

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh elektroinstalace rodinného sídla

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan JIROVSKÝ**
Osobní číslo: **E11B0124P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**
Název tématu: **Návrh elektroinstalace rodinného sídla**
Zadávací katedra: **Katedra technologií a měření**

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

1. Vypracujte kompletní projekt elektroinstalace rodinného sídla.
2. Definujte základní požadavky z hlediska technických předpisů a norem pro projektování elektroinstalací.
3. Pro vzorový projekt navrhnete, dimenzujete a provedte kontrolu hlavní přípojky pro napájení objektu z hlediska: jistění, úbytku napětí, symetrického trojfázového zkratu, tepelných účinků zkratového proudu a minimálního průřezu.
4. Porovnejte metodu klasické a moderní elektroinstalace z hlediska ceny a náročnosti .
5. Provedte ekonomickou a finanční bilanci pro daný projekt elektroinstalace rodinného sídla.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího
Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

1. www stránky, katalogové listy, normy ČSN IEC
2. Přednášky PIR 2014

Vedoucí bakalářské práce: Doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: 14. října 2013
Termín odevzdání bakalářské práce: 9. června 2014


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




Doc. Ing. Vlastimil Skočil, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 14. října 2013

Anotace

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na kompletní projekt elektroinstalace rodinného sídla klasickým způsobem. Práce obsahuje základní požadavky z hlediska těch nejdůležitějších technických předpisů a norem pro projektování elektroinstalací. V práci je dále vypracována technická zpráva, projektová dokumentace a ekonomická bilance pro projekt elektroinstalace rodinného sídla klasickým způsobem. Součástí práce jsou také výpočty potřebné k realizaci projektu elektroinstalace a to včetně dimenzování a návrhu tepelného čerpadla pro vytápění objektu. V závěru práce je provedeno porovnání klasické a inteligentní elektroinstalace z hlediska náročnosti, komfortu a ceny.

Klíčová slova

Elektroinstalace, elektrické rozvody, normy, elektrická zařízení, vodiče, kabely, izolace, ochrana, okruhy, dimenzování, rozvaděč, atmosférický výboj, bleskosvody, přípojka, tepelné ztráty, tepelná čerpadla, klasická elektroinstalace, inteligentní elektroinstalace

Abstract

The submitted bachelor thesis is focused on the complete project of wiring system in a family residence in a classical way. The thesis includes basic requirements in terms of the most important technical rules and standards for design of wiring system. The thesis also includes a technical report, a project documentation and a cost analysis for the project of wiring system in a classical way. This thesis deals with project and the design of the heating system using a heat pump. Finally, this thesis compares a classical and a intelligent wiring system including demands, comfort and price.

Key words

Wiring system, electrical wiring, standards, electrical devices, conductors, cables, insulation, protection, circuits, dimensioning, switchboard, atmospheric discharge, lightning conductors, connection, heat losses, heat pumps, classic wiring system, intelligent wiring system

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

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

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

.....
podpis

V Plzni dne 6.6.2014

Jan Jirovský

Poděkování

Rád bych na prvním místě poděkoval mé rodině, která mi při studiu na vysoké škole vždy pomáhala a dokázala vytvořit prostředí, potřebné k úspěšnému dokončení studia a této práce.

Dále bych velmi rád poděkoval svému vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Zbyňkovi Martínkovi, CSc. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Dále bych rád poděkoval všem pracovníkům Fakulty elektrotechnické za jejich přístup během mého studia. Zvláštní poděkování patří Ing. Marcele Ledvinové Ph.D., Ing. Pavlu Šteklovi Ph.D., Ing. Tomáši Řeřichovi Ph.D. a RNDr. Martě Míkové.

Obsah

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	9
ÚVOD	11
1 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY Z HLEDISKA TECHNICKÝCH NOREM	12
1.1 PŘIPOJOVACÍ PODMÍNKY DO ODBĚRNÝCH MÍST SÍTÍ NN	12
1.2 VNĚJŠÍ VLIVY	12
1.3 OZNAČENÍ VODIČŮ ELEKTRICKÝCH PŘEDMĚTŮ	13
1.4 OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM	14
1.4.1 Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí	14
1.4.2 Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí	14
1.4.3 Ochrana před nebezpečným dotykem živých a neživých částí	15
1.5 DIMENZOVÁNÍ A JIŠTĚNÍ VODIČŮ	16
1.6 PŘÍPOJKY ELEKTRICKÉ ENERGIE A PŘÍVODNÍ VEDENÍ K RODINNÉMU SÍDLU	17
1.6.1 Přípojka elektrické energie	17
1.6.2 Hlavní domovní vedení	17
1.6.3 Elektroměrový rozvaděč	18
1.6.4 Vedení za elektroměrovým rozvaděčem	18
1.6.5 Bytový rozvaděč	18
1.7 VNITŘNÍ ELEKTRICKÉ ROZVODY	19
1.7.1 Světelné okruhy	19
1.7.2 Instalační zapojení základních spínačů světelných spotřebičů	20
1.7.3 Zásuvkové okruhy	20
1.7.4 Základní rozdělení zásuvkových obvodů	21
1.7.5 Slaboproudé rozvody	22
1.7.6 Instalační zóny	22
1.7.7 Základní způsoby kladení vodičů a kabelů	22
1.8 UMÝVACÍ PROSTORY A PROSTORY S VANOU NEBO SPRCHOU	23
1.9 OCHRANA OBJEKTŮ PŘED ÚČINKY BLESKU	25
1.9.1 Pasivní ochrana – vnější ochrana před účinky blesků	25
1.9.2 Konstruktivní části bleskosvodu	25
1.9.3 Rozdělení a metody návrhu jímacích soustav	25
1.9.4 Použité materiály pro výrobu bleskosvodu	27
1.9.5 Pasivní ochrana – vnitřní ochrana před účinky blesku	28
1.9.6 Aktivní ochrana před účinky blesku	30
2 TECHNICKÁ ZPRÁVA	31
2.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	31
2.2 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE	31
2.3 PODKLADY PRO PROJEKTOVOU DOKUMENTACI	33
2.4 TECHNICKÝ POPIS	34
3 DIMENZOVÁNÍ A KONTROLY HLAVNÍ PŘÍPOJKY OBJEKTU	37
3.1 DIMENZOVÁNÍ KABELU HLAVNÍ PŘÍPOJKY OBJEKTU	37
3.2 KONTROLA PŘÍPOJKY NA ÚBYTEK NAPĚTÍ	38
3.3 VÝPOČET ZKRATOVÝCH POMĚRŮ	39
3.4 KONTROLA NA MINIMÁLNÍ PRŮŘEZ	41
3.5 NÁVRH JIŠTĚNÍ HLAVNÍ PŘÍPOJKY OBJEKTU	41
4 EKONOMICKÁ BILANCE	43
5 NÁVRH TEPELNÉHO ČERPADLA PRO VYTÁPĚNÍ RODINNÉHO SÍDLA	46
5.1 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT POMOCÍ KALKULAČNÍHO PROGRAMU	46
5.2 TEPELNÉ ČERPADLO A PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ	47

5.3	VOLBA TEPELNÉHO ČERPADLA PRO VYTÁPĚNÍ RODINNÉHO SÍDLA.....	50
6	POROVNÁNÍ KLASICKÉ A INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE.....	53
6.1	KLASICKÁ ELEKTROINSTALACE.....	53
6.2	INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE	53
6.3	NÁVRH EKONOMICKÉ BILANCE PRO PROJEKT INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE.....	55
	ZÁVĚR	59
	SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	60
	PŘÍLOHY	62

Seznam symbolů a zkratek

nn	Nízké napětí
L	Označení pro fázový vodič
N	Označení pro střední vodič
PEN, PE	Označení pro ochranný vodič
$P_i [kW]$	Celkový instalovaný příkon
$B [-]$	Činitel soudobosti
$\beta_n [-]$	Činitel soudobosti pro uvažovaný počet bytů ve skupině
$\beta_\infty [-]$	Činitel soudobosti pro nekonečný počet bytů ve skupině
$n [-]$	Počet bytů ve skupině
$P_\beta [kW]$	Soudobý příkon
HDS	Hlavní domovní skříň
HOP	Ekvipotenciální přípojnice
$ČSN$	Označení českých technických norem
$U_s [V]$	Sdružené napětí
$t [^\circ C]$	Teplota okolí
$\cos \varphi [-]$	Účinník
$\vartheta [K \cdot m/W]$	Měrný tepelný odpor půdy
$I_p [A]$	Maximální proud protékající přípojkou objektu
$k_1, k_2 [-]$	Přepočítávací součinitelé proudové zatížitelnosti
$I_z [A]$	Dovolený proud kabelem při respektování prostředí
$\Delta U [V]$	Úbytek napětí na elektrické přípojce objektu
$L [m]$	Délka kabelového vedení
$\gamma_{Cu} [S \cdot m/mm^2]$	Konduktivita mědi
$S [mm^2]$	Průřez vodiče
$S_{SK}'' [MVA]$	Počáteční rázový ztrátový výkon síťového napáječe
$C [-]$	Součinitel respektující kolísání napětí v závislosti na čase
$P [-]$	Převod transformátoru
$U_1 [kV]$	Primární napětí transformátoru
$U_2 [kV]$	Sekundární napětí transformátoru
$U_{KR}\% [\%]$	Napětí transformátoru nakrátko
$U_{RR}\% [\%]$	Ohmická složka napětí transformátoru nakrátko
$S_T [MVA]$	Zdánlivý výkon transformátoru

R [Ω/km]	Odpor přívodního kabelového vedení a přípojkového kabelu vztažený na 1 km délky
X [Ω/km]	Induktivní reaktance přívodního kabelového vedení a přípojkového kabelu vztažená na 1 km délky
R_T, R_1, R_2 [$m\Omega$]	Odpor transformátoru, přívodního kabelového vedení a přípojkového kabelu
X_T, X_1, X_2 [$m\Omega$]	Reaktance transformátoru, přívodního kabelového vedení a přípojkového kabelu
Z_S, Z_T, Z_1, Z_2 [$m\Omega$]	Impedance síťového napáječe, transformátoru, přívodního kabelového vedení a přípojkového kabelu
Z_K [$m\Omega$]	Celková impedance zkratované smyčky
I''_K [A]	Třífázový souměrný zkratový proud
k_E [-]	Součinitel ekvivalentního oteplovacího proudu
I''_{KE} [A]	Ekvivalentní oteplovací proud
ϑ_{DOV} [$^{\circ}C$]	Maximální dovolená teplota jádra při normálním provozu
ϑ_K [$^{\circ}C$]	Kritická teplota jádra
k [-]	Koeficient pro výpočet minimálního průřezu vodiče
S_{min} [mm^2]	Minimální průřez vodiče
S [mm^2]	Průřez vodiče
I_N [A]	Jmenovitá proudová hodnota hlavního jističe
I_{NP} [A]	Jmenovitá proudová hodnota pojistek před hlavním jističem
TUV	Teplá užitková voda
P_j [kW]	Tepelná ztráta objektu + výkon potřebný pro ohřev TUV
P_t [kW]	Navrhovaný výkon tepelného čerpadla
E_c [kWh]	Celková spotřeba elektrické energie při použití tepelného čerpadla pro vytápění a ohřev TUV

Úvod

Tato práce se zabývá zpracováním kompletního projektu elektroinstalace rodinného sídla klasickým způsobem a to včetně vypracování technické zprávy k tomuto projektu.

K vytvoření projektu byly využity stavební půdorysy jednopodlažního rodinného domu, technické normy (standarty), projektové podklady a katalogy firem s elektroinstalačními prvky.

Předkládaná práce je rozdělena do šesti částí. V první části jsou specifikovány základní požadavky na projektování elektrických instalací z hlediska technických norem a předpisů.

Druhá část je zaměřena na vypracování technické zprávy, ve které jsou uvedeny základní identifikační a technické údaje o projektovaném objektu. Součástí technické zprávy jsou dále podklady pro projektovou dokumentaci a technický popis elektroinstalace daného objektu.

Třetí část je zaměřena na provedení dimenzování a kontroly hlavní přípojky projektovaného objektu. Na základě dimenzování a kontroly hlavní přípojky objektu je poté navrženo odpovídající jištění hlavní přípojky projektovaného objektu.

Ve čtvrté části je vypracována ekonomická bilance pro projektovanou elektroinstalaci provedenou klasickým způsobem.

Pátá část se zabývá výpočtem tepelných ztrát rodinného sídla. Na základě tepelných ztrát objektu je v této části dále provedeno dimenzování tepelného čerpadla, pomocí kterého je zajištěno vytápění objektu a ohřev TUV.

V poslední části je proveden obecný popis klasické a inteligentní elektroinstalace a to včetně specifikace výhod a nevýhod. Posledním bod této části se zabývá návrhem ekonomické bilance pro inteligentní elektroinstalaci ekvivalentní k projektované elektroinstalaci provedené klasickým způsobem.

1 Základní požadavky z hlediska technických norem

Všechna elektrická zařízení a domovní elektrické rozvody musí být provedeny tak, aby byly v souladu s platnými technickými normami a předpisy. Při jejich realizaci je třeba dbát na bezpečnost osob, zvířat a věcí, která je zajištěna použitím ochranných prvků. Tyto ochranné prvky domovních elektrických instalací a zařízení mají zajišťovat ochranu proti nebezpečnému dotykovému napětí a před nebezpečím vzniku požáru. Dále musí být provedeny tak, aby byly dle podmínek, ve kterých jsou umístěny provozně spolehlivé a nerušili svojí funkcí provoz ostatních elektrických zařízení. Mezi další požadavky při realizaci elektrických zařízení a domovních elektrických rozvodů patří přehlednost, variabilnost a hospodárnost rozvodu a neméně důležitou roli hraje také estetický vzhled. [1]

1.1 Připojovací podmínky do odběrných míst sítí nn

Postup pro připojení nového odběrného místa k distribuční síti nn

- Vyplnění žádosti o připojení k distribuční síti ze strany žadatele o připojení k distribuční síti
- Podání žádosti o připojení k distribuční síti ze strany žadatele o připojení k distribuční síti
- Zaslání návrhu smlouvy o budoucí smlouvě žadateli o připojení k distribuční síti ze strany provozovatele distribuční soustavy
- Splnění podmínek stanovených ve smlouvě o budoucí smlouvě ze strany žadatele o připojení k distribuční síti i provozovatele distribuční sítě
- Uzavření smlouvy mezi žadatelem o připojení k distribuční síti a provozovatelem distribuční sítě [2]

1.2 Vnější vlivy

Vnější vlivy jsou tříděny do jednotlivých stupňů. Každý stupeň vnějšího vlivu je označen pomocí kódu, který se skládá ze dvou písmen velké abecedy a jedné číslice.

První písmenem se určuje všeobecná kategorie vnějšího vlivu:

- A vnější činitel prostředí
- B využití
- C konstrukce budovy

Druhým písmenem se určuje povaha vnějšího vlivu:

- A teplota okolí
- B atmosférické podmínky v okolí
- C nadmořská výška
- D výskyt vody apod.

Číslicí se určuje třída vnějšího vlivu. Tato třída je charakterizována řadou číslicí od 1 do 8. S rostoucí číslicí je charakterizována tomu úměrná síla působícího vnějšího vlivu. [1, 3]

1.3 Označení vodičů elektrických předmětů

Základní požadavky na značení vodičů jsou uvedeny v normě ČSN EN 60445 ed. 2. V elektrických zařízeních a rozvodech se pro základní rozlišení používá značení barvami a písmeny. Při označování vodičů musí být kladen důraz na typ vodiče (holé a izolované vodiče) a také na to v jaké soustavě jsou tyto vodiče zařazeny.

Barevné a písmenné označení běžně používaných vodičů:

- **Fázový vodič** – pro označování holých fázových vodičů je vyčleněna oranžová barva, oproti tomu pro izolované fázové vodiče se využívají barvy černá, hnědá a šedá. Písmenné značení fázových vodičů je provedeno písmenem L, u trojfázové soustavy je k jednotlivým fázím přidělena číslice.
- **Střední vodič** – pro označování holých i izolovaných středních vodičů je vyčleněna modrá barva. Písmenné značení středních vodičů je provedeno písmenem N.
- **Ochranný vodič** – pro označování holých i izolovaných ochranných vodičů je vyčleněna barevná kombinace žluto-zelená. Ochranný vodič se označuje z hlediska písmenného značení zkratkou PE, či PEN. Písemné označení PEN se používá tehdy, plní-li ochranný vodič zároveň funkci středního vodiče. [1, 3]



Obr.1.3-1 Barevné označení jednotlivých žil v kabelu CYKYLO 3Cx2,5 (převzato z [4])

1.4 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

- Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí
- Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí
- Ochrana před nebezpečným dotykem živých a neživých částí

1.4.1 Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí

Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí patří do kategorie základní ochrany. Do této kategorie ochrany patří základní izolace živých částí, ochrana zábranou a polohou, ochrana přepážkami nebo kryty, omezení ustáleného dotykového proudu a náboje a jako prostředek doplňkové ochrany lze využít doplňkové ochrany proudovým chráničem. Při použití doplňkové ochrany proudovým chráničem musíme mít na paměti, že nesmí být použita jako prostředek základní ochrany, ale pouze jako prostředek doplňující prostředek základní ochrany. V běžných domovních elektroinstalacích se používají proudové chrániče, které mají jmenovitou hodnotu reziduálního proudu 30 mA a reakční dobou v řádech ms. Omezení ustáleného dotykového proudu a náboje jako prostředek základní ochrany se dá uplatnit pouze u elektrických zařízení a nelze jej využít v elektrické instalaci. Základní izolací živých částí je rozuměno pokrytí živých částí izolací v celém rozsahu a to tak, aby k odstranění izolace bylo nutno pouze její zničení. Zábrany a ochrana polohou jsou prostředky základní ochrany, které mají zprostředkovávat ochranu před neúmyslným přiblížením těla k živé části a proti nahodilému dotyku živých částí. Základním principem ochrany zábranou a polohou je umístění zařízení do takové vzdálenosti, aby nebylo možné za normálních podmínek dojít ke kontaktu se živou částí. Základní ochrana přepážkami nebo kryty je ochrana, která má zajišťovat absolutní ochranu před dotykem živých částí. Pro odstranění přepážek nebo krytů je nutné použití klíče, či nástroje. [3, 5]

1.4.2 Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí

Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí patří do kategorie ochrany při poruše. Do této kategorie patří ochrana automatickým odpojením od zdroje, ochrana použitím zařízení třídy ochrany II, ochrana neuzemněným místním pospojováním, ochranným zemněným pospojováním, nevodivým okolím a elektrickým oddělením. Ochrana automatickým odpojením od zdroje je takové opatření, kde je provedena základní ochrana izolací živých částí a ochrana při poruše je zprostředkována použitím ochranných prvků a ochranným pospojováním. Zařízení třídy ochrany II nebo zařízení se zesílenou izolací jsou zařízení, jejichž základní ochrana je provedena základní izolací živých částí. Ochrana při

poruše je provedena pomocí přídavné izolace. Zařízení třídy ochrany II slouží k ochraně před výskytem nebezpečného napětí na kovových částech přístupných dotyku v případě, že by došlo k poškození základní izolace. Ochrana elektrickým oddělením je takové ochranné opatření, u kterého je provedena základní ochrana izolací živých částí či kryty (přepážkami). Ochrana při poruše je provedena jednoduchým oddělením obvodu pomocí galvanického transformátoru od země a cizích obvodů. Ochranné pospojování můžeme rozdělit na hlavní a doplňující pospojování. Cílem ochranného pospojování je vždy dosáhnout stejného potenciálu na všech neživých částech, které jsou přístupné dotyku. V objektu ve kterém je provedeno hlavní ochranné pospojování musí být vzájemně propojeny ochranný vodič, uzemňovací přívod (ekvipotenciální přípojnice) a dále všechny vodivé části, které přicházejí do objektu z venkovního prostředí (plynové potrubí, vodovodní potrubí, ústřední topení apod.) Do ochrany doplňujícím pospojováním patří např. pospojování v prostorách s vanou, či sprchou. [3, 5]

Ochrana nevodivým okolím se používá k zamezení současného dotyku dvou částí s různým potenciálem, který by mohl vzniknout v důsledku porušení základní izolace. V prostorách s ochranou nevodivým okolím nesmí být žádný ochranný vodič. Zařazením ochrany neuzemněným místním pospojováním chceme dojít do stavu, kdy na všech neživých a cizích vodivých částech dojde k vyrovnání potenciálů. Ochrana neuzemněným místním pospojováním musí splňovat alespoň jedno z kritérií základní ochrany. Neživé části oddělených obvodů nesmí být v žádném případě spojeny s ochranným vodičem ani s cizími neživými částmi. Ochrana nevodivým okolím a neuzemněným místním pospojováním smí být realizována pouze tehdy, pokud je provoz instalace řízen osobou s odpovídající elektrotechnickou kvalifikací nebo pod jejím dohledem. [3, 5]

1.4.3 Ochrana před nebezpečným dotykem živých a neživých částí

Tato ochrana může být provedena použitím obvodů s malým napětím (SELV a PELV) anebo omezením ustáleného proudu a náboje. Ochrana malým napětím SELV a PELV pracuje na principu použití takového napětí, které nezpůsobí úraz elektrickým proudem. Mezní napěťové hodnoty u obvodů SELV a PELV jsou závislé na tom, k čemu je daný obvod konstruován a ve kterém prostoru koná svoji funkci. U obvodů SELV nesmí dojít ke spojení živých a neživých částí se zemí, ochranným vodičem cizích obvodů nebo s neživými částmi cizích obvodů, které jsou spojeny s ochranným vodičem. Obvody typu PELV jsou identické s obvodem typu SELV s tím rozdílem, že u obvodů typu PELV je z provozních důvodů navíc provedeno jednopólové uzemnění. Z hlediska provedení jsou vodiče obvodů SELV a PELV

vedeny v dostatečné vzdálenosti od ostatních obvodů a jejich vidlice a zásuvky jsou realizovány v takovém provedení, aby nemohlo dojít k záměně s vidlicemi a zásuvkami, které jsou konstruovány pro sítě o jiných napěťových hladinách. Ochrana omezením ustáleného proudu a náboje pracuje na principu omezení protékajícího elektrického proudu lidským tělem v případě dotyku živé či neživé části na takovou hodnotu, která nám zaručuje, že nedojde k úrazu elektrickým proudem. Pro ochranu omezením ustáleného proudu platí, že mezi částmi, které jsou současně přístupné dotyku, nesmí být ustálený proud protékající odporem $2 \text{ k}\Omega$ větší než $3,5 \text{ mA}$ střídavých a 10 mA stejnosměrných. Pokud se jedná o ochranu omezením náboje, pak musí platit, že mezi částmi, které jsou současně přístupné dotyku, nesmí nahromaděný náboj přesáhnout hodnotu $50 \text{ }\mu\text{C}$. [3, 6]

1.5 Dimenzování a jištění vodičů

Při dimenzování vodičů, či kabelů se jedná o stanovení vhodného průřezu vodiče pro daný projekt. Tento průřez musí ale vyhovovat z hlediska jištění, dovoleného zatížení vodiče, úbytku napětí, dynamických a tepelných účinků zkratových proudů a měl by být volen tak, aby vyhovoval i z hlediska hospodárnosti. [1]

Ochrana proti nadproudům a zkratovým proudům

Ochranné prvky zajišťující ochranu proti přetížení a zkratu musí být konstruovány tak, aby byly schopné přerušit obvod dříve, než by působením nadproudů a zkratových proudů došlo k nebezpečnému oteplení (izolace, jader vodičů, svorek, koncovek apod.) či k nebezpečnému mechanickému namáhání vodičů. Ochranné prvky zajišťující ochranu proti účinkům nadproudů a zkratových proudů jsou jističe s nadproudovým relé nebo tavné pojistky s charakteristikou gL/gG. Tavné pojistky mají nevýhodu oproti jističům v nemožnosti opětovné funkce po reakci na poruchu. Jištění nesmí být provedeno u ochranného vodiče PE a PEN, obvodů kde by vlivem jištění mohlo dojít k ohrožení osob, elektrických brzd, buzení stejnosměrných strojů, sekundárních obvodů přístrojových transformátorů proudů, napájecích obvodů zvedacích magnetů apod. [1, 3]

Selektivita jištění

Při jištění vodičů a kabelů musí být dodržena tzv. selektivita jištění. Selektivita jištění nám charakterizuje uspořádání jisticích prvků od zdroje směrem ke spotřebičům. V zásadě se jedná o to, že jisticí prvek má ve směru od zdroje směrem ke spotřebičům vždy vyšší jmenovitou proudovou hodnotu. [1, 3]

1.6 Přípojky elektrické energie a přívodní vedení k rodinnému sídlu

1.6.1 Přípojka elektrické energie

Přípojka elektrické energie je provedena tak, že začíná odbočkou od rozvodného zařízení distribuční soustavy směrem ke koncovému odběrateli. Tato přípojka je určena pouze k připojení jednoho odběrného místa. Přípojka elektrické energie pro více nemovitostí může být provedena pouze na základě oboustranného souhlasu vlastníka přípojky a provozovatele distribuční soustavy. Přípojka elektrické energie může být provedena jako venkovní či kabelová. Elektrická přípojka končí u venkovního vedení hlavní domovní pojistkovou skříní a u kabelového vedení hlavní domovní kabelovou skříní. U nově stavěných rodinných sídel je dnes přípojka elektrické energie realizována jako kabelová. Hlavní domovní pojistková skříň bývá při venkovním vedení osazena na objektu koncového odběratele. U kabelového vedení bývá hlavní domovní kabelová skříň umístěna vně objektu, zpravidla do zděného pilíře mezi plotem poblíž vchodu do rodinného sídla. V těchto skříních jsou umístěny pouze hlavní pojistky, které mají min. o jeden stupeň vyšší jmenovitou proudovou hodnotu než má hlavní jistič před elektroměrem a ochranná svorkovnice. [1, 3]



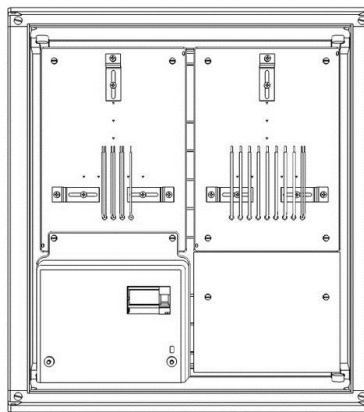
Obr.1.6.1-1 Hlavní domovní kabelová skříň rodinného sídla

1.6.2 Hlavní domovní vedení

Hlavní domovní vedení společně s odbočkami k elektroměrům, elektroměrovými rozvaděči, rozvodnicemi a vedením za rozvodnicemi patří k zařízením, která jsou již ve vlastnictví majitele objektu. Do hlavního domovního vedení patří rozvod od přípojkové skříně končící v elektroměrovém rozvaděči. Minimální průřez vedení se volí dle daného objektu a musí být stejný po celé jeho délce. Toto vedení se umísťuje nejčastěji do trubek či kanálů a musí být realizováno tak, aby byla zamezena možnost černého odběru. [1, 3]

1.6.3 Elektroměrový rozvaděč

Elektroměrový rozvaděč bývá umístěn na veřejně přístupném místě z důvodů odpovídající přístupnosti pro provádění kontrol energetickými podniky. Umisťuje se zpravidla na fasádu objektu či je realizován ve společném provedení s přípojkovou skříní v pilíři oplocení mezi plotem daného objektu. Hlavní části uvnitř elektroměrového rozvaděče jsou elektroměr, případně hromadné dálkové ovládání a hlavní jistič před elektroměrem. Elektroměr je elektrický přístroj, který slouží k měření odebrané elektrické energie. Hromadné dálkové ovládání je řídicí systém, který využívá přenosu signálu po silovém vedení energetické sítě k rozpínání a spínání elektrických spotřebičů a také k přepínání tarifů, které poskytují energetické podniky. Hlavní jistič před elektroměrem musí být proveden tak, aby měl o stupeň vyšší jmenovitou proudovou hodnotu, než je jmenovitá proudová hodnota jističe umístěného v bytovém rozvaděči. [1, 3, 7]



Obr.1.6.3-1 Elektroměrový rozvaděč určený pro osazení dvousazbového třífázového elektroměru (převzato z [8])

1.6.4 Vedení za elektroměrovým rozvaděčem

Skládá se z vedení od elektroměru k bytovému rozvaděči. Toto vedení bývá provedeno jednofázovým či trojfázovým rozvodem pomocí můstkových vodičů s měděnými jádry nebo kabelovým rozvodem. Vedení za elektroměrovým rozvaděčem se umísťuje pod omítku, do podlahy či stropní konstrukce. [1, 3]

1.6.5 Bytový rozvaděč

Bytový rozvaděč obsahuje řídicí a ochranné prvky, které jsou potřebné pro zajištění správného a bezpečného chodu daného objektu. Do výbavy bytového rozvaděče patří především jističe, pojistky, proudové chrániče, dále stykače, relé, spínací hodiny, napěťové chrániče, zvonkový transformátor apod. Uvnitř každého bytového rozvaděče najdeme

jednotlivé okruhy, z nichž každý okruh má za úkol jistit určitou skupinu spotřebičů. Dle toho o jaké se jedná spotřebiče, se volí jmenovitá proudová hodnota jističe. Mezi základní okruhy patří okruhy zásuvkové a světelné, další okruhy se volí dle koncového spotřebiče, může se jednat například o okruh pro vytápění objektu pomocí tepelného čerpadla. [1, 3, 7]



Obr.1.6.5-1 Bytový rozvaděč a datový bytový rozvaděč v objektu rodinného sídla

1.7 Vnitřní elektrické rozvody

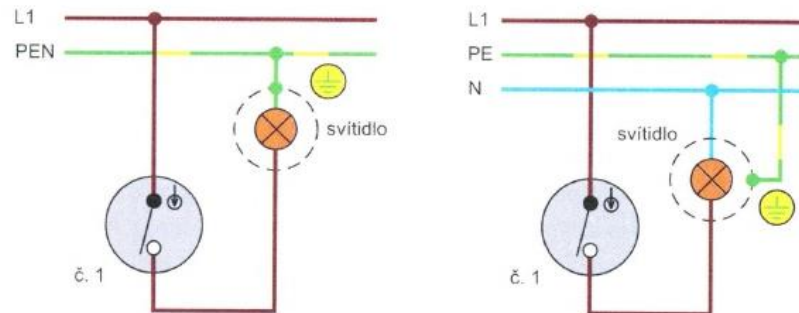
Vnitřní elektrické rozvody jsou prováděny dle normy ČSN 33 2130 ed. 2. Při jejich realizaci se musí dbát především na bezpečnost osob, zvířat a majetku, provozní spolehlivost, přehlednost, přizpůsobivost a hospodárnost rozvodu. Dále také na zamezení nepříznivých vlivů a rušivých napětí při křížování a souběhu silového vedení se sdělovacím. Pro vnitřní elektrické rozvody nám udává norma pro uložení jednotlivých okruhů tzv. instalační zóny. Vnitřní elektrické rozvody se ukládají v zásadě skrytě, výjimku tvoří rozvody pro nebytové prostory, prostory pro prozatímní montáž aj. V těchto případech je možné ukládat vedení na povrchu. [1, 9]

1.7.1 Světelné okruhy

Světelné okruhy patří mezi základní okruhy každého obytného objektu a slouží výhradně pro napájení světelných spotřebičů. Pro jeden světelný okruh platí, že suma maximálních příkonů světelných spotřebičů nesmí překročit jmenovitou hodnotu proudu jističího prvku. Pro ovládání světelných okruhů se používají spínače umístěné obvykle u vchodových dveří místnosti ve kterých je umístěn ovládaný světelný spotřebič. Spínače se umísťují na té straně, kde se dveře otevírají. Vedení světelných okruhů bývá realizováno jističi nebo pojistkami o jmenovité proudové hodnotě 10 A. [3, 9]

1.7.2 Instalační zapojení základních spínačů světelných spotřebičů

Jednopolový vypínač č.1 – tento vypínač se využívá pro jednopolové spínání a vypínání světelného spotřebiče. Jednopolový vypínač je v klasických elektroinstalacích obvykle nejčastěji využívaným spínačem.



Obr.1.7.2-1 Prováděcí schéma zapojení jednopolového vypínače v síti TN-C a TN-S (převzato z [10])

- a) **Skupinový přepínač č.4** – tento přepínač se využívá ke střídavému spínání dvou skupin spotřebičů z jednoho místa. V praxi to tedy znamená, že dochází k vypínání a zapínání jednoho, či druhého spotřebiče nebo k celkovému vypnutí.
- b) **Sériový přepínač č. 5** – tento přepínač se využívá pro ovládání obou dvou skupin spotřebičů z jednoho místa. V praxi to tedy znamená, že dochází k vypínání a zapínání jednoho, či druhého spotřebiče nebo obou dvou skupin spotřebičů.
- c) **Střídavý přepínač č.6** – tento přepínač se využívá ke spínání jedné skupiny spotřebičů ze dvou míst. V praxi se tento typ realizuje například pro ovládání osvětlení na schodištích, proto se také tomuto typu spínače říká laicky schodišťový přepínač.
- d) **Křížový přepínač č.7** – tento přepínač se v kombinaci se střídavými přepínači používá ke spínání jedné skupiny spotřebičů z více než dvou míst. V praxi je to realizováno tak, že na začátek a konec obvodu se umístí střídavé přepínače a mezi nimi se dle požadavků na ovládání umístí potřebný počet křížových přepínačů. [1]

1.7.3 Zásuvkové okruhy

Zásuvkové okruhy patří mezi základní okruhy každého obytného objektu a slouží pro připojení elektrických spotřebičů s vidlicí. Zásuvky pro daný objekt musí být voleny dle napěťové hladiny a proudové soustavy pro které jsou konstruovány. Pokud se v obytném objektu vyskytují zásuvkové obvody na jiných napěťových hladinách, musí být vždy provedeny tak, aby byly nezáměnné. Na ochranný kolík u zásuvky musí být vždy připojen ochranný vodič. [1, 9]

1.7.4 Základní rozdělení zásuvkových obvodů

- **Jednofázové zásuvkové obvody** – pro jednofázové okruhy platí, že na jeden zásuvkový okruh lze připojit maximálně 10 zásuvkových vývodů. Platí zde ale pravidlo, že vícenásobná zásuvka je považována za jeden zásuvkový vývod. Vícenásobná zásuvka musí být realizována pouze na jeden zásuvkový okruh, nesmí být tedy připojena do dvou různých zásuvkových okruhů. Zásuvkové okruhy jsou provedeny vodiči s měděnými jádry o průřezu $2,5 \text{ mm}^2$ a jsou jištěny jističi o jmenovité proudové hodnotě 16 A. Do kategorie samostatně jištěných zásuvkových okruhů patří pevně připojené spotřebiče o příkonu větším než 2000 VA, dále například lednice, či některé kuchyňské spotřebiče.



Obr.1.7.4-1 Instalační zapojení jednofázové zásuvky umístěné ve sklepním prostoru rodinného sídla

- **Trojfázové zásuvkové okruhy** – pro trojfázové okruhy platí, že na jeden trojfázový zásuvkový okruh může být připojeno několik trojfázových zásuvek, ale musí zde být splněna podmínka stejného jmenovitého proudu. Třífázové spotřebiče se dnes připojují pomocí pětipólových třífázových zásuvek, které nahradily čtyřpólové trojfázové zásuvky, které neměly svorky pro střední vodič. Se čtyřpólovými zásuvkami se dnes setkáme pouze u starších obytných objektů. Trojfázové zásuvkové okruhy jsou provedeny vodiči s měděným jádrem o průřezu $2,5 \text{ mm}^2$ a jsou jištěny jističi o jmenovité proudové hodnotě $3 \times 16 \text{ A}$. Zásuvkové okruhy pro pevně připojené trojfázové spotřebiče jsou jištěny jističi nebo pojistkami. Jmenovitá proudová hodnota těchto jističů nebo pojistek nesmí být vyšší než maximální jmenovitá hodnota proudu zásuvky pro daný spotřebič. [1, 3, 11]

1.7.5 Slaboproudé rozvody

Projektováním těchto rozvodů se zabývá norma ČSN 34 2300. Do této kategorie spadají primárně elektroinstalační prvky pro sdělovací techniku, ale patří sem dále například zařízení pro zvonkovou signalizaci, či zařízení protipožární ochrany. Mezi zařízení pro sdělovací techniku patří telefonní a anténní zásuvky, zásuvky pro počítačové sítě a zásuvky pro další účely. Zásuvky pro sdělovací techniku neslouží předně k zabezpečení dodávky elektrické energie pro správný chod elektrických zařízení, ale slouží k přenosu různých typů signálů na velmi malých energetických úrovních. Při realizaci sdělovacích obvodů musí být brána zvýšená pozornost na tzv. souběh vedení a také na křížování vedení. Jedná se o stav, kdy dochází k souběhu, nebo křížování silnoproudého vedení s vedením sdělovacím, tomuto stavu se vždy snažíme předejít. Při souběhu nebo křížování vedení dochází k rušení signálu sdělovacího okruhu od silnoproudého rozvodu. Toto rušení může mít za důsledek například oteplení vedení sdělovacího okruhu, nebo vznik rušivých napětí na tomto vedení. Pokud je ale souběh, či křížování vedení nezbytné, pak musí být provedena opatření proti rušení od silnoproudých rozvodů dle příslušných norem. [1, 3, 11]

1.7.6 Instalační zóny

Instalační zóny slouží k vymezení pravidel při ukládání jednotlivých typů vedení a jsou definovány normou ČSN 33 2130. Vedení v obytných objektech jsou prováděna v zásadě skrytě, výjimku tvoří vedení realizované v nebytových prostorách, dále při dodatečné montáži. Instalační zóny se používají při ukládání vedení ve zdech objektů, pro ukládání vedení do stropů a podlah se tyto zóny neurčují. Vedení může být uloženo i mimo tyto zóny, ale musí splňovat podmínky dané normou ČSN 33 2130 ed. 2 a to tedy, že vedení musí být uloženo ve zdech, v trubkách s odpovídající krycí vrstvou. [1, 9]

1.7.7 Základní způsoby kladení vodičů a kabelů

- **Skrytá montáž vodičů a kabelů** – do této kategorie patří vedení uložená v omítce, drážkách pod omítkou, trubkách pod omítkou nebo dutých příčkách. Tento způsob ukládání kabelů je nejčastější především proto, že při něm nedochází k narušení estetického vzhledu interiéru. K dalším výhodám patří mechanická odolnost a dlouhá životnost. Mezi nevýhody toho způsobu kladení vodičů a kabelů patří nutnost používání protahovacích a propojovacích krabic, dále také složitější montáž.



Obr.1.7.7-1 Ukázka kladení vedení pod omítku (převzato z [12])

- **Povrchová montáž vodičů a kabelů** – je nejstarším způsobem ukládání vodičů a kabelů. Tento způsob ukládání vodičů a kabelů se dnes již ale moc nevyužívá, výjimku tvoří soustavy elektroinstalačních kanálů, které nachází své využití při realizaci elektroinstalací v bytových zástavbách nebo elektroinstalací v menších prostorách (sklepy, dílny). Výhodou toho způsobu kladení vodičů a kabelů je snazší montáž a také možnost snadných oprav, či změn v elektroinstalacích bez nutnosti stavebních úprav. Mezi nevýhody patří oproti skrytému ukládání vodičů a kabelů především narušení estetického vzhledu interiéru a horší mechanická odolnost. [3, 11]



Obr.1.7.7-2 Ukázka kladení vedení po povrchu (převzato z [12])

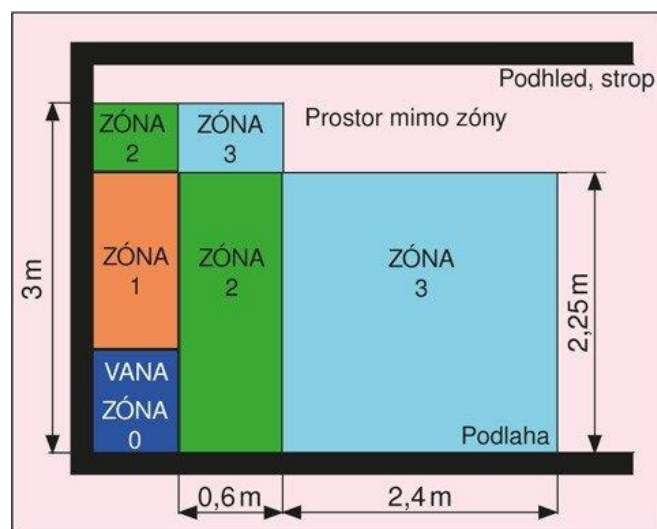
1.8 Umývací prostory a prostory s vanou nebo sprchou

Na tyto prostory jsou kladeny zvlášť vysoké požadavky a to především proto, že v těchto prostorách hrozí mnohem větší riziko úrazu elektrickým proudem. Prostory s vanou, či sprchou jsou proto specifikovány pomocí jednotlivých zón. [1]

Rozdělení jednotlivých typů zón

- **Zóna 0** – vnitřní prostor umývací vany, či prostoru se sprchou. Do tohoto prostoru se smí umísťovat pouze spotřebiče určené pro tuto zónu, napájené bezpečným malým napětím (obvody SELV) a musí splňovat podmínku krytí IP7.

- **Zóna 1** – prostor, který je ohraničen horní rovinou zóny 0 a platí do výšky 2,25 m nad podlahou. Do této zóny patří dále prostor pod vanou, který je přístupný bez použití nástroje. Do tohoto prostoru se smí instalovat ohřívače vody, sprchová čerpadla a další zařízení určená pro tuto zónu. Tato zařízení musí mít pevný přívod, dále musí být připojena přes proudový chránič se jmenovitou hodnotou reziduálního proudu 30 mA a splňovat podmínku odpovídajícího krytí IP4.
- **Zóna 2** – prostor, který je ohraničen vnější svislou rovinou zóny 1 a navazuje na tuto rovinu do vodorovné vzdálenosti 0,6 m a do výšky 2,25 m. Do této zóny patří dále prostor nad umývací vanou, či prostor se sprchou a to do výše 3 m. Do tohoto prostoru se smí umisťovat svítidla, topení, ventilátory a další zařízení určená pro tuto zónu. Tato zařízení musí mít odpovídající krytí IP4. Do tohoto prostoru nelze instalovat zásuvky, ani spínače, s výjimkou spínačů a zásuvek SELV, zapojených přes proudový chránič se jmenovitou hodnotou reziduálního proudu 30 mA.
- **Zóna 3** – prostor, který je ohraničen vnější svislou rovinou zóny 2 a navazuje na tuto rovinu do vodorovné vzdálenosti 2,4 m a do výšky 2,25 m. Do této zóny patří dále prostor nad zónou 2 a to do výše 3 m. Do tohoto prostoru lze instalovat ostatní spotřebiče. Tyto spotřebiče musí být chráněny proudovým chráničem se jmenovitou reziduální hodnotou proudu 30 mA. Všechny zásuvky v této zóně musí splňovat podmínku třívodičového připojení. [1, 13]



Obr. 1.8-1 Elektroinstalační zóny pro koupelnové prostory (převzato z [14])

1.9 Ochrana objektů před účinky blesku

Atmosférický výboj je nejsilnější přírodní elektrický výboj a vzniká tehdy, dojde-li k nahromadění dostatečně velkého náboje v bouřkovém mraku vůči zemi. Atmosférické výboje se projevují akustickými, světelnými, tepelnými, elektromagnetickými a elektrostatickými účinky. Ochrana objektů před účinky blesku je důležitá především z důvodu katastrofálních účinků, kterých je atmosférický výboj schopen. Bleskový výboj může mít za důsledek poškození elektrických rozvodů, či rozvodů a následný vznik požáru. Dále samozřejmě dochází působením bleskových výbojů k ohrožení zdraví, či života u lidí a zvířat. Z těchto důvodů musí být věnována ochraně objektů před účinky blesku zvýšená pozornost. Ochrana objektů před účinky blesku a atmosférickým přepětím se podrobněji zabývá norma ČSN EN 62 305. [1, 3]

1.9.1 Pasivní ochrana – vnější ochrana před účinky blesků

Pasivní ochranu před účinky blesků nám zajišťuje bleskosvod. Bleskosvod má za úkol vytvořit vodivou cestu pro svedení atmosférického výboje do země. Vodivá cesta atmosférického výboje musí být realizována vždy tak, aby nedocházelo při odvádění tohoto výboje do země k požárům, či jiným škodám. Bleskosvody by měli být vždy instalovány v místech, kde může dojít vlivem účinku blesku k ohrožení osob, zvířat a věcí. [1, 3, 15]

1.9.2 Konstrukční části bleskosvodu

K hlavním konstrukčním částem bleskosvodu patří jímací zařízení, svod a uzemnění. Jímací zařízení slouží k zachycení atmosférických výbojů a je primárně složeno z jímacího vedení, které je často doplněno jímacími tyčemi. Jímací vedení je obvykle vedeno po hřebeni střechy nebo po její ploše. Na jímací vedení jsou připojeny všechny kovové části umístěné na daném objektu. Jímací tyče jsou spojeny s jímacím vedením a instalují se na části objektu, které vyčnívají nad úroveň střechy. Další důležitou část bleskosvodu tvoří svody, které vytváří vodivou cestu od jímacího vedení směrem k uzemnění. Za uzemnění považujeme zařízení, pomocí kterého je realizován přechod atmosférického výboje do země bez následků. [1, 3, 15]

1.9.3 Rozdělení a metody návrhu jímacích soustav

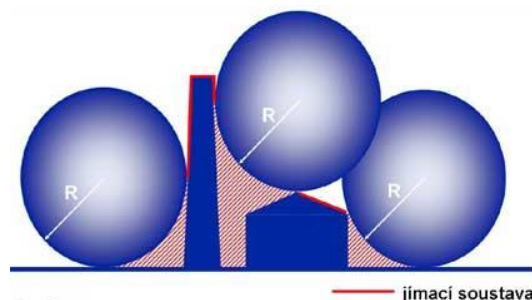
Při realizaci bleskosvodu se musí brát zřetel na charakter a typ objektu, na kterém má být provedena ochrana před účinky blesku. Na základě těchto údajů se navrhuje jednotlivé jímací soustavy a také se na jejich základě určuje počet svodů. [1, 15]

Rozdělení jímacích soustava

- Mřížová soustava
- Hřebenová soustava
- Tyčová soustava
- Klecová soustava
- Oddálený bleskosvod
- Závěsný bleskosvod

Metody návrhu jímacích soustav

- **Metoda ochranného úhlu** – tato metoda je vhodná pro typově a charakterově jednoduché objekty. Principiálně jde o vytvoření ochranného prostoru, který obklopuje všechny části chráněného objektu. Ochranný prostor je vytvořen jednotlivými prvky jímací soustavy. V dnes již neplatné normě ČSN EN 34 1390 byla velikost ochranného úhlu konstantní, aktuálně se dle normy ČSN EN 62 305 odvíjí velikost ochranného úhlu od třídy ochrany před účinky blesku daného objektu a od výšky jímače.
- **Metoda mřížové soustavy** – tato metoda se využívá pro objekty s rovinnou střechou. Dále se jí využívá také při návrhu ochrany rovinných bočních ploch objektů. Principem této metoda je vytvoření mřížové soustavy a to tak, aby vodiče jímací soustavy byly situovány na okrajích, převisích a hřebenech střech. Toto platí, pokud je sklon střechy objektu větší než 1:10.
- **Metoda valící se koule** – tato metoda se využívá pro všechny druhy objektů. Princip této metody spočívá v tom, že valící se koule není v žádném bodě v dotyku s chráněným objektem, ale je pouze v kontaktu se zemí a jednotlivými prvky jímací soustavy. Poloměr valící se koule se odvíjí od třídy ochrany před účinky blesku daného objektu. Vzdálenost valící se koule od chráněného objektu je dána normou ČSN EN 62 305. [1, 3, 16]



Obr.1.9.3-1 Návrh jímací soustavy pomocí metody valící se koule (převzato z [16])

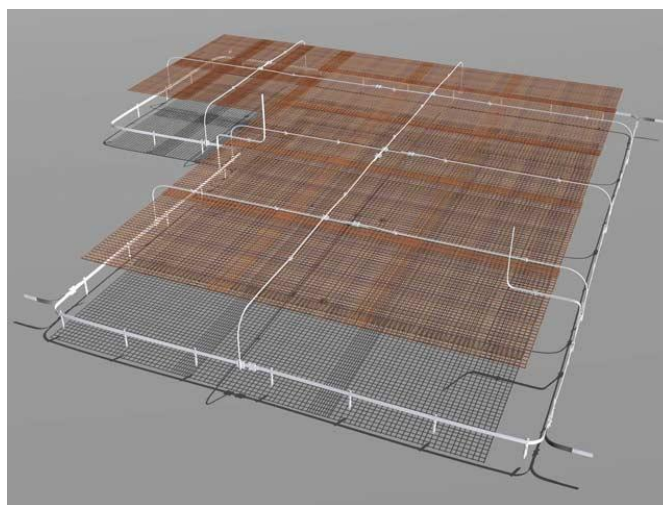
1.9.4 Použité materiály pro výrobu bleskosvodu

- **Jímací soustava** – pro výrobu jednotlivých prvků jímací soustavy se využívá žárově pozinkovaná ocel FeZn ve formě tyčí o průměru 6-8 mm. Výjimku tvoří kovové části objektu, které pokud vyhovují normě ČSN EN 62 305, mohou být zařazeny do kategorie tzv. náhodných zemniců.
- **Svody** – pro výrobu svodů se používá žárově pozinkovaná ocel FeZn ve formě tyčí o průměru 8 mm, s výjimkou části svodu od zkušební svorky k uzemnění, kde musí dojít k rozšíření průměru svodu na 10 mm.



Obr.1.9.4-1 Zkušební svorka objektu bytové zástavby

- **Uzemnění** – pro výrobu zemniců se používá nejčastěji žárově pozinkovaná ocel FeZn ve formě pásek a tyčí. Při realizaci páskového zemniče se používají pásky FeZn 30x4 mm, tyto pásky jsou kladeny do země a to do hloubky 0,5-1 m. Při realizaci tyčových se používají tyče FeZn o průměru 24-28 mm. Tyto tyče jsou kladeny svisle do země a to tak, že nad horním okrajem tyče musí být alespoň 0,5-1 m zeminy. [1, 3]



Obr.1.9.4-2 Uzemňovací soustava bleskosvodu (převzato z [17])

1.9.5 Pasivní ochrana – vnitřní ochrana před účinky blesku

Toto opatření se zřizuje k ochraně elektrické instalace objektu a elektrických zařízení před účinky atmosférického výboje a elektromagnetického pole, které vzniká v důsledku působení atmosférického výboje nebo spínacích procesů v elektrické síti. Tento druh ochrany se skládá z ochrany vyrovnáním potenciálu a přepět'ových ochranných elektrických zařízení a přístrojů.

Vyrovnání potenciálu se provádí tak, že všechny kovové části objektu jsou připojeny k ekvipotenciální přípojnici, která je spojena se základovým zemničem. Vyrovnáním potenciálu dochází k omezení vzniku napět'ových rozdílů v elektroinstalaci, které mohou být příčinou vzniku nebezpečných stavů. Ochrana proti přepětí je zajišťována pomocí svodičů přepětí. [1, 3]

Svodiče přepětí

Tento druh ochrany se využívá k ochraně elektrických zařízení a spotřebičů před účinky impulsního přepětí. Příčinou vzniku impulsního přepětí může být atmosférický výboj nebo přechodový jev vznikající při spínání průmyslových zařízení a přístrojů. Svodiče přepětí se používají k bezpečnému svedení přepět'ového impulsu do země a k omezení dynamických napět'ových změn v elektrické síti. Svodiče přepětí plní svoji funkci, pouze pokud se jedná o přepětí krátkodobého charakteru. V případě vystavení svodičů přepětí dlouhodobému přepětí není garantována životnost, ani správná funkce zařízení. [3]



Obr.1.9.5-1 Kombinovaný svodič přepětí DEHNshield (převzato z [18])

Druhy přepět'ových ochranných

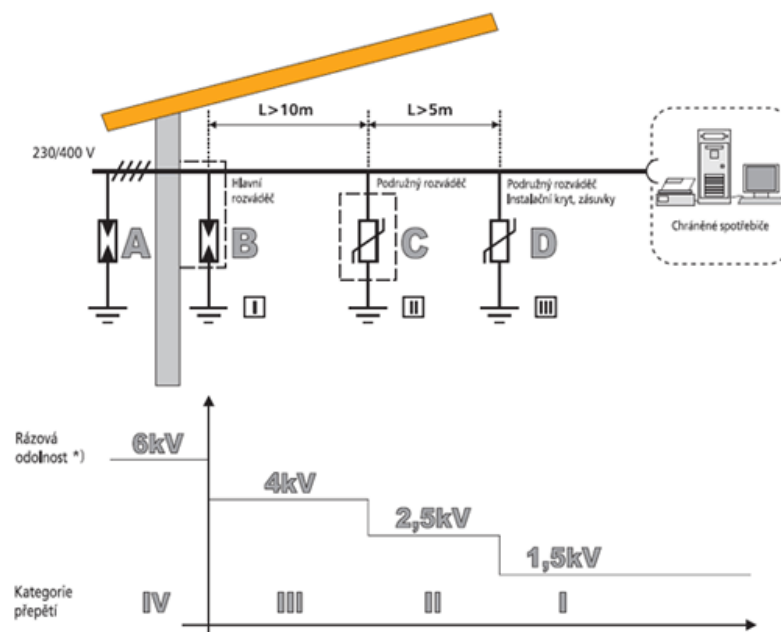
- **Polovodičové** – ke své funkci využívají vlastnosti polovodičových součástí a to konkrétně varistorů nebo transilů. Varistor je elektronická polovodičová napět'ově závislá součástka. Vnitřní odpor varistoru je tedy závislý na velikosti napětí. Při nárůstu napětí nad hodnotu otvácího napětí dochází k poklesu vnitřního odporu

variátoru, což má za důsledek svedení impulsního proudu do země.

- **Ochranné jiskřiště** – ke své funkci využívají elektrické pevnosti vzduchu. Při nárůstu napětí nad jmenovitou efektivní hodnotu elektrické sítě dochází v ochranném jiskřišti k zapálení výboje a tím ke svedení impulsu do ochranného vodiče a také k vyrovnání potenciálu.
- **Kombinované** – jsou složeny z obou výše uvedených ochran. [1, 3, 19]

Třídy přepětových ochran

Přepětové ochrany jsou rozděleny do jednotlivých tříd, které jsou rozlišeny na základě velikosti impulsního přepětí a umístění v elektrické rozvodné síti.



Obr.1.9.5-2 Kaskádní řazení svodičů přepětí a jejich rázové odolnosti (převzato z [20])

- **Třída A** – tato třída ochranných prvků se používá pro ochranu rozvodů distribuční sítě o vysokém napětí, které jsou vystaveny přímému úderu atmosférického výboje.
- **Třída B** – tato třída ochranných prvků se používá pro ochranu prvků elektrické instalace objektu, které jsou vystaveny přímému úderu atmosférického výboje. Přepětové ochrany třídy B se instalují na rozhraní vstupu přívodního vedení do objektu a to tedy v HDS nebo hlavním elektrickém rozvaděči.
- **Třída C** – tato třída ochranných prvků se používá pro ochranu prvků elektrické instalace objektu, které jsou vystaveny pouze nepřímému úderu atmosférického výboje. Přepětové ochrany třídy C se instalují nejčastěji v bytových rozvodnicích daného objektu.

- **Třída D** – tato třída ochranných prvků se používá pro ochranu prvků elektrické instalace objektu zvláště citlivých na přepětí, které jsou vystaveny pouze nepřímému úderu atmosférického výboje. Přepět'ové ochrany třídy D se instalují co nejbližší ke chráněným spotřebičům a jsou realizovány ve formě zásuvek, či modulů s integrovanými svodiči přepětí. Používá se pouze v kaskádní variantě ochrany objektů proti přepětí jako třetí stupeň (jemná ochrana). [1, 21]

1.9.6 Aktivní ochrana před účinky blesku

Do kategorie aktivní ochrany před účinky blesku patří aktivní bleskosvody (pulsary). Aktivní bleskosvody jsou technicky upravené jímáče, které využívají účinků elektrostatického pole ke svedení blesku s časovým předstihem. Aktivní bleskosvody se skládají ze dvou částí a to jímacího hrotu a elektrostatického členu. Při tvorbě bouřkového mraku dochází k aktivaci elektronického bloku aktivního bleskosvodu, aktivací tohoto bloku je pomocí vysokofrekvenčních pulsů vytvořen vstřícný výboj značné délky, který se spojí s hlavní větví blesku. Hlavní větev blesku je následně svedena k jímacímu hrotu a odtud směrem do země. Jímací soustava a uzemnění aktivních bleskosvodů musí být vyrobena z materiálu který je odolný vůči korozi. Nejčastěji se pro výrobu jímací soustavy a uzemnění aktivních bleskosvodů používá pozinkovaná ocel ve formě tyčí nebo pásků. Výhodou této ochrany před účinky blesku je možnost vytvoření ochranného prostoru pro více objektů a nepotřebnost vnějšího napájení, jelikož aktivní bleskosvody jsou napájeny energií elektrostatického pole. [1, 22]



Obr. 1.9.6-1 Jímací hrot aktivního bleskosvodu (převzato z [22])

2 Technická zpráva

2.1 Identifikační údaje

Účel zprávy

Projekt elektroinstalace rodinného sídla

Předmět projektu

Předmětem projektu je návrh elektroinstalace nově postaveného rodinného sídla. Tento projekt řeší napojení novostavby obytného domu k veřejné síti nízkého napětí, měření odběru elektrické energie, páteřní a místní silový rozvod, uzemňovací a jímací soustavu hromosvodu a anténní rozvod. Připojení objektu bude z distribuční sítě provedeno kabelem AYKY 3x120+70 mm² do přípojnicové skříně typu SP 100. Tato skříň se bude nacházet v pilíři oplocení rodinného domu společně s elektroměřovým rozvaděčem RE. Skříň i elektroměřový rozvaděč RE bude v pilíři umístěn tak, aby vyhovoval normě ČSN 33 2130 ed. 2 a to tedy tak, že střed okének elektroměru musí být ve výšce 1500 mm nad definitivně upraveným povrchem. Spodní hrana skříně SP 100 musí být ve výšce min. 600 mm nad definitivně upraveným povrchem dle normy ČSN 33 3320. Spotřeba elektrické energie bude měřena třífázovým elektroměrem, před kterým bude umístěn třífázový jistič. Ve skříně RE se bude nacházet ještě přístroj hromadného dálkového ovládání HDO. Ze skříně RE tedy povede kabel 5Cx10, kterým je realizována vlastní kabelová přípojka, dále také kabel pro HDO 3Cx1,5. Tyto kabely budou umístěny ve výkopu hlubokém 800 mm a povedou do bytové rozvodnice RD rodinného domu. Kabel bude ve výkopu zasypán pískem a překryt ochranou fólií dle požadavků normy ČSN 33 2000-5-52 ed. 2. [23, 24, 25]

Obecné údaje

Stavba: Rodinný dům

Místo stavby: Plzeň-Hradiště

Stavební úřad: Plzeň

Zodpovědný projektant: Jirovský Jan

Datum zpracování: 5.6.2014

2.2 Základní technické údaje

Napěťová soustava

3+PEN, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C

3+PE+N, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-S

Stupeň elektrizace

Stupeň elektrizace C

Instalovaný příkon

Indukční varná deska + elektrická trouba	9,8 kW
Tepelné čerpadlo	6,0 kW
Pračka	2,2 kW
Myčka nádobí	2,0 kW
Osvětlení	1,0 kW
Mikrovlnná trouba	1,0 kW
Celkem P_i	22,0 kW

Činitel soudobosti

$$\beta = 0,77$$

Soudobý příkon

$$P_\beta = P_i \cdot \beta = 22,0 \cdot 0,77 = 16,94 \text{ kW} \quad (2.2.1)$$

Hlavní jistič před elektroměrem

Třípólový jistič 25 A

Prostředí a krytí elektroinstalace

- Obytné místnosti
 - Normální prostředí AA5
- Koupelna a umývací prostory
 - Provedeno dle ČSN 33 2000-7-701 ed. 2
- Doporučené krytí
 - IP 20 pro normální prostory uvnitř domu
 - IP 44 pro venkovní prostory a zařízení umístěná v koupelně

Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Ochrana před úrazem elektrickým proudem bude provedena v souladu s normou ČSN 33 2000-4-41ed. 2. Ochrana živých částí bude provedena izolací a kryty. Ochrana neživých

částí bude realizována automatickým odpojením od zdroje, uzemněním, pospojováním, doplňujícím pospojováním. Doplňková ochrana bude zajištěna proudovými chrániči.

Ochrana proti přetížení a zkratu

Ochrana proti přetížení a zkratu bude provedena v souladu s normami ČSN 33 2000-5-52 ed. 2, ČSN 33 2000-4-473 a ČSN 33 2000-4-43 ed. 2. Jednotlivé napájecí body budou chráněny jističi a v příslušných napájecích bodech budou použity pojistky.

Kompenzace účinníku

Charakter zátěže nevyžaduje přídavnou kompenzaci účinníku.

Stupeň důležitosti dodávky elektrické energie

Dodávka elektrické energie bude provedena v souladu s normou ČSN 34 1610 ve stupni č.3, to znamená bez zajištění zvláštních opatření objektu.

2.3 Podklady pro projektovou dokumentaci

Podkladem pro vypracování prováděcí projektové dokumentace byly jednotlivé půdorysy a situace ve formátu dwg. K dalším podkladům patřili samozřejmě požadavky investora, požadavky ostatních profesí, vyjádření skupiny ČEZ distribuce a osobní prohlídka na místě rodinného sídla. [23]

Elektroinstalace musí být provedena a neprojektována tak, aby byla v souladu s technickými předpisy a normami ČSN a to zejména:

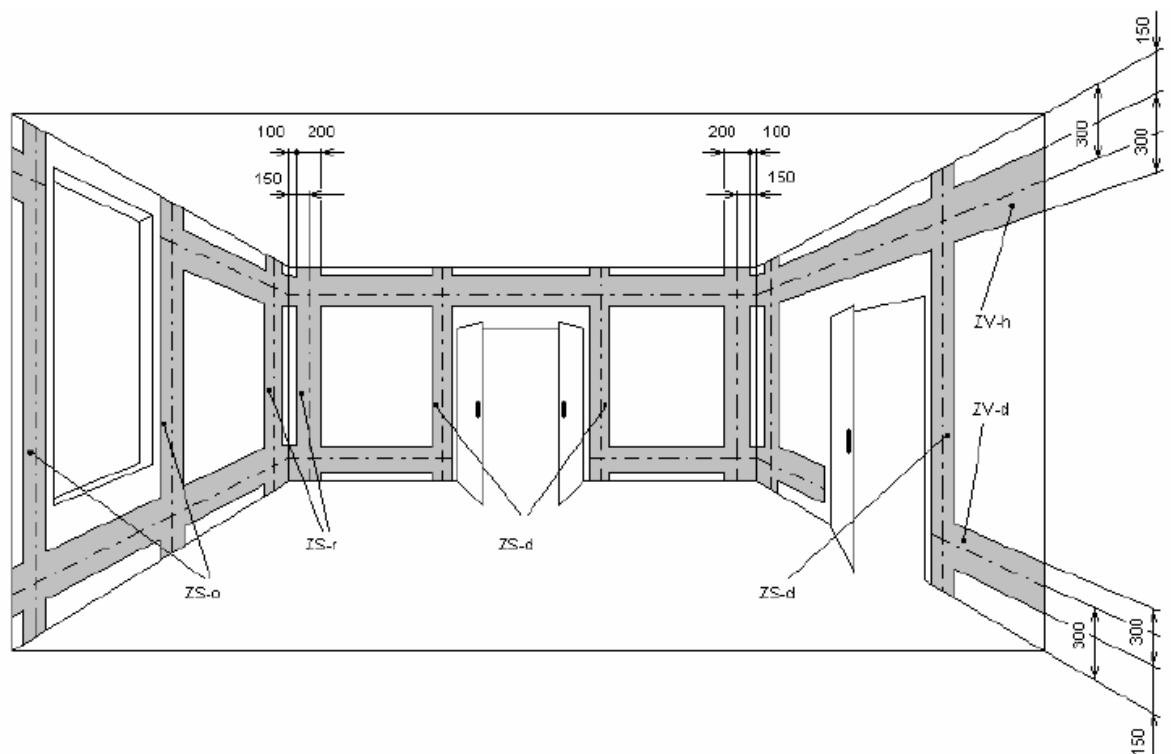
- ČSN 33 2000 Základní ustanovení pro el. zařízení
- ČSN 33 2000-1 ed. 1 Stanovení základních charakteristik
- ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 Uzemnění a ochranné uzemnění
- ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 Výběr a stavba elektrických zařízení
- ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 Ochrana před nadproudou
- ČSN 33 2000-4-473 Opatření k ochraně proti nadproudům
- ČSN 33 2130 ed. 2 Vnitřní elektrické rozvody
- ČSN 33 2000-5-51ed.3 Všeobecné předpisy pro stavbu elektrických zařízení
- ČSN 34 2300 Předpisy pro vnitřní rozvody sdělovacích vedení
- ČSN EN 62 305-1 ed. 2 Obecné principy ochrany před bleskem
- ČSN EN 62 305-2 ed. 2 Řízení rizika u ochrany před bleskem

- ČSN EN 62 305-3 ed. 2 Hmotné škody na stavbách a ohrožení života
- ČSN EN 62 305-4 ed. 2 Elektrické a elektronické systémy ve stavbách
- ČSN 33 0165 Značení vodičů barvami nebo číslicemi
- ČSN 33 2180 Připojování elektrických přístrojů a spotřebičů
- ČSN 33 2000-7-701 ed. 2 Prostory s vanou nebo sprchou

2.4 Technický popis

Silnoproudá elektroinstalace

Elektroinstalace rodinného sídla bude provedena pod omítkou. Vedení bude uloženo pod omítkou v instalačních zónách dle normy ČSN 33 2130 ed. 2.



Obr.2.4-1 Elektroinstalační zóny v obytných prostorách (převzato z [26])

Zásuvkové obvody

Pro zásuvkové okruhy budou použity kabely s PVC izolací a měděnými jádry. Pro jednofázové zásuvkové okruhy budou použity kabely typu CYKY 3Cx2,5 mm². Pro trojfázové zásuvkové okruhy budou použity kabely typu CYKY 5Cx2,5 mm². Zásuvkové obvody se budou jistit jističi o jmenovité hodnotě 16 A. Na jeden zásuvkový okruh bude umístěno maximálně 10 zásuvek, pokud bude mít spotřebič příkon větší než 2000 W, pak bude umístěn na samostatném okruhu. Zásuvky pro venkovní použití musí být použity minimálně v krytí IP 44 s víčkem. Zásuvky pro obecné použití budou instalovány ve výšce

300 mm nad čistou podlahou s výjimkou kuchyně, kde budou umístovány dle umístění spotřebičů. Elektrický sporák bude připojen přes trojpólový spínač. [9, 23]

Světelné obvody

Osvětlení rodinného domu je navrženo dle normy ČSN EN 12464-1. Osvětlení každé místnosti bude zajištěno osvětlovací soustavou, pracovní prostory (např. kuchyňská linka) budou vybaveny navíc místním přisvětlením. Osvětlení bude spínáno místně pomocí spínačů. Spínače budou umístěny ve výšce 1000 mm – 1200 mm nad podlahou. Pro světelné okruhy budou použity kabely s PVC izolací a měděnými jádry. Pro vedení ke světelným spotřebičům budou použity kabely typu CYKY 3Cx1,5 mm². Pro vedení ke spínačům budou použity kabely CYKY 3Ax1,5 mm² a CYKY 2Ax1,5 mm². [9, 23]

Koupelna

Elektroinstalace umývacích prostor bude provedena v souladu s bezpečnostními předpisy a to především s normou ČSN 33 2000-7-701 ed. 2. V umývacích prostorách bude provedeno ochranné pospojení všech dostupných kovových částí vodičem CY6. Všechny okruhy v umývacích prostorách budou připojeny přes proudový chránič. Zásuvky v těchto prostorách budou umístěny v zóně 3, tj. ve výšce 1200 mm nad čistou podlahou a zásuvky které jsou umístěny pod umývacím prostorem min. 200 mm od umyvadla. [23, 27]

Domovní rozvaděč RD

Domovní rozvaděč bude umístěn ve vchodové místnosti. Napájení domovního rozvaděče bude realizováno z elektroměrového rozvaděče HDS. Jedná se o skříň, která bude umístěna pod omítku. U domovního rozvaděče bude pod omítku umístěna také krabice s hlavním ochranným pospojením (HOP). Všechny přívody i vývody do domovního rozvaděče budou provedeny horem. Z domovního rozvaděče bude napájena elektroinstalace celého objektu a to včetně venkovní elektroinstalace. [23]

Slaboproudá elektroinstalace

Elektroinstalace sdělovacích zařízení bude provedena dle normy ČSN 33 2130 ed. 2. Anténní rozvod pro TV bude proveden trubkováním PVC trubkou o průměru 23 mm pod omítkou. Pro rozvod televizního signálu bude použit koaxiální kabel 75 Ω a tento rozvod bude ukončen vždy příslušnou zásuvkou. Souběh tras silnoproudé a slaboproudé elektroinstalace bude proveden ve vzdálenosti min. 300 mm nebo v kanále se stínící přepážkou. Dále dle vyhlášky 268/2011 Sb. bude umístěna v hlavní místnosti a chodbě

rodinného domu požární signalizace Jablotron JA-63s-80 s bezdrátovou komunikací. Požární signalizace slouží pro včasné rozpoznání a signalizaci doutnání nebo otevřeného plamene s vývinem kouře dle normy ČSN EN 14604. Rozvod jednotlivých zásuvek pro internet bude realizován kabelem SYKFY 2x2x0,5 mm. Rozvody pro internet budou vždy vedeny v elektroinstalačních PVC trubkách o průměru 16 mm. V rodinném sídle bude dále internet proveden také pomocí bezdrátové technologie WIFI. Modem bude umístěn dle přání investora a příjem signálu bude realizován pomocí antény, která bude umístěna v podkroví rodinného sídla. Domovní zvoněk bude realizován pomocí bezdrátové technologie a umístěn v hlavní místnosti rodinného domu. Napájení domovního zvonku bude provedeno z vlastní baterie. Tlačítko pro ovládání domovního zvonku bude umístěno v pilíři oplocení rodinného domu u vchodové branky a to ve výšce 1200 mm nad definitivně upraveným povrchem. Stupeň krytí tlačítka pro ovládání domovního zvonku bude IP 44. [23, 28]

Bleskosvod a uzemnění

Ochrana proti blesku bude provedena dle normy ČSN EN 62305. Bleskosvod bude realizován na střeše rodinného sídla pomocí jímacího vedení a pomocných jímačů se dvěma svody, které budou umístěny v protilehlých rozích. Jímací vedení bude přichyceno okapovou svorkou k měděnému okapu. Jímací a svodová vedení budou převážně provedena vodičem FeZn o průměru 8 mm, s výjimkou vedení od zkušebních svorek k zemnicím tyčím, toto vedení bude provedeno vodičem FeZn o průměru 10 mm. Zkušební svorky budou umístěny na každém svodu 1,8 m nad zemí. Každý svod bude být očíslován a chráněn proti mechanickému poškození úhelníkem. Uzemnění bude provedeno po obvodu základové desky páskovým zemnicem FeZn 30x4 mm a to tak, že jeho maximální zemní odpor bude 10 Ω . [5, 23]

3 Dimenzování a kontroly hlavní přípojky objektu

Dimenzování a kontroly hlavní přípojky objektů jsou provedeny na základě informací z norem ČSN 33 2000-5-52 ed. 2, ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 a ČSN 33 2000-4-473. Dále byly pro následující výpočty využity tabulky se jmenovitými parametry prostředí, vodičů, kabelů a zařízení. [25, 29, 30]

3.1 Dimenzování kabelu hlavní přípojky objektu

Soudobost

$$\beta = 0,77 [-]$$

Ruskův vzorec

Ruskův vzorec se používá pro výpočet koeficientu soudobosti.

$$\beta = \beta_n + (1 - \beta_\infty) \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} [-] \quad (3.1.1)$$

n počet bytů ve skupině

β_n soudobost pro uvažovaný počet bytů ve skupině

β_∞ soudobost pro nekonečný počet bytů ve skupině

Celkový instalovaný příkon

$$P_i = 22 \text{ kW}$$

Celkový instalovaný soudobý příkon

$$P_\beta = 16,94 \text{ kW}$$

Sdružené napětí

$$U_s = 400 \text{ V}$$

Účinník

$$\cos \varphi = 0,98 [-]$$

Teplota okolí (země)

$$t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Měrný tepelný odpor půdy

$$\vartheta = 2,5 \text{ K} \cdot \text{m} \cdot \text{W}^{-1}$$

Výpočet maximálního proudu protékajícího přípojkou

$$I_p = \frac{P_\beta}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \varphi} = \frac{16,94 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,98} = 24,95 \text{ A} \quad (3.1.2)$$

Dovolené zatížení vodiče

Spočívá v kontrole $I_p \leq I_z$

I_p výpočtový proud získaný z příkonu připojeného zařízení

I_z dovolený proud kabelem při respektování prostředí

$$I_z = k_1 \cdot k_2 \cdot I_n \quad (3.1.3)$$

I_n jmenovité proudové zatížení vodiče pro daný typ a průřez

k_1 přepočítávací součinitel proudové zatížitelnosti pro daný kabel a způsob uložení

k_2 přepočítávací součinitel proudové zatížitelnosti pro daný kabel a teplotu prostředí

Jmenovité proudové zatížení vodičů a hodnoty přepočítávacích součinitelů proudové zatížitelnosti jsou uvedeny v normě ČSN 33 2000-5-52 ed. 2.

Jmenovitá proudová zatížitelnost

$$I_n = 52 \text{ A}$$

Přepočítávací součinitel proudové zatížitelnosti pro daný kabel a způsob uložení

$$k_1 = 1 \text{ (kabel je uložen v zemi při měrném tepelném odporu půdy } 2,5 \text{ K} \cdot \text{m} \cdot \text{W}^{-1} \text{)}$$

Přepočítávací součinitel proudové zatížitelnosti pro daný kabel a teplotu prostředí

$$k_2 = 1 \text{ (kabel je uložen při základní teplotě)}$$

Dovolený proud kabelem při respektování prostředí

$$I_z = k_1 \cdot k_2 \cdot I_n = 1 \cdot 1 \cdot 52 = 52 \text{ A} \quad (3.1.4)$$

Kontrola na dovolené zatížení vodiče

$$I_p \leq I_z$$

$$24,95 \text{ A} \leq 52 \text{ A} \rightarrow \text{Kabel CYKY 5Cx10 vyhovuje. [23, 25]}$$

3.2 Kontrola přípojky na úbytek napětí

Hlavní přípojku objektu představuje kabel CYKY 5Cx10 o délce 15 m. Úbytek napětí od elektroměrového rozvaděče nesmí přesáhnout 2% ze jmenovitého sdruženého napětí (400V).

$$\Delta U < 2\% U_s$$

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

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

Parametry kabelového vedení

$$l = 15 \text{ m}$$

$$\gamma_{Cu} = 56,06 \text{ S} \cdot \text{m} / \text{mm}^2$$

$$P_{\beta} = 16,94 \text{ kW}$$

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

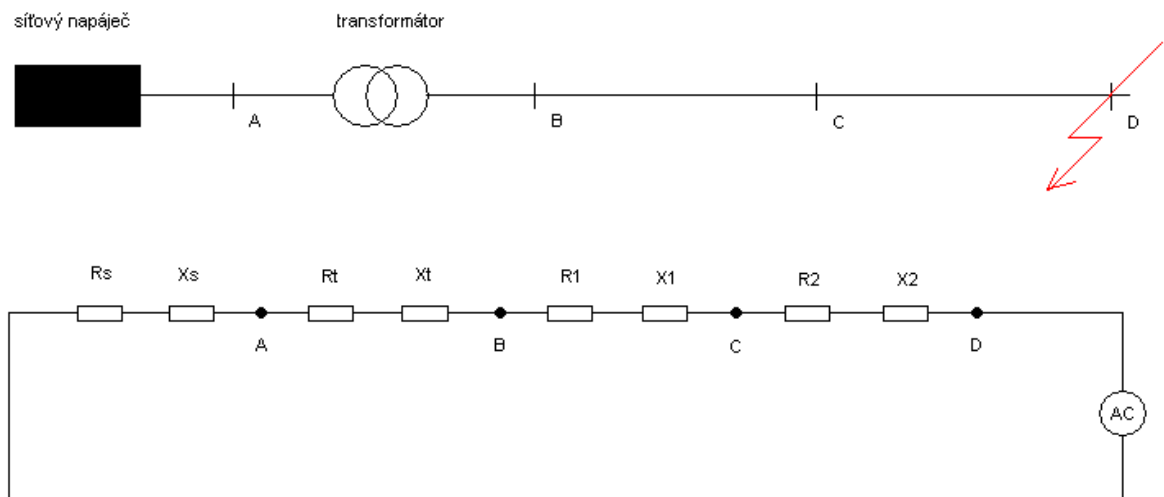
$$U_s = 400 \text{ V}$$

Výpočet úbytku napětí

$$\Delta U = \frac{l \cdot P_{\beta}}{\gamma_{Cu} \cdot S \cdot U_s} = \frac{15 \cdot 16940}{56,06 \cdot 10 \cdot 400} = 1,13 \text{ V} < 8 \text{ V} \quad (3.2.1)$$

Kabel CYKY 5Cx10 vyhovuje z hlediska úbytku napětí. [23]

3.3 Výpočet zkratových poměrů



Obr. 3.3-1 Zkratový obvod při zkratu v domovním rozvaděči RD (23)

Síťový napáječ

$$S_{SK}'' = 54,5 \text{ MVA}$$

$$K'' = 3,15 \text{ kA}$$

$$c = 1,1$$

$$p = \frac{U_1}{U_2} = \frac{22}{0,4} = 55 \text{ [-]} \text{ (transformátor 22/0,4 kV)}$$

$$Z_S = \frac{c \cdot U_n^2}{S_{SK}''} \cdot \left(\frac{1}{p^2}\right) = \frac{1,1 \cdot 22000^2}{54,5 \cdot 10^6} \cdot \left(\frac{1}{55^2}\right) = 3,23 \text{ m}\Omega \quad (3.3.1)$$

Transformátor

$$U_1 = 22 \text{ kV}$$

$$U_2 = 0,4 \text{ kV}$$

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

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

$$S_T = 0,4 \text{ MVA}$$

$$Z_T = \frac{u_{KR}\%}{100} \cdot \frac{U_2^2}{S_T} = \frac{6}{100} \cdot \frac{400^2}{400000} = 24 \text{ m}\Omega \quad (3.3.2)$$

$$R_T = \frac{u_{RR}\%}{100} \cdot \frac{U_2^2}{S_T} = \frac{3,2}{100} \cdot \frac{400^2}{400000} = 12,8 \text{ m}\Omega \quad (3.3.3)$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \sqrt{24^2 - 12,8^2} = 20,3 \text{ m}\Omega \quad (3.3.4)$$

Přívodní kabel 1

AYKY 3x120+70

$$l = 300 \text{ m}$$

$$R = 0,44 \text{ }\Omega/\text{km}$$

$$X = 0,15 \text{ }\Omega/\text{km}$$

$$R_1 = R \cdot l = 0,44 \cdot 0,3 = 132 \text{ m}\Omega \quad (3.3.5)$$

$$X_1 = X \cdot l = 0,15 \cdot 0,3 = 45 \text{ m}\Omega \quad (3.3.6)$$

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_1^2} = \sqrt{132^2 + 45^2} = 139,45 \text{ m}\Omega \quad (3.3.7)$$

Přívodní kabel 2

CYKY 5Cx10

$$l = 15 \text{ m}$$

$$R = 0,76 \text{ }\Omega/\text{km}$$

$$X = 0,9 \text{ }\Omega/\text{km}$$

$$R_2 = R \cdot l = 11,4 \text{ m}\Omega$$

$$X_2 = X \cdot l = 13,5 \text{ m}\Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_2^2} = \sqrt{11,4^2 + 13,5^2} = 17,66 \text{ m}\Omega$$

Celková impedance zkratované smyčky

$$Z_K = Z_S + Z_T + Z_1 + Z_2 = 3,23 + 24 + 139,45 + 17,66 = 184,34 \text{ m}\Omega \quad (3.3.8)$$

Třífázový souměrný zkratový proud

$$I''_K = \frac{c \cdot U_{N0,A}}{\sqrt{3} \cdot Z_K} = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 0,18434} = 1378,44 \text{ A} \quad (3.3.9)$$

Ekvivalentní oteplovací proud

Pro výpočet ekvivalentního oteplovacího proudu bylo nutné nejdříve zjistit z normy ČSN 33 3015 dobu trvání a součinitel ekvivalentního oteplovacího proudu. [29, 31]

$$t_K = 1 \text{ s}$$

$$k_E = 1 [-]$$

$$I''_{KE} = I''_K \cdot k_E = 1378,44 \cdot 1 = 1378,44 \text{ A} \quad (3.3.10)$$

I''_K ... třífázový souměrný zkratový proud

k_E ... součinitel ekvivalentního oteplovacího proudu

t_K ... doba trvání zkratového proudu

3.4 Kontrola na minimální průřez

Spočívá v kontrole $S_{min} \geq S$ pro kabel CYKY 5Cx10.

$\vartheta_{DOV} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ maximální dovolená teplota jádra při normálním provozu

$\vartheta_K = 180 \text{ }^\circ\text{C}$ kritická teplota jádra (poškození izolace)

Pro výpočet minimálního průřezu vodiče byl určen z normy ČSN 33 3015 na základě výše uvedených teplot příslušný koeficient ($k = 200$).

$$S_{min} \leq \frac{I''_{KE} \cdot \sqrt{t_K}}{k} = \frac{1378,44 \cdot \sqrt{1}}{200} = 6,89 \text{ mm}^2 \quad (3.4.1)$$

$$S_{min} \leq S$$

$6,89 \text{ mm}^2 \leq 10 \text{ mm}^2 \rightarrow$ Kabel CYKY 5Cx10 vyhovuje z hlediska průřezu. [23, 25, 29, 31]

3.5 Návrh jištění hlavní přípojky objektu

Pro rodinné sídlo byla navržena jmenovitá hodnota proudu hlavní jističe před elektroměrem 25 A. Tento jistič musí být schopen bezpečně vypnout jak zkratový proud, tak i nadproudy. Od jmenovité hodnoty hlavní jističe před elektroměrem se odvíjí přípojovací poplatek za elektřinu a také stálé platby za elektřinu. [23]

Kontrola návrhu jištění hlavní přípojky objektu

Musí být splněny následující podmínky:

- a) Jmenovitá hodnota proudu hlavního jističe před elektroměrem musí být větší, než maximální proud protékající přípojkou a zároveň menší, než dovolený proud kabelem CYKY 5Cx10 při respektování prostředí.

$$I_p \leq I_N \leq I_z$$

$$24,95 A \leq 25 A \leq 52 A \rightarrow \text{VYHOVUJE!}$$

I_p ... maximální proud protékající přípojkou

I_N ... jmenovitá hodnota proudu jističího prvku

I_z ... dovolený proud kabelem při respektování prostředí

- b) Při návrhu pojistek před hlavním jističem musí být respektována pravidla soudobosti. Pojistky před hlavním jističem musí mít jmenovitou hodnotu proudu o 2 stupně vyšší, než je jmenovitá hodnota hlavního jističe před elektroměrem.

$$I_N \leq I_{NP}$$

$$25 A \leq 40 A \rightarrow \text{VYHOVUJE!}$$

I_{NP} jmenovitá hodnota proudu pojistek před hlavním jističem [23]

4 Ekonomická bilance

Elektroměrový rozvaděč a vedení od elektroměrového rozvaděče			
Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Elektroměrový rozvaděč ER 112	1	3 455,00	3 455,00
Digitální dvousazbový 3.f.elektroměr	1	4 392,00	4 392,00
Přijímač signálu HDO	1	1 788,00	1 788,00
3-pólový jistič 25 A, char.B	1	533,00	533,00
1-pólový jistič 6 A, char.B	1	135,00	135,00
Popis zboží	Délka v m	Kč s DPH / m	Celkem Kč s DPH / m
CYKY 5C x 10	15	115,00	1 725,00
CYKY 3C x 1,5	15	13,00	195,00
CY 6 z/ž	15	19,00	285,00
Celková cena s DPH			12 508,00

Bytový rozvaděč a výbava bytového rozvaděče			
Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Bytový rozvaděč	1	874,00	874,00
3-pólový jistič 20 A, char.B	1	533,00	533,00
3-pólový jistič 16 A, char.B	2	460,00	920,00
3-pólový jistič 16 A, char.C	1	450,00	450,00
1-pólový jistič 16 A, char.B	7	113,00	791,00
1-pólový jistič 10 A, char.B	2	125,00	250,00
1-pólový jistič 2 A, char.C	1	267,00	267,00
4-pólový proudový chránič 25 A / 30mA	3	1225,00	3675,00
4-pólový instalační stykač, 40A	1	1071,00	1071,00
Celková cena s DPH			8831,00

Ekvipotenciální přípojnice a elektroinstalační materiál pro pospojování			
Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Ekvipotenciální přípojnice	1	118,00	118,00
Popis zboží	Délka v m	Kč s DPH / m	Celkem Kč s DPH / m
CY 6 z/ž	15	19,00	285,00
Celková cena s DPH			403,00

Elektroinstalační materiál pro světelné okruhy			
Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Elektroinstalační krabice KU 68	20	8,00	160,00
Krabicová svorkovnice	20	16,00	320,00
Elektroinstalační krabice - protahovací	10	16,00	160,00
Ohebná PVC trubka 5m průměr 16 mm	1	32,00	32,00
Nástěnné venkovní svítidlo IP 44	2	1 620,00	3 240,00
Zářivkové svítidlo 2x18 W	4	634,00	2 536,00
Zářivkové svítidlo 2x36W	2	629,00	1 258,00
Kuchyňské zářivkové svítidlo 1x36 W	1	1 055,00	1 055,00
Stropní svítidlo - ložnice 1x24 W	2	2 633,00	5 266,00
Zářivkové svítidlo 4x24 W	2	4 600,00	9 200,00
Koupelnové stropní svítidlo 2x24 W	1	1 024,00	1 024,00
1-pólový vypínač	8	55,00	440,00
Sériový přepínač	1	79,00	79,00
Střídavý přepínač	4	55,00	220,00
Popis zboží	Délka v m	Kč s DPH / m	Celkem Kč s DPH / m
CYKY 3C x 1,5	70	13,00	910,00
CYKY 2A x 1,5	20	20,00	400,00
CYKY 3A x 1,5	13	11,00	143,00
CYKY 5C x 1,5	14	19,00	266,00
Celková cena s DPH			26 709,00

Elektroinstalační materiál pro 1.f. a 3.f. zásuvkové okruhy			
Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Zásuvka 16 A, 230 V	9	58,00	522,00
Dvojitá zásuvka 16 A, 230 V	10	79,00	790,00
Zásuvka 16 A, 230 V IP 44	1	92,00	92,00
Dvojitá zásuvka 16 A, 230 V IP 44	1	148,00	148,00
Elektroinstalační krabice KU 68	28	8,00	224,00
Krabicová svorkovnice	6	16,00	96,00
Elektroinstalační krabice protahovací	8	20,00	160,00
Popis zboží	Délka v m	Kč s DPH / m	Celkem Kč s DPH / m
CYKY 3C x 2,5	80	17,00	1360,00
Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Třífázová zásuvka 16A, 400 V	1	135,00	135,00
Sporáková kombinace	2	323,00	646,00
Popis zboží	Délka v m	Kč s DPH / m	Celkem Kč s DPH / m
CYKY 5C x 4	7	48,00	336,00
CYKY 5C x 2,5	1	28,00	28,00
Celková cena s DPH			4 537,00

Elektroinstalační materiál pro sdělovací okruhy			
Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Rozvaděč pro sdělovací okruhy	1	669,00	699,00
Dvojitá sdělovací zásuvka – internet	4	186,00	744,00
Jednoduchá zásuvka sdělovací – TV	1	108,00	108,00
Elektroinstalační krabice pro zásuvky	5	28,00	140,00
Ohebná PVC trubka průměr 16mm 20m	1	92,00	92,00
Ohebná PVC trubka průměr 23mm 5m	1	28,00	28,00
Domovní bezdrátový zvonek + tlač.	1	399,00	399,00
Bezdrátový požární autonomní hlásič	2	1 170,00	2 340,00
Popis zboží	Délka v m	Kč s DPH / m	Celkem Kč s DPH / m
SYKFY 2x2x 0,5	25	9,00	225,00
Koaxiální kabel 75 Ohm	8	10,00	80,00
Celková cena s DPH			4 855,00

Elektroinstalační materiál pro bleskosvod			
Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Hlavní jímač (jímací tyč)	1	528,00	528,00
Pomocný jímač (jímací tyč)	2	135,00	270,00
Okapová svorka	2	47,00	94,00
Svorka MV (OS)	2	62,00	124,00
Podpěra jímacího vedení (hřebenová)	11	38,00	418,00
Podpěra jímacího vedení (střešní)	8	84,00	672,00
Podpěra jímacího vedení do zdi	4	147,00	588,00
Ochranný úhelník	2	148,00	296,00
Držák ochranného úhelníku	4	31,00	124,00
Zkušební svorka	2	32,00	64,00
Štítek svodu	2	6,00	12,00
Popis zboží	Délka v m	Kč s DPH / m	Celkem Kč s DPH / m
FeZn 8 mm	28	29,00	812,00
FeZn 10 mm	5	29,00	145,00
Zemnicí páska 30x4 mm	44	38,00	1672,00
Celková cena s DPH			5 819,00

Celkové náklady na elektroinstalační materiál pro klasickou elektroinstalaci:

63 662Kč

5 Návrh tepelného čerpadla pro vytápění rodinného sídla

5.1 Výpočet tepelných ztrát pomocí kalkulačního programu

Výpočet tepelných ztrát a potřeby tepla na vytápění:

Venkovní výpočtová teplota: -12 °C

Střední venkovní teplota topného období: 3.3 °C

Průměrná vnitřní teplota: 21 °C

Počet dnů topného období: 233

Poloha objektu: chráněná poloha objektu v krajině (budovy uvnitř zástavby nepřevyšující okolí, nízké domy v zalesněné krajině, atp.)

Prosklení objektu: standardní prosklení objektu (20 - 40% fasády)

Objem vytápěného objektů: 283.5 m³

Celková podlahová plocha vytápěného zařízení: 105 m²

Pasivní dům:

Tepelná ztráta objektu: 1.0 kW

Potřeba tepla na vytápění: 1575 kWh (5.7 GJ)

Nízkoenergetický dům:

Tepelná ztráta objektu: 2.9 kW

Potřeba tepla na vytápění: 3675 kWh (13.2 GJ)

Dům, jehož tepelné vlastnosti splňují současné požadavky:

Tepelná ztráta objektu: 8.5 kW

Potřeba tepla na vytápění: 20618 kWh (74.2 GJ)

Dům, jehož tepelné vlastnosti odpovídají letem 1993 - 2003:

Tepelná ztráta objektu: 10.0 kW

Potřeba tepla na vytápění: 24257 kWh (87.3 GJ)

Dům, jehož tepelné vlastnosti odpovídají letem před r. 1993:

Tepelná ztráta objektu: 12.0 kW

Potřeba tepla na vytápění: 28943 kWh (104.2 GJ)

Pro určení velikosti tepelného čerpadla je důležité určit tepelné ztráty objektu. Tepelné ztráty objektů se dříve počítaly dle normy ČSN 06 0210, tato norma již byla ale zrušena a dnes lze pro výpočet tepelných ztrát využít kalkulačních systémů. Tepelné ztráty jsem počítal pro lokalitu Plzeň-město. Pro výpočet tepelných ztrát pomocí kalkulačního programu bylo nutné znát technická data objektu a údaje, které jsou závislé na lokalitě objektu. [32, 33]

5.2 Tepelné čerpadlo a podlahové vytápění

Tepelné čerpadlo

Tepelná čerpadla jsou elektrická zařízení, která se řadí do kategorie alternativních zdrojů energie. Tato zařízení umožňují odnímat energii z okolního prostředí, tuto energii následně převést na vyšší energetickou hladinu a následně jí využít např. pro ohřev teplé užitkové vody. [34]



Obr.5.1-1 Tepelné čerpadlo IVT Greenline C7 v objektu rodinného sídla (převzato z [35])

Konstrukce

Mezi základní konstrukční prvky tepelného čerpadla patří výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. K dalším důležitým konstrukčním prvkům patří oběhová čerpadla, filtry pro primární i sekundární okruh tepelného čerpadla, expanzní nádoba a pojistný ventil primárního okruhu a regulace topných okruhů. [34, 36]

Rozdělení

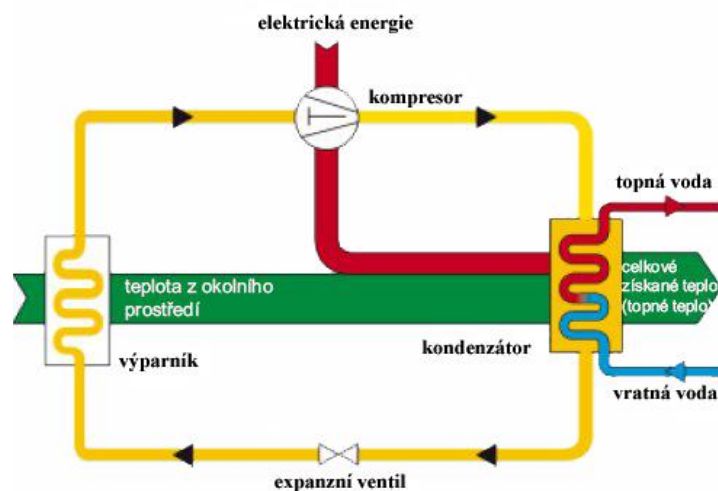
Tepelná čerpadla se typově rozdělují dle způsobu získávání a předávání tepla. Pokud tedy realizují vytápění rodinného domu pomocí tepelného čerpadla země-voda, pak to tedy znamená, že tepelné čerpadlo odebírá teplo ze země a předává ho vodě, která cirkuluje v topné soustavě objektu. [34]

Topný faktor

Topný faktor je základní parametr tepelného čerpadla. Jedná se o teoretický poměr mezi vyrobeným teplem a spotřebovanou elektrickou energií. Topný faktor je vyjadřován jako bezrozměrné číslo, které vypovídá o účinnosti tepelného čerpadla. Topné faktory tepelných čerpadel se pohybují v rozmezí 2-5, tato hodnota není ovšem konstantní ale mění se dle podmínek, v nichž tepelné čerpadlo pracuje. [34, 37]

Princip činnosti

Teplo odebrané z venkovního prostředí (země, voda) se ve výparníku předává pracovní látce (kapalnému chladivu) při relativně nízké teplotě. Vlivem tepla odebraného z venkovního prostředí dojde k ohřátí kapalného chladiva o několik málo °C. Ohřev kapalného chladiva má za důsledek jeho odpaření, vzniklé páry jsou prudce stlačeny v kompresoru. Tento proces se nazývá komprese a při tomto procesu dochází k převedení nízkopotenciálního tepla na vyšší teplotní hladinu vlivem zvýšení tlaku. Chladivo na vyšší teplotní hladině je následně přivedeno do kondenzátoru, kde předává teplo médiu otopné soustavy objektu a následně se ochladí a zkondenzuje. Průchodem přes expanzní ventil dochází ke snížení tlaku chladiva na původní hodnotu ve výparníku a celý cyklus je tímto uzavřen. [38, 39]



Obr. 5.2-1 Princip funkce tepelného čerpadla (převzato z [40])

Podlahové vytápění

Podlahové vytápění patří spolu se stěnovým a stropním vytápěním do kategorie velkoplošného vytápění. Tento způsob vytápění využívá ke sdílení tepla s vytápěným prostorem především sálání. Tepelný tok produkovaný sáláním se liší dle druhu použitého vytápění. Podlahové vytápění je praktické instalovat s tepelnými čerpadly. Výstupní teplota vody u podlahového vytápění je oproti běžným radiátorům nižší což má pozitivní vliv na topný faktor tepelných čerpadel. [41]

Rozdělení dle použité plochy

- Podlahové vytápění
- Stěnové vytápění
- Stropní vytápění
- Podlahové konvektory

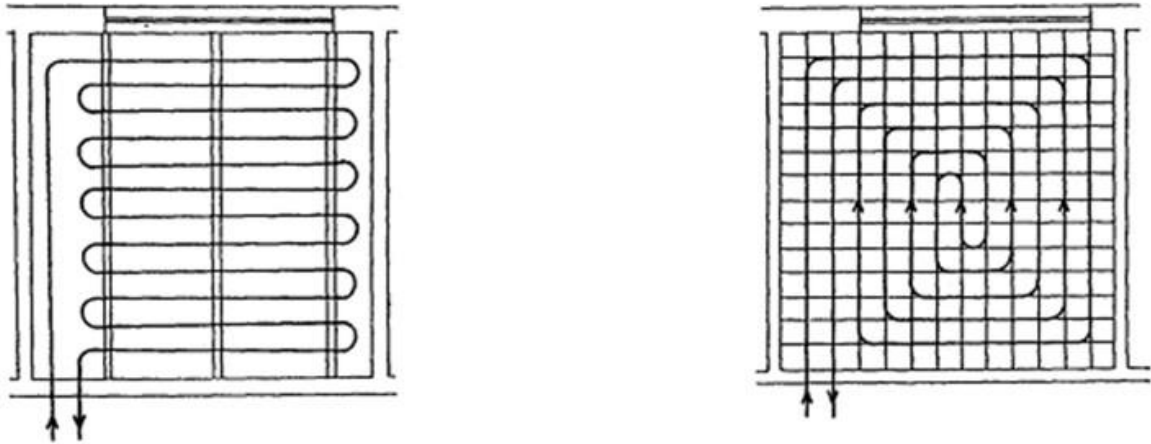
Rozdělení dle topného média

- Teplovodní systémy
- Elektrické systémy
- Teplovzdušné systémy

Stavební konstrukce

Při návrhu podlahového vytápění musíme vždy uvažovat skladbu podlahy, ale i provedení a kvalitu stavebních konstrukcí daného objektu. Podlahové systémy pro podlahové vytápění se rozdělují na mokré a suché. Do mokrých systémů patří betonová podlaha, litý potěr a do suchých například sádrovláknitá podlaha. Podlahové vytápění provedené mokrým způsobem má oproti suchému provedení výhodu v předpokládané nižší teplotě přívodní otopné obvody. U podlahového vytápění provedeného mokrým způsobem se uvažuje teplota přívodní otopné vody v rozsahu 35°C-55°C. U podlahového vytápění provedeného suchým způsobem se uvažuje teplota přívodní otopné vody v rozsahu 40°C-70°C. [41, 42]

Při návrhu podlahového vytápění je neméně důležitý i způsob tvarování otopného hadu. Mezi základní způsoby tvarování otopného hadu patří tvarování ve tvaru meandru a plošné spirály. Dále se používá také provedení přes modulové klima desky apod. [42]



Obr.5.2-2- Tvarování otopného hodu ve tvaru meandru a spirály (převzato z [42])

5.3 Volba tepelného čerpadla pro vytápění rodinného sídla

Dimenzování tepelného čerpadla pro vytápění rodinného sídla

Tepelné čerpadlo je dimenzováno pro rodinný dům se čtyřčlennou rodinou. Tepelná ztráta rodinného domu je 8,5 kW. Tepelné čerpadlo slouží k vytápění rodinného sídla a ohřevu TUV. Dům je vytápěn teplovodním podlahovým topením od společnosti Eurosystemy v teplotním spádu 45/35 °C. U domu je volný pozemek o ploše 549,9 m². Hornina v místě stavby spadá kategorie vlhká. [43]

A. Určení velikosti tepelného čerpadla

Rodinný dům má tepelnou ztrátu 8,5 kW. Pomocí tepelného čerpadla se bude ještě realizovat ohřev TUV a proto je nutné zahrnout při dimenzování tepelného čerpadla také zvednutí výkonu pro ohřev TUV, tj. 4 x 0,2 kW = 0,8 kW. Výsledný potřebný výkon kotelny je tedy 9,3 kW. Vzhledem k velkému pozemku bude použito tepelné čerpadlo země-voda od společnosti IVT produktové řady Greenline HE, kde bude teplo odebíráno ze zemního kolektoru. Tepelné čerpadlo se dimenzuje dle projektových podkladů na 55-70 % potřebného výkonu kotelny. [43]

Návrh výkonu tepelného čerpadla

$$P_t = P_j \times konst. = 9,3 \times 0,7 = 6,51 \text{ kW} \quad (5.3.1)$$

Z výrobního programu společnosti IVT bylo vybráno tepelné čerpadlo Greenline HE C7 o výkonu 7,2 kW a elektrickém příkonu 1,7 kW (0/35°C). V období nízkých teplot bude k tepelnému čerpadlu připínán vestavěný elektrický kotel s kaskádním spínáním 3-6-9 kW. U elektrického kotle bude provedena blokáce režimů 6 a 9 kW. Celkový výkon kotelny je tedy

10,2 kW. Tepelné čerpadlo IVT Greenline HE C7 obsahuje nerezový dvouplášťový zásobník o celkovém objemu 225 l, který plně postačuje pro potřeby běžné čtyřčlenné rodiny. [43]

B. Dimenzování zdroje tepla pro TČ

Dimenzování zdroje tepla bylo provedeno dle tabulky Dimenzování okruhů z přílohy.

- varianta zemní kolektor – o ploše 265 m².
- varianta vrt – o hloubce 96 m. [43]

C. Kontrola tlakové ztráty primárního okruhu

Maximální povolená délka smyčky pro tepelné čerpadlo IVT Greenline HE C7 je z tabulky 6. – 325 m. Velikost navrženého plošného kolektoru je menší, než povolená délka hadice – kolektor z hlediska tlakové ztráty tedy vyhovuje. [43]

D. Množství lihu v primárním okruhu

- varianta zemní kolektor – objem kapaliny v potrubí 40 x 3,7 mm o délce 265 m je přibližně 265 l, v rozvodech v kotelně a v tepelném čerpadle cca. 10 l. Celkový objem kapaliny je tedy 275 l. Poměr ředění je 30% lihu a 70% vody. Množství lihu v primárním okruhu je tedy 82,5 l.
- varianta vrt – analogicky [43]

E. Spotřeba elektrické energie

Potřeba elektrické energie pro ohřev teplé užitkové vody

Reálné směrné hodnoty potřeby teplé vody v obytných budovách vycházejí z evropské normy EN 15316-3-1, případně ze směrnice VDI 2067.

Tab. 5.3.1 Měrná denní potřeba teplé vody v obytných domech [44]

Standart	60°C	45°C	Tepelná energie
Nízký	10-20 l/os.den	15-30l/os.den	0,6-1,2kWh/os.den
Střední	20-40 l/os.den	30-60l/os.den	1,2-2,4kWh/os.den
Vysoký	40-80 l/os.den	60-120l/os.den	2,4-4,8kWh/os.den

Budeme-li uvažovat čtyřčlennou rodinu a spotřebu teplé vody na osobu 50 litrů, pak potřeba tepelné energie na osobu bude v rozmezí 1,2 – 2,4 kWh/os.den. Potřeba tepla se uvažuje na celý rok a to tedy na 365 dní. Při uvažování čtyřčlenné rodiny nám potřeba tepla bude činit přibližně 3000kWh. [44]

Celková spotřeba elektrické energie

Dle kalkulačního programu je předpokládaná spotřeba tepla na vytápění 20 618 kWh, na ohřev TUV je uvažovaná roční spotřeba 3000 kWh. Tepelné čerpadlo pokryje při průměrném topném faktoru 4,2 (0/35°C) cca. 95% spotřeby na vytápění objektu. Topný faktor pro ohřev TUV – 3,2 (0/45°C). [43]

Celková spotřeba elektrické energie pro vytápění a ohřev TUV

$$E_C = \frac{0,95 \times 20618}{4,2} + \frac{0,05 \times 20618}{1} + \frac{3000}{3,2} \cong 6\,632 \text{ kWh} \quad (5.3.2)$$

F. Podklady pro elektroinstalaci

- Přivedení silového kabelu do kotelny – CYKY 5Cx 2,5 mm² s jističem 16A/C
- Přivedení signálu HDO do kotelny – CYKY 3Cx 1,5 mm²
- Přivedení kabelu čidla venkovní teploty k tepelnému čerpadlu JYTY 2x 1mm²
- Přivedení kabelu čidla teploty vody v bojleru k tepelnému čerpadlu JYTY 2x 1mm² [43]

6 Porovnání klasické a inteligentní elektroinstalace

6.1 Klasická elektroinstalace

Klasická elektroinstalace je prvotním a v současnosti také nejpoužívanějším systémem realizace elektroinstalací a to i přes skutečnost, že požadavky na vybavení objektů elektrickými přístroji a zařízeními se neustále zvyšují. Elektroinstalace provedená klasickým způsobem se skládá ze samostatných celků (okruhů) pro ovládání určitého spotřebiče či určité skupiny spotřebičů. [45]

Proč jsou tedy stále nejpoužívanějšími systémy pro realizaci elektroinstalací stále elektroinstalace prováděné klasickým způsobem? Hlavním důvodem je totiž přijatelnost pro širší okruh potenciálních zákazníků, konkrétně přijatelnost z hlediska pořizovacích nákladů a montážní náročnosti.

Výhody klasické elektroinstalace

- Ekonomická nenáročnost
- Jednoduchost montáže
- Dostupnost jednotlivých komponent
- Široká škála kvalitních realizačních firem

Nevýhody klasické elektroinstalace

- Nepřipravenost na inteligentní řízení
- Nepřehlednost rozvodu
- Nutnost stavebních úprav při modifikaci elektroinstalace [45]

6.2 Inteligentní elektroinstalace

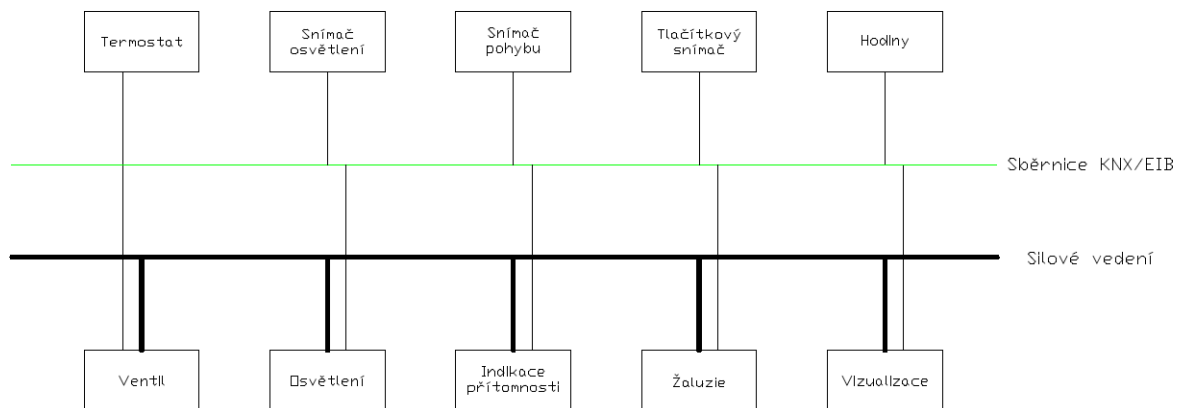
Inteligentní elektroinstalace tvoří nový směr realizace elektroinstalací, který v sobě zahrnuje komplexní řízení objektu s provázaností na všechny prvky instalované v daném objektu, které jsou napájené nebo řízené elektrickou energií. Inteligentní elektroinstalace se dají v zásadě rozdělit do dvou kategorií a to na inteligentní elektroinstalace ve sběrnicovém provedení a radiofrekvenční inteligentní elektroinstalace. Inteligentní elektroinstalace se primárně liší oproti klasické instalaci rozdělením funkce domovního spínače. V inteligentní elektroinstalaci je rozdělena funkce tohoto spínače do dvou přístrojů, které jsou mezi sebou propojeny pomocí datové sběrnice, pomocí které je realizována komunikace mezi těmito přístroji. [3, 46]

Senzory

Do kategorie senzorů patří tlačítkové spínače a čidla (např. snímač pohybu). Funkce senzorů je obdobná jako u tlačítek v klasické elektroinstalaci, s tím rozdílem že při stisku tlačítkového spínače, či reakci čidla v inteligentní elektroinstalaci dochází pouze k odeslání informace (zprávy) o předpokládané změně ovládaného spotřebiče.

Aktory

Aktor je řídicí jednotka přijímající zprávu od libovolného senzoru. Tato jednotka při vyslání informace od senzoru realizuje připojení daného spotřebiče ke zdroji energie. Používá se například pro spínání a stmívání osvětlení apod. [3, 46]



Obr.6.2-2 Topologie inteligentní elektroinstalace ve sběrnicovém provedení [47]

Výhody inteligentní elektroinstalace

- Připravenost na inteligentní řízení
- Přehlednost rozvodu
- Přizpůsobivost při modifikaci elektroinstalace
- Úspora nákladů na energii
- Komfort a pohodlí

Nevýhody inteligentní elektroinstalace

- Ekonomická náročnost
- Vysoké ceny elektroinstalačního materiálu
- Nedostatek kvalitních odborných montážních firem [45]

6.3 Návrh ekonomické bilance pro projekt inteligentní elektroinstalace

Elektroměrový rozvaděč a vedení od elektroměrového rozvaděče			
Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Elektroměrový rozvaděč ER 112	1	3 455,00	3 455,00
Digitální dvousazbový 3.f.elektroměr	1	4 392,00	4 392,00
Přijímač signálu HDO	1	1 788,00	1 788,00
3-pólový jistič 25 A, char.B	1	533,00	533,00
1-pólový jistič 6 A, char.B	1	135,00	135,00
Popis zboží	Délka v m	Kč s DPH / m	Celkem Kč s DPH / m
CYKY 5C x 10	15	115,00	1 725,00
CYKY 3C x 1,5	15	13,00	195,00
CY 6 z/ž	15	19,00	285,00
Celková cena s DPH			12 508,00

Bytový rozvaděč a výbava bytového rozvaděče			
Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Bytový rozvaděč	1	1 289,00	1 289,00
3-pólový jistič 20 A, char.B	1	533,00	533,00
3-pólový jistič 16 A, char.B	2	460,00	920,00
3-pólový jistič 16 A, char.C	1	450,00	450,00
1-pólový jistič 16 A, char.B	7	113,00	791,00
1-pólový jistič 10 A, char.B	3	125,00	375,00
1-pólový jistič 2 A, char.C	1	267,00	267,00
4-pólový proudový chránič 25 A /30mA	3	1 225,00	3 675,00
4-pólový instalační stykač, 40A	1	1 071,00	1 071,00
Řídicí modul Ego_n	1	9 160,00	9 160,00
Napájecí modul Ego_n	1	4 709,00	4 709,00
Spínací jednotka Ego_n 8x10 A	2	5 250,00	10 500,00
Stmívací jednotka Ego_n	1	6 527,00	6 527,00
Modulový stmívač Ego_n	4	3 380,00	13 520,00
Celková cena s DPH			53 787,00

Ekvipotenciální přípojnice a elektroinstalační materiál pro pospojování			
Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Ekvipotenciální přípojnice	1	118,00	118,00
Popis zboží	Délka v m	Kč s DPH / m	Celkem Kč s DPH / m
CY 6 z/ž	15	19,00	285,00
Celková cena s DPH			403,00

Elektroinstalační materiál pro světelné okruhy			
Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Tlač. snímač, jednonásobný Ego_n	8	1 425,00	11 400,00
Rámeček jednonásobného tlačítka	8	27,00	216,00
Ochranný kryt jednonásobného tlačítka	8	43,00	344,00
Tlač. snímač, dvojnásobný Ego_n	5	1 480,00	7 400,00
Rámeček dvojnásobného tlačítka	5	27,00	135,00
Ochranný kryt dvojnásobného tlačítka	5	56,00	280,00
RF ruční vysílač 4-kanálový Ego_n	1	1 550,00	1 550,00
RF dvoutlačítkový vypínač Ego_n	2	873,00	1 746,00
RF přijímač	1	5 180,00	5 180,00
Snímač pohybu Ego_n	4	2 190,00	8 760,00
Snímač pohybu, venkovní Ego_n	2	1 536,00	3 072,00
Elektroinstalační krabice	18	16,00	288,00
Sběrníkový konektor BUS	14	239,00	3 346,00
Modul binárních vstupů Ego_n	4	4 186,00	16 744,00
Ohebná PVC trubka 5m průměr 16 mm	1	32,00	32,00
Nástěnné venkovní svítidlo IP 44	2	1 620,00	3 240,00
Zářivkové svítidlo 2x18 W	4	634,00	2 536,00
Zářivkové svítidlo 2x36W	2	629,00	1 258,00
Kuchyňské zářivkové svítidlo 1x36 W	1	1 055,00	1 055,00
Stropní svítidlo - ložnice 1x24 W	2	2 633,00	5 266,00
Zářivkové svítidlo 4x24 W	2	4 600,00	9 200,00
Koupelnové stropní svítidlo 2x24 W	1	1 024,00	1 024,00
Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Sběrníkový kabel Ego_n 2x2x0,8 100m	1	2180,00	2 180,00
Popis zboží	Délka v m	Kč s DPH / m	Celkem Kč s DPH / m
CYKY 3C x 1,5	95	13,00	1 235,00
Celková cena s DPH			87 487,00

Elektroinstalační materiál pro 1.f. a 3.f. zásuvkové okruhy			
Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Zásuvka 16 A, 230 V	9	58,00	522,00
Dvojitá zásuvka 16 A, 230 V	10	79,00	790,00
Zásuvka 16 A, 230 V IP 44	1	92,00	92,00
Dvojitá zásuvka 16 A, 230 V IP 44	1	148,00	148,00
Elektroinstalační krabice KU 68	28	8,00	224,00
Krabicová svorkovnice	6	16,00	96,00
Elektroinstalační krabice protahovací	8	20,00	160,00
Popis zboží	Délka v m	Kč s DPH / m	Celkem Kč s DPH / m
CYKY 3C x 2,5	80	17,00	1 360,00

Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Třífázová zásuvka 16A, 400 V	1	135,00	135,00
Sporáková kombinace	2	323,00	646,00
Popis zboží	Délka v m	Kč s DPH / m	Celkem Kč s DPH / m
CYKY 5C x 4	7	48,00	336,00
CYKY 5C x 2,5	1	28,00	28,00
Celková cena s DPH			4 537,00

Elektroinstalační materiál pro sdělovací okruhy

Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Rozvaděč pro sdělovací okruhy	1	669,00	699,00
Dvojitá sdělovací zásuvka – internet	4	186,00	744,00
Jednoduchá zásuvka sdělovací – TV	1	108,00	108,00
Elektroinstalační krabice pro zásuvky	5	28,00	140,00
Ohebná PVC trubka průměr 16 mm 20m	1	92,00	92,00
Ohebná PVC trubka průměr 23 mm 5m	1	28,00	28,00
Domovní bezdrátový zvonek + tlač.	1	399,00	399,00
Bezdrátový požární autonomní hlásič	2	1 170,00	2 340,00
Popis zboží	Délka v m	Kč s DPH / m	Celkem Kč s DPH / m
SYKFY 2x2x 0,5	25	9,00	225,00
Koaxiální kabel 75 Ohm	8	10,00	80,00
Celková cena s DPH			4 855,00

Elektroinstalační materiál pro bleskosvod

Popis zboží	Počet kusů	Kč s DPH / ks	Celkem Kč s DPH / ks
Hlavní jímač (jímací tyč)	1	528,00	528,00
Pomocný jímač (jímací tyč)	2	135,00	270,00
Okapová svorka	2	47,00	94,00
Svorka MV (OS)	2	62,00	124,00
Podpěra jímacího vedení (hřebenová)	11	38,00	418,00
Podpěra jímacího vedení (střešní)	8	84,00	672,00
Podpěra jímacího vedení do zdi	4	147,00	588,00
Ochranný úhelník	2	148,00	296,00
Držák ochranného úhelníku	4	31,00	124,00
Zkušební svorka	2	32,00	64,00
Štítek svodu	2	6,00	12,00
Popis zboží	Délka v m	Kč s DPH / m	Celkem Kč s DPH / m
FeZn 8 mm	28	29,00	812,00
FeZn 10 mm	5	29,00	145,00
Zemnicí páska 30x4 mm	44	38,00	1 672,00
Celková cena s DPH			5 819,00

Celkové náklady na elektroinstalační materiál inteligentní elektroinstalace: 169 396 Kč

Ekonomická bilance pro projekt inteligentní elektroinstalace rodinného sídla byla navržena pro sběrníkový systém inteligentní elektroinstalace E-gon. Navrhovaná inteligentní elektroinstalace v sobě zahrnuje následující funkce:

- Spínání okruhů světelných spotřebičů
- Stmívání okruhů světelných spotřebičů
- Detekce pohybu ve vnitřních a venkovních prostorech

Pořizovací náklady na elektroinstalační materiál pro projekt elektroinstalace rodinného sídla realizovaného pomocí navrhované inteligentní elektroinstalace činí 169 396 Kč. Pořizovací náklady na elektroinstalační materiál pro projekt elektroinstalace rodinného sídla realizovaného pomocí klasické elektroinstalace činí 63 662 Kč.

Potenciální zákazník musí tedy při rozhodování o volbě provedení elektroinstalace jeho nemovitosti rozhodnout, zda upřednostní vyšší komfort (pohodlí) nebo nižší cenu.

Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo vypracování kompletního projektu elektroinstalace rodinného sídla klasickým způsobem.

V úvodním bodě této práce jsem definoval základní požadavky týkající se projektování elektrických instalací.

V následujících bodech této práce, vyjma bodu posledního jsou již uvedeny věci týkající se přímo projektu elektroinstalace rodinného sídla klasickým způsobem . V druhém bodě této práce jsem vypracoval technickou zprávu k tomuto projektu. V této zprávě jsou uvedeny identifikační a technické údaje týkající se projektovaného objektu.

V třetím bodě této práce jsem se zaměřil na provedení dimenzování a výpočtů týkající se hlavní přípojky objektu.

Ve čtvrtém bodě této práce je vypracována ekonomická bilance pro projekt elektroinstalace rodinného sídla klasickým způsobem.

V pátém bodě této práce jsem se zabýval návrhem vytápění objektu pomocí tepelného čerpadla. V tomto bodě jsou kromě vlastní návrhu uvedeny základní pojmy z oblasti tepelných čerpadel a také vypočteny pomocí kalkulačního programu tepelné ztráty projektovaného objektu.

Na závěr této práce jsem vypracoval porovnání klasické a inteligentní elektroinstalace z hlediska výhod a nevýhod. V tomto bodě je také vypracován návrh ekonomické bilance pro projekt elektroinstalace rodinného sídla realizované pomocí inteligentního sběrnicevého systému Ego-n.

Vypracováním této práce jsem získal základní znalosti týkající se projektování elektrických instalací. Dále jsem se zdokonalil ve tvorbě projektové dokumentace v programu progeCAD Professional, který mi byl poskytnut k projektování v rámci studia na ZČU FEL. Všechna projektová dokumentace týkající se této práce je uvedena v přílohách.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] MARTÍNEK, Zbyněk. *Přednášky z předmětu PIR*. Plzeň, 2013.
- [2] [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z:
<http://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-zakazniky/pripojzeni-zmena-odberneho-mista.html>
- [3] KRATOCHVÍL, Miroslav. *Návrh klasické elektroinstalace a inteligentní elektroinstalace sběrníkového typu v rodinném domě*. Plzeň, 2011. Bakalářská práce. Fakulta elektrotechnická ZČU. Vedoucí práce Martínek Zbyněk
- [4] [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z:
<http://www.ges.cz/en/cykylo-3jx2-5-GES06914981.html>
- [5] STEINER, František. *Přednášky z předmětu MZEK*. Plzeň, 2013.
- [6] TYRBACH, Jaromír. *Ochrana před nebezpečným dotykem živých a neživých částí* [online]. Ústí nad Labem, 2008 [cit. 2014-01-26] Dostupné z:
http://web.telecom.cz/tyrbach/OPND_zivych_i_nezivych.pdf
- [7] [online]. [cit. 2014-05-22]. Dostupné z:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Rozvad%C4%9B%C4%8D_%28elektrotechnika%29
- [8] [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z:
<http://www.elplast-kpz.cz/per-23f40-3.1.3-vestavna-3d>
- [9] ČSN 33 2130 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí: Vnitřní elektrické rozvody*. 2009.
- [10] BERKA, Štěpán. *Elektrotechnická schémata a zapojení 1: Základní prvky a obvody* [online]. 2. vyd. Praha, 2008 [cit. 2014-05-27]. ISBN 978-80-7300-239-8.
- [11] KUNC, Josef. *Elektroinstalace krok za krokem*. 1.vyd. Praha: Grada, 2003, 136 s. ISBN 80-247-0559-1.
- [12] [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z:
http://catalog9.obobettermann.com/catalogue/catalogue.do?favOid=vbs_8888888&act=showIO&lang=c&forward=showSystemView&catId=VBS
- [13] ČSN 33 2000-7-701 ed.2. *Elektrické instalace nízkého napětí: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou*. 2007.
- [14] [online]. [cit. 2014-05-22]. Dostupné z:
<http://www.infobydleni.cz/news/elektroinstalace-4-elektricke-rozvody-v-koupelne/>
- [15] ČSN EN 62305-1. *Ochrana před bleskem: Obecné principy*. 2006.
- [16] [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z:
<http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2006-01-24.6162030844>
- [17] [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z:
<http://elektrika.cz/data/clanky/dehn-tipy-a-triky-jak-uzemnit-hromosvod/view>
- [18] [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z:
<https://www.dehn-international.com/en/671/42828/Familie-html/42828/DEHNshield%C2%AE.html>
- [19] [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z:
http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99ep%C4%9B%C5%A5ov%C3%A1_ochrana
- [20] [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z:
http://www.eatonelektrotechnika.cz/produkty-domovni_instalace-instalacni_jistici_pristroje-svodice_prepeti
- [21] BEŠTA, M. *Přepětová ochrana* [online]. [cit. 2014-01-26] Dostupné z:
<http://www.mbest.cz/wp-content/uploads/2013/01/T1.6-P%C5%99ep%C4%9B%C5%A5ov%C3%A1-ochrana.pdf>
- [22] [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z:
<http://www.ceskestavby.cz/clanky/na-novou-strechu-novy-hromosvod-19324.html>
- [23] KLOR, Tomáš. *Cvičení z předmětu PIR*. Plzeň, 2013.
- [24] ČSN 33 3320. *Elektrotechnické předpisy: Elektrické přípojky*. 1996.
- [25] ČSN 33 2000-5-52 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí: Výběr a stavba elektrotechnických vedení*. 2012.
- [26] [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z:
http://www.sse-najizdarne.cz/dokumenty/50/csn_33_2130.pdf
- [27] ČSN 33 2000-7-701 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí: Prostory s vanou nebo sprchou*. 2007.
- [28] ČSN 34 2300. *Předpisy pro vnitřní rozvody sdělovacích vedení*. 1979.
- [29] ČSN 33 2000-4-43 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí: Ochrana před nadproudy*. 2011.
- [30] ČSN 33 2000-4-43 ed. 2. *Elektrotechnické zařízení: Opatření k ochraně proti nadproudům*. 1994.
- [31] ČSN 33 3015. *Elektrotechnické předpisy: Zásady dimenzování podle elektrodynamické a tepelné odolnosti při zkratech*. 1984.

- [32] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z:
<http://www.vytapeni.cz/kalkulacky/tepelne-ztraty>
- [33] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z:
<http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/25-venkovni-vypoctove-teploty-a-otopna-obdobi-dle-lokalit>
- [34] SRDEČNÝ, Karel a Jan TRUXA. *Tepelná čerpadla*. 1. vyd. Brno: ERA, 2005. ISBN 80-7366-031-8.
- [35] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z:
<http://www.enerfinplus.cz/clanky-ivt-greenline-c7he-stenovice.html>
- [36] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z:
<http://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>
- [37] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z:
<http://www.abeceda-cerpadel.cz/cz/topny-faktor-tepelneho-cerpadla>
- [38] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z:
<http://www.abeceda-cerpadel.cz/cz/princip-tepelneho-cerpadla>
- [39] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z:
<http://www.mastertherm.cz/princip-tepelneho-cerpadla>
- [40] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z:
<http://www.enerfinplus.cz/princip-tepelneho-cerpadla.html>
- [41] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z:
<http://vytapeni.tzb-info.cz/podlahove-vytapeni>
- [42] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z:
<http://www.tzb-info.cz/3442-podlahove-vytapeni-ii>
- [43] *Tepelná čerpadla IVT: Projekční podklady*. verze 6.1.
- [44] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z:
<http://panelovedomy.ekowatt.cz/tepla-voda/37-spotreba-tepla-na-ohrev-teple-vody>
- [45] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z:
<http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>
- [46] [online]. [cit. 2014-05-29]. Dostupné z:
http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=23204
- [47] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z:
<http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2005-09-28.0616279544>

Přílohy

Projekt klasické elektroinstalace

A-1	Projektová dokumentace světelných okruhů
A-2	Projektová dokumentace zásuvkových okruhů
A-3	Projektová dokumentace sdělovacích okruhů
A-4	Projektová dokumentace bleskosvodu
A-5	Projektová dokumentace bytového rozvaděče
A-6	Situační plán objektu
A-7	Schéma zapojení tepelného čerpadla