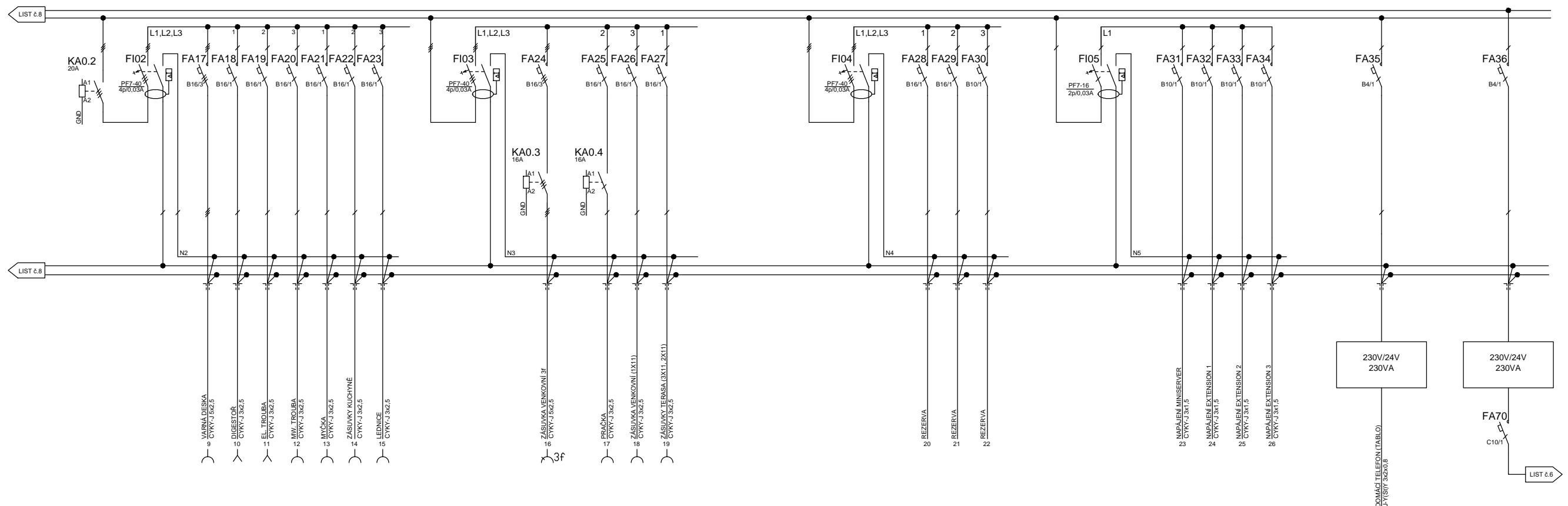
KRESLIL PAVEL SEDLÁČEK		ZČU -FEL
LIST 5	FORMÁT A2	
NÁZEV RŮDINNÝ DŮM - EL. INSTALACE		
DATUM 13.05.2017	MĚŘÍTKO 1:40	OBSAH VÝKRESU HROMOSVOD A ZEMNÍCÍ SOUSTAVA

NAPĚŤOVÁ SOUSTAVA: 3+PEN, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C
 3+PE+N, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C-S
 OCHRANA: PŘED ÚRAZEM EL. PROUDEM - PŘI PORUŠĚ DLE ČSN 33
 2000-4-41 ed.2 AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE
 DOPLNĚNÁ PROUDOVÝM CHRÁNIČEM A DOPLŇUJÍCÍM
 POSPOJOVÁNÍM.
 VNĚJŠÍ VLIVY: AB5, AD1, AE1 - VNITŘNÍ PROSTORY (NORMÁLNÍ)
 AB8, AD4, AE3 - VENKOVNÍ PROSTORY (NEBEZPEČNÉ)



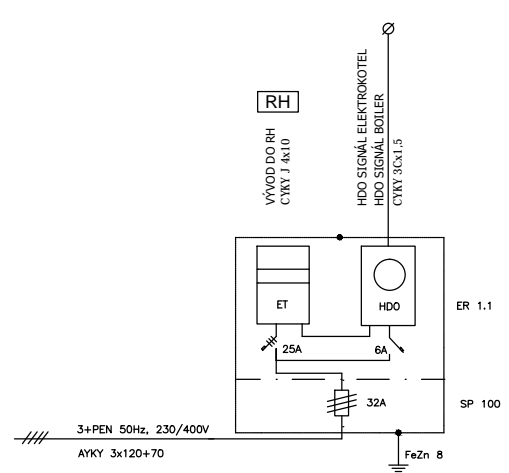
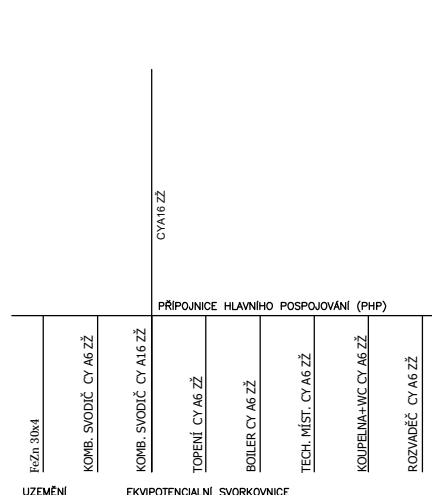
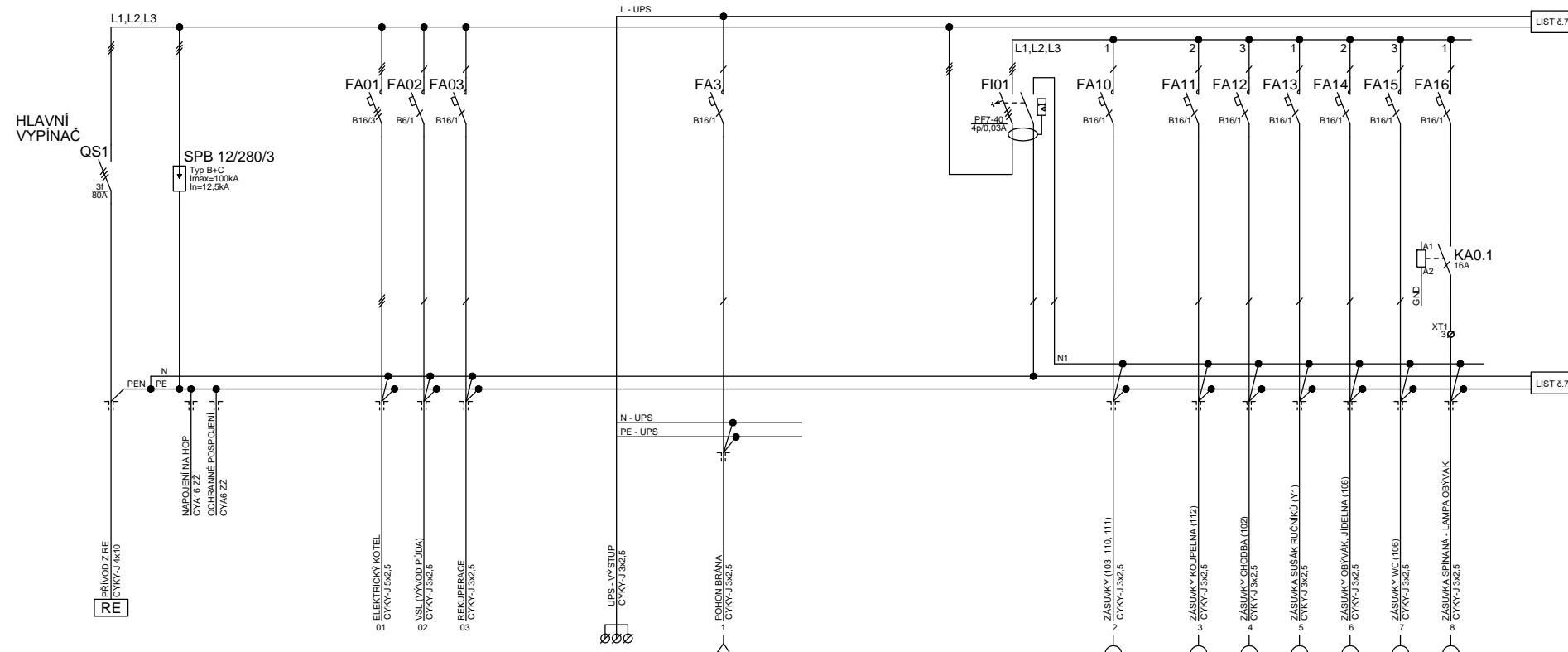
KRESLIL PAVEL SEDLÁČEK		ZČU - FEL
LIST 6	FORMÁT A2	
DATUM 13.05.2017	MĚŘÍTKO 1:75	NÁZEV RODINNÝ DŮM - EL. INSTALACE
		OBSAH VÝKRESU ROZVADĚČ

NAPĚŤOVÁ SOUSTAVA: 3+PEN, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C
 3+PE+N, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C-S
 OCHRANA: PŘED ÚRAZEM EL. PROUDEM - PŘI PORUŠE DLE ČSN 33
 2000-4-41 ed.2 AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE
 DOPLNĚNÁ PROUDOVÝM CHRÁNIČEM A DOPLŇUJÍCÍM
 POSPOJOVÁNÍM.
 VNĚJŠÍ VLVIVY: AB5, AD1, AE1 - VNITŘNÍ PROSTORY (NORMÁLNÍ)
 AB8, AD4, AE3 - VENKOVNÍ PROSTORY (NEBEZPEČNÉ)



KRESLIL PAVEL SEDLÁČEK		ZČU -FEL
LIST 7	FORMÁT A2	
DATUM 13.05.2017	MĚŘÍTKO 1:75	NÁZEV RŮDINNÝ DŮM - EL. INSTALACE
		OBSAH VÝKRESU ROZVADĚČ

NAPĚŤOVÁ SOUSTAVA: 3+PEN, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C
 3+PE+N, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C-S
 OCHRANA: PŘED ÚRAZEM EL. PROUDEM - PŘI PORUŠĚ DLE ČSN 33 2000-4-41 ed.2 AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE DOPLNĚNÁ PROUDOVÝM CHRÁNIČEM A DOPLŇUJÍCÍM POSPOJOVÁNÍM.
 VNĚJŠÍ VLIVY: AB5, AD1, AE1 - VNITŘNÍ PROSTORY (NORMÁLNÍ)
 AB8, AD4, AE3 - VENKOVNÍ PROSTORY (NEBEZPEČNÉ)



KRESLIL PAVEL SEDLÁČEK		ZČU -FEL
LIST 8	FORMÁT A2	
DATUM 14.05.2017	MĚŘÍTKO 1:75	OBSAH VÝKRESU ROZVADĚČ