

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra elektroenergetiky a ekologie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Návrh elektroinstalace nízkoenergetického rodinného domu
(The proposal wiring system for low-energy family house)**

**vedoucí práce: Doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.
autor: Bc. Jaroslav Holý**

2012

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jaroslav HOLÝ**
Osobní číslo: **E10N0204P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Technická ekologie**
Název tématu: **Návrh elektroinstalace nízkoenergetického rodinného domu**
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

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

1. Navrhněte a dimenzujte hlavní přípojku pro napájení nízkoenergetického domu a vypracujte revizní a technickou zprávu.
2. Vypracujte kompletní elektroinstalaci nízkoenergetického rodinného domu včetně ochrany před bleskem při respektování platných norem ČSN IEC 62 305.
3. Popište jednotlivé funkční prvky elektroinstalace objektu a navrhněte možné varianty těchto prvků s ohledem na výslednou cenu elektroinstalace.
4. Navrhněte solární panely pro ohřev teplé užitkové vody a pro vytápění navrhněte tepelné čerpadlo a popište rekuperaci v daném objektu. Zhodnoťte, jakou měrou přispějí k ušetření energie.
5. Proveďte ekonomickou bilanci pro výše řešenou problematiku.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická


Seznam odborné literatury:

1. Martínek, Z., Doc. Ing. CSc. : Přednášky předmětu KEE/PIR, Plzeň, KEE, 2010
2. Kunc, J. : Stavíme - komfortní a úsporná elektroinstalace, Brno, ERA, 2002
3. Dvoráček, K. : Stavíme - správná a bezpečná elektroinstalace, Brno, ERA, 2001
4. Kunc, J. : Elektroinstalace - krok za krokem, Praha, Grada Publishing, 2003
5. Hála, P., Ing. a kol. : Vnitřní elektrické rozvody, Brno, EMT Brno, 1993
Kutác J., Ing., Meravý J., Ing., Ochrana před bleskem a přepětím z pohledu soudních znalců, Ostrava, SPBI, 2010
6. Dehn + Söhne, Lightning Protection Guide, 2. edice, 2. vydání, Neumarkt, Germany: Dehn + Söhne, 2007, ISBN 3-00-015975-4
7. www stránky firem Katalogové listy


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

Datum zadání diplomové práce: **17. října 2011**

Termín odevzdání diplomové práce: **11. května 2012**


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




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

V Plzni dne 17. října 2011

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá návrhem elektroinstalace nízkoenergetického rodinného domu. Výběrem vhodných solárních panelů pro ohřev teplé užitkové vody a tepelného čerpadla pro vytápění. Dále popisuje jednotlivé funkční prvky v daném objektu a uvádí ekonomickou bilanci navrhované elektroinstalace včetně použitých zařízení.

KLÍČOVÁ SLOVA

elektroinstalace, nízkoenergetický, rodinný dům

ABSTRACT

This diploma thesis describes the design of electrical installation of low-energy family house, and selects the appropriate solar panels for heating warm non-potable water and heat pumps for heating. This thesis also describes the various functional elements in the object and provides economic balance of the proposed electrical installation including used device.

KEY WORDS

wiring system, low-energy, family house

PROHLÁŠENÍ

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

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

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

V Plzni dne 9. května 2012

.....

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěl poděkovat mému vedoucímu diplomové práce panu Doc. Ing. Zbyňku Martínkovi, CSc. a konzultantovi Tomáši Strádalovi za ochotu, za konzultace, za cenné rady a připomínky při zpracování.

Rád bych také poděkoval všem ostatním, bez nichž by tato práce nevznikla.

OBSAH

SEZNAM UŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	10
0 ÚVOD.....	11
1 TECHNICKÁ ZPRÁVA, DIMENZOVÁNÍ A KONTROLY PŘÍPOJKY.....	12
1.1 Technická zpráva	12
1.1.1 Základní údaje	12
1.1.2 Způsob napájení, měření spotřeby a přívod k objektu.....	13
1.1.3 Jištění.....	13
1.1.4 Světelné a zásuvkové obvody	14
1.1.5 Ostatní obvody.....	14
1.1.6 Ohřev TUV a vytápění objektu.....	15
1.1.7 Sdělovací obvody (slaboproudá instalace).....	15
1.1.8 Ochrana před bleskem	16
1.2 Dimenzování a kontroly přípojky	16
1.2.1 Dimenzování kabelu hlavní přípojky objektu.....	16
1.2.2 Celkový proud přípojkou	17
1.2.3 Kontrola přípojky na úbytek napětí	18
1.2.4 Návrh jištění přípojky objektu.....	19
1.2.5 Zkratové parametry elektrického zařízení	20
1.2.6 Ekvivalentní oteplovací proud	24
1.2.7 Kontrola na minimální průřez	24
1.3 Revizní zpráva.....	26
2 ELEKTROINSTALACE A OCHRANA PŘED BLESKEM.....	33
2.1 Elektroinstalační návrh.....	33
2.2 Ochrana před bleskem.....	33
2.2.1 Vnější ochrana před bleskem.....	34
2.2.2 Vnitřní ochrana před bleskem.....	37
3 FUNKČNÍ PRVKY.....	38
3.1 Jistič.....	38
3.1.1 Typy jističů.....	38
3.2 Proudový chránič	39
3.2.1 Typy chráničů	40
3.3 Elektromechanický spínač	40
3.4 Termostat.....	41
3.5 Rozváděče a rozvodnice.....	42
3.6 Svodič přepětí.....	43
3.7 Elektronický zabezpečovací systém EZS.....	44
3.7.1 Akustické čidlo tříštění skla	45
3.7.2 Magnetický kontakt	46
3.7.3 Pasivní infračervené čidlo	47
3.8 Elektrická požární signalizace EPS.....	48
3.8.1 Detektor kouře a teploty	48
4 SOLÁRNÍ KOLEKTORY PRO TUV A TEPELNÉ ČERPADLO.....	50
4.1 Solární panely pro ohřev teplé užitkové vody.....	50
4.1.1 Plochý deskový kolektor se selektivní vrstvou	51
4.1.2 Vakuový trubicový kolektor	51
4.2 Návrh solárních kolektorů.....	53

4.2.1	<i>Specifikace plochého deskového kolektoru EKOSOLARIS EKOSTART THERMA Blue</i>	54
4.2.2	<i>Specifikace vakuového trubicového kolektoru (princip heat-pipe) VIESSMANN VITOSOL 300-T SP3A</i>	55
4.3	Tepelné čerpadlo pro vytápění objektu	57
4.3.1	<i>Tepelné čerpadlo na principu země/voda</i>	58
4.3.2	<i>Tepelné čerpadlo na principu vzduch/voda</i>	59
4.4	Návrh tepelného čerpadla	59
4.4.1	<i>Specifikace tepelného čerpadla země/voda NIBE F1145-6 PC s hlubinným vrtem</i>	60
4.4.2	<i>Specifikace tepelného čerpadla vzduch/voda NIBE F2025-6</i>	62
4.5	Navržení ohřívače vody v kombinaci se solárními kolektory	64
4.6	Rekuperace objektu	65
4.7	Příspěvek k úspoře energií vlivem navržených zařízení	65
5	EKONOMICKÁ BILANCE	67
5.1	Varianta 1	67
5.2	Varianta 2	72
6	ZÁVĚR	76
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	77
8	SEZNAM PŘÍLOH	80

SEZNAM UŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DR	<i>domovní rozvodnice</i>
EP	<i>ekvipotenciální pospojování</i>
EPS	<i>elektronický požární systém</i>
ER	<i>elektroměrový rozvaděč</i>
ET	<i>elektroměr</i>
EZS	<i>elektronický zabezpečovací systém</i>
GPRS	<i>general packet radio services</i>
GSM	<i>groupe spécial mobile</i>
HOP	<i>hlavní ochranná přípojnice</i>
HDO	<i>hromadné dálkové ovládání</i>
IR	<i>infračervená</i>
LAN	<i>local area network</i>
PCO	<i>pult centrální ochrany</i>
PIR	<i>passive infra red</i>
PS	<i>pojistková skříň</i>
RD	<i>rodinný dům</i>
SMS	<i>short message service</i>
T	<i>transformátor</i>
TČ	<i>tepelné čerpadlo</i>
TUV	<i>teplá užitková voda</i>

0 ÚVOD

V této diplomové práci se zabývám návrhem elektroinstalace pro nízkoenergetický rodinný dům. Volbou vhodného zařízení a elektroinstalačního materiálu při současném respektování nejnovějších platných norem ČSN. Výše uvedené téma jsem si vybral na základě zaměření svého studijního oboru a rovněž proto, že se o danou problematiku zajímám.

První kapitola představuje postup a výpočty při návrhu a dimenzování hlavní přípojky pro daný objekt. Výsledky těchto vztahů pak vedou ke konkrétnímu řešení provedení přípojky a zároveň určení velikosti hlavního jističe, od kterého se odvíjí měsíční paušální sazba. Součástí je i zpracovaná technická a revizní zpráva.

Následuje vypracování kompletní elektroinstalace objektu v počítačovém programu Autodesk AutoCAD 2010 a zabývám se návrhem ochrany před bleskem a to vše při dodržování platných norem ČSN IEC. K návrhu ochrany objektu před bleskem mi posloužil počítačový program od německé firmy DEHN + Söhne.

Třetí kapitola představuje jednotlivé funkční prvky elektroinstalace včetně přiblížení jejich principu. V současné době je vhodné elektroinstalační prvky rovnou komponovat v designérském studiu společně s použitým vybavením a barvou výmalby rodinného sídla.

Další kapitola se zabývá vypracováním ekonomické a dražší varianty tepelného čerpadla pro vytápění RD v kombinaci se solárními kolektory pro ohřev teplé užitkové vody. Popisuje principy plochého deskového a vakuového trubicového solárního kolektoru. Představuje navržená tepelná čerpadla se systémem vzduch/voda a země/voda, které využívá 100 metrový hlubinný vrt. U posledního zmíněného TČ se zaměřuji na popis možné rekuperace v daném objektu. V závěru této kapitoly nalezneme zhodnocení, jakou měrou výše zmíněná zařízení přispějí k úspoře energie.

Poslední kapitola se věnuje ekonomické bilanci výše řešených návrhů.

1 TECHNICKÁ ZPRÁVA, DIMENZOVÁNÍ A KONTROLY PŘÍPOJKY

1.1 Technická zpráva

Účelem této projektové dokumentace je vypracování zprávy pro jednogenerační „nízkoenergetický rodinný dům“ jejímž investorem jsou manželé Svatých. Obsahuje půdorysy, přípojky, instalace silnoproudu, slaboproudu, zabezpečovací techniky, bleskosvod a zapojení rozvodnic. RD bude postaven s ohledem na nízkoenergetický standard, což znamená, že bude zvýšený požadavek na tepelnou izolaci domu. Teplené ztráty budovy uvádí projektant stavební konstrukce 7 kW. Elektroinstalace smí provádět jen pracovník s požadovanou kvalifikací dle vyhlášky 50 sbírky 78.

1.1.1 Základní údaje

Stavba:	jednogenerační nízkoenergetický RD – 2 obytná podlaží
Místo stavby:	parcelní číslo 1000/1, katastrální území Nýřany
Stavební úřad:	Nýřany - Plzeň sever
Projektant:	Bc. Jaroslav Holý, E10N0204P, obor +TE
Datum zpracování:	květen 2012
Uživatel:	
Rozvodná síť:	3 + PEN, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C 3 + PE + N, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C-S
Stupeň elektrizace:	C
Instalovaný příkon:	$P_i = 42,05 \text{ kW}$ (respektivě 42,42 kW)
Součinitel soudobosti:	$\beta = 0,77$
Soudobý příkon:	pro F1145-6 PC $P_\beta = 32,378 \text{ kW}$ pro F2025-6 $P_\beta = 32,663 \text{ kW}$

1.1.2 Způsob napájení, měření spotřeby a přívod k objektu

Objekt se napájí z veřejné sítě kabelem AYKY-J 3x120+70 mm² uloženým v zemi, který vede do přípojkové skříně s pojistkovým spodkem o velikosti 00. Vedle PS je umístěn elektroměrový rozváděč (ER) plus HDO (hromadné dálkové ovládání), obojí je umístěno na hranici pozemku. Rozměr celku je 780x615x250 mm (ŠxVxH) a je určen do výklenku. Je veden pod obchodním označením N-C ES212+100/NVE8P a výrobcem je DCK Holoubkov Bohemia a.s.. Střed okénka elektroměru bude ve výšce 0,7 m nad definitivně upraveným povrchem a před ER musí být nejméně 0,8 m volného místa. Řádné umístění ukládá norma ČSN 35 7030.

Hlavní jištění bude provedeno pomocí výkonových pojistek 3x63 A. Odběr elektrické energie RD bude měřen trojfázovým dvojsazbovým elektroměrem. Před elektroměrem bude trojfázový jistič 50 A a před HDO bude jednofázový jistič 6 A. Oba jističe budou mít vypínací charakteristiku B. Tarif pro objekt je D56d (tepelné čerpadlo).

Hlavní přívod k objektu do domovní rozvodnice DR1 je proveden za pomoci kabelu CYKY 5Jx10 mm². Souběžně je veden kabel CYKY 3Jx1,5 mm² pro HDO. Tyto kabely jsou umístěny pod zemí v hloubce 0,7 metru v ochranné ohebné trubce o průměru 32 mm. Ty budou od sebe vzdáleny nejméně 50 mm. Parametry kladení kabelů je stanoveno normou ČSN 33 2000-5-52.

1.1.3 Jištění

Proti přetížení a zkratu je provedena ochrana příslušnými jističi osazenými v domovní rozvodnici označené DR1, DR2 a DR3 umístěné v objektu rodinného domu. Proti vzniku nebezpečného dotykového napětí na elektrických zařízeních je provedena ochrana samočinným odpojením od zdroje v síti TN a navíc je instalována doplňková ochrana pomocí proudového chrániče dle normy ČSN 33 2000-4-41 ed.2. Ochrana proti přepětí bude provedena příslušnými přístroji dle platných norem.

1.1.4 Světelné a zásuvkové obvody

Osvětlení místností bude převážně provedeno bodovými svítidly umístěnými v sádrokartonových deskách na stropě. Na schodišti a ve venkovních prostorách budou nástěnná jednoduchá svítidla s jednou žárovkou. Vývody pro klasická svítidla budou ukončeny svítidlovými svorkami se závěsnými háky. Ta budou podle povahy místností rozdělena do skupin samostatně, s mechanicky ovládanými vypínači případně přepínači. Jejich umístění se provede podle normy ČSN 33 2180 do výšky 1,05 metru nad konečnou výškou podlahy a to tak, aby nebyly zakryty dveřmi při otevření. Krytí svítidel a zásuvek bude odpovídat danému prostředí dle platné normy ČSN 33 2000-1 ed.2 a zároveň i podle ČSN 33 2000-5-51 ed.3.

Světelné obvody se provedou za pomoci kabelů CYKY 3Jx1,5 mm² uložených pod omítkou, v sádrokartonu a ve stropě. Kabely k vypínačům či přepínačům budou vedeny ve zdi pod omítkou, případně ve stropě. Počet žil obsažených v kabelu závisí na navrženém vypínači/přepínači. Označení kabelů je CYKY 2Ox1,5 mm², CYKY 3Ox1,5 mm² a CYKY 4Ox1,5 mm².

Počet zásuvkových vývodů je stanoven příslušnou normou na maximální počet deseti zásuvek v jednom zásuvkovém obvodu. Každý zásuvkový okruh je samostatně jištěn a před tímto jištěním je umístěn proudový chránič. Zásuvky se osadí alespoň do výšky 0,3 metru nad konečnou podlahu. V koupelně a kuchyni (pracovní deska) do výšky 1,2 metru nad podlahu a na hranu umývacího prostoru.

Zásuvkové obvody se provedou kabely CYKY 3Jx2,5 mm², CYKY 5Jx2,5 mm² a CYKY 5Jx4 mm² které budou umístěny pod omítkou a v sádrokartonu. U třífázových pevně připojených spotřebičů je ještě nezbytný vypínač.

1.1.5 Ostatní obvody

V kuchyni je navržen elektrický sporák, přívod je proveden kabelem CYKY 5Jx4 mm² ukončený sporákovou kombinací. Nad spotřebičem bude umístěn odsavač par a pachů napojený na zásuvkový okruh kuchyňské linky.

1.1.6 Ohřev TUV a vytápění objektu

Ohřev teplé užitkové vody v objektu bude proveden za pomoci solárních kolektorů umístěných na střeše rodinného domu. Zásobník TUV bude mít záložní topnou spirálu napojenou na elektrickou instalaci, aby byl vždy dostatek teplé vody i za nepříznivých podmínek, které mohou kdykoliv nastat. Spínání v případě potřeby bude provedeno za pomoci HDO (u tarifu D56d je 22h denně snížená sazba).

Objekt bude vytápěn pomocí TČ obsahující záložní elektrokotel, regulace je provedena pomocí prostorových termostatů od výrobce NIBE. Tepelné čerpadlo i elektrokotel jsou napojeny na domovní rozvodnici DR1 za pomoci kabelu CYKY 5Jx4 mm² a spínán signálem hromadného dálkového ovládání.

1.1.7 Sdělovací obvody (slaboproudá instalace)

Rozvod televizní antény a rádia bude proveden kabelem koaxial 75 ohmů. Vše bude ukončeno příslušnou zásuvkou. Zvonek bude napájen ze zvonkového transformátoru umístěného na liště v domovní rozvodnici DR1. Vedení zvonku je provedeno vodičem SYKFY 2x2x0,5 mm². Venku je uložen v ohebné ochranné trubce o průměru 32 mm pod zemí v hloubce 0,7 metru a vzdálen nejméně 0,15 m od silového vedení. Domovní telefon s videokamerou je umístěn v místnosti hned za vchodovými dveřmi do RD.

V technické místnosti bude umístěna centrála (rozvaděč) pro elektronický zabezpečovací systém (EZS) s elektronickým protipožárním systémem (EPS). Zabezpečení objektu je provedeno pomocí PIR čidel a magnetických kontaktů na dveřích a oknech. PIR čidla jsou umístěna tak, aby pokrývala svým vyzařovacím úhlem všechna okna a vchodové dveře. Kouřové čidlo EPS se nachází v kuchyni. Toto umístění je zvoleno záměrně, jelikož největší pravděpodobnost vzniku požáru je zde. Systém EPS i EZS je přes centrálu napojen na pult centrální ochrany (PCO) a zároveň pomocí GSM komunikátoru může posílat informační SMS majiteli RD, nechybí ani napojení na síť LAN. Vedení tažené mezi čidly a ústřednou bude realizováno pomocí kabelu SYKFY 3x2x0,5 mm², případně bezdrátově.

1.1.8 Ochrana před bleskem

Bleskosvod se provede dle normy ČSN EN 62 305, jako hřebenový s pomocnými jímači a čtyřmi svody ve všech rozích po obvodu RD. Svody jsou okapovými svorkami připevněny k okapům. Jímací a svodová vedení budou provedena drátem FeZn Ø8 mm a od zkušebních svorek. K základovému zemniči jsou vedeny drátem FeZn Ø10 mm. Svod musí být chráněn proti mechanickému poškození ocelovým úhelníkem či trubkou (v tomto případě se nejpravděpodobněji použije ochranný úhelník). Uzemnění se provede základovým zemničem FeZn 30x4, který je umístěn v základu po obvodu RD. Maximální zemní odpor musí být 10 Ω. Všechny spoje umístěné v zemi se musí ochránit proti korozi (nejčastěji asfaltovým nátěrem). Uzemnění musí být provedeno dle ČSN IEC 33 2000-5-54 ed.2.

1.2 Dimenzování a kontroly přípojky

Výpočtové zatížení přívodních vedení vychází z platné normy ČSN 33 2130 ed.2. Návrh průřezu přívodních vedení se řídí dle ČSN 33 2000-5-523 ed.2. Chránění pracovních vodičů proti nadproudům a přepětí se řídí normou ČSN 33 2000-4-43 ed.2. K výpočtu zkratových proudů se využívá metoda ekvivalentního napěťového zdroje v místě zkratu, dle normy ČSN EN 60909-0.

Celkové dimenzování přípojky provedeme 2 krát, jelikož máme měnící se celkový příkon vlivem odlišných typů TČ (jejich příkonů).

1.2.1 Dimenzování kabelu hlavní přípojky objektu

Vstupní data:

Součinitel soudobosti: $\beta = 0,77$

Celkový příkon: $P_i = 42,05 \text{ kW}$ (respektivě 42,42 kW)

Celkový soudobý instalovaný příkon:

$$P_{\beta} = P_i \cdot \beta \text{ [W]} \quad (1)$$

$$\text{pro NIBE F1145-6 PC} \quad P_{\beta} = P_i \cdot \beta = 42,05 \cdot 0,77 = 32,378 \text{ kW}$$

$$\text{pro NIBE F2025-6} \quad P_{\beta} = P_i \cdot \beta = 42,42 \cdot 0,77 = 32,663 \text{ kW}$$

$$\text{Sdružené napětí sítě:} \quad U_s = 400 \text{ V}$$

$$\text{Účinník:} \quad \cos \varphi = 0,98$$

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

Elektrický sporák s indukční varnou deskou	8.980 W	
Rychlovarná konvice	2.400 W	
Osvětlení	1.500 W	
Automatická pračka	2.000 W	
Myčka nádobí	2.200 W	
Lednice	360 W	
Vysavač	1.400 W	
Počítač (5x)	960 W	
Televize (5x)	500 W	
Ostatní	5.000 W	
Součet	25.300 W	
Princip TČ	země/voda	vzduch/voda
Tepelné čerpadlo	1.700 W	2.070 W
Elektrokotel (plynulá regulace)	9.000 W	9.000 W
Ohřev TUV	6.000 W	6.000 W
Oběhové čerpadlo (solární kolektory)	50 W	50 W
Součet	16.750 W	17.120 W
Celkový příkon	42.050 W	42.420 W

Tab. 1.1: Tabulka instalovaných spotřebičů včetně jejich příkonu.

1.2.2 Celkový proud přípojku

$$\text{Trojfázové vedení} \quad I_p = \frac{P_{\beta}}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \varphi} \text{ [A]} \quad (2)$$

$$\text{Pro NIBE F1145-6 PC} \quad I_p = \frac{32378}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,98} = 47,69 \text{ A}$$

$$\text{Pro NIBE 2025-6} \quad I_p = \frac{32663}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,98} = 48,10 \text{ A}$$

Kabel, jenž je níže zvolen musí mít jmenovitou proudovou zatížitelnost vyšší, než je I_{NJ} . Podle ČSN IEC 33 2000-5-523 ed.2 pro kabel CYKY uložený v zemi (způsob uložení D) při třech zatížených vodičích odpovídá určitý jmenovitý proud podle tabulky 1.2. Provozní teplota jádra pro tento kabel je $\nu_{DOV} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$. Základní teplota prostředí je $\nu_{zákl} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Průřez [mm^2]	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
Dovolená proudová zatížitelnost [A]	14,5	18	24	31	39	52	67	86	103

Tab. 1.2: Dovolená proudová zatížitelnost dle průřezu měděného vodiče. Způsob uložení D (v zemi), 3 zatížené vodiče – převzato z ČSN IEC 33 2000-5-523 ed.2.

Zvolený kabel CYKY 5Jx10 mm^2 má jmenovitý proud $I_{DOV} = 52\text{A}$. Nutná podmínka:

$$I_{DOV} > I_p \quad (3)$$

$$I_{DOV} = 52 \text{ A} > 47,69 \text{ A (respektivě 48,1 A)}$$

→ kabel CYKY 5Jx10 mm^2 VYHOVUJE.

1.2.3 Kontrola přípojky na úbytek napětí

Úbytek napětí od elektroměrového rozváděče k domovní rozvodnici DR1 nesmí přesáhnout 2% ze jmenovitého napětí U_s .

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

$$2 \% \text{ z } U_s = 8 \text{ V} \rightarrow \text{podmínka } \Delta U_s < 8 \text{ V}$$

$$\text{Konduktivita pro měď } \gamma_{Cu} = 56,06 \text{ S} \cdot \text{mm}^{-2}$$

$$\text{Kabel CYKY 5Jx10 } \text{mm}^2 \text{ o délce } l = 10 \text{ metrů a průřezu } S = 10 \text{ mm}^2$$

$$\Delta U = R \cdot I \cdot l \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot l \cdot \sin \varphi \quad (4)$$

$\sin \varphi$ se blíží k nule, tedy celý člen $(X \cdot I \cdot l \cdot \sin \varphi)$ můžeme zanedbat

$$\Delta U = \rho \cdot \frac{l}{S} \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (5)$$

$$I = \frac{P}{U} \quad (6)$$

$$U_s = 3^{\frac{1}{2}} \cdot U_f \quad (7)$$

tedy:

$$\Delta U_s = \frac{l \cdot P_\beta}{\gamma_{Cu} \cdot S \cdot U_s} [\text{V}] \quad (8)$$

$$\Delta U_s = \frac{10 \cdot 32378}{56,06 \cdot 10 \cdot 400} \text{ (respektivě } \frac{10 \cdot 32663}{56,06 \cdot 10 \cdot 400} \text{)}$$

$$\Delta U_s = 1,44 \text{ V (respektivě } 1,46 \text{ V)} < 8 \text{ V}$$

→ kabel CYKY 5Jx10 mm² VYHOVUJE.

1.2.4 Návrh jištění přípojky objektu

Při návrhu jištění přípojky jsem zvolil jako jisticí prvek jistič, který je umístěn před elektroměrem v elektroměrovém rozváděči ER. Tento hlavní jistič musí být schopen bezpečně vypnout jak zkratový proud, tak i nadproud. Podmínkou je:

$$I_{NJ} < I_{DOV} \quad (9)$$

$$I_{DOV} = 52 \text{ A viz tabulka 2.1}$$

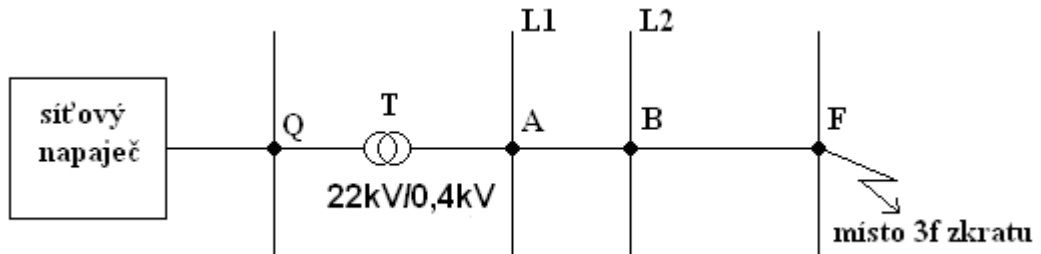
$$50 \text{ A} < 52 \text{ A}$$

Volím jistič 50 A/3 vypínací charakteristika B. Z této hodnoty se dále odvíjí připojovací poplatek a stálé platby za elektřinu.

Tento jistič splňuje podmínku, že jmenovitá hodnota jističe před elektroměrem musí být alespoň o jeden stupeň vyšší, než jmenovitá proudová hodnota za elektroměrem. Takto je splněna selektivita chránění.

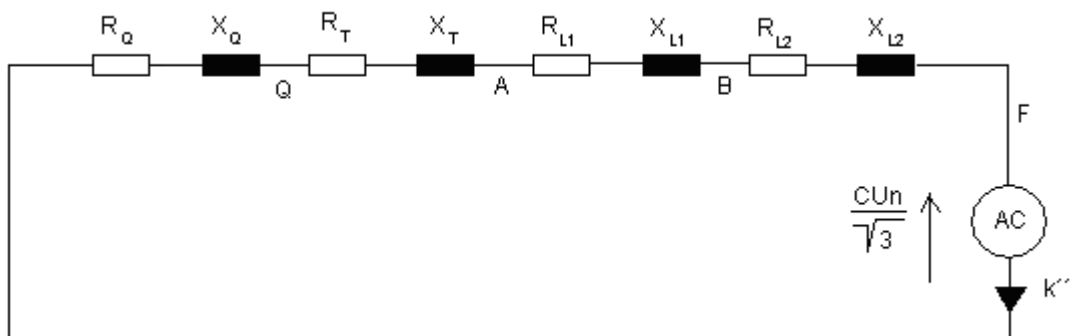
Při návrhu jmenovitých proudů pojistek před hlavním jističem umístěným v elektroměrové skříni vycházíme z podmínky, že tyto pojistky musí být minimálně o 1 stupeň vyšší, než je jmenovitá hodnota výše zmíněného jističe → a tedy $I_{NP} = 3 \cdot 63 \text{ A}$.

1.2.5 Zkratové parametry elektrického zařízení



Obr. 1.1: Schéma obvodu – převzato z [1].

V návrhu uvažuji souměrný třífázový zkrat, který zaujímá mezi zkraty zvláštní místo, neboť často vede k nejvyšším hodnotám předpokládaného zkratového proudu.



Obr. 1.2: Náhradní schéma obvodu – převzato z [1].

1.2.5.1 Síťový napáječ

Jelikož v tomto případě se zkrat nachází v síti NN na straně nižšího napětí transformátoru, který je napájen ze sítě VN a je znám pouze zkratový výkon $S_{kQ''}$ (= 25 MVA) v bodě připojení napáječe, pak:

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_1^2}{S_{kQ''} \cdot t_R^2} [\Omega] \quad (10)$$

t_R – převod transformátoru

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

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

$$t_R = \frac{U_1}{U_2} [-] \quad (11)$$

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

- Konstanta c zahrnuje
- kolísání napětí v závislosti na čase
 - přepínání odboček transformátoru
 - zanedbání zátěže a kapacity reaktancí
 - respektuje chování generátoru a motoru v přechodovém stavu
 - pro elektrickou soustavu uvažujeme $c = 1,1$

Dosadíme-li do rovnice 10, dostaneme $Z_Q = \frac{1,1 \cdot 22000^2}{25000000 \cdot 55^2} = 7,04 \text{ m}\Omega$

Na vedení je X_Q a R_Q v poměru 10/1, tedy:

$$X_Q = 0,995 \cdot Z_Q [\Omega] \quad (12)$$

$$X_Q = 0,995 \cdot 7,04 = 7,005 \text{ m}\Omega$$

$$Z_Q = \sqrt{R_Q^2 + X_Q^2} [\Omega] \quad (13)$$

Z rovnice 13 pak vyplývá $R_Q^2 = Z_Q^2 - X_Q^2 [\Omega]$ (14)

Z rovnice 14 pak si pak vyjádříme $R_Q = \sqrt{Z_Q^2 - X_Q^2} [\Omega]$ (15)

$$R_Q = \sqrt{7,04^2 - 7,005^2} = 0,7 \text{ m}\Omega$$

1.2.5.2 Transformátor

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

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

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

$$u_{kR\%} = 6 \% - \text{napětí nakrátko}$$

$$u_{RR\%} = 3,2 \% - \text{ohmická složka } u_{kR}$$

Sousledná zkratová impedance: $Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2}$ (16)

$$Z_T = \frac{u_{kR}}{100} \cdot \frac{U_2^2}{S_{RT}} [\Omega] \quad (17)$$

$$Z_T = \frac{6}{100} \cdot \frac{400^2}{400000} = 24 \text{ m}\Omega$$

$$R_T = \frac{u_{RR}}{100} \cdot \frac{U_2^2}{S_{RT}} [\Omega] \quad (18)$$

$$R_T = \frac{3,2}{100} \cdot \frac{400^2}{400000} = 12,8 \text{ m}\Omega$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} [\Omega] \quad (19)$$

$$X_T = \sqrt{24^2 - 12,8^2} = 20,3 \text{ m}\Omega$$

1.2.5.3 Kabelová vedení

Kabel L1: AYKY-J 3x120+70 mm²

$$l_{L1} = 650 \text{ m}$$

$$R_{L1}' = 253,3 \text{ m}\Omega \cdot \text{km}^{-1}$$

$$X_{L1}' = 75,4 \text{ m}\Omega \cdot \text{km}^{-1}$$

Celkový činný odpor kabelu L1:

$$R_{L1} = R_{L1}' \cdot l_{L1} [\Omega] \quad (20)$$

$$R_{L1} = 442,3 \cdot 0,65 = 164,645 \text{ m}\Omega$$

Celková reaktance kabelu L1:

$$X_{L1} = X_{L1}' \cdot l_{L1} [\Omega] \quad (21)$$

$$X_{L1} = 74,5 \cdot 0,65 = 48,425 \text{ m}\Omega$$

Sousledná zkratová impedance kabelu L1:

$$Z_{L1} = \sqrt{R_{L1}^2 + X_{L1}^2} [\Omega] \quad (22)$$

$$Z_{L1} = \sqrt{164,645^2 + 48,425^2} = 171,618 \text{ m}\Omega$$

Obdobně pak pro kabel L2:

Kabel L2: CYKY 5Jx10 mm²

$$l_{L2} = 10 \text{ m}$$

$$R_{L2}' = 1830 \text{ m}\Omega \cdot \text{km}^{-1}$$

$$X_{L2}' = 106,8 \text{ m}\Omega \cdot \text{km}^{-1}$$

Celkový činný odpor kabelu L2:

$$R_{L2} = R_{L2}' \cdot l_{L2} [\Omega] \quad (23)$$

$$R_{L2} = 183 \cdot 0,01 = 18,3 \text{ m}\Omega$$

Celková reaktance kabelu L1:

$$X_{L2} = X_{L2}' \cdot l_{L2} [\Omega] \quad (24)$$

$$X_{L2} = 106,8 \cdot 0,01 = 1,07 \text{ m}\Omega$$

Sousledná zkratová impedance kabelu L2:

$$Z_{L2} = \sqrt{R_{L2}^2 + X_{L2}^2} [\Omega] \quad (25)$$

$$Z_{L1} = \sqrt{18,3^2 + 1,07^2} = 18,331 \text{ m}\Omega$$

1.2.5.4 Impedance celé zkratové smyčky

$$Z_K = Z_S + Z_T + Z_{L1} + Z_{L2} [\Omega] \quad (26)$$

$$Z_K = 0,7 + 20,3 + 171,618 + 18,331 = 210,949 \text{ m}\Omega$$

1.2.5.5 Zkratový proud

Je použita metoda výpočtu pro souměrné zkraty. Jedná se o efektivní hodnotu střídavé složky zkratového proudu v souladu s obrázkem, pak lze třířázový, počáteční, rázový, zkratový proud vypočítat jako:

konstanta sítě $c = 1,1$

$$I_K'' = \frac{c \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_K} [\text{A}] \quad (27)$$

$$I_K'' = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 0,210949} = 1204 \text{ A} = 1,204 \text{ kA}$$

1.2.6 Ekvivalentní oteplovací proud

$$I_{kE} = k_E \cdot I_k'' \text{ [A]} \quad (28)$$

Určíme k_E z normy ČSN 33 3015, a to ze závislosti na délce trvání zkratu t_k . Ten uvažujeme pro nejhorší případ $\rightarrow t_k = 1 \text{ s} \rightarrow k_E = 1$

$$I_{kE} = 1 \cdot 1,204 = 1,204 \text{ kA}$$

1.2.7 Kontrola na minimální průřez

$$S \geq S_{min} \quad (29)$$

$$S_{min} = \frac{I_{kE} \cdot \sqrt{t_k}}{k} \text{ [mm}^2\text{]} \quad (30)$$

Pro izolaci z PVC:

$\vartheta_1 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ nesmí být překročena při normálním provozu

$\vartheta_K = 250 \text{ }^\circ\text{C}$ nikdy nesmí být překročena z důvodu poškození izolace

Podle normy ČSN 33 3015 určíme K , to se volí podle dovolené provozní teploty daného vodiče a to před zkratem a podle maximální dovolené teploty po zkratu.

$$K = \sqrt{\frac{c_{p0} \cdot (\vartheta_F + 20)}{\rho_{20}} \cdot \ln \frac{\vartheta_F + \vartheta_K}{\vartheta_F + \vartheta_1}} \text{ [-]} \quad (31)$$

Ostatní neznámé zjistíme z níže umístěné tabulky 1.3.

	Význam	Dosazovaná velikost
ϑ_F	Fiktivní teplota vodiče	Cu – 234,5 °C
	Teplotní rozdíl potřebný ke změně měrného odporu vodiče o jeden stupeň	Al – 228,0 °C Fe – 222,0 °C
ϑ_1	Teplota vodiče bezprostředně před vznikem zkratu	Maximální TRVALE dovolená teplota izolace
ϑ_K	Teplota vodiče v době vypnutí zkratu	Maximální KRÁTKODOBĚ dovolená teplota izolace
	$c_{V0} [J/cm^3 \cdot K]$ $[J/mm^2 \cdot m \cdot K]$	$\rho_{20} [\mu \cdot \Omega \cdot m]$ $[\Omega \cdot mm^2 / m]$
Cu	3.500	0.0179
Al	2.417	0.0294
Fe	3.770	0.1430

Tab. 1.3: Proměnné potřebné pro dosažení do rovnice – převzato z ČSN 33 3015.

$$\text{Dosadíme do rovnice 31 a získáme } K = \sqrt{\frac{3,5 \cdot (234,5 + 20)}{0,0179}} \cdot \ln \frac{234,5 + 250}{234,5 + 70} = 152,0$$

$$\text{Dále dosadíme do rovnice 30 a dostáváme } s_{min} = \frac{I_{kE} \cdot \sqrt{t_k}}{K} = \frac{1204 \cdot \sqrt{1}}{152} = 7,92 \text{ mm}^2$$

Nakonec provedeme kontrolu podmínky dosazením do vztahu 29 a zjišťujeme
 $7,92 \text{ mm}^2 < 10 \text{ mm}^2$

Navržený kabel CYKY 5Jx10 mm² splňuje dané podmínky, a tedy VYHOVUJE.



Obr. 1.3: Kabel CYKY v provedení 5J – převzato z [2].

1.3 Revizní zpráva

zpráva č.: 1/5/012		
<u>ZPRÁVA O VÝCHOZÍ REVIZI ELEKTRICKÉHO ZAŘÍZENÍ</u>		
Objekt: Novostavba RD parcelní číslo 1000/1, katastrální území Nýřany		
Podle: ČSN 33 2000-6, ČSN EN 50131 ed.2, ČSN CLC/ 50136-4, ČSN EN 50136-1, ČSN 33 1500,		
Adresa objektu revize: Nýřany		
Revize:	úplná	Revizní technik: Bc. Jaroslav Holý Adresa: Ev. číslo:
výchozí	Datum revize: 1. 5. 2012	
Investor:		
Zdroje elektrického proudu: Ze sítě 3x230/400V 50 Hz: 400V 3+PE+N. Ochrana samočinným odpojením od zdroje v síti TN-C-S Proudový chránič: In = 0,03 A		
Připojené zařízení: Rodinný dům Celkový příkon: do 50 kW		
Použité měřicí přístroje a pomůcky: Izolační odpory – EUROTTEST MI 2086S5 výrobní číslo 1111111 Měření impedance – EUROTTEST MI 2086S5 výrobní číslo 1111111 Měření zemních odporů – EUROTTEST MI 2086S5 výrobní číslo 1111111 Kalibrace přístroje: 2010		
Celkový posudek: Zařízení a příslušenství je ve shodě se zadáním a vykazuje požadované vlastnosti. Z hlediska bezpečnosti odpovídá příslušným normám. Datum zpracování: 1. 5. 2012		
Razítko a podpis revizního technika		
Stanovení termínu další revize: 5/2017		
Počet vyhotovení: -4- Zpráva obsahuje: 5 stran Počet příloh: -0-	Rozdělovník: 1x revizní technik 2x provozovatel 1x montážní organizace	
Revizní zprávu převzal dne: Jméno: Podpis:		

Revidovaný objekt: Novostavba RD, parcelní číslo 1000/1, katastrální území Nýřany
 Revizní technik: Bc. Jaroslav Holý

číslo	Místnost, (proudový obvod), prostředí, druh vedení, popis zařízení, popis závady, návrh na způsob odstranění, lhůta apod.	izolační odpor [MΩ]	ochrana před dotykem [Ω]
1.	<p>Popis zařízení: Předmětem revize je elektroinstalace v nízkoenergetickém RD, postaveného z přesných tvárnic YTONG XELLA. Elektroinstalace je vedena ve zdi a pod sádkartonem v obytných místnostech kabely CYKY . Napájecí soustava 3+PE+N, 400V, 50Hz, TN-C-S.</p> <p>2. Dokumentace: projekt elektroinstalace – Bc. Jaroslav Holý 01/2012</p> <p>3. Zjištění: Zařízení je napájeno z elektroměrového rozváděče ER osazeného ve sloupku v oplocení. Hlavní jistič před elektroměrem 50A/3. Připojení k distribuční síti na základě „Stanovisko k žádosti“ Elektroměrový rozváděč není předmětem této revize. Vývod z ER k domovní rozvodnici je proveden kabelem CYKY 5Jx10 mm² uloženým v zemi. Souběžně vede ovládací kabel od HDO ke stykači TČ a ohříváči vody. Okruhové rozvodnice jsou plastové rozvaděče, DR1 je v technické místnosti (za vchodovými dveřmi vlevo), DR2 je umístěna na chodbě a DR3 se nachází v nadzemním patře též na chodbě. V DR1 je ukončen přívod od ER. Neživé části jsou chráněny samočinným odpojením od zdroje. Dům je koncipován jako nízkoenergetický a vytápěn je kombinací tepelného čerpadla. Ochrana před úrazem elektrickým proudem je řešena odpojením od zdroje v síti TN-C-S v souladu s ČSN 33 2000-4-41 ed.2 včetně ochrany pospojováním. Ochrana je posílena proudovými chrániči s vybavovacím proudem 30 mA, které jsou předřazeny před okruhy. Vnější vlivy: s ohledem na využití prostoru z hlediska úrazu elektrickým proudem se jedná o prostředí normální bez požáru a výbuchu - ve smyslu ČSN 33 2000-3 ed.2.</p>		
4.	<p>Okruhový rozvaděč DR1: EATON - 48 pozic. IP 65 Umístěná v technické místnosti v přízemí. Přívod od ER CYKY 5J x 10 mm². Přívod od HDO CYKY 3J x 1,5 mm². <i>1. řada</i> 1. Jistič EATON 40 A/3/B PL7 – napájení domovní rozvodnice DR2 – kabel CYKY 5J x 6 mm². 2. Čtyřpólový chránič EATON 25 A/3 PL7 – chrání obvod Z1 – elektrokotel + tepelné čerpadlo. 3. Jistič EATON 20 A/3/B PL7 – obvod Z1 – elektrokotel + tepelné čerpadlo – kabel CYKY 5J x 4 mm².</p>		

Revidovaný objekt: Novostavba RD, parcelní číslo 1000/1, katastrální území Nýřany
 Revizní technik: Bc. Jaroslav Holý

číslo	Místnost, (proudový obvod), prostředí, druh vedení, popis zařízení, popis závady, návrh na způsob odstranění, lhůta apod.	izolační odpor [MΩ]	ochrana před dotykem [Ω]
5.	<p><u>Domovní rozvodnice DR1 pokračování</u></p> <p>4. Trojpólový stykač KM1 EATON – ovládá obvod Z1. 5. Trojpólový stykač KM2 EATON – ovládá obvod TUV.</p> <p><i>2. řada</i></p> <p>1. Čtyřpólový chránič EATON 25 A/3 PL7 – chrání ostatní obvody. 2. Čtyřpólový chránič EATON 25 A/3 PL7 – chrání obvod TUV. 3. Jistič EATON 16 A/3/B PL7 – obvod TUV – kabel CYKY 5J x 2,5 mm². 4. Jistič EATON 4 A/1/C PL7 – jištění stykače KM1. 5. Jistič EATON 4 A/1/C PL7 – jištění stykače KM2. 6. Jistič EATON 6 A/1/B PL7 – jištění ústředny zabezpečovacího systému – kabel CYKY 3J x 1,5 mm².</p> <p><i>3. řada</i></p> <p>1. Jistič EATON 16 A/1/B PL7 – zásuvkový okruh Z2 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm². 2. Jistič EATON 16 A/1/B PL7 – zásuvkový okruh Z3 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm². 3. Jistič EATON 16 A/1/B PL7 – zásuvkový okruh Z4 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm². 4. Jistič EATON 2 A/1/C PL7 – jištění zvonkového transformátoru. 5. Zvonkový transformátor EATON TR-G3/8 – napájení zvonkového komunikátoru – kabel CYKY 20 x 1,5 mm². 6. Kombinovaný svodič přepětí typ 1 DEHN+Söhne DV M TNS 255.</p>		
6.	<p><u>Domovní rozvodnice DR2</u></p> <p>EATON -36 pozic. IP 40 Umístněná na chodbě v přízemí. Přívod od DR1 CYKY 5J x 6 mm²</p> <p><i>1. řada</i></p> <p>1. Čtyřpólový chránič EATON 25 A/3 PL7 – chrání obvody Z5 až Z12 v této rozvodnici. 2. Čtyřpólový chránič EATON 25 A/3 PL7 – chrání obvody Z13 a S1 až S16 v této rozvodnici. 3. Čtyřpólový chránič EATON 25 A/3 PL7 – chrání elektrický sporák.</p> <p><i>2. řada</i></p> <p>1. Jistič EATON 32 A/3/B PL7 – napájení domovní rozvodnice DR3 – kabel CYKY 5J x 6 mm². 2. Jistič EATON 20 A/3/B PL7 – elektrický sporák - kabel CYKY 5J x 4 mm². 3. Jistič EATON 16 A/1/B PL7 – zásuvkový okruh Z5 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm². 4. Jistič EATON 16 A/1/B PL7 – zásuvkový okruh Z6 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm².</p>		

7.	<p><u>Domovní rozvodnice DR1 pokračování</u></p> <p>5. Jistič EATON 16 A/1/B PL7 – zásuvkový okruh Z7 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm².</p> <p>6. Jistič EATON 16 A/1/B PL7 – zásuvkový okruh Z8 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm².</p> <p>7. Jistič EATON 16 A/1/B PL7 – zásuvkový okruh Z9 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm².</p> <p>8. Jistič EATON 16 A/1/B PL7 – zásuvkový okruhu Z10 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm².</p> <p>3. řada</p> <p>8. Jistič EATON 16 A/1/B PL7 – zásuvkový okruhu Z11 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm².</p> <p>8. Jistič EATON 16 A/1/B PL7 – zásuvkový okruhu Z12 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm².</p> <p>8. Jistič EATON 16 A/1/B PL7 – zásuvkový okruhu Z13 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm².</p> <p>8. Jistič EATON 6 A/1/B PL7 – světelný okruhu S1 a S2 – kabel CYKY 3J x 1,5 mm².</p> <p>8. Jistič EATON 6 A/1/B PL7 – světelný okruhu S10, S11 a S12 – kabel CYKY 3J x 1,5 mm².</p> <p>8. Jistič EATON 6 A/1/B PL7 – světelný okruhu S5, S6 a S9 – kabel CYKY 3J x 1,5 mm².</p> <p>8. Jistič EATON 6 A/1/B PL7 – světelný okruhu S3 a S4 – kabel CYKY 3J x 1,5 mm².</p> <p>8. Jistič EATON 6 A/1/B PL7 – světelný okruhu S7 a S8 – kabel CYKY 3J x 1,5 mm².</p> <p>8. Jistič EATON 6 A/1/B PL7 – světelný okruhu S14 a S15 – kabel CYKY 3J x 1,5 mm².</p> <p>8. Jistič EATON 6 A/1/B PL7 – světelný okruhu S13 a S16 – kabel CYKY 3J x 1,5 mm².</p>		
8.	<p><u>Domovní rozvodnice RD3:</u></p> <p>EATON -18 pozic. IP 40</p> <p>Umístněná na chodbě v horním patře.</p> <p>Přívod od DR2 CYKY 5J x 6 mm²</p> <p>1. řada</p> <p>1. Čtyřpólový chránič EATON 25 A/3 PL7 – chrání obvody v této rozvodnici.</p> <p>2. Jistič EATON 16 A/1 PL7 – zásuvkový okruh Z16 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm².</p> <p>3. Jistič EATON 16 A/1 PL7 – zásuvkový okruh Z18 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm².</p> <p>4. Jistič EATON 16 A/1 PL7 – zásuvkový okruh Z19 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm².</p> <p>5. Jistič EATON 16 A/1 PL7 – zásuvkový okruh Z14 a Z15 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm².</p> <p>6. Jistič EATON 16 A/1 PL7 – zásuvkový okruh Z17 a Z17 – kabel CYKY 3J x 2,5 mm².</p>		

Revidovaný objekt: Novostavba RD, parcelní číslo 1000/1, katastrální území Nýřany
 Revizní technik: Bc. Jaroslav Holý

číslo	Místnost, (proudový obvod), prostředí, druh vedení, popis zařízení, popis závady, návrh na způsob odstranění, lhůta apod.	izolační odpor [MΩ]	ochrana před dotykem [Ω]
9.	<p>Domovní rozvodnice RD3 pokračování</p> <p>7. Jistič EATON 6 A/1/B PL7 – světelný okruh S17 – kabel CYKY 3J x 1,5 mm².</p> <p>8. Jistič EATON 6 A/1/B PL7 – světelný okruh S18 a S19 – kabel CYKY 3J x 1,5 mm².</p> <p>9. Jistič EATON 6 A/1/B PL7 – světelný okruh S20 a S21 – kabel CYKY 3J x 1,5 mm².</p> <p>10. Jistič EATON 6 A/1/B PL7 – světelný okruh S22 – kabel CYKY 3J x 1,5 mm².</p> <p>11. Jistič EATON 6 A/1/B PL7 – světelný okruh S23, S24 a S25 – kabel CYKY 3J x 1,5 mm².</p>		
10.	<p>Měření: nepřesáhla tyto hodnoty:</p> <p>impedance smyčky:</p> <p>izolační stav:</p> <p>přechodový odpor ochranných vodičů:</p> <p>uzemnění – odpor:</p>	> 180	3x0,3- 0,6 0,05 2,2
11.	<p>Zhodnocení:</p> <p>a) Naměřené hodnoty izolačních odporů vyhovují, protože jsou ve všech případech větší než 0,5 MΩ.</p> <p>b) Naměřené impedance smyček uváděné v revizní zprávě jsou vyhovující a tudíž korespondují s dimenzemi předřazených jisticích prvků a zajišťují tak požadavky na ochranu samočinným odpojením od zdroje v předepsané době podle normy ČSN 33 2000-4-41 ed.2.</p> <p>Zařízení je schopné bezpečného a spolehlivého provozu.</p> <p>Vypracováno 1. 5. 2012</p>		

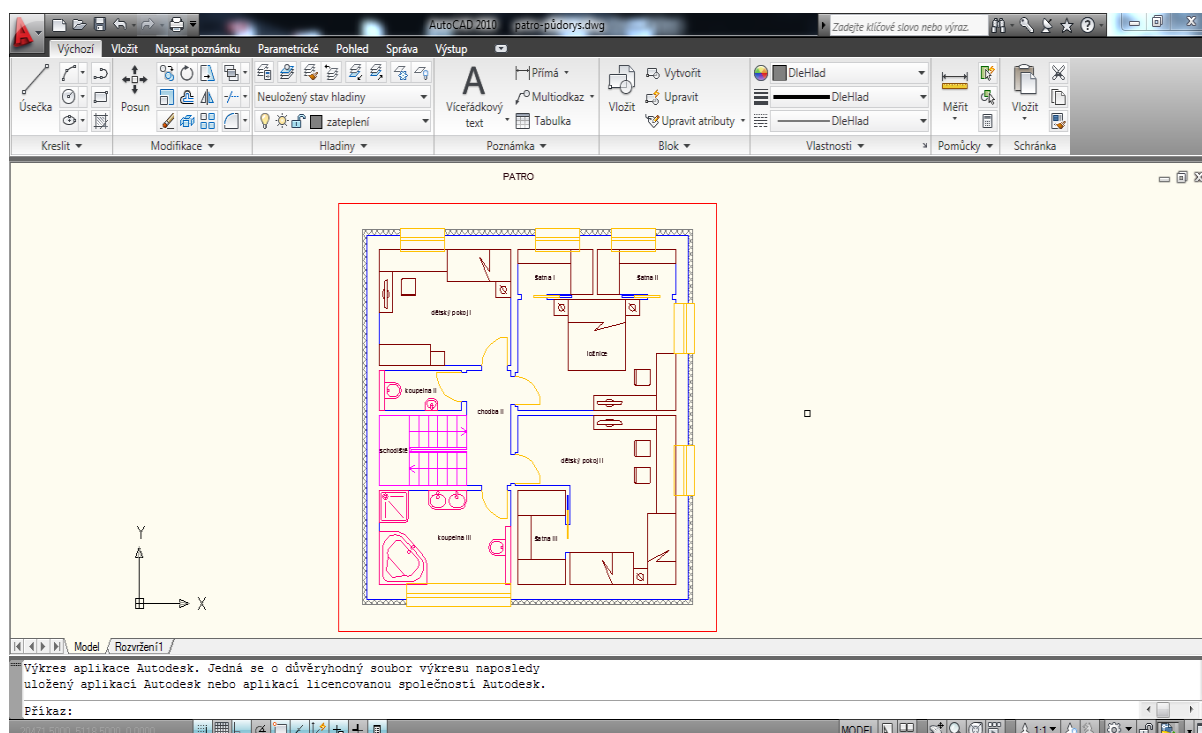
zpráva č.: 2/5/012		
<u>ZPRÁVA O REVIZI BLESKOSVODU</u>		
Objekt: Novostavba RD parcelní číslo 1000/1, katastrální území Nýřany		
Podle: ČSN EN 62 305, ČSN 33 2000-5-54 ed.2		
Adresa objektu revize: Nýřany		
Revize:	úplná	Revizní technik: Bc. Jaroslav Holý
bleskosvod	Datum revize: 5. 5. 2012	Adresa: Ev. číslo:
Investor:		
Počasí a půda: Počasí v posledních třech dnech: <u>polojasno, přeháňky 14 °C</u> Okolní půda: <u>hlinitokamenitá</u>		
Připojené zařízení: Rodinný dům Celkový příkon: do 50 kW		
Použité měřicí přístroje a pomůcky: Měření zemních odporů – EUROTEST MI 2086S5 výrobní číslo 1111111 Kalibrace přístroje: 2010		
Celkový posudek: Bleskosvodní zařízení objektu vyhovuje požadavkům ČSN EN 62 305 a je schopné bezpečného provozu. Datum zpracování: 5. 5. 2012		
Razítko a podpis revizního technika		
Stanovení termínu další revize: 5/2016		
Počet vyhotovení: -4- Zpráva obsahuje: 2 strany Počet příloh: -0-	Rozdělovník: 1x revizní technik 2x provozovatel 1x montážní organizace	
Revizní zprávu převzal dne: Jméno: Podpis:		

číslo	Druh objektu, stavební materiál, krytina, popis hromosvodu, větší kovové hmoty, způsob uzemnění, zjištěné závady	Počet		Svody, materiál, Ø	Zemnič	
		jímačů	svodů		číslo	odpor [Ω]
	RD, YTONG XELLA, TONDACH, 4 svody, základový zemnič, závady 0					
	<p><u>Popis zařízení:</u></p> <p>Jedná se o 2 podlažní obytnou zděnou budovu.</p> <p>střecha – stanová krytina – pálené tašky Tondach</p> <p>Jímací soustava – vodič na podpěrách, 3x jímač strojený.</p> <p>Materiál: FeZn Zemní soustavu tvoří pásek FeZn 30x4 uložený v zemi v základech. Použité materiály jsou standardní, odpovídající ČSN EN 62 305.</p> <p>Jímače strojené:</p> <p>Svody:</p> <p>Zemniče: č. 1 – zemní pásek č. 2 – zemní pásek č. 3 – zemní pásek č. 4 – zemní pásek</p> <p>Revidované hromosvodní zařízení je schopné bezpečného provozu ve smyslu ČSN EN 62 305.</p> <p>Vypracováno: 5. 5. 2012</p>	3	4	FeZn Ø 8mm	1 2 3 4	6,7 6,5 6,7 6,6

2 ELEKTROINSTALACE A OCHRANA PŘED BLESKEM

2.1 Elektroinstalační návrh

Kompletní vypracovanou elektroinstalaci nízkoenergetického rodinného domu včetně zapojení domovních rozvodnic najdeme na konci této diplomové práce v přílohách. Návrh jsem prováděl dle platných norem a za pomoci počítačového programu Autodesk AutoCAD 2010.



Obr. 2.1: Ukázka uživatelského prostředí v programu Autodesk AutoCAD 2010.

2.2 Ochrana před bleskem

Zřizujeme ji na objektech nebo zařízeních, abychom ochránili životy lidí, zvířat a majetek před úderem blesku. K návrhu ochrany objektu před bleskem mi posloužil počítačový program od německé firmy DEHN + Söhne, který současně respektuje platné normy ČSN.

2.2.1 Vnější ochrana před bleskem

Úkolem této ochrany je zachytit všechny údery blesku, které směřují do stavebního objektu. Svést je od místa úderu cestou až do země, kde se následně rozptýlí. Toto se musí odehrát bez poškození chráněného objektu vlivem tepelných, mechanických nebo elektrických účinků atmosférického výboje. Je očekávána dostatečná účinná ochrana před úderem blesku směřovaným do střechy, ale i do bočních stěn chráněného RD [3, 4, 5, 6].

Do vnější ochrany řadíme veškeré části systému ochrany před bleskem nacházející se vně chráněného RD jako jsou jímací zařízení, svody a uzemňovací soustava.

2.2.1.1 Pasivní bleskosvod

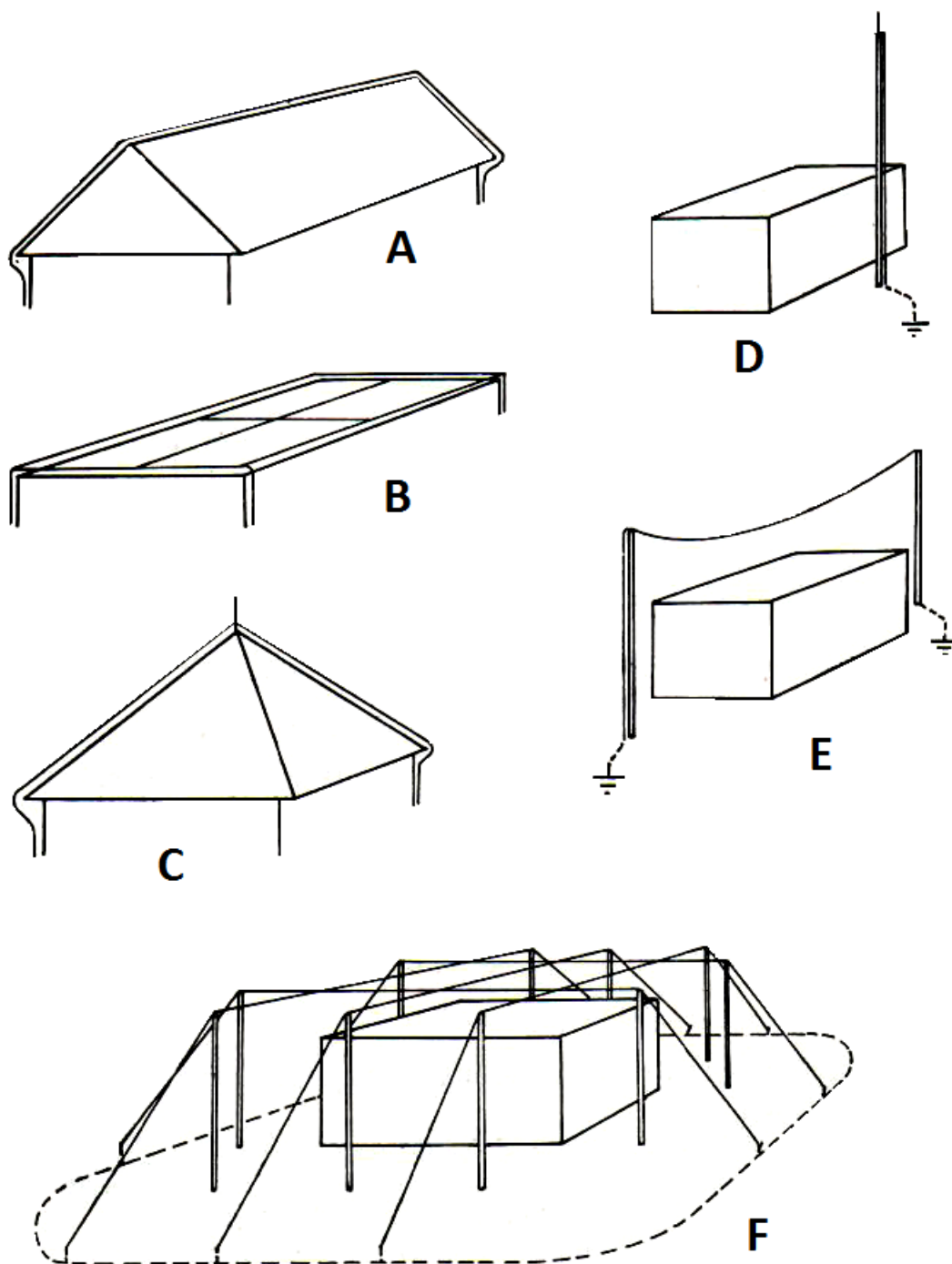
U toho typu bleskosvodu se uměle vytváří cesta pro svedení atmosférického výboje do země. Ten obsahuje tři hlavní části.

První částí je jímací zařízení. Někdy o něm mluvíme jako o ochranném jímači. Slouží k zachycení blesku a umísťuje se na nejvyšší bod budovy. Druhou částí jsou svody. Ty nám slouží k vytvoření vodivé cesty mezi jímači k uzemňovací soustavě. Svody se umísťují v rozích objektu a současně tak, aby byly co nejdále od dveří a oken. Poslední částí je uzemňovací soustava. Jedná se o zařízení, které slouží k přechodu blesku do země, aniž by vznikly následky na chráněném objektu a jeho okolí. Dle normy musí mít zemní odpor do deseti ohmů. Materiál, z kterého je uzemňovací soustava vytvořena, nesmí korodovat a všechny spoje musí být ochráněny proti korozi. Nejčastěji se používá asfaltový nátěr [3, 4, 5, 6].

Pasivní bleskosvod se dá rozdělit dle uspořádání jímacích systémů. Jmenujme nejvíce používané. Hřebenová soustava se používá u střech sedlových, valbových a pilových. Následuje mřížová soustava, která se používá u plochých (panelové domy), hangárových a pultových střech. Dá se použít i u sedlové střechy, u které hřeben není vyšší jak jeden metr než okraj střechy (u okapu). Ta se buduje tak, že se na střeše vytvoří mříž s oky. Ty nesmí přesáhnout rozměry 20x60 m. Dalším typem je tyčový jímací systém (ochranný prostor je kužel o vrcholovém úhlu 112 °). Ten se umísťuje v místě nejvíce pravděpodobného zásahu bleskem, jako jsou komíny, jednotlivé vyčnívající předměty nad okolí a u stanových střech. Najdeme i oddálené jímací soustavy, které se používají v případech, které předepisuje norma, tj. sklady výbušnin, výrobní

atd.. Ten musí být bezpečně vzdálen od kovových částí chráněného objektu, aby nedošlo k nahodilému přeskoku výboje na chráněný objekt [3, 4, 5, 6].

Jímače lze dělit dle provedení na strojené, pomocné a náhodné. Všechny tyto typy musí být odolné proti korozi [3, 4, 5, 6].



Obr. 2.2: Druhy jímacích soustav – A) hřebenová, B) mřížová, C) tyčová, D) stožárová, E) závěsná, F) klecová – převzato z [7].

Zemniče máme trojího typu. První jsou páskové, které se kladou do země (do výkopu). Druhý typ jsou zemniče tyčové. Ty se zarážejí svisle do země, přičemž horní hrana tyčového zemniče musí být alespoň 50 až 100 cm pod zemí. Poslední typ je deskový zemnič, který se též klade svisle do země. Jeho rozměry jsou 2x2x0,05 m (VxŠxT) [3, 4, 5, 6].

Máme 3 metody pro návrh jímací soustavy. Metoda ochranného úhlu se používá pro jednoduché tvary objektů. Jelikož se veškeré chráněné části objektu musí nacházet uvnitř ochranného prostoru je nutné správné umístění jímače. Druhá metoda je valící se koule. Ta je vhodná na všechny druhy staveb. Využíváme ji v případech, kdy nelze použít metodu ochranného úhlu. Principem je, že se nesmí žádná část objektu dotýkat valící se koule (o poloměru r) ve všech směrech. Dotyk je povolen pouze země a navržené jímací soustavy. Poslední metodou je mřížová soustava, která je umístěna na hřebenu, přesazích a vnějších hranách objektu. Musí obsahovat nejméně dvě vodivé cesty k zemi (svody) [3, 4, 5, 6].

2.2.1.2 Aktivní bleskosvod

Jsou jímače s elektronickým obvodem označované pod zkratkou ESE (Early Streamer Emission). Elektronický obvod generuje s předstihem tzv. vstřícný výboj směrem k rozvíjejícímu se blesku. U tohoto typu bleskosvodu dosáhneme několikanásobně větší ochranný poloměr (některé typy až 150 m) než u Franklinovy tyče. Tímto řešením lze docílit snížení nákladů za bleskosvodový materiál a s tím spojené instalační práce [3, 4, 5, 6].



Obr. 2.3: Aktivní bleskosvod Precatron 2 typ S 4.50 – převzato z [8].

Pulsar se aktivuje při vzniku bouřkových mraků a vytvoří kolem sebe pole, které je následně schopno usměrnit blížící se blesk na toto zařízení. Vstříčný výboj o značné délce vzniká za pomoci vf pulzů. Tento výboj se následně spojí a svede hlavní větve blesku k pulsaru. Po té je sveden pomocí svodu do uzemňovací soustavy. Ta se následně postará o rozptýlení do okolní země [3].

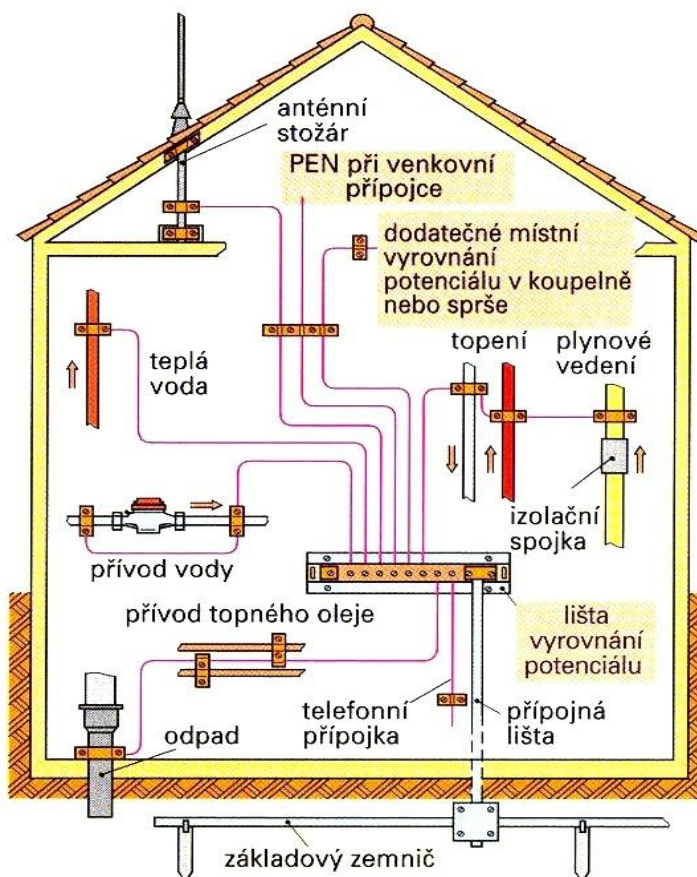
2.2.2 Vnitřní ochrana před bleskem

Ta zahrnuje různá ochranná opatření uvnitř chráněného prostoru. Jejím účelem je zmírnit škodlivé účinky elektrického a elektromagnetického pole, které jsou způsobeny atmosférickým výbojem a procesem při jeho svodu do země. Do této ochrany spadají veškeré

části systému ochrany před bleskem, kromě těch co jsme zmínili v odstavci 2.2.1 [3, 4, 5, 6].

Za nejdůležitější části vnitřní ochrany lze považovat vyrovnání potenciálů a svodiče přepětí SPD (Surge Protective Device). Svodič přepětí obsahuje jiskřiště a napětově závislý odpor (varistor).

Nesmíme zapomenout dbát na co nejkratší omezovací svody, aby nedocházelo k úbytku napětí na indukčnosti. Tímto řešením docílíme nejlepší omezení přepětí.



Obr. 2.4: Lišta na vyrovnání potenciálů – převzato z [9].

3 FUNKČNÍ PRVKY

3.1 Jistič

Každá elektroinstalace se skládá z více či méně jištěných obvodů. Ty obvykle dělíme na světelné, zásuvkové, případně na obvody s jinými spotřebiči. Každý takový obvod musí být jištěn proti účinkům zkratů a proti přetížení. V dnešní době zpravidla jističe nahradily dříve používané tavné pojistky. Jistič můžeme ručně zapnout i vypnout. Dále obsahuje spínací mechanismus se zkratovou i nadproudovou spouští. Dojde-li k přetížení v elektrickém obvodu nebo ke zkratu, jistič samočinně vypne obvod, tzv. vybavení. Po odstranění závady, která



Obr. 3.1: Třípólový jistič – převzato z [12].

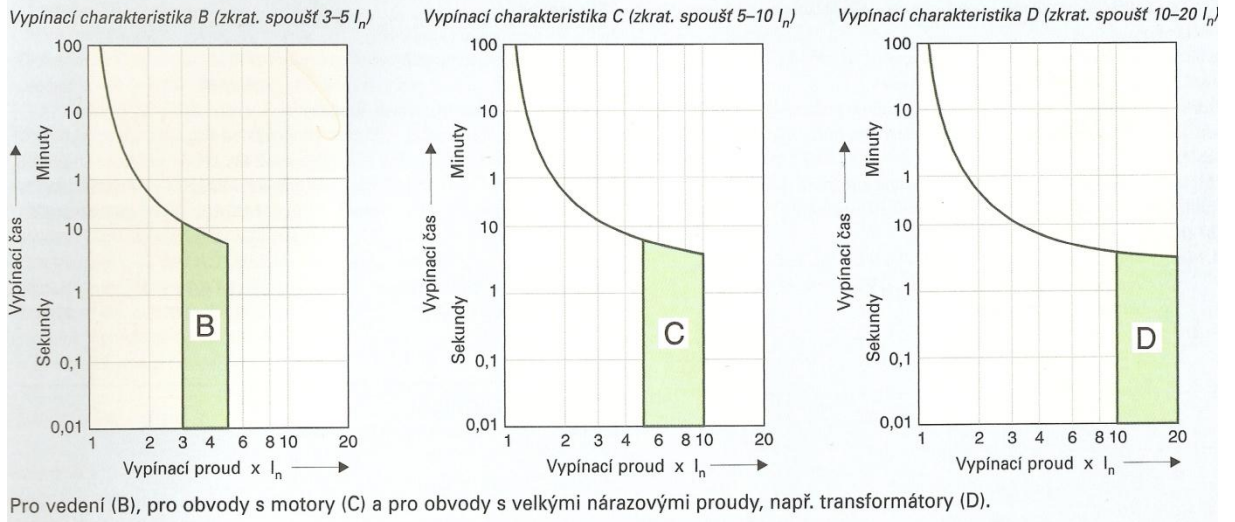
vybavení způsobila, lze znovu jistič zapnout. Oproti tavné pojistce nedojde k jeho destrukci spojené s následnou výměnou po vybavení, což je bezpochyby jeho výhodou. Jistič chrání spotřebiče zapojené ve svém obvodu před jejich poškozením nebo zničením. Současně chrání i připojovací vedení před přetížením, které by mohlo vést k jeho přehřátí a to může vést až ke vzniku požáru [10, 11].

3.1.1 Typy jističů

Jističe se vyrábí v normalizovaných řadách jmenovitých proudů, které jsou pro snadnou orientaci barevně odlišeny. V nekomerčních objektech se setkáme nejčastěji s jednofázovým jističem o jmenovitém proudu 6 A nebo 10 A u světelných obvodů, což odpovídá zelenému případně červenému označení páčky. Naopak zásuvkový okruh má obvykle jmenovitý proud 16 A, šedivá páčka. Dále se setkáme s jističi o nižší případně vyšší hodnotě jmenovitého proudu na jištění jedné případně více fází. Nesmíme zapomenout i na dělení podle typu vypínacích charakteristik. Ta bývá uvedena písmenem na jističi za

jmenovitou hodnotou proudu. Jističe pro domovní rozvody mohou mít rozdílnou vypínací schopnost podle normy ČSN EN 60898, ta je též uvedena na přístroji. Nejčastěji se setkáme s označením PL6 (vypínací schopnost 6 kA) a více obvyklým typem PL7 (10 kA). Můžeme ještě uvést dělení na jističe motorové a selektivní.

Vypínací charakteristiky (meze vypínacích proudů podle ČSN EN 60898)



Obr. 3.2: Vypínací charakteristiky jističů – převzato z [12].

3.2 Proudový chránič

Proudový chránič je nepochybně potřebný doplněk v elektrické instalaci, který zabezpečuje vysokou úroveň ochrany před vznikem požáru a před úrazem elektrickým proudem. Jedná se o samočinný spínací přístroj, jehož úkolem je kontrolovat, zda si jsou rovny proudy přitékající fázovým vodičem, případně fázovými vodiči u třífázového rozvodu a odtékající středním vodičem. Kontroluje, zda nedochází k nadměrnému úniku proudu. V každé elektrické instalaci dochází k určitým únikům proudu přes izolační odpory vodičů i spotřebičů. Je však nutné zajistit, aby tyto úniky nepřekročily určité meze. Dle těchto mezí jsou chrániče nastaveny na různé úrovně unikajících proudů [10, 11].

Podle platných předpisových norem musí být proudový chránič umístěn v zásuvkových obvodech. Ten v těchto silnoproudých obvodech slouží jako ochrana osob před úrazem elektrickým proudem. Vezmeme-li v potaz možná rizika, doporučuji jejich umístění na všechny silnoproudé obvody v objektu i mimo něj. Pakliže jsme omezeni finančním rozpočtem, doporučuji rozšířit montáž alespoň na světelné obvody umístěné v koupelnách [10, 11].



Obr. 3.3: Čtyřpólový (vlevo) a dvoupólový proudový chránič – převzato z [12].

3.2.1 Typy chráničů

Ochranu osob před úrazem elektrickým proudem dokáže zajistit proudový chránič s maximálním vybavovacím proudem 30 mA, zatímco přístroje s vyšším vybavovacím proudem (selektivní až 1000 mA) jsou určeny pro ochranu před vznikem požáru. Další rozdělení může být členěno podle počtu fázových vodičů v chráněném obvodu a také podle vybavovací charakteristiky proudového chrániče [10, 11].

3.3 Elektromechanický spínač

Klasické elektromechanické spínače se nejčastěji využívají pro spínání osvětlení, případně spínají jiné spotřebiče. Musí být schopen zapínat a vypínat jmenovitý proud jím ovládaného spotřebiče a musí mít alespoň shodnou hodnotu jako jistič příslušného okruhu. Pokud by tomu tak nebylo, jednalo by se o nejslabší článek celého obvodu. Výjimka však potvrzuje pravidlo. Je možné použití spínače s nižší jmenovitou hodnotou proudu než má jistič. To však pouze za předpokladu, že spínač obsahuje vlastní nadproudovou ochranu v podobě tavné pojistky nebo elektronického nadproudového relé. Toto se vyskytuje u stmívačů a jiných elektronických spínačů. Nesmíme zapomenout dbát na to, aby nebyla

zátěž větší, než je nejnižší hodnota jmenovitého proudu daných přístrojů v obvodě, jinak dojde k reakci nadproudové ochrany nejslabšího přístroje [10, 11].

Vypínače (přepínače) se vyrábějí v mnoha variantách pro odlišná zapojení ovládaného svítidla. Např. jednopólový vypínač s řazením číslo 1 je pro ovládání svítidla z jediného místa. Naopak jednopólový střídavý přepínač (řazení č. 6) je pro ovládání svítidla ze dvou míst (za použití dvou kusů s řazením č. 6), obvykle se používá na schodištích. Pokud chceme



spínat svítidlo ze třech míst, přidáme jednopólový křížový přepínač (řazení č. 7) mezi dva střídavé přepínače. Stejným postupem bychom pokračovali, pokud chceme ovládání z více míst. V těchto případech už ale většinou přepínače nahrazují jednopólová ovládací tlačítka a spínání je provedeno za pomoci klopného relé nejčastěji umístěného na liště v domovní rozvodnici [1, 10, 11].

Obr. 3.4: Elektromechanický spínač (design Tango) – převzato z [13].

3.4 Termostat

Jako termostat nazýváme přístroj, který reguluje teplotu. Ten nám vytváří tzv. tepelnou pohodu. Jedná se o teplotní spínač s mechanismem závislým na teplotě, jako je např. bimetalový spínač. Ten je založen na principu teplotní roztažnosti dvou rozdílných kovů, které jsou na sobě. Vhodným ohybem a dosažením příslušné teploty se dvojkov rychle dostává z jedné polohy do druhé. Tento termostat je představitelem malé přesnosti nastavené teploty, jelikož je zde poměrně velký rozdíl mezi zapínací a vypínací teplotou [10, 11].

Nahrazení tohoto klasického přístroje za přesnější a spolehlivější přináší moderní elektroinstalace v podobě elektronického regulátoru. Ten přispívá ke značné úspoře tepelné energie vlivem nastavitelnosti až několika hodnot teplot (více jak dvě), ale i programováním topných režimů v závislosti na čase. K tomuto termostatu navíc lze připojit přídatný vnější snímač teploty, který se používá v místnostech s podlahovým topením. Samozřejmě lze

i naprogramovat úsporný režim topení. Tento mód použijeme, když se nacházíme na dovolené [10, 11].

K ještě větší úspoře tepelné energie je vhodné použít více navzájem na sebe nezávislých prostorových termostatů, které budou hlídat jednotlivé místnosti a podle potřeby regulovat topná tělesa [10, 11].



Největší úsporu energie docílíme dvěma rozdílnými nastavitelnými teplotami vytápění (jedna pro režim pobytu v místnosti a druhá pro úsporu energie), toho lze dosáhnout termostatem kombinovaným s elektronicky časově programovatelným spínačem. U posledních dvou variant je též možné samozřejmě připojit externí snímač teploty [10, 11]. V našem případě výrobce tepelných čerpadel dodává své termostaty dle konkrétního modelu.

Obr. 3.5: Programovatelný termostat (design Element) – převzato z [13].

3.5 Rozváděče a rozvodnice

Umistíme do nich například jističe, proudové chrániče, zvonkové transformátory, stmívače, impulzní relé, ochrany proti účinkům přepětí a další potřebné přístroje pro správný i bezpečný provoz provedené elektroinstalace. Výše zmíněné prvky umistíme na instalační lištu případně lišty. Dále zde nalezneme i svorkovnice, které jsou také součástí rozváděče či rozvodnice. Zároveň se v těchto elektroinstalačních zařízeních provádí rozdělení do jednotlivých obvodů, které jsou napojeny na distribuční síť. Rozváděče se dnes vyrábí v typizovaných řadách, převážně z plastu. Dříve tomu tak ale nebylo. Nejčastěji byly vyrobeny z plechu a většinou na zakázku. V nekomerčních rozvodech používáme malé rozváděče, nazýváme je jako rozvodnice a většinou jich je v objektu umístěno více. To má své neoddiskutovatelné výhody v podobě úspory délky kabelového rozvodu, s tím spojené nižší finanční náklady a také lepší přehlednost všech rozvodů [10, 11].



Pokud v současné době vybíráme rozvodnici pro domovní elektroinstalaci, musíme si ujasnit dvě základní kritéria, na které budeme dbát při výběru. Prvním důležitým údajem pro správné zvolení vhodného kusu, je počet pozic, které rozvodnice pojme. Další rozhodnutí je v podobě umístění. Zda bude připevněna na omítku nebo ji zapustíme do stavební konstrukce. Pokud už máme ve všem jasno, může přijít na řadu otázka estetiky rozvodnice.

Obr. 3.6: Rozvodnice pod omítku (dvojí provedení dvířek a maximální obsah 56 modulů) – převzato z [14].

3.6 Svodič přepětí

Chceme-li ochránit elektroinstalaci a hlavně koncové spotřebiče před přepětím, jejichž finanční hodnota není často zanedbatelná, vyplatí se vynaložit nemalé peníze za svodiče přepětí. Jedná se však o investici často opodstatněnou, neboť zařízení zničené přepětím je několikanásobně dražší než svodiče přepětí. Jeho funkce při vytvořeném škodlivém přepětí spočívá v krátkodobém zkratu mezi uzemněním a pracovním vodičem, který trvá pouze po dobu přepětí. Omezuje škodlivá přepětí na různě vysoké hodnoty (dáno konkrétním typem) a je konstruován pro různě vysoké pulzní proudy. Svodič přepětí třídy B (1. stupeň) se instaluje na vstupní vedení do objektu. Jedná se o základní ochranu, která omezí hodnoty přepětí. Následuje svodič třídy C (2. stupeň), který se nejčastěji umísťuje do hlavního rozváděče. Ten omezí přepětí na nižší úroveň než svodič třídy B. Na koncových vývodech ze zdi zakončených zásuvkou se pak umísťuje svodič přepětí třídy D (3. stupeň). Při více zásuvkách na okruhu umístěných v sérii (do 5 m od první se svodičem přepětí) se už nemontují žádné další zásuvky s přepět'ovou ochranou třídy D, jelikož i tyto zásuvky je schopna ochránit první zásuvka v sérii se svodičem přepětí 3. třídy. V neposlední řadě

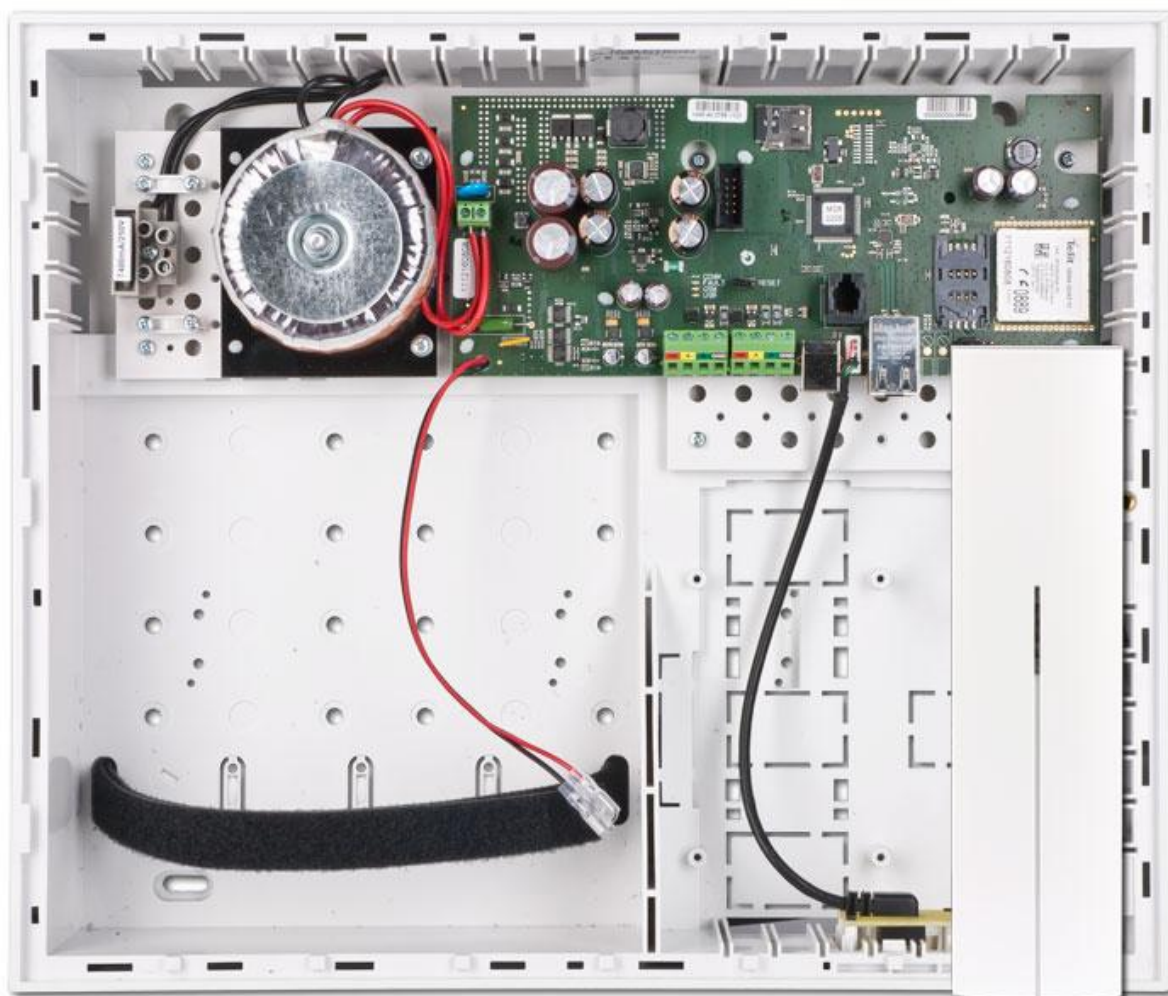
nesmíme zapomenout umístit svodič přepětí i na kabelový svod od televizní antény. Svodič přepětí se též umísťuje na sdělovací vedení. Důležité je i pamatovat na přivedení ochranného vodiče k těmto sdělovacím zásuvkám, aby bylo kam svést případné příchozí přepětí. Totéž platí i u televizních rozvodů [11].



Obr. 3.7: Kombinovaný svodič přepětí typ 1 (pro síť nn TN-S) – převzato z [15].

3.7 Elektronický zabezpečovací systém EZS

Pokud chceme ohlídat svůj objekt před nežádoucím vnikem osob, lze k tomu využít prvků zabezpečovacího systému, jako jsou mechanické zábrany až po složité elektronické prvky EZS. Jako nejvhodnější se jeví prvky navzájem kombinovat. Před samotnou realizací elektronického zabezpečovacího systému je nutné si ujasnit do jaké míry, má být objekt zabezpečen, a které subjekty v případě narušení by měl informovat. Celé monitorování objektu za pomoci čidel s následným vyhodnocováním má na starost ústředna EZS. V té se nachází i záložní zdroj (baterie) pro případ nahodilého nebo úmyslného výpadku napájení. Propojení mezi čidly a ústřednou může být zvoleno za pomoci kabelů, bezdrátově, případně jejich kombinací. Všechny tři varianty mají zabezpečení proti úmyslnému přerušování komunikace mezi těmito prvky EZS. K aktivaci a deaktivaci systému nám slouží klávesnice, která má i display pro zobrazení aktuálních informací v systému [11, 16]. Níže zobrazená ústředna EZS (JA-106KR) umožňuje napojení na GSM/GPRS/LAN komunikátor a obsahuje rádiový modul, což pochopitelně zvedá pořizovací cenu této ústředny. Pokud nejsme ochotni tuto cenu akceptovat a oželíme LAN komunikátor, lze zakoupit ústřednu EZS pod obchodním označením JA-101KR od firmy Jablotron, která je přibližně o 1300 Kč levnější.

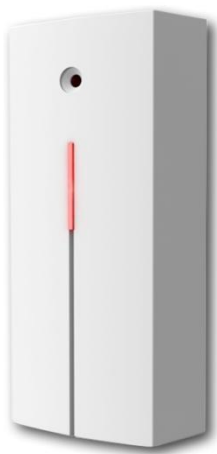


Obr. 3.8: Ústředna od firmy Jablotron (obchodní označení JA-106KR) s vestavěným GSM/GPRS/LAN komunikátorem a rádiovým modulem – převzato z [17].

3.7.1 Akustické čidlo tříštění skla

Tento typ čidla patří stejně jako magnetický kontakt k plášťové ochraně objektu. Slouží k rozeznání tříštění skla. To vyvolává charakteristický akustický zvuk, který je naprosto jedinečný. Elektronika obsažená v tomto čidle vyhodnocuje akustické vlnění, to se přijímá elektretovým mikrofonom. Abychom doslali omezenou část spektra typickou pro tříštění skla, musíme použít pásmovou propust [16].

U lepších typů těchto čidel se setkáme s více pásmovými propustmi, které vyhodnocují přítomnost zvuku ve více částech akustického spektra. To je výhodnější z hlediska potlačení vyvolání falešného poplachu [16].



V současnosti se stále více objevují typy, které vyhodnocují akustické spektrum ve více diskretních bodech. K vyvolání poplachu dojde, až když jsou tyto zvukové diskretní frekvence obsaženy v určitém časovém intervalu. Musí být přítomen tříštivý zvuk skla. Ten má vysokou frekvenci a zároveň nízké kmitočty vyvolané rázovou vlnou při deformaci skleněné plochy [16].

Obr. 3.9: Sběrníkový akustický detektor rozbití skla (obchodní označení JA-110B) od firmy Jablotron – převzato z [18].

3.7.2 Magnetický kontakt



Slouží k plášťové ochraně objektu. Jeho funkcí je hlídat dveře a okna před nežádoucím otevřením. Skládá se vždy z dvojice dílů, z jazýčkového kontaktu a permanentního magnetu [16].

Jazýčkový kontakt tvoří zatavená skleněná trubička. Ta je naplněná ochrannou atmosférou, ve které jsou umístěny dva feromagnetické kontakty. Tento prvek se montuje na rám prostupu. Permanentní magnet je obvykle z magnetovaného váleček z feritu (AlNiCo) a osazení se provádí na pohyblivou část. Tyto dva prvky se při zavřených dveřích případně oknech nachází proti sobě [16].

Magnetický kontakt pracuje následujícím způsobem. V klidovém stavu je kontakt jazýčkového relé sepnutý magnetickým polem permanentního magnetu. K aktivaci poplašného hlášení dojde oddálením magnetu od kontaktů. Každý z těchto dvou protikusů je samostatně zapouzdřen a to nemagnetickým materiálem. Montáž se provádí jak ve viditelném provedení, tak i skrytém, které je zapuštěné v rámu okna nebo dveří a též v otevírané části. Existují i magnetické kontakty pro jiná prostředí např. pro věznice. Tyto kontakty jsou odolné i proti cizímu magnetickému poli [16].

Obr. 3.10: Neviditelný bezdrátový detektor otevření (obchodní označení JA-182M) od firmy Jablotron – převzato z [19].

3.7.3 Pasivní infračervené čidlo



Obr. 3.11: Sběrníkový PIR detektor pohybu (obchodní označení JA-110P) od firmy Jablotron – převzato z [20].

Pasivní infračervené čidlo označované často zkratkou PIR, z anglického názvu Passive Infra Red sensor patří mezi prostorovou ochranu objektu. Využívá principu zachycení změn vyzařování v infračerveném pásmu frekvenčního spektra elektromagnetického vlnění. Každé těleso, které se nachází v teplotním rozsahu od absolutní nuly až po teplotu $560\text{ }^{\circ}\text{C}$ je zdrojem vyzařování vlnění v infrapásmu. To odpovídá teplotám těles nacházejícím se v zorném poli tohoto čidla. Vyšším teplotám těles odpovídají kratší vlnové délky. Teplota lidského těla je přibližně $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, což odpovídá vlnové délce $9,4\text{ mm}$. Těchto specifických vlnových délek se využívá k zachycení pohybujících se těles, které se odlišují svou teplotou od okolí [16].

Materiál použitý pro detekční prvek je založen na pyroelektrickém jevu. Je to měnič gradientní povahy tzn., že je schopen pouze detekovat změny záření dopadající na tento senzor, nikoliv však stálou úroveň. Na plochu detektoru je prostřednictvím optiky převáděn obraz pokrývaného prostoru tímto čidlem. Zorné pole se dělí na aktivní a neaktivní zóny. To si lze představit jako viditelné a zakryté části obrazu ve snímaném prostoru. Dojde-li k pohybu tělesa s odlišnou teplotou od pozadí přes tyto zóny, elektronika to vyhodnotí jako podnět k vyhlášení poplachu [16].

Rozsah a tvar zorného pole je závislý na provedení optiky, kvalitě a citlivosti optiky detektoru a nakonec i na způsobu vyhodnocení. Zvolení odpovídající optiky se odvíjí od požadovaného střeženého prostoru. Pro krátké místnosti vybereme optiku do vzdálenosti 15 m , která má větší snímací úhel, naopak pokud budeme chtít střežit chodby, zvolíme optiku s menším zobrazovacím úhlem, ale s větším dosahem (až 60 m). Lze i vybrat PIR čidlo, které se umístí na strop, v tomto případě pak máme střežený prostor v okruhu 360° . Na trhu se setkáme s dvojím principem optik. Pomocí Fresnelových čoček nebo se soustavou křivých zrcadel. V prvním případě se jedná o řešení s nižšími finančními náklady, což je vykoupeno

určitými nedostatky zobrazené reality. Druhý případ zobrazuje danou zornou oblast téměř dokonale, ale je to na úkor složitější výrobní technologie a správném návrhu. Výhodou je větší dosah než u čidla s Fresnelovou čočkou. Na trhu lze zakoupit optiku za pomoci černých zrcadel, která omezuje odrazivost mimo chtěné infračervené spektrum. To způsobuje nižší počet vyvolaných planých poplachů vlivem reflektorů automobilů nebo odlesky od slunce. Toto si musíme uvědomit při návrhu umístění PIR čidla, a proto jej nebudeme umisťovat přímo naproti oknu [16].

3.8 Elektrická požární signalizace EPS

Ani všechna protipožární opatření nemohou vyloučit vznik požáru a tak je vhodné využít systému EPS. Jedná se o soubor technických zařízení, jejichž hlavním účelem je rychle a spolehlivě detekovat vznikající požár a současně ihned informovat odpovídající subjekt. Tímto tedy lze minimalizovat rizika spojená s požárem na minimum již v prvopočátku a tak předejít velkým škodám. EPS tvoří základní součást nově projektovaných elektroinstalací, neboť její význam ve většině případů má vyšší váhu než elektronické zabezpečovací systémy ať už z hlediska hodnoty chráněného majetku, tak i ochrany zdraví a života osob [11, 16].

3.8.1 Detektor kouře a teploty

Patří mezi automatické požární hlásiče, tzn., že se aktivují sami bez přítomnosti osoby, která zjistila požár. Tento detektor je schopen reagovat na prvotní jevy, kterými jsou kouř a změna teploty. Jedná se o kombinovaný detektor (vyhodnocení podnětu k poplachu probíhá u každého jevu samostatně). Umístění hlásiče se provádí na strop, nejméně 0,5 m a nejdále 6 m od stěny [16].

Aktivace hlásiče z hlediska kouře probíhá na základě optické vazby mezi pulzující infračervenou diodou a fotodiodou. Ty se nachází v komoře uvnitř detektoru a jsou umístěny naproti sobě. Do této komory nemůže vniknout světlo ze žádného cizího světelného zdroje, ale může sem vniknout kouř. Ten způsobí zeslabení vyzářeného infrapaprsku od infračervené diody a nastalou změnu zaregistruje fotodioda. Než následně vydá pokyn k aktivaci poplachu, musí dva po sobě následující pulzy od IR diody, fotodioda vyhodnotit jako oprávněné.

V současné době se stále častěji setkáváme s odlišným vyhodnocováním mezi IR diodou a fotodiodou. Paprsek infračervené diody za normálního stavu nedopadá na fotodiodu, ale začne dopadat, až když se v komoře vyskytuje kouř. Ten rozptýlí paprsek a na fotodiodě vlivem dopadu stoupne procházející proud. Elektronika obsažená v detektoru tuto změnu vyhodnotí a předá podnět k vyhlášení poplachu ústředně [16]. Na tomto novějším principu pracuje i mnou zvolený detektor v návrhu.

Z hlediska teploty hlásič reaguje na zvýšení okolní teploty, která je způsobena vlivem požáru. Po překročení určité teplotní hodnoty vyše odpovídající signál, který ústředna vyhodnotí jako důvod k vyhlášení poplachu. Vyrábějí se pro různé reakční teploty např. 65, 70, 85, 100, 115 °C atd. To odpovídá třídě hlásiče dle normy ČSN EN 54-5. V mém případě zvolené čidlo má maximální reakční teplotu statické odezvy 70 °C, tomu odpovídá třída hlásiče A2. Tuto teplotu musíme správně zvolit. Pokud vybereme detektor s příliš nízkou prahovou teplotou, bude docházet velmi často k falešným poplachům, a naopak zvolíme-li hodně vysokou teplotu, bude hlásič reagovat s velkým zpožděním, když už je požár mohutný. To způsobí značné škody na majetku, které jsou nežádoucí. Existuje ještě i mnohem propracovanější detektor, který falešné popluchy velmi omezí. Principem tohoto hlásiče je reakce na rychlost změny teploty. Toho se docílí dvěma totožnými termistory. První se



nachází na povrchu detektoru (je vystaven okolní teplotě) a druhý je uvnitř zalit v ochranném krytu. Vzroste-li teplota v okolí hlásiče, jako první zareaguje termistor na povrchu. Vnitřní reaguje se zpožděním vlivem zalití v ochranném krytu a to vede k nerovnoměrnosti průchodu proudu v těchto termistorech. Dojde-li k překročení určité meze nerovnováhy, nastane vyhlášení poplachu [16].

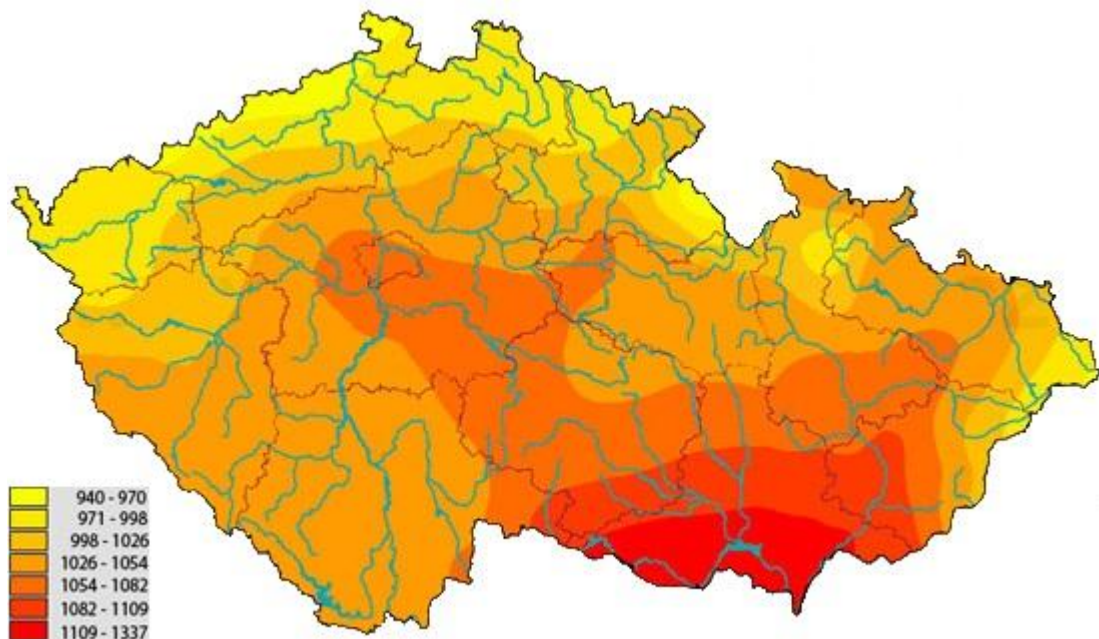
Obr. 3.12: Kombinovaný detektor kouře a teploty (obchodní označení JA-110ST) od firmy Jablotron – převzato z [21].

4 SOLÁRNÍ KOLEKTORY PRO TUV A TEPELNÉ ČERPADLO

V této kapitole se zabývám návrhem vhodných komponentů. Pro daný objekt nastíním vhodné solární kolektory, kterými chceme ohřívat užitkovou vodu. Dále se zaměřím na výběr tepelného čerpadla. To nám bude sloužit k vytápění daného objektu. V současné době se jedná o stále více oblíbené technologie, neboť vlivem růstu cen energií se snažíme provozní náklady snížit na minimum.

4.1 Solární panely pro ohřev teplé užitkové vody

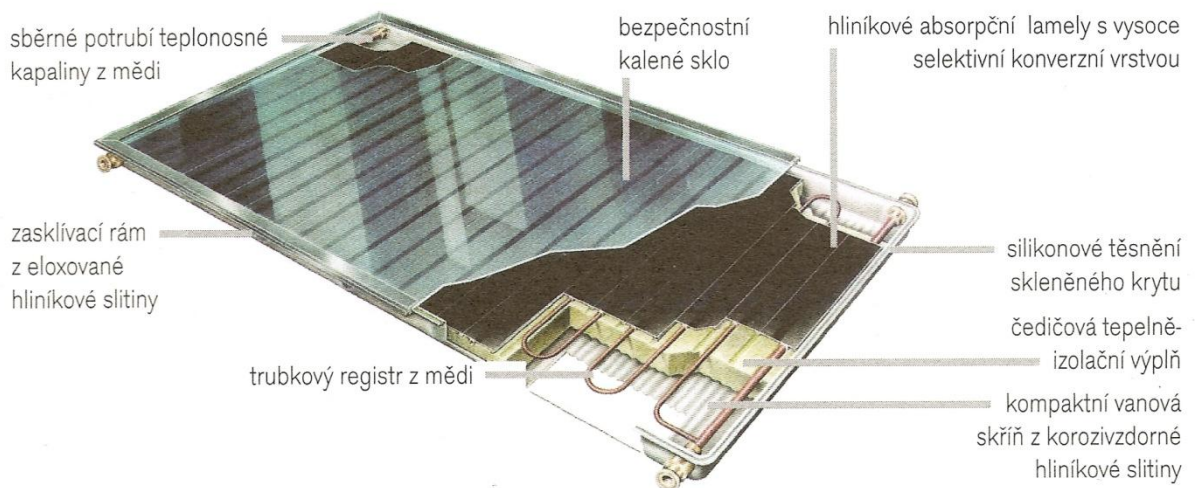
Abychom docílili co největšího energetického zisku, měli bychom kolektory nasměrovat na jih, se sklonem 45° (pro celoroční provoz). Nepochybně také záleží na umístění objektu v České republice, na *obr. 4.1* lze vidět úhrny průměrného slunečního záření. V Plzni je lehce přes $1000 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$. Před samotným pořízením kolektorů si musíme uvědomit, v jakém období budeme chtít dané kolektory provozovat. Pokud zvolíme pouze sezónní letní provoz, vystačíme si s nejlevnějšími deskovými kolektory, naopak pokud budeme chtít celoroční provoz, vybíráme kolektory, které zachytí i difuzní záření a pokud možno budou vakuové.



Obr. 4.1: Roční úhrn průměrného slunečního záření [kWh m^{-2}] – převzato z [22].

4.1.1 Plochý deskový kolektor se selektivní vrstvou

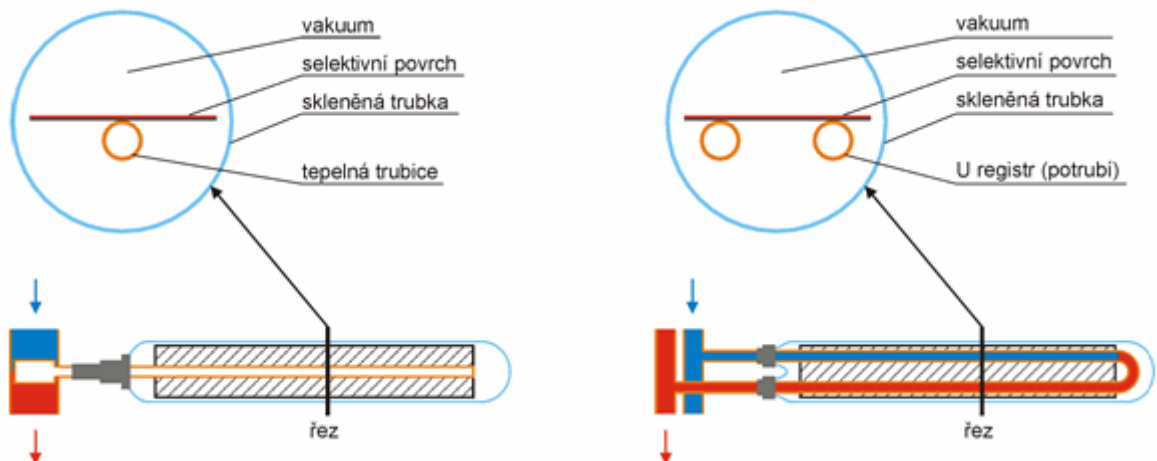
Princip tohoto kolektoru se shoduje s klasickým deskovým kolektorem. Provedení kolektoru se selektivní vrstvou zobrazuje obrázek 4.2. Kolektorem vede měděná trubička, v které proudí teplotonosná kapalina. Ta získává teplo od ohřátého vzduchu, který se vlivem dopadajícího slunečního záření uvnitř kolektoru ohřívá (využití tzv. skleníkového efektu). Mezi jeho přednosti lze zařadit zachycení difuzního záření vlivem selektivní vrstvy, což je výhodou hlavně v období, kdy je zataženo s vysokým jasem. Nesmíme opomenout i ekonomicky příznivější pořizovací náklady oproti vakuovým trubicovým kolektorům. Mezi nevýhody lze zařadit větší ztráty v zimních měsících (nejedná se o kolektor s vakuem) [23, 24].



Obr. 4.2: Plochý deskový kolektor se selektivní vrstvou od firmy Heliostar – převzato z [23].

4.1.2 Vakuový trubicový kolektor

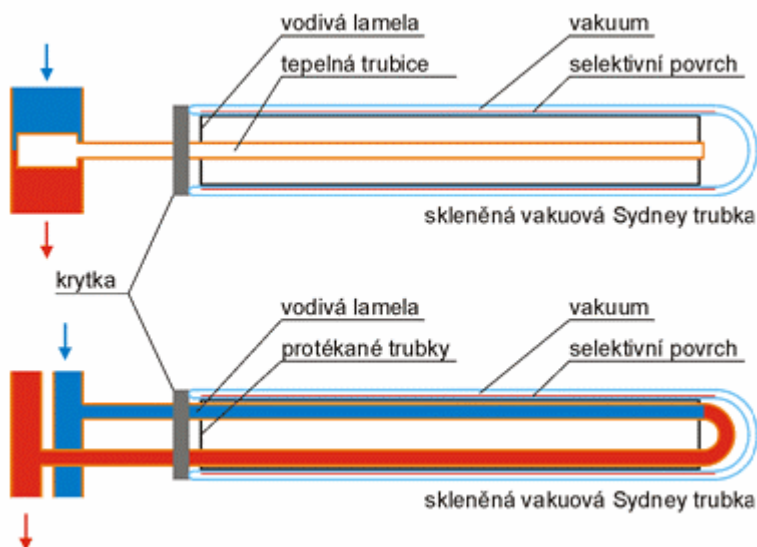
V nabídce lze nalézt hned dva rozdílné typy vakuových trubicových kolektorů. První typ je kolektor s jedностěnnou vakuovou trubicí. Druhý pak má dvojtěnnou vakuovou trubicí, ta obsahuje tzv. Sydney trubku. Oba typy se dají ještě rozdělit podle konstrukčního řešení, a to na U-pipe nebo na heat-pipe [23, 25]. V současné době jsou v prodeji už kolektory 3. generace.



Obr. 4.3: Jednotěnný vakuový trubicový kolektor, vlevo heat-pipe a vpravo U-pipe – převzato z [25].

4.1.2.1 Vakuový trubicový kolektor U-pipe

Tento typ má průtočný systém, to znamená, že nám do trubice vstupuje trubka se



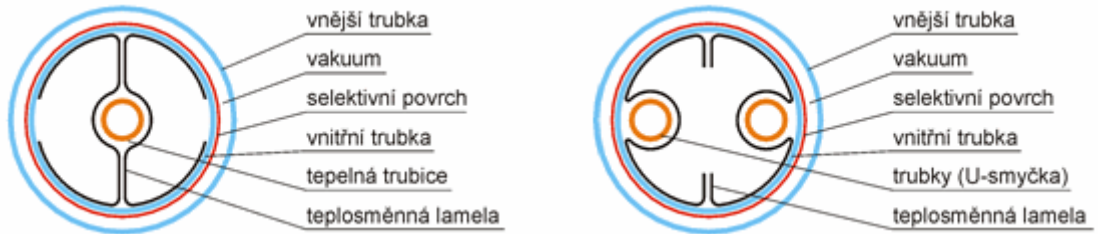
studeným médiem a následně vystupuje s ohřátým médiem, viz obrázek vlevo. U tohoto kolektoru stačí pro 100 litrů ohřevu teplé užitkové vody na jeden den asi 20 trubic. Zmíněný typ je vhodný pro celoroční provoz [25].

Obr. 4.4: Dvojtěnný vakuový trubicový kolektor, nahoře heat-pipe a dole U-pipe – převzato z [25].

4.1.2.2 Vakuový trubicový kolektor heat-pipe

Má velmi podobné vlastnosti jako vakuový trubicový kolektor U-pipe, s rozdílným principem získávání tepla z trubice jak, je patrné na obrázku 4.3 nebo 4.4. U tohoto typu kolektoru najdeme bezesporu jednu obrovskou výhodu oproti výše zmíněnému kolektoru a to

vlivem své vnitřní hydraulice se dokáže sám odstavit z provozu. To se děje jen za předpokladu, že se odebírá minimální nebo nulové teplo (voda v solárním zásobníku je plně ohřána) a to vše bez nutnosti řídicí elektroniky nebo nutnosti vychlazení [25].



Obr. 4.5: Dvojstěnný vakuový trubicový kolektor (trubice v řezu), vlevo heat-pipe a vpravo U-pipe – převzato z [25].

4.2 Návrh solárních kolektorů

V projektu bude navržen ohřev teplé užitkové vody pomocí solárních kolektorů s celoročním provozem. V případně nedostatečné teploty TUV, bude přihřívání provedeno elektropatronou umístěnou v ohřivači vody, ta bude zapínána pomocí signálu HDO. Zkombinují tento ohřivač se zásobníkem topné vody pro otopnou soustavu. Výběrem tohoto společného ohřivače se zabývám níže. Zásobník TUV by měl mít alespoň 280 litrů. Vytápění je provedeno pomocí tepelného čerpadla, které navrhuji níže. Zabývám se vypracováním dvou cenových variant solárních kolektorů.

Už víme, že se bude jednat o celoroční ohřev, a tedy sklon solárních kolektorů bude 45° s orientací na jih.

Z tabulky 4.1 je patrný správný výběr objemu ohřivače vody, jehož popisem se zabývám v bodě 4.5 (níže). Výrobce ohřivače dále uvádí potřebnou absorpční plochu solárního pole (6 m^2 – pro okolí Prahy) pro denní ohřev zmíněného obsahu TUV (300 litrů). To opět plně koresponduje s níže uvedenou tabulkou. Nyní přejdeme k samotnému výběru konkrétních solárních kolektorů.

Počet osob	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Spotřeba TUV [l/den]	82	164	246	328	410	492	574	656	738	820
Použitý zásobník TUV [l]	80	160	240	300	400	500	600	700	700	800
Absorpční plocha solárního pole [m²]	1,6	3,2	4,8	6	8	10	12	14	14	16

Tab. 4.1: Orientační dimenzování velikosti solárního systému s plochými kapalinovými kolektory pro ohřev teplé užitkové vody – převzato z [23].

4.2.1 Specifikace plochého deskového kolektoru EKOSOLARIS EKOSTART THERMA Blue

Princip funkce je popsán již výše, proto přejdu rovnou k technickým datům navrženého modelu. Tento solární kolektor je určen pro nucený nebo samotízný oběh teplotnosného média. V tomto případě se jedná o nucený oběh. Výrobce uvádí, že daný kolektor má tepelně zaizolovanou zadní stěnu. Samozřejmostí je i izolace na bočních stěnách (obojí pomocí minerální vlny). Mezi výhody lze zařadit minimálně třicetiletou životnost (dle

EKOSOLARIS, typ EKOSTART THERMA Blue	2 m ²
Celková plocha	2,3 m ²
Plocha absorbéru	2,03 m ²
Šířka	1.110 mm
Výška	2.070 mm
Tloušťka	100 mm
Hmotnost	40,5 kg
Objem kapaliny (teplotnosné médium)	1,2 litru
Objemový průtok	30-120 l·h ⁻¹ ·m ⁻²
Doporučený provozní přetlak	0-400 kPa
Testovaný přetlak	1 Mpa
Tlaková ztráta (90l/h)	255 Pa (33 % vody)
Maximální klidová teplota	188 °C
Maximální provozní teplota média	110 °C
Připojení	18 mm
Absorptivita	a=95 % ±2 %
Emisivita	e=5 % ±2 %
Cena včetně DPH (ks)	13.110 Kč

výrobce), nízké pořizovací náklady a schopnost využití difuzního záření. Mezi nevýhody bych naopak zařadil nízký energetický zisk v zimním období. Více podrobností k danému plochému deskovému kolektoru najdeme v tabulce 4.2 [26].

V našem případě potřebujeme zakoupit 3 kusy těchto plochých solárních deskových kolektorů.

Tab. 4.2: Plochý deskový solární kolektor od firmy EKOSOLARIS, typ EKOSTART THERMA Blue – převzato z [26].



Obr. 4.6: Plochý deskový solární kolektor firmy EKOSOLARIS, typ EKOSTART THERMA Blue – převzato z [26].

4.2.2 Specifikace vakuového trubicového kolektoru (princip heat-pipe) VIESSMANN VITOSOL 300-T SP3A



Obr. 4.7: Třiceti trubicový vakuový kolektor (heat-pipe) od Německé firmy VISSMANN, typ VITOSOL 300-T SP3A – převzato z [27].

Tento solární kolektor má velmi podobný energetický zisk v letních měsících jako předchozí navržený typ. Rozdíl však nastává v zimních měsících, tam můžeme dosáhnout až dvojnásobného

energetického zisku (dle výrobce kolektoru). Výrobce nabízí v tomto modelu dva rozdílné solární kolektory. Rozdíl je v jejich absorpční ploše. Menší má plochu 2 m^2 a větší, který jsem zvolil jako vhodný pro tento návrh má 3 m^2 (specifikace tohoto kolektoru je uvedena v tabulce 4.3). Absorbér má selektivní vrstvu (zisk i z difuzního záření). Výrobce dále uvádí, že se tyto kolektory vyznačují nízkou citlivostí proti znečištění. Další nespornou výhodou je možnost výměny jednotlivé trubice (dojde-li k poškození) a to i v případě je-li dané zařízení naplněné. Mezi nevýhody lze zařadit vyšší pořizovací náklady a o něco delší tání sněhu mezi trubicemi oproti rovné desce u deskového solárního kolektoru [28].

Budeme potřebovat 2 kusy těchto solárních kolektorů.

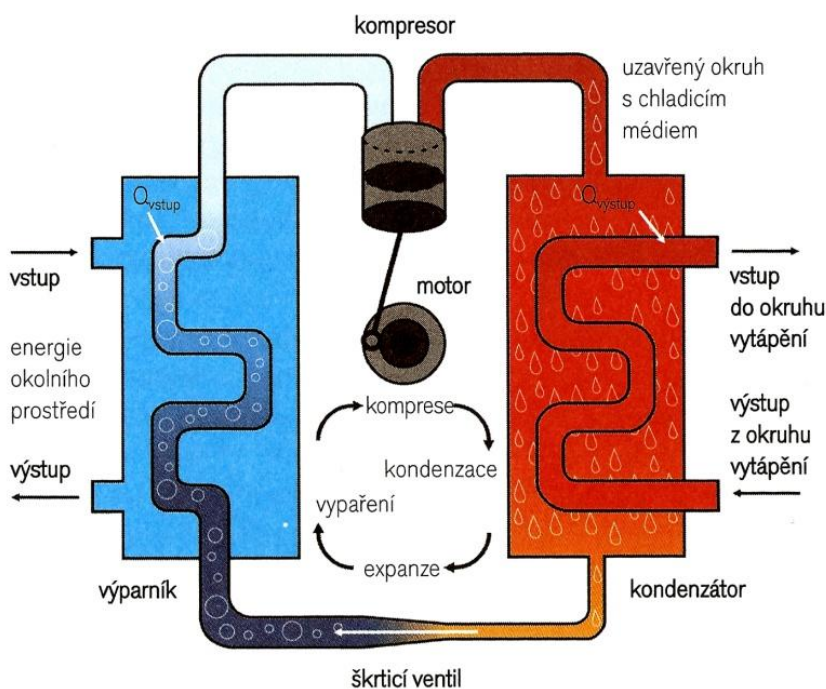
Technická data vakuového trubicového solárního kolektoru typ VITOSOL 300-T SP3A od firmy VISSMANN:

VITOSOL 300-T SP3A	3 m^2
Počet trubic	30
Celková plocha	$4,32 \text{ m}^2$
Plocha absorbéru	$3,02 \text{ m}^2$
Plocha kolektoru	$3,23 \text{ m}^2$
Vzdálenost mezi kolektory	102 mm
Šířka	2.129 mm
Výška	2.040 mm
Tloušťka	143 mm
Tepelná kapacita (na 1 m^2)	$8,4 \text{ kJ}\cdot\text{K}^{-1}$
Hmotnost	87 kg
Objem kapaliny (teplonosné médium)	1,65 litru
Přípustný provozní tlak	6 bar
Maximální klidová teplota	$273 \text{ }^\circ\text{C}$
Výkon výroby páry (na 1 m^2)	100 W
Připojení	22 mm
<i>Hodnoty vztahené k ploše absorbéru:</i>	
Optická účinnost	80,4 %
Koeficient ztráty tepla k_1	$1,33 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
Koeficient ztráty tepla k_2	$0,0067 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
Cena včetně DPH (ks)	66.928 Kč

Tab. 4.3: Specifikace trubicového vakuového solárního kolektoru od Německé firmy VISSMANN, typ VITOSOL 300-T SP3A – převzato z [28].

4.3 Tepelné čerpadlo pro vytápění objektu

Tepelné čerpadlo odebírá teplo z okolního prostředí (voda, země i vzduch) a předává ho danému médiu, které používáme pro vytápění objektu nebo jím ohříváme užitkovou vodu v zásobníku (tu pak spotřebováváme např. ke sprchování, koupání, atp.). U tepelných čerpadel je nejdůležitější údaj tzv. topný faktor. Podle normy ČSN EN 14511 se tento údaj uvádí i s konkrétními teplotami. Zápis může vypadat například takto (2 °C/35 °C, 4,5 kW/1,4 kW). Topný faktor je podíl výkonu ku příkonu. Pochopitelně čím je



vyšší číslo topného faktoru, tím je dané tepelné čerpadlo ekonomičtější. Jedná se však o kolísavou hodnotu, kterou ovlivňuje rozdíl teplot (vstupní teplota nízkopotenciálního zdroje tepla a výstupní teplota do otopné soustavy) [23].

Obr. 4.8: Princip tepelného čerpadla – převzato z [23].

Z níže uvedené tabulky je patrné, že není nutné tepelné čerpadlo navrhovat na plných 100 % krytí spotřeby tepla (obvykle se navrhuje na 80 %).

Podíl tepelného čerpadla (%)*	0	30	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100
Krytí tepla (%)**	0	61	72	78	82	86	89	91	93	96	98	100

Tab. 4.4: Krytí potřeby tepla při různých výkonech TČ – převzato z [23].

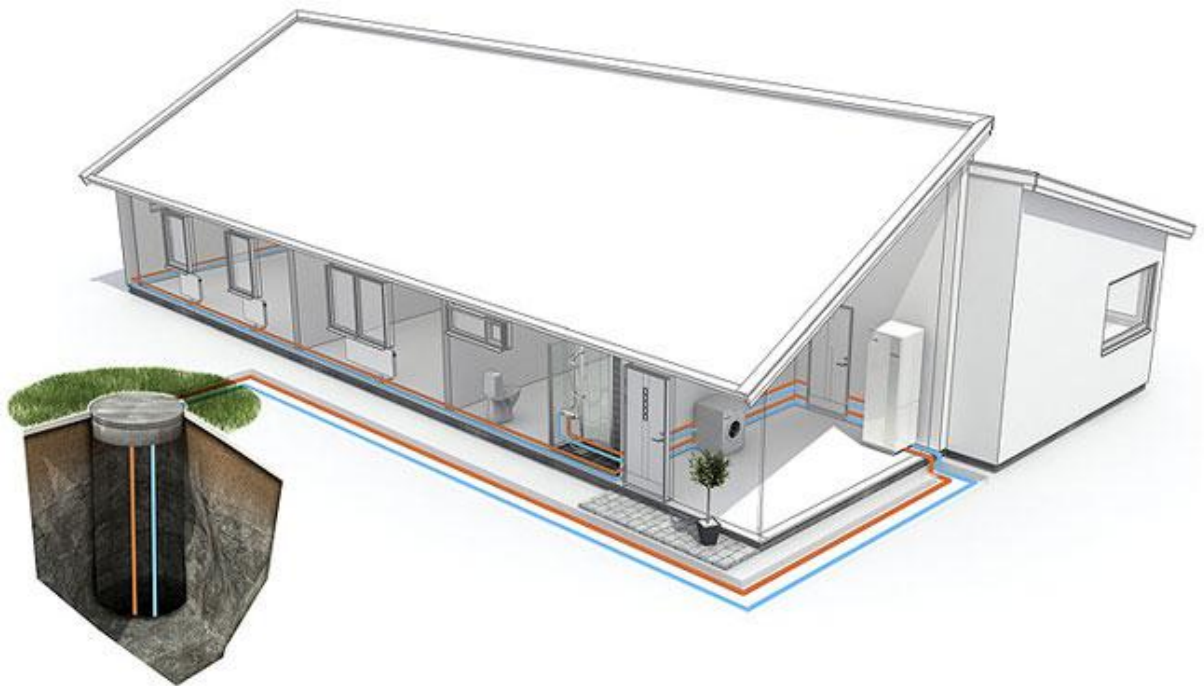
* Podíl tepelného čerpadla je poměr výkonu TČ a tepelné ztráty objektu.

** Krytí potřeby je podíl tepelné energie dodané do objektu tepelným čerpadlem.

4.3.1 Tepelné čerpadlo na principu země/voda

Jako první uvádíme, odkud dané teplo získáváme, a druhé slovo udává, kam teplo předáváme. Tento princip tepelného čerpadla může dané teplo získávat z plošného kolektoru anebo hlubinného vrtu. Zaměříme se na druhý zmíněný zdroj tepla.

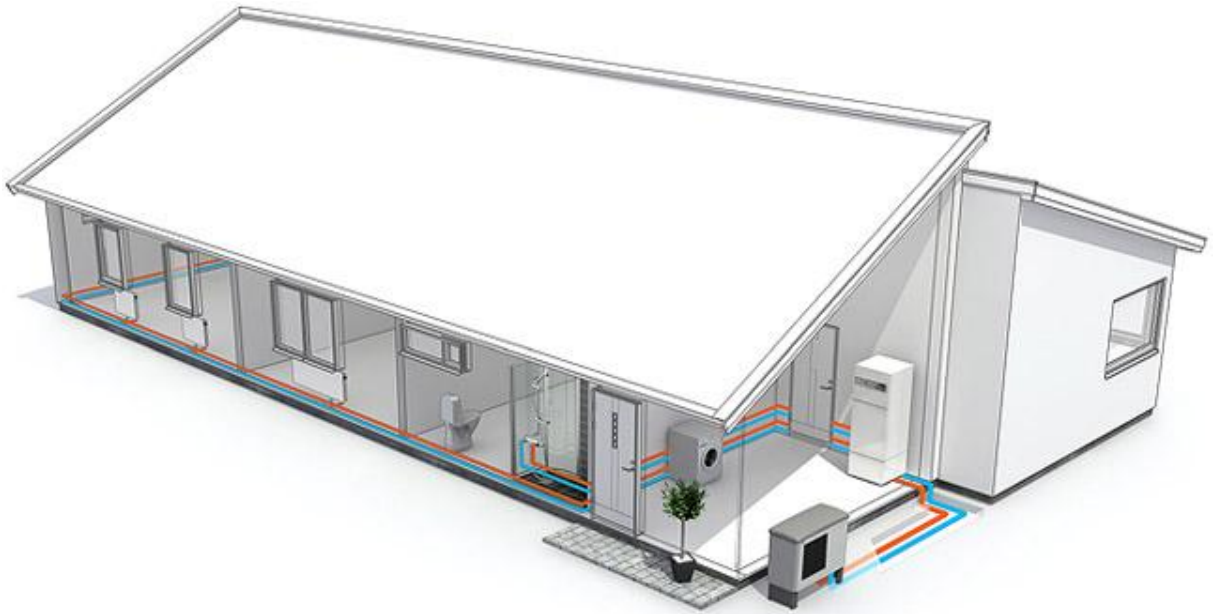
O hloubce hlubinného vrtu rozhoduje výkon tepelného čerpadla a složení podloží. Obecně platí, že na jeden kilowatt výkonu tepelného čerpadla musí mít vrt hloubku 12 až 18 metrů. Mezi výhody toho systému řešení řadíme vysoký topný faktor a to i v zimě. Mezi nevýhody lze zařadit vysoké finanční náklady spojené s pořízením tepelného čerpadla a hlavně s vyhloubením hlubinného vrtu. Jeden metr vrtu se obecně pohybuje okolo tisíce Kč. Vrt lze provést jeden, dva případně i více (vždy, aby jejich součet hloubky dal shodné číslo, jako když by se hloubil pouze jediný vrt). Nesmíme zapomenout však na fakt, že by vrty měly být vzdáleny alespoň deset metrů od sebe, jinak se budou navzájem ovlivňovat. Do hlubinného vrtu se ihned po vyvrtání umístí LDPE hadice (nízkohustotní polyetylen), která se zasype vytěženým materiálem nebo ji lze též zasypat pískem [23].



Obr. 4.9: Ukázka tepelného čerpadla země/voda s hlubinným vrtem – převzato z [29].

4.3.2 Tepelné čerpadlo na principu vzduch/voda

U tohoto principu tepelného čerpadla odebíráme teplo z okolního vzduchu. Zdá se, že se jedná asi o třetí nejrozšířenější systém. Jeho přednosti jsou v nižších pořizovacích nákladech a nenáročná instalace. Naopak mezi nevýhody lze zařadit nižší topný faktor než u TČ země/voda, který se ještě rapidněji sníží v zimním období. V tomto období jsou však nároky na vytápění nejvyšší. Jako další negativa lze uvést nižší životnost. Též se jedná o zdroj hluku vlivem točícího se ventilátoru [23].



Obr. 4.10: Ukázka tepelného čerpadla vzduch/voda – převzato z [30].

4.4 Návrh tepelného čerpadla

Od projektanta stavební konstrukce objektu jsem získal informaci, že daný rodinný dům má tepelnou ztrátu 7 kW. Podle tohoto údaje se odvíjí návrh tepelného čerpadla.

Navrhl jsem dvě řešení vytápění objektu za pomoci tepelného čerpadla včetně ohřevu teplé užitkové vody pomocí solárních kolektorů umístěných na střeše objektu. RD je projektován pro 4 osoby.

Prvním požadavkem byla nákladnější varianta tepelného čerpadla s rekuperací a kolektory firmy VIESSMANN. Druhým požadavkem je levnější varianta tepelného

čerpadla bez rekuperace a levnějšími solárními kolektory. Majitel dále podal požadavek na ohřev TUV během celého roku, což se zohlednilo v návrhu solárních kolektorů. Výběr konečné realizované varianty je plně na majiteli objektu.

4.4.1 Specifikace tepelného čerpadla země/voda NIBE F1145-6 PC s hlubinným vrtem

Jelikož nemáme dostatečnou plochu pro umístění plošného zemního kolektoru (pro zmíněné tepelné čerpadlo plocha cca 300 m²), musíme zvolit tepelné čerpadlo země/voda s hlubinným vrtem. Ten se dá umístit přímo pod objekt anebo v jeho blízkosti. Doporučuji



umístění vně objektu. Pro navržený typ tepelného čerpadla si vystačíme s hloubkou vrtu cca sto metrů. Pokud nechceme, nebo nemůžeme provést jeden tak hluboký vrt, vyhloubíme dva vrtů o hloubce padesáti metrů, které budou od sebe vzdáleny minimálně 10 metrů, aby nedocházelo k jejich vzájemnému ovlivňování. Vrt nad 30 m schvaluje báňský úřad. Specifikaci tepelného čerpadla nalezneme v tabulce níže. Tento model obsahuje chladicí modul, který TČ využívá pro pasivní chlazení. Toto řešení je vhodné pouze pro odběr energie z vrtu. Podrobnějším popisem rekuperace tohoto modulu se bude ještě zabývat níže. TČ je zkombinováno se solárními kolektory umístěnými na střeše rodinného domu. Výběr ohřívače vody najdeme níže.

Obr. 4.11: Tepelné čerpadlo země/voda typ F1145-6 PC od Švédské firmy NIBE – převzato z [31].

Technická data tepelného čerpadla země/voda typ F1145-6 PC od firmy NIBE:

NIBE F1145-6 PC	výkon	příkon	topný faktor	
Při 0/35 °C	6,1 kW	1,35 kW	4,51	
Napětí (frekvence 50 Hz)				400 V (3f + PE +N)
Jištění				20 A
Maximální výstupní teplota topného média				58 °C
Množství chladiva (R407C)				1,8 kg
Doplňkový elektrokotel -maximální výkon				9 kW
Hlučnost (LwA)				43 dB
Výška včetně podstavce				1.500 mm
Šířka				600 mm
Hloubka				620 mm
Hmotnost (bez vody)				153 kg
Maximální teplotní spád (výstupní/vratné potrubí)				65/58 °C
Cena včetně DPH (ks)				216.000 Kč

Tab. 4.5: Parametry tepelného čerpadla země/voda typ F1145-6 PC od firmy NIBE – převzato z [32].



Obr. 4.12: Pokojová jednotka RMU 40 (prostorový termostat) pro tepelné čerpadlo země/voda typ F1145-6 PC, oboje od Švédské firmy NIBE – převzato z [33].

4.4.2 Specifikace tepelného čerpadla vzduch/voda NIBE F2025-6

Jako druhá možná varianta je tepelné čerpadlo se systémem vzduch/voda opět kombinované se solárními kolektory umístěnými na střeše objektu. Musíme si uvědomit, že toto tepelné čerpadlo obsahuje ventilátor, který je umístěn ve venkovním modulu, a tudíž zde bude vznikat hluk, který ale odpovídá hygienickým normám. Proto není vhodné jej umisťovat pod okna ložnice nebo případně směřovat k blízkému sousednímu pozemku. Mohlo by to být v budoucnu předmětem sporu.


Dále je žádoucí při montáži pamatovat na co nejkratší vedení teplé vody, aby nevznikaly příliš velké ztráty vlivem ochlazování potrubí. V rozsáhlém objektu není vždy lehké najít snadné řešení a tak se musí učinit určitý kompromis. Ve zmíněném objektu se zázemí tepelného čerpadla nachází v technické místnosti hned vlevo za vchodem do objektu. Toto místo jsem zvolil s ohledem na krátké vedení vodovodního potrubí do hlavní koupelny v horním nadzemním patře a relativní blízkost koupelny v přízemí. Nesmíme zapomínat na fakt, že musíme mít styk s obvodovou zdí, jelikož modul je umístěn venku za obvodovou zdí objektu a zásobník s vodou by kvůli ztrátám měl být co nejbližší venkovnímu modulu (tento odstavec platí i pro předchozí případ návrhu TČ země/voda).



1. tichý provoz
2. monitorovací a bezpečnostní systém
3. vestavěná inteligentní zařízení
4. automatický dvoustupňový regulátor výkonu ventilátoru
5. materiály odolné proti opotřebení
6. diskrétní provedení
7. variabilita
8. spirálový kompresor
9. dokonalá regulace odtávání
10. vestavěná inteligentní regulace

Obr. 4.13: Tepelné čerpadlo vzduch/voda typ F2025-6 od Švédské firmy NIBE – převzato z [34].

Technická data tepelného čerpadla vzduch/voda typ F2025-6 od firmy NIBE:

NIBE F2025-6	výkon	příkon	topný faktor	
Při 2/35 °C	5,88 kW	1,53 kW	3,84	
Při 7/35 °C	6,74 kW	1,55 kW	4,35	
Při -7/45 °C	4,17 kW	1,76 kW	2,36	
Při 0/45 °C	5,30 kW	1,81 kW	2,93	
Při 7/45 °C	6,50 kW	1,85 kW	3,51	
Při -7/50 °C	2,63 kW	1,84 kW	1,43	
Při -20/50 °C	4,19 kW	1,93 kW	2,17	
Při 2/50 °C	5,44 kW	2,00 kW	2,72	
Při 7/50 °C	6,21 kW	2,03 kW	3,06	
Při 15/50 °C	7,55 kW	2,07 kW	3,64	
Rozběhový proud				
Motorová ochrana				5 A
Relé měkkého startu				standard
Napětí (frekvence 50 Hz)				400 V (3f + PE + N)
Kompresor				Scroll
Jmenovitý průtok topného média				0,16 l/s
Úbytek tlaku při jmenovitém průtoku				1,3 kPa
Průtok vzduchu				1.500 m ³ /h
Příkon ventilátoru				70 W
Jištění				20 A
Krytí				IP24
Maximální výstupní teplota topného média				58 °C
Množství chladiva (R404A)				1,9 kg
Připojení topné médium vnější průměr				G1 (Ø 28 mm)
Systém odtávání				reverzací
Vypínací teplota vysokotlakého presostatu				29 bar
Vypínací nízkotlakého vysokotlakého presostatu				0,5 bar
Diference vysokotlakého presostatu				-7 bar
Diference nízkotlakého presostatu				1 bar
Výška včetně podstavce				1.045 mm
Šířka				1.200 mm
Hloubka				500 mm
Hmotnost				120 kg
Nejnižší provozní teplota, venkovní vzduch/výstupní větev				-20/50 °C (-7/58 °C)
Nejvyšší provozní teplota, venkovní vzduch/výstupní větev				35/58 °C
Cena včetně DPH (ks)				202.560 Kč

Tab. 4.6: Parametry tepelného čerpadla vzduch/voda typ F2025-6 od firmy NIBE – převzato z [35].

4.5 Navržení ohřívače vody v kombinaci se solárními kolektory



Rovnou přejdu k samotnému představení dvouplášťového ohřívače vody se solárním výměníkem.

Ohřívač vody jsem taktéž zvolil od Švédské firmy NIBE. Model pod obchodním označením VPAS 300/450 umožňuje napojení solárních kolektorů, což plně vyhovuje mému požadavku. Obsahuje dvě nádrže, vnitřní je určena pro ohřev teplé užitkové vody. Vnější pak pro topnou vodu. Více technických parametrů najdeme v tabulce níže. Výrobce vyrábí dvě varianty zásobníku, a to provedení z mědi, případně ze smaltu. Cenový rozdíl zásobníků je pouhých 6000 Kč, a proto bych osobně zvolil dražší, měděný.

Obr. 4.14: Ohřívač vody se solární smyčkou typ VPAS 300/450 od Švédské firmy NIBE – převzato z [36].

Technická data ohřívače vody VPAS 300/450 od firmy NIBE:

Antikoroziční ochrana	Měď	Smalt
Objem ohřívače teplé vody	300 litrů	300 litrů
Objem dvojitého pláště	450 litrů	450 litrů
Čistá hmotnost	315 kg	300 kg
Výška (bez nožek 20 – 55 mm)	2.015 mm	2.015 mm
Požadovaná výška stropu	2.120 mm	2.120 mm
Průměr	Ø 860 mm	Ø 860 mm
Přenos tepla při 50 °C	17,4 kWh	17,4 kWh
Ekvivalentní objem teplé vody (40°C)	370 litrů	370 litrů
Maximální délka elektropatrony	750 mm	750 mm
Absorpční plocha solárního pole	6 m ²	6 m ²
Maximální vypínací tlak v nádrži na teplou vodu	10 bar	10 bar
Maximální pracovní tlak v prostoru dvojitého pláště	3 bar	3 bar
Maximální pracovní teplota ve vnější nádrži	95 °C	95 °C
Objem solárního výměníku	2,1 litrů	2,1 litrů
Cena včetně DPH (ks)	96.000 Kč	90.000 Kč

Tab. 4.7: Parametry ohřívače vody typ VPAS 300/450 od firmy NIBE – převzato z [37].

4.6 Rekuperace objektu

Navržené tepelné čerpadlo F1145-6 PC obsahuje modul pasivního chlazení, s jehož pomocí lze v letním období snížit náklady spojené s klimatizováním objektu. Vše se děje za pomoci cirkulace primárního média přes zemní vrt v teplých letních měsících. Tím dochází k ochlazení primárního média, které předá chladící energii vodě proudící přes otopnou soustavu. Ta pak zajišťuje chlazení objektu. Vše probíhá pouze za pomoci oběhových čerpadel, což vede k vysoké úspoře energie, jelikož čerpadla mají malý příkon. Nevýhoda tohoto řešení může být v tom, že se jedná pouze o provoz v letní sezóně.

Dalším celoročním řešením rekuperace lze dosáhnout, pokud na tento typ TČ připojíme ventilační modul NIBE FLM, tím získáme zpětný zisk energie z odpadního vzduchu. Ta je opět odebírána přes výměník.

4.7 Příspěvek k úspoře energií vlivem navržených zařízení

Jelikož investice do výše navržených zařízení není zanedbatelná, bude nás rozhodně zajímat, zda se nám tato investice vyplatí.

Výrobce plošného deskového solárního kolektoru EKOSTART THERMA Blue uvádí roční úsporu energie na ohřev TUV až 75 % (při této ploše solárních kolektorů). U vakuového trubicového solárního kolektoru dosahujeme o něco větší roční úspory. Musíme si však uvědomit, že toto řešení má pořizovací cenu o více jak 100 tisíc Kč vyšší než plošné kolektory.

S tepelným čerpadlem se dá ušetřit 20 až 30 tisíc Kč za roční provozní náklady spojené s vytápěním objektu oproti plynovému nebo elektrickému vytápění. Tato částka není zanedbatelná. Domnívám se, že toto zařízení má smysl v daném objektu instalovat, obzvlášť vezmeme-li v úvahu neustálý růst cen energií. Jelikož objekt využívá tarif D56d (vlivem instalace tepelného čerpadla), myslím si, že investice spojená s pořízením levnější varianty solárních kolektorů je i tak dosti vysoká (vezmeme-li v potaz cenu 1 kWh) a proto bych volil ohřev TUV pomocí TČ s případným elektrickým dohříváním.

Místo investice do solárních kolektorů bych doporučil zvážit k výše navrženému tepelnému čerpadlu NIBE F1145-6 PC, přikoupit ventilační modul, který získává teplo z odpadního vzduchu.

5 EKONOMICKÁ BILANCE

Pro projekt nízkoenergetického rodinného domu jsem zpracoval dvě varianty, které se dají ještě případně různě kombinovat.

První varianta obsahuje cenově dostupnější elektroinstalační přístroje modelové řady Tango od výrobce ABB s.r.o.. Dále obsahuje levnější řešení tepelného čerpadla na principu vzduch/voda u kterého není potřeba zhotovení hlubinného vrtu jako u tepelného čerpadla ve druhé variantě. To může být výhodou, například pokud z nějakého důvodu nemůžeme nebo nechceme provádět takto zásadní zásah do podloží. Dále jsem pro tuto variantu vybral deskové plošné solární kolektory, které jsou podstatně levnější než kolektory v následující variantě. To je ovšem vykoupeno nižší účinností v zimním období.

Naopak druhá varianta obsahuje vyšší standard výrobků. Elektroinstalační přístroje jsou opět od firmy ABB s.r.o., tentokrát v modelové řadě Alpha exclusive. Tepelné čerpadlo země/voda využívá hlubinného vrtu, obsahuje jednotku pasivního chlazení a do návrhu jsem zařadil i ventilační modul, který získává teplo z odpadního vzduchu. Navržené vakuové trubicové solární kolektory patří mezi ty nejlepší, co na trhu momentálně můžeme najít, což pochopitelně odpovídá pořizovací ceně.

Ohřívač teplé užitkové vody kombinovaný topnou vodou je zvolen od firmy Nibe. Zvolil jsem pro obě varianty totožný model, ale v každé variantě je jiné materiálové provedení. Levnější varianta obsahuje ohřívač ve smaltovém provedení a dražší návrh má ohřívač z mědi.

5.1 Varianta 1

- *modelová řada TANGO od ABB s.r.o.*
- *tepelné čerpadlo vzduch/voda NIBE-F2025-6*
- *plošné deskové solární kolektory EKOSOLARIS-EKOSTART THERMA Blue*
- *smaltový ohřívač vody se solární smyčkou NIBE-VPAS 300/450*

<u>typ materiálu</u>	<u>ks (m)</u>	<u>cena za ks</u>	<u>celková cena</u>
zařízení modelová řada TANGO			
jednonásobný rámeček bílý	28	16,00 Kč	448,00 Kč
dvojnásobný rámeček vodorovný bílý	8	36,00 Kč	288,00 Kč
dvojnásobný rámeček svislý bílý	1	43,00 Kč	43,00 Kč
trojnásobný rámeček vodorovný bílý	3	49,00 Kč	147,00 Kč
trojnásobný rámeček svislý bílý	3	59,00 Kč	177,00 Kč
čtyřnásobný rámeček vodorovný bílý	4	66,00 Kč	264,00 Kč
kryt vypínače/přepínače bílý	47	28,00 Kč	1 316,00 Kč
kryt zásuvky TV+R bílý	5	30,00 Kč	150,00 Kč
kryt zásuvky TEL+internet bílý	6	38,00 Kč	228,00 Kč
jednopolový vypínač (č.1)	11	89,00 Kč	979,00 Kč
jednopolový vypínač (č.1) IP44	1	168,00 Kč	168,00 Kč
střídavý přepínač (č.6)	22	94,00 Kč	2 068,00 Kč
střídavý přepínač (č.6) IP44	2	151,00 Kč	302,00 Kč
křížový přepínač (č.7)	11	108,00 Kč	1 188,00 Kč
spínač páčkový trojpolový	3	322,00 Kč	966,00 Kč
jednonásobná zásuvka bílá	15	86,00 Kč	1 290,00 Kč
jednonásobná zásuvka IP44 bílá	4	145,00 Kč	580,00 Kč
jednonásobná zásuvka s přepětovou ochranou bílá	6	749,00 Kč	4 494,00 Kč
dvojnásobná zásuvka s přepětovou ochranou bílá	25	850,00 Kč	21 250,00 Kč
dvojnásobná zásuvka bílá	9	109,00 Kč	981,00 Kč
zásuvka TV+R koncová	1	177,00 Kč	177,00 Kč
zásuvka TV+R průběžná	4	235,00 Kč	940,00 Kč
zásuvka TEL+ internet	6	213,00 Kč	1 278,00 Kč

celkem**39 722,00 Kč****svítidla + elektroinstalační materiál**

bodové svítidlo průměr 8 cm AC 230 V, LED	77	402,00 Kč	30 954,00 Kč
zářivkové svítidlo 1x18 W prachotěsné	2	399,00 Kč	798,00 Kč
zářivkové svítidlo 2x58 W prachotěsné	1	599,00 Kč	599,00 Kč
nástěnné svítidlo	3	589,00 Kč	1 767,00 Kč
nástěnné svítidlo IP44	5	965,00 Kč	4 825,00 Kč
stropní svítidlo obývací pokoj	1	6 999,00 Kč	6 999,00 Kč
zvonek s videokamerou	1	4 463,00 Kč	4 463,00 Kč
výkonová pojistka 63 A	3	84,00 Kč	252,00 Kč
WAGO svorkovnice	1000	3,00 Kč	3 000,00 Kč
HOP	1	215,00 Kč	215,00 Kč
krabice KU68	156	8,00 Kč	1 248,00 Kč
ohebná trubka průměr 32 mm do země	20	4,00 Kč	80,00 Kč
ohebná trubka průměr 16 mm	9	4,00 Kč	36,00 Kč
ER+ HDO (N-C ES212+100/NVE8P)	1	6 409,00 Kč	6 409,00 Kč

celkem**61 645,00 Kč**

kabely

CYKY 20x1,5 mm ²	34	12,00 Kč	408,00 Kč
CYKY 3Jx1,5 mm ²	454	13,00 Kč	5 902,00 Kč
CYKY 30x1,5 mm ²	107	12,00 Kč	1 284,00 Kč
CYKY 3Jx2,5 mm ²	345	20,00 Kč	6 900,00 Kč
CYKY 3Jx4 mm ²	2	31,00 Kč	62,00 Kč
CYKY 40x1,5 mm ²	24	17,00 Kč	408,00 Kč
CYKY 5Jx2,5 mm ²	6	31,00 Kč	186,00 Kč
CYKY 5Jx4 mm ²	18	49,00 Kč	882,00 Kč
CYKY 5Jx6 mm ²	11	72,00 Kč	792,00 Kč
CYKY 5Jx10 mm ²	10	124,00 Kč	1 240,00 Kč
CY1,5 mm ²	30	5,00 Kč	150,00 Kč
CY4 mm ²	9	11,00 Kč	99,00 Kč
CY10 mm ²	25	19,00 Kč	475,00 Kč
SYKFY 2x2x0,5 mm ²	26	6,00 Kč	156,00 Kč
SYKFY 2x2x0,75 mm ²	9	9,00 Kč	81,00 Kč
SYKFY 3x2x0,5 mm ²	180	9,00 Kč	1 620,00 Kč
UTP cat.6	120	6,00 Kč	720,00 Kč
koaxial 75 ohmů	30	10,00 Kč	300,00 Kč

celkem**21 665,00 Kč****bleskosvod**

okapová svorka	4	25,00 Kč	100,00 Kč
zkušební svorka	4	23,00 Kč	92,00 Kč
křížová svorka	6	17,00 Kč	119,00 Kč
ochranný úhelník	4	131,00 Kč	524,00 Kč
základový zemnič 30x4	56	22,00 Kč	1 232,00 Kč
držák	70	29,00 Kč	2 030,00 Kč
drát FeZn průměr 8 mm	65	36,00 Kč	2 340,00 Kč
drát FeZn průměr 10 mm	16	46,00 Kč	736,00 Kč
jímací tyč DEHN+SÖHNE	3	915,00 Kč	2 745,00 Kč
kombinovaný svodič typ 1-DEHN+SÖHNE DV M TNS 255 (umístěný v DR1)	1	15 811,00 Kč	15 811,00 Kč
svodič přepětí DEHN+SÖHNE link DLI ISDN I	6	3 511,00 Kč	21 066,00 Kč
svodič přepětí DEHN+SÖHNE gate DGA FF TV	1	1 269,00 Kč	1 269,00 Kč
svodič přepětí typ 3 DEHN+SÖHNE STC 230	4	2 871,00 Kč	11 484,00 Kč

celkem**59 548,00 Kč****domovní rozvodnice č.1**

zvonkový transformátor EATON TR-G3/8	1	615,00 Kč	615,00 Kč
čtyřpólový proudový chránič EATON PL7 25 A, 30 mA	3	1 814,00 Kč	5 442,00 Kč
třířázový jistič EATON PL7 16 A/B	1	343,00 Kč	343,00 Kč
třířázový jistič EATON PL7 20 A/B	1	502,00 Kč	502,00 Kč

třířázový jistič EATON PL7 40 A/B	1	702,00 Kč	702,00 Kč
trojpólový stykač EATON	2	577,00 Kč	1 154,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 2 A/C	1	227,00 Kč	227,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 4 A/C	2	197,00 Kč	394,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 6 A/B	1	134,00 Kč	134,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 16 A/B	3	137,00 Kč	411,00 Kč
rozdavnice pod omítku EATON 48 pozic IP65	1	3 120,00 Kč	3 120,00 Kč
celkem			13 044,00 Kč

domovní rozvodnice č.2

čtyřpólový proudový chránič EATON PL7 25 A, 30 mA	3	1 814,00 Kč	5 442,00 Kč
třířázový jistič EATON PL7 20 A/B	1	502,00 Kč	502,00 Kč
třířázový jistič EATON PL7 32 A/B	1	469,00 Kč	469,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 6 A/B	7	134,00 Kč	938,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 16 A/B	9	137,00 Kč	1 233,00 Kč
rozdavnice pod omítku EATON 36 pozic IP40	1	949,00 Kč	949,00 Kč
celkem			9 533,00 Kč

domovní rozvodnice č.3

čtyřpólový proudový chránič EATON PL7 25 A, 30 mA	1	1 814,00 Kč	1 814,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 6 A/B	5	134,00 Kč	670,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 16 A/B	5	137,00 Kč	685,00 Kč
rozdavnice pod omítku EATON 18 pozic IP40	1	483,00 Kč	483,00 Kč
celkem			3 652,00 Kč

EZS+EPS

PIR čidlo drátové JA-110P	10	567,00 Kč	5 670,00 Kč
magnetické čidlo bezdrátové JA-182M	14	1 034,00 Kč	14 476,00 Kč
PIR čidlo s tříštěním skla	1	2 134,00 Kč	2 134,00 Kč
detektor kouře a teploty JA-110ST	1	956,00 Kč	956,00 Kč
ovládací segment klávesnice JA-192E	1	95,00 Kč	95,00 Kč
EZS ústředna JA-106KR	1	10 999,00 Kč	10 999,00 Kč
klávesnice s displayem JA-114E	1	2 063,00 Kč	2 063,00 Kč
interní siréna JA-110A	1	523,00 Kč	523,00 Kč
zálohovací akumulátor 12 V, 18 Ah	1	951,00 Kč	951,00 Kč
kabel SYKFY 3x2x0,5	325	8,00 Kč	2 600,00 Kč
celkem			40 467,00 Kč

CELKOVÁ CENA MATERIÁLU	249 276,00 Kč
-------------------------------	----------------------

CELKOVÁ CENA S PRACÍ	348 986,00 Kč
-----------------------------	----------------------

tepelné čerpadlo vzduch/voda

tepelné čerpadlo NIBE F2025-6	1	202 560,00 Kč	202 560,00 Kč
odkapní miska pro NIBE F2025-6	1	9 000,00 Kč	9 000,00 Kč
trojcestný ventil NIBE VST 11	1	7 800,00 Kč	7 800,00 Kč
řídící jednotka NIBE SMO 10	1	34 800,00 Kč	34 800,00 Kč
směšovací sada NIBE ESV 20	1	16 200,00 Kč	16 200,00 Kč
plnicí sada NIBE KP	1	8 800,00 Kč	8 800,00 Kč
smaltový ohřívač vody se solární smyčkou NIBE VPAS 300/450	1	90 000,00 Kč	90 000,00 Kč
celkem			369 160,00 Kč

ohřev TUV pomocí plošných deskových solárních kolektorů

plošný deskový solární kolektor EKOSOLARIS EKOSTART THERMA Blue	3	13 110,00 Kč	39 330,00 Kč
řídící jednotka μTeR-05 disp	1	2 100,00 Kč	2 100,00 Kč
kompletní systém SOLAR DIVICON (čerpadlo+měřicí přístroje)	1	12 420,00 Kč	12 420,00 Kč
odvzdušňovací ventil	1	264,00 Kč	264,00 Kč
expanzní nádoba	1	3 018,00 Kč	3 018,00 Kč
držáky kolektorů na střechu se změnou úhlu o 25 °	6	1 490,00 Kč	8 940,00 Kč
celkem			66 072,00 Kč

CELKOVÁ CENA TČ + KOLEKTORY	435 232,00 Kč
------------------------------------	----------------------

CELKOVÁ CENA S PRACÍ TČ + KOLEKTORY	491 812,00 Kč
--	----------------------

KOMPLETNÍ CENA VČETNĚ PRÁCE A DPH	840 798,00 Kč
--	----------------------

5.2 Varianta 2

- modelová řada ALPHA exclusive od ABB s.r.o.
- tepelné čerpadlo vzduch/voda NIBE-F1145-6 PC
- vakuové trubicové solární kolektory VIESSMANN-VITOSOL 300-T SP3A
- měděný ohřívač vody se solární smyčkou NIBE-VPAS 300/450

<u>typ materiálu</u>	<u>ks (m)</u>	<u>cena za ks</u>	<u>celková cena</u>
zařízení modelová řada ALPHA EXCLUSIVE			
jednonásobný rámeček alabastr/chrom	28	87,00 Kč	2 436,00 Kč
dvojnásobný rámeček vodorovný alabastr/chrom	42	145,00 Kč	6 090,00 Kč
dvojnásobný rámeček svislý alabastr/chrom	1	145,00 Kč	145,00 Kč
trojnásobný rámeček vodorovný alabastr/chrom	3	228,00 Kč	684,00 Kč
trojnásobný rámeček svislý alabastr/chrom	3	228,00 Kč	684,00 Kč
čtyřnásobný rámeček vodorovný alabastr/chrom	4	359,00 Kč	1 436,00 Kč
kompletní jednopólový vypínač (č.1) alabastr/chrom	11	469,00 Kč	5 159,00 Kč
jednopólový vypínač (č.1) IP44 (nevyrábí se - tango bílá + rámeček)	1	184,00 Kč	184,00 Kč
kompletní střídavý přepínač (č.6) alabastr/chrom	22	473,00 Kč	10 406,00 Kč
střídavý přepínač (č.6) IP44 (nevyrábí se - tango bílá + rámeček)	2	167,00 Kč	334,00 Kč
kompletní křížový přepínač (č.7) alabastr/chrom	11	507,00 Kč	5 577,00 Kč
spínač páčkový trojpólový (nevyrábí se - tango bílá)	3	322,00 Kč	966,00 Kč
jednonásobná zásuvka alabastr/chrom	58	86,00 Kč	4 988,00 Kč
jednonásobná zásuvka IP44 včetně KU68 (nevyrábí se - tango bílá + rámeček)	4	169,00 Kč	676,00 Kč
jednonásobná zásuvka s přepětovou ochrannou bílá včetně KU68	31	1 291,00 Kč	40 021,00 Kč
kompletní zásuvka TV+R koncová alabastr/chrom	1	557,00 Kč	557,00 Kč
kompletní zásuvka TV+R průběžná alabastr/chrom	4	543,00 Kč	2 172,00 Kč
kompletní zásuvka TEL+ internet alabastr/chrom	6	823,00 Kč	4 938,00 Kč
celkem			87 453,00 Kč

svítidla + elektroinstalační materiál

bodové svítidlo průměr 8 cm AC 230 V, LED	77	402,00 Kč	30 954,00 Kč
zářivkové svítidlo 1x18 W prachotěsné	2	399,00 Kč	798,00 Kč
zářivkové svítidlo 2x58 W prachotěsné	1	599,00 Kč	599,00 Kč
nástěnné svítidlo	3	589,00 Kč	1 767,00 Kč
nástěnné svítidlo IP44	5	965,00 Kč	4 825,00 Kč
stropní svítidlo obývací pokoj	1	6 999,00 Kč	6 999,00 Kč
zvonek s videokamerou	1	4 463,00 Kč	4 463,00 Kč
výkonová pojistka 63 A	3	84,00 Kč	252,00 Kč
WAGO svorkovnice	1000	3,00 Kč	3 000,00 Kč

HOP	1	215,00 Kč	215,00 Kč
krabice KU68	156	8,00 Kč	1 248,00 Kč
ohebná trubka průměr 32 mm do země	20	4,00 Kč	80,00 Kč
ohebná trubka průměr 16 mm	9	4,00 Kč	36,00 Kč
ER+ HDO (N-C ES212+100/NVE8P)	1	6 409,00 Kč	6 409,00 Kč
celkem			61 645,00 Kč

kabely

CYKY 2Ox1,5 mm ²	34	12,00 Kč	408,00 Kč
CYKY 3Jx1,5 mm ²	454	13,00 Kč	5 902,00 Kč
CYKY 3Ox1,5 mm ²	107	12,00 Kč	1 284,00 Kč
CYKY 3Jx2,5 mm ²	345	20,00 Kč	6 900,00 Kč
CYKY 3Jx4 mm ²	2	31,00 Kč	62,00 Kč
CYKY 4Ox1,5 mm ²	24	17,00 Kč	408,00 Kč
CYKY 5Jx2,5 mm ²	6	31,00 Kč	186,00 Kč
CYKY 5Jx4 mm ²	18	49,00 Kč	882,00 Kč
CYKY 5Jx6 mm ²	11	72,00 Kč	792,00 Kč
CYKY 5Jx10 mm ²	10	124,00 Kč	1 240,00 Kč
CY1,5 mm ²	30	5,00 Kč	150,00 Kč
CY4 mm ²	9	11,00 Kč	99,00 Kč
CY10 mm ²	25	19,00 Kč	475,00 Kč
SYKFY 2x2x0,5 mm ²	26	6,00 Kč	156,00 Kč
SYKFY 2x2x0,75 mm ²	9	9,00 Kč	81,00 Kč
SYKFY 3x2x0,5 mm ²	180	9,00 Kč	1 620,00 Kč
UTP cat.6	120	6,00 Kč	720,00 Kč
koaxial 75 ohmů	30	10,00 Kč	300,00 Kč
celkem			21 665,00 Kč

bleskosvod

okapová svorka	4	25,00 Kč	100,00 Kč
zkušební svorka	4	23,00 Kč	92,00 Kč
křížová svorka	7	17,00 Kč	119,00 Kč
ochranný úhelník	4	131,00 Kč	524,00 Kč
základový zemnič 30x4	56	22,00 Kč	1 232,00 Kč
držák	70	29,00 Kč	2 030,00 Kč
drát FeZn průměr 8 mm	65	36,00 Kč	2 340,00 Kč
drát FeZn průměr 10 mm	16	46,00 Kč	736,00 Kč
jímací tyč DEHN+SÖHNE	3	915,00 Kč	2 745,00 Kč
kombinovaný svodič typ 1-DEHN+SÖHNE DV M TNS 255	1	15 811,00 Kč	15 811,00 Kč
svodič přepětí DEHN+SÖHNE link DLI ISDN I	6	3 511,00 Kč	21 066,00 Kč
svodič přepětí DEHN+SÖHNE gate DGA FF TV	1	1 269,00 Kč	1 269,00 Kč
svodič přepětí typ 3 - DEHN+SÖHNE STC 230	4	2 871,00 Kč	11 484,00 Kč
celkem			59 548,00 Kč

domovní rozvodnice č.1

zvonkový transformátor EATON TR-G3/8	1	615,00 Kč	615,00 Kč
čtyřpólový proudový chránič EATON PL7 25 A, 30 mA	3	1 814,00 Kč	5 442,00 Kč
třířázový jistič EATON PL7 16 A/B	1	343,00 Kč	343,00 Kč
třířázový jistič EATON PL7 20 A/B	1	502,00 Kč	502,00 Kč
třířázový jistič EATON PL7 40 A/B	1	702,00 Kč	702,00 Kč
trojpólový stykač EATON	2	577,00 Kč	1 154,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 2 A/C	1	227,00 Kč	227,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 4 A/C	2	197,00 Kč	394,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 6 A/B	1	134,00 Kč	134,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 16 A/B	3	137,00 Kč	411,00 Kč
rozvodnice pod omítku EATON 48 pozic IP65	1	3 120,00 Kč	3 120,00 Kč

celkem**13 044,00 Kč****domovní rozvodnice č.2**

čtyřpólový proudový chránič EATON PL7 25 A, 30 mA	3	1 814,00 Kč	5 442,00 Kč
třířázový jistič EATON PL7 20 A/B	1	502,00 Kč	502,00 Kč
třířázový jistič EATON PL7 32 A/B	1	469,00 Kč	469,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 6 A/B	7	134,00 Kč	938,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 16 A/B	9	137,00 Kč	1 233,00 Kč
rozvodnice pod omítku EATON 36 pozic IP40	1	949,00 Kč	949,00 Kč

celkem**9 533,00 Kč****domovní rozvodnice č.3**

čtyřpólový proudový chránič EATON PL7 25 A, 30 mA	1	1 814,00 Kč	1 814,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 6 A/B	5	134,00 Kč	670,00 Kč
jednofázový jistič EATON PL7 16 A/B	5	137,00 Kč	685,00 Kč
rozvodnice pod omítku EATON 18 pozic IP40	1	483,00 Kč	483,00 Kč

celkem**3 652,00 Kč****EZS+EPS**

PIR čidlo drátové JA-110P	10	567,00 Kč	5 670,00 Kč
magnetické čidlo bezdrátové JA-182M	14	1 034,00 Kč	14 476,00 Kč
PIR čidlo s tříštěním skla	1	2 134,00 Kč	2 134,00 Kč
detektor kouře a teploty JA-110ST	1	956,00 Kč	956,00 Kč
ovládací segment klávesnice JA-192E	1	95,00 Kč	95,00 Kč
EZS ústředna JA-106KR	1	10 999,00 Kč	10 999,00 Kč
klávesnice s displayem JA-114E	1	2 063,00 Kč	2 063,00 Kč
interní siréna JA-110A	1	523,00 Kč	523,00 Kč
zálohovací akumulátor 12 V, 18 Ah	1	951,00 Kč	951,00 Kč
kabel SYKFY 3x2x0,5	325	8,00 Kč	2 600,00 Kč

celkem**40 467,00 Kč**

CELKOVÁ CENA MATERIÁLU	297 007,00 Kč
-------------------------------	----------------------

CELKOVÁ CENA S PRACÍ	415 809,00 Kč
-----------------------------	----------------------

tepelné čerpadlo země/voda s hlubinným vrtem

tepelné čerpadlo NIBE F1145-6 PC	1	216 000,00 Kč	216 000,00 Kč
pokožová jednotka NIBE RMU 40	2	5 160,00 Kč	10 320,00 Kč
solární sada NIBE SOLAR 40	1	11 400,00 Kč	11 400,00 Kč
směšovací sada NIBE ECS 40	1	14 400,00 Kč	14 400,00 Kč
karta příslušenství NIBE AXC 40	1	7 200,00 Kč	7 200,00 Kč
komunikační modul NIBE SMS 40	1	6 000,00 Kč	6 000,00 Kč
plnicí sada NIBE KP	1	8 800,00 Kč	8 800,00 Kč
měděný ohřívač vody se solární smyčkou NIBE VPAS 300/450	1	96 000,00 Kč	96 000,00 Kč
ventilační modul (rekuperace) NIBE FLM	1	60 000,00 Kč	60 000,00 Kč
držák na zeď ventilačního modulu NIBE FLM	1	1 500,00 Kč	1 500,00 Kč
vyhloubení vrtu 100 m	100	1 000,00 Kč	100 000,00 Kč

celkem 531 620,00 Kč

ohřev TUV pomocí trubcových solárních kolektorů

vakuový trubcový solární kolektor VISSMANN VITOSOL 300-T SP3A	2	66 928,00 Kč	133 856,00 Kč
řídící jednotka VITOSOLIC 100	1	9 050,00 Kč	9 050,00 Kč
kompletní systém SOLAR DIVICON (čerpadlo+měřicí přístroje)	1	12 420,00 Kč	12 420,00 Kč
odvzdušňovací ventil	1	264,00 Kč	264,00 Kč
expanzní nádoba	1	3 018,00 Kč	3 018,00 Kč
držáky kolektorů na střechu se změnou úhlu o 25 °	8	1 490,00 Kč	11 920,00 Kč

celkem 170 528,00 Kč

CELKOVÁ CENA TČ + KOLEKTORY	702 148,00 Kč
------------------------------------	----------------------

CELKOVÁ CENA S PRACÍ TČ + KOLEKTORY	772 362,00 Kč
--	----------------------

KOMPLETNÍ CENA VČETNĚ PRÁCE A DPH	1 188 171,00 Kč
--	------------------------

6 ZÁVĚR

V této práci jsem se zabýval návrhem a dimenzováním hlavní přípojky do nízkoenergetického rodinného domu.

Z výpočtů jsem zvolil kabel CYKY 5Jx10 mm² a hlavní třífázový jistič o jmenovitém proudu 50 A. Následně jsem vypracoval technickou a revizní zprávu.

Při respektování platných norem ČSN jsem vyhotovil kompletní elektroinstalaci rodinného domu včetně zapracování ochrany před bleskem. Projektová dokumentace je k dispozici v přílohách této práce.

Současně zmiňuji jednotlivé funkční prvky použité v objektu, jejich představení a popis funkce.

Vyhotovil jsem dvě varianty tepelných čerpadel, které využívají rozdílné principy získávání energie. První obsahuje tepelné čerpadlo na principu vzduch/voda. Je levnější, ale má nižší topný faktor. Ten se v zimním období ještě zhorší. Při návrhu TČ země/voda jsem byl limitován velikostí pozemku a tak nezbývalo nic jiného, než navrhnout zařízení využívající hlubinný vrt.

Solární kolektory pro ohřev teplé užitkové vody jsem též vypracoval ve dvou variantách se zaměřením na celoroční provoz.

Na závěr jsem zpracoval ekonomickou bilanci.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Martínek, Zbyněk, Doc. Ing. CSc. : *Přednášky předmětu KEE/PIR*, Plzeň, KEE, 2011.
- [2] Elektomateriál [online]. 2012 [cit. 3. 5. 2012]. Dostupné: <http://www.elki-elektromaterial-eshop.cz/elki-elektromaterial-cz/eshop/13-1-KABELY-A-VODICE/59-2-CYKY/5/281-CYKY-5J-x-6>
- [3] Burant, Jiří : *Blesk a přepětí*, Praha, FCC Public, 2006, 256 s.
- [4] Kutáč, Jiří, Ing., Meravý, Ján, Ing. : *Ochrana před bleskem a přepětím z pohledu soudních znalců*, Ostrava, SPBI, 2010, 186 s.
- [5] Kutáč, Jiří, Ing., Rous, Zdeněk, Ing. CSc., Hladký, Zdeněk, Ing. : *Hromosvody a zemniče, 2. přepracované vydání*, Praha, IN-EL, 2008, 131 s.
- [6] Dehn + Söhne : *Lightning Protection Guide, 2nd updaten edition*, Neumarkt, Germany, Dehn + Söhne, 2007, ISBN 3-00-015975-4, 328 s.
- [7] Foit, Jaroslav : *Elektronika I*, Praha, SNTL – nakladatelství technické literatury, 1981, 263 s.
- [8] Hromosvody Indelec [online]. 2012 [cit. 8. 5. 2012]. Dostupné: <http://hromosvody.indelec.cz/index.php?id=11>
- [9] Tkotz, Klaus, a kol. : *Příručka pro elektrotechnika*, Praha, Europa-Sabotáles cz, 2006, 624 s.
- [10] Kunc, Josef : *Stavíme - komfortní a úsporná elektroinstalace, 2. vydání*, Brno, ERA, 2003, 120 s.
- [11] Kunc, Josef : *Elektroinstalace – krok za krokem*, Praha, Grada Publishing, 2003, 132 s.
- [12] Katalog Eaton – instalační přístroje, 2010, 308 s.
- [13] Katalog ABB – domovní elektroinstalační materiál, 2007, 500 s.
- [14] Katalog SEZ – katalog výrobků, 2011, 153 s.
- [15] Katalog DEHN+Söhne – ochrana před přepětím, ochrana před bleskem, zemnění, 2011, 184 s.
- [16] Křeček, Stanislav, Ing., a kol. : *Příručka zabezpečovací techniky*, Blatná, 2003, ISBN 80-902938-2-4, 351 s.

- [17] Jablotron [online]. 2012 [cit. 28. 4. 2012]. Dostupné: <http://www.jablotron.cz/cz/Katalog/zabezpeceni+domu/jablotron+100/ustredny/ja106kr+ustredna+s+gsm/gprs/lan+komunikatorem+a+radiovym+modulem/>
- [18] Jablotron [online]. 2012 [cit. 28. 4. 2012]. Dostupné: <http://www.jablotron.cz/cz/Katalog/zabezpeceni+domu/jablotron+100/sbernicove+prvky/detektory/plastova+ochrana/ja110b+sbernicovy+akusticky+detektor+rozbiti+skla/>
- [19] Jablotron [online]. 2012 [cit. 28. 4. 2012]. Dostupné: <http://www.jablotron.cz/cz/Katalog/zabezpeceni+domu/jablotron+100/bezdratove+prvky/detektory/bezdratove+detektory+plastove+ochrany/ja182m+neviditelny+bezdratovy+detektor+otevreni/>
- [20] Jablotron [online]. 2012 [cit. 28. 4. 2012]. Dostupné: <http://www.jablotron.cz/cz/Katalog/zabezpeceni+domu/jablotron+100/sbernicove+prvky/detektory/detektory+pohybu+pir/ja110p+sbernicovy+pir+detektor+pohybu+eco/>
- [21] Jablotron [online]. 2012 [cit. 28. 4. 2012]. Dostupné: <http://www.jablotron.cz/cz/Katalog/zabezpeceni+domu/jablotron+100/sbernicove+prvky/detektory/environmentalni+detektory/ja110st+sbernicovy+kombinovany+detektor+koure+a+teploty/>
- [22] Trubicové kolektory [online]. 2012 [cit. 26. 4. 2012]. Dostupné: <http://www.trubicove-kolektory.cz/mapa.html>
- [23] Beranovský, Jiří, Ing. Ph.D., Truxa, Jan, Ing., a kol. : *Alternativní energie pro váš dům*, Brno, ERA, 2003, 125 s.
- [24] Cihelka, Jaromír, Ing. Dr. : *Solární tepelná technika*, Praha, nakladatelství T. Malina, 1994, 208 s.
- [25] Tzb info [online]. 2012 [cit. 28. 4. 2012]. Dostupné: <http://www.tzb-info.cz/4903-ucinnost-vakuovych-trubkovych-solarnich-kolektoru-i>
- [26] Ekosolaris [online]. 2012 [cit. 1. 5. 2012]. Dostupné: <http://www.ekosolaris.cz/solarni-page.php?ide=122&title=Ekostart+Therma+Blue>
- [27] Viessmann [online]. 2012 [cit. 1. 5. 2012]. Dostupné: http://www.viessmann.cz/cs/rodinny_dum_dvougeneracni_rodinny_dum/produkty/Solar-Systeme/Vitosol_300.html

- [28] Viessmann [online]. 2012 [cit. 1. 5. 2012]. Dostupné: http://www.viessmann.cz/etc/medialib/internet-cz/pdf/ltu/slune_ni_kolektory.Par.79932.File.File.tmp/LTU_Vitosol-300-T.pdf
- [29] Pavelek [online]. 2012 [cit. 30. 4. 2012]. Dostupné: <http://www.pavelek.cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda/>
- [30] Pavelek [online]. 2012 [cit. 30. 4. 2012]. Dostupné: <http://www.pavelek.cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda/>
- [31] Nibe [online]. 2012 [cit. 30. 4. 2012]. Dostupné: <http://www.nibe-shop.cz/?14,tepelne-cerpadlo-nibe-f1145-6-pc-zeme-voda>
- [32] Nibe [online]. 2012 [cit. 30. 4. 2012]. Dostupné: <http://www.nibe.cz/dwn/nibe-f1145-pc-informace-o-produktu.pdf>
- [33] Nibe [online]. 2012 [cit. 30. 4. 2012]. Dostupné: http://www.nibe.cz/dwn/RMU_40_Navod_k_montazi.pdf
- [34] Nibe [online]. 2012 [cit. 29. 4. 2012]. Dostupné: <http://www.nibe.cz/dwn/NIBE-vzduch-voda-2010.pdf>
- [35] Nibe [online]. 2012 [cit. 30. 4. 2012]. Dostupné: <http://www.nibe.cz/dwn/fighter-2025-informace-o-produktu.pdf>
- [36] Nibe [online]. 2012 [cit. 29. 4. 2012]. Dostupné: <http://www.nibe.eu/Domestic-heatingcooling/Tillbehor/ACCUMULATORS/VPAS/>
- [37] Nibe [online]. 2012 [cit. 29. 4. 2012]. Dostupné: <http://www.nibe.cz/dwn/vpas-informace-o-produktu.pdf>

8 SEZNAM PŘÍLOH

[1]	<i>PŮDORYS - PŘÍZEMÍ</i>	
[2]	<i>PŮDORYS – PATRO</i>	
[3]	<i>PŘIPOJENÍ OBJEKTU</i>	
[4]	<i>BLESKOSVOD</i>	
[5]	<i>SLABOPROUD- PŘÍZEMÍ</i>	2x
[6]	<i>SLABOPROUD – PATRO</i>	2x
[7]	<i>EZS – PŘÍZEMÍ</i>	2x
[8]	<i>EZS – PATRO</i>	2x
[9]	<i>SILNOPROD – PŘÍZEMÍ</i>	2x
[10]	<i>SILNOPROD – PATRO</i>	2x
[11]	<i>CELKOVÉ ZAPOJENÍ</i>	
[12]	<i>DR1</i>	
[13]	<i>DR2</i>	
[14]	<i>DR3</i>	