

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Návrh inteligentní elektroinstalace sběrnového
a radiofrekvenčního typu v nízkoenergetickém
rodinném sídle**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miroslav KRATOCHVÍL**
Osobní číslo: **E11N0121P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Elektroenergetika**
Název tématu: **Návrh inteligentní elektroinstalace sběrnicevého a radio-
frekvenčního typu v nízkoenergetickém rodinném sídle**
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. Objasněte základní odlišnosti v provedení moderních systémů elektroinstalace od instalace klasickým způsobem.
2. Popište základní nízkoenergetické prvky užívané v rodinných sídlech a uveďte jejich pozitivní či negativní vlivy na životní prostředí.
3. Vypracujte kompletní projekt elektroinstalace sběrnicevým a radiofrekvenčním způsobem v rodinném sídle. Současně proveďte návrh vybavení nízkoenergetickými úspornými prvky včetně nízkoenergetického vytápění sídla.
4. Pro navržené projekty dimenzujte přípojku, proveďte kontrolu z hlediska jistění, úbytku napětí, symetrického trojfázového zkratu, tepelných účinků zkratového proudu a minimálního průřezu.
5. Proveďte celkovou ekonomickou bilanci pro návrh oběma typy moderní elektroinstalace a pro vybavení nízkoenergetickými prvky, porovnejte výhody a nevýhody obou variant.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:


1. Tkotz, K. a kolektiv: Příručka pro elektrotechnika, Europa, Sabotáles cz, Praha, 2006
2. Sládek, D.: Příručka elektromontéra domovních rozvodů, SNTL, Nakladatelství technické literatury, Praha, 1997
3. Kolektiv lektorů vzdělávacího a zkušebního centra Olomouc : Elektro v praxi 1, 2003, Katalogy výrobců elektroinstalačního materiálu
4. www stránky výrobců elektroinstalačního materiálu a www stránky o vybavení nízkoenergetických domů
5. Příslušné technické normy závazné pro projektování elektroinstalací
6. Přednášky PIR 2012

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

Datum zadání diplomové práce: **15. října 2012**
Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2013**


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




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

V Plzni dne 15. října 2012

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na kompletní projekt elektroinstalace moderními systémy v nízkoenergetickém rodinném sídle, konkrétně se jedná o sběrnicevý systém Nikobus a radiofrekvenční systém Xcomfort od firmy Eaton Elektrotechnika s.r.o. Obsahem mé práce je objasnění základních rozdílů v provedení mezi instalací moderními systémy a instalací provedenou klasickým způsobem. Dále se v poměrně širokém pojetí zaměřuji na jednotlivá zařízení, kterými se běžně vybavují domy s nízkou energetickou náročností. Hlavním zaměřením mé práce je vypracování kompletního projektu elektroinstalace oběma moderními systémy včetně vybavení domu základními nízkoenergetickými prvky. Součástí projektu je také výpočet pro dimenzování přípojky. Na závěr je provedeno srovnání obou systémů z hlediska ekonomické bilance a jednotlivých výhod a nevýhod.

Klíčová slova

Moderní systémy elektroinstalace, inteligentní elektroinstalace, sběrnicevý systém, radiofrekvenční systém, senzor, aktor, účastník na sběrnici, nízkoenergetický dům, rekuperace tepla, tepelné čerpadlo, solární kolektory, fotovoltaické panely, projekt elektroinstalace, dimenzování přípojky, kontroly při dimenzování, ekonomická bilance

Abstract

The submitted diploma thesis is aimed at a complete project of wiring system by modern systems in low-energetic family house, concretely by bus system Nikobus and radiofrequency system Xcomfort from company Eaton Elektrotechnika L.L.C. In my thesis I specify basic differences among type of construction of wiring system by modern systems and classical way. Further in relatively wide conception I am concerned with appliances, which are usually installed in houses with low energetic intensity. The main aim of my thesis is to working up complete project of wiring system by modern systems including also equipment of house by low-energetic appliances. Calculation for dimensioning of service line is also part of project. At the conclusion I compared both of the systems in terms of economic balance and their advantages and disadvantages.

Key words

Modern wiring systems, intelligent wiring system, bus system, radiofrequency system, sensor, actuator, participant on bus, low-energy house, heat recovery, heat pump, solar collectors, photovoltaic panels, project of wiring system, dimensioning of service line, checks at the dimensioning, economic balance

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 8.5.2013

Miroslav Kratochvíl

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Zbyňkovi Martínkovi, CSc. a vedoucímu diplomového semináře Prof. Ing. Jiřímu Koženému, CSc. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce. Dále bych nerad zapomněl na svého konzultanta Ing. Miloše Holého, který mi poskytl spoustu odborných rad z praxe. Na závěr bych také rád poděkoval některým společnostem, na které jsem se obracel se svými dotazy při zpracování projektu. Tímto tedy děkuji produktovému manažerovi společnosti Eaton Elektrotechnika s.r.o. Ing. Jaromírovi Pávkovi za všechny odpovědi na mé dotazy a manažerovi útvaru prodeje ze společnosti Elektrodesign Ventilátory s.r.o. Martinovi Hendrichovi za pomoc s výběrem rekuperační jednotky.

Obsah

ÚVOD	8
SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN, JEDNOTEK A ZKRATEK.....	9
1 ROZVOJ MODERNÍCH SYSTÉMŮ ELEKTROINSTALACE	12
1.1 HISTORIE ROZVOJE MODERNÍCH SYSTÉMŮ ELEKTROINSTALACE.....	12
1.1.1 <i>Okolnosti předcházející rozvoji moderních systémů</i>	12
1.1.2 <i>První etapa rozvoje sběrnicevých systémů</i>	13
1.1.3 <i>Druhá etapa rozvoje sběrnicevých systémů</i>	14
1.1.4 <i>Současný stav sběrnicevých systémů, rozvoj radiofrekvenčních systémů</i>	15
2 ZÁKLADNÍ ROZDÍLY MEZI KLASICKOU A INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACÍ	16
2.1 TOPOLOGIE SYSTÉMŮ INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE.....	16
2.2 FUNKCE SYSTÉMŮ INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE.....	19
3 DOMY S NÍZKOU ENERGETICKOU NÁROČNOSTÍ.....	21
3.1 ZÁKLADNÍ PŘEDPOKLADY PRO NÍZKOENERGETICKÉ A PASIVNÍ DOMY	24
3.2 ZÁKLADNÍ PRVKY ZAJIŠŤUJÍCÍ NÍZKOU ENERGETICKOU NÁROČNOST BUDOVY	26
3.2.1 <i>Větrací jednotky s rekuperací tepla</i>	26
3.2.2 <i>Tepelná čerpadla</i>	34
3.2.3 <i>Solární ohřev, solární kolektory</i>	49
3.2.4 <i>Fotovoltaika</i>	58
4 KOMPLETNÍ PROJEKT ELEKTROINSTALACE	64
4.1 VÝKRESOVÁ ČÁST	64
4.2 TECHNICKÁ ZPRÁVA	64
4.3 DIMENZOVÁNÍ A KONTROLY - VÝPOČET	70
4.3.1 <i>Dimenzování kabelu hlavní přípojky</i>	70
4.3.2 <i>Kontrola přípojky na úbytek napětí</i>	72
4.3.3 <i>Výpočet zkratových poměrů – symetrický trojfázový zkrat</i>	73
4.3.4 <i>Kontrola na minimální průřez</i>	75
4.3.5 <i>Kontrola z hlediska jištění</i>	77
4.4 VYČÍSLNĚNÍ NÁKLADŮ NA POUŽITÝ MATERIÁL.....	78
4.4.1 <i>Vyčíslení nákladů na použitý materiál pro sběrnicevý systém Nikobus</i>	78
4.4.2 <i>Vyčíslení nákladů na použitý materiál pro RF systém Xcomfort</i>	81
4.4.3 <i>Porovnání obou systémů z hlediska ekonomické bilance</i>	84
4.4.4 <i>Porovnání z hlediska jednotlivých výhod a nevýhod</i>	85
5 VYBAVENÍ DOMU ZAŘÍZENÍMI PODPORUJÍCÍMI NÍZKOU ENERGETICKOU NÁROČNOST	87
ZÁVĚR	89
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	90
SEZNAM PŘÍLOH.....	92

Úvod

Hlavním cílem práce je vypracování kompletního projektu elektroinstalace moderními systémy v nízkoenergetickém rodinném sídle, konkrétně se jedná o sběrnicevý systém Nikobus a radiofrekvenční systém Xcomfort od firmy Eaton Elektrotechnika, včetně zařízení zajišťujících nízkou energetickou náročnost budovy.

Vlastní práci jsem rozčlenil do pěti hlavních kapitol. Na začátku jsem zabrousil trochu do historie, kde popisují, jaké okolnosti předcházely rozvoji těchto systémů elektroinstalace a jednotlivé etapy vývoje až po současný stav. Tyto moderní systémy jsou též nazývány jako inteligentní elektroinstalace. Ve druhé kapitole specifikuji základní odlišnosti těchto moderních systémů od klasické elektroinstalace z hlediska jejich topologie. Popisují zde také funkce, které tyto systémy umožňují. Následuje nejrozsáhlejší kapitola, kde popisují domy s nízkou energetickou náročností, základní předpoklady pro splnění nízké energetické náročnosti a jednotlivá zařízení, kterými mohou být tyto domy vybaveny. Uvádím zde také jejich pozitivní případně negativní vlivy na životní prostředí.

Ve čtvrté, nejdůležitější kapitole je vypracován kompletní projekt elektroinstalace s využitím obou systémů, včetně technické zprávy a dimenzování přípojky. Při dimenzování jsem vycházel z uvažovaného celkového instalovaného příkonu, ze kterého jsem s určitou uvažovanou soudobostí stanovil soudobý příkon. Z hodnoty soudobého příkonu jsem vypočetl průchozí proud kabelem přípojky, podle této hodnoty se pak dále dimenzuje. Provedl jsem jednotlivé kontroly – z hlediska úbytku napětí, symetrického trojfázového zkratu, tepelných účinků zkratového proudu, minimálního průřezu a z hlediska jištění. Na závěr této kapitoly je provedeno srovnání obou systémů z hlediska pořizovacích nákladů, jednotlivých výhod a nevýhod. Uvedl jsem zde přehledně do tabulek soupis použitého materiálu pro oba systémy.

V poslední, krátké kapitole jsem uvedl návrh vybavení domu nízkoenergetickými prvky.

Seznam symbolů, veličin, jednotek a zkratek

AC, DC	Střídavá soustava, stejnosměrná soustava
L1, L2, L3	Označení fázových vodičů
N	Označení pro střední pracovní vodič
PE	Označení pro ochranný vodič
PEN	Označení pro ochranný nulovací vodič
$A_{1,NP}, A_{2,NP} [m^2]$	Celková obytná plocha v 1. a 2. nadzemním podlaží
$A/V [m^2/m^3]$	Poměr prosklení
$c [-]$	Napěťový součinitel pro výpočet zkratového proudu
$\cos \varphi [-]$	Účinnost
$f [Hz]$	Frekvence
$h_{1,NP}, h_{2,NP} [m]$	Střední výška stropu v 1. a 2. nadzemním podlaží
$I_{DOV} [A]$	Maximální hodnota dovoleného proudu ve vodiči
$I_k'' [A]$	Počáteční rázový zkratový proud
$I_{ke} [A]$	Ekvivalentní oteplovací proud
$I_n [A]$	Jmenovitý proud hlavního jističe v elektroměrovém rozvaděči
$I_N [A]$	Jmenovitý proud přípojkového kabelu
$I_p [A]$	Celkový průchozí proud kabelem přípojky
$k_1 [-]$	Přepočítací součinitel proudové zatížitelnosti podle teploty prostředí odlišné od základní teploty 20 °C pro vodiče a kabely uložené v zemi
$k_2 [-]$	Přepočítací součinitel proudové zatížitelnosti při seskupení několika kabelů
$k_e [-]$	Součinitel pro výpočet ekvivalentního oteplovacího proudu
$K [-]$	Koeficient pro dimenzování podle tepelných účinků zkratového proudu
$K_1 [-]$	Součinitel přiřazení při volbě jisticího prvku
$l [m]$	Délka kabelu přípojky
$l_{L1}, l_{L2} [m]$	Délka přívodního kabelového vedení, kabelu přípojky
$L_{L1}' [mH/km]...$	Indukčnost přívodního kabelového vedení vztahovaná na 1 km délky
$p [-]$	Převod transformátoru
$P [kW]$	Topný výkon tepelného čerpadla
$P_0 [kW]$	Elektrický příkon tepelného čerpadla
$P_i [kW]$	Uvažovaný instalovaný příkon

P_{β} [kW]	Odhadovaný soudobý příkon
R_k [Ω /km]	Odpor přípojkového kabelu vztažený na 1 km délky
R_{L1}, R_{L2} [Ω]	Odpor přívodního kabelového vedení, přípojkového kabelu vztažený na 1 km délky
R_Q, R_T, R_{L1}, R_{L2} [Ω]	Činný odpor síťového napáječe, transformátoru, přívodního kabelového vedení a přípojkového kabelu
S [mm ²]	Navržený průřez kabelu přípojky
S_{min} [mm ²]	Minimální průřez kabelu přípojky
S''_{KQ} [MVA]	Počáteční rázový zkratový výkon síťového napáječe
S_T [MVA]	Zdánlivý výkon transformátoru
t_k [s]	Doba trvání zkratu
$u_{k\%}$ [%]	Napětí nakrátko transformátoru
$u_{kr\%}$ [%]	Ohmická složka napětí nakrátko transformátoru
U_1 [kV]	Jmenovité napětí sítě vysokého napětí (22 kV)
U_2 [kV]	Jmenovité napětí sítě nízkého napětí (0,4 kV)
U_g [W/(m ² K)]	Součinitel tepelné propustnosti
U_N [kV]	Jmenovité napětí
U_S [V]	Sdružené napětí sítě nízkého napětí (400 V)
U_w [W/(m ² K)]	Požadovaná maximální hodnota součinitele tepelné propustnosti
V_{celk} [m ³]	Celkový vytápěný objem domu
X_k [Ω /km]	Induktivní reaktance přípojkového kabelu vztažená na 1 km délky
X_{L1}, X_{L2} [Ω /km]	Induktivní reaktance přívodního vedení, přípojkového kabelu vztažená na 1 km délky
X_Q, X_T, X_{L1}, X_{L2} [Ω]	Reaktance síťového napáječe, transformátoru, přívodního kabelového vedení, přípojkového kabelu
Z_K [Ω]	Celková impedance zkratového obvodu
Z_Q, Z_T, Z_{L1}, Z_{L2} [Ω]	Impedance síťového napáječe, transformátoru, přívodního kabelového vedení, přípojkového kabelu
β [-]	Činitel soudobosti
$\Delta u_{\%}$ [%]	Procentní úbytek napětí na přípojce
ΔU_f [V]	Úbytek napětí na přípojce
ε [-]	Topný faktor tepelného čerpadla
v_{ok} [°C]	Teplota okolí
[kWh/(m ² a)]	Jednotka vyjadřující výši roční spotřeby tepla vztaženou na 1 m ²
[ppm]	Parts per milion – jednotka vyjadřující 1 miliontinu

	1 % = 10 000 [ppm], 1 ‰ = 1 000 [ppm]
[Wp]	Watt-peak - jednotka špičkového výkonu
[μm]	Mikrometr - jednotka vlnové délky záření
1f, 3f	Jednofázový, trojfázový
EIB	European Installation Bus
EP	Ekvipotenciální přípojnice
HDO	Hromadné dálkové ovládání
HDS	Hlavní domovní (pojistková) skříň
nn	Nízké napětí
NP	Nadzemní podlaží
OÚ	Ochranný úhelník
RD, RE, RP	Rozvaděč domovní, elektroměrový, podružný
RF	Radiofrekvenční
SUV	Studená užitková voda
SZ	Svorka zkušební
TČ, OČ	Tepelné čerpadlo, oběhové čerpadlo
TUV	Teplá užitková voda
vn	Vysoké napětí

1 Rozvoj moderních systémů elektroinstalace

Navzdory tomu, že se již v posledních několika letech rozvíjejí nové moderní systémy elektroinstalací od různých firem, stále ve valné většině domácností převládá klasická elektroinstalace. Jelikož se nároky uživatelů na komfort užívání, bezpečnost, bezporuchovost, stavební flexibilitu a zabezpečení domácností například proti krádežím neustále zvyšují, klasická elektroinstalace se tak čím dál více ocitá na hranici svých možností. Za účelem splnění těchto požadavků byly vyvinuty moderní systémy, které též nazýváme inteligentní systémy elektroinstalace. Nabízejí uživatelům řadu funkcí, které klasická elektroinstalace vůbec neumožňuje. Pokud bychom však některé z těchto funkcí chtěli začlenit do systému klasické elektroinstalace, tak tato realizace bude velmi složitá a také velmi nákladná.

Má-li se u klasické elektroinstalace například zrealizovat ovládání svítidla nebo skupiny svítidel z několika míst, neobejdeme se bez složitých instalačních zapojení, která jsou přesně stanovena. Jedná se například o střídavé nebo křížové spínání. Jednotlivá tato instalační zapojení popisují ve své bakalářské práci [72] - kapitola 6.2 na str. 37. Jakékoliv rozhodnutí se pro modifikaci některého ze zapojení v objektu nebo instalaci nějaké další funkce navíc by se neobešlo bez nutných stavebních prací. Sekání do zdiva je tedy nevyhnutelné. Tento problém odpadá, pokud se rozhodneme právě pro již zmiňované inteligentní systémy. Bohužel však hlavní nevýhodou těchto systémů jsou jejich vysoké pořizovací náklady, ale oproti tomu však přinášejí uživateli nesrovnatelně větší komfort užívání a zabezpečení. Tyto inteligentní systémy jsou v zásadě dvojího typu, buď sběrniceové nebo radiofrekvenční.

1.1 Historie rozvoje moderních systémů elektroinstalace

1.1.1 Okolnosti předcházející rozvoji moderních systémů

Elektronické řídicí systémy využívá člověk pro řízení technologických procesů ve výrobě již od počátku 60. let minulého století, kdy se na trhu ocitly skutečně využitelné počítače. Jednalo se ale o obrovské centrální počítače složené z několika skříní vybavených elektronkami a později tranzistory. Každý tento počítač mohl být využíván jen pro konkrétní aplikaci. Do počítače byl zadán program, až byl tento program celý zpracován, mohl se zadat další. Tyto počítače neumožňovaly paralelní zpracování více informací. Komunikace mezi jednotlivými komponenty probíhala pomocí vnitřní paralelní sběrnice, kterou byly navzájem propojeny. Díky rychlému technickému rozvoji v průběhu 60. a 70. let, kdy došlo k celkové miniaturizaci a výraznému snížení cen, již koncem 70. let byly k dispozici osobní počítače. Byly již složeny z integrovaných obvodů. Počítače bylo možné

mezi sebou propojit sběrnici, čímž vznikaly otevřenější systémy, které bylo možné stavebnicově doplňovat o další funkce.

Navzdory tomu, že ve světě byly občas uskutečňovány úspěšné pokusy s řízením provozu technických zařízení budov počítači, zatím se v této oblasti použití výpočetní techniky příliš nerozšířilo. Hlavním důvodem byly velmi nízké ceny energie, tudíž nebylo nutné nijak regulovat spotřebu za účelem šetření energie v budovách. Až skončení první energetické krize, která proběhla v první polovině 70. let, s sebou přináší jistá opatření. Cena jednoho barelu ropy na světovém trhu tehdy vzrostla z 50 centů na čtrnáctinásobek, tedy 7 amerických dolarů. A jak je již nyní dobře známo, dal se očekávat další postupný nárůst cen. V důsledku toho se tedy v mnoha zemích začala zavádět různá opatření, která vedla k úsporám energie.

To mělo za následek změny norem nejen ve stavebnictví. Například v ekonomicky vyspělejších zemích se stavěly budovy s lépe tepelně izolovanými vnějšími stěnami. Cílem všech opatření bylo co nejekonomičtější hospodaření s energií. Avšak v tehdejší ČSSR se pouze proklamovala nutnost šetřit energií, ale v podstatě žádná opatření nebyla provedena. Nadále se stavěly panelové domy s nedostatečným zateplením. Přestože zde probíhalo mnoho přípravných kroků, jejich uvedení do praxe bylo znemožňováno přísnými cenovými předpisy. Pokud měl být zaveden do výroby nějaký nový prvek pro bytovou výstavbu, musel mít základní parametry lepší než výrobek nahrazovaný, přičemž mezi tyto základní parametry byly zařazeny úspory energie a cenu bylo možné zvýšit pouze úměrně ke zlepšení těchto parametrů.

V polovině 70. let byla v Praze organizována konference s mezinárodní účastí s názvem Vytápění, větrání, klimatizace. Byl zde prezentován výsledek německého, státem podporovaného programu, týkajícího se řízení spotřeby energie pro vytápění a osvětlení v závislosti na přítomnosti osob osobním počítačem. Na příkladu školy byly dokumentovány dosažené úspory při tomto způsobu řízení. Detektory přítomnosti v té době ještě nebyly k dispozici, celý proces byl řízen osobním počítačem (centrální řídicí jednotkou) časově podle rozvrhu hodin učebny. Konference byla doprovázena rozsáhlou výstavou na brněnském výstavišti. Následně bylo možné vytvářet i složitější řídicí systémy pracující na základě propojení i několika osobních počítačů.

1.1.2 První etapa rozvoje sběrniceových systémů

Díky postupné miniaturizaci elektronických obvodů začaly být vyráběny mikroprocesory a mikrokontroléry s vestavěnou pamětí. Díky tomuto pokroku tak mohly být již v polovině 80. let vyráběny řídicí sběrniceové systémy. Byly určeny pro řízení technologických procesů

a nebo pro řízení funkcí v budovách. Jedním z prvních sběrniceových systémů byl poměrně jednoduchý systém X-10, vyráběný firmou Busch-Jaeger Elektro, kde bylo jako sběrnice využito silové vedení 220 V AC. Byl určen pro řízení funkcí v budovách. Společnost ABB v té době dodávala propracovanější systém Sigma i-bus, který ke komunikaci mezi jednotlivými prvky využíval samostatnou sběrnici. Další systém dodávala také například firma Siemens. Tyto systémy byly programovány softwarově a nebo manuálně přiřazením programovacími tlačítky na jednotlivých blocích. Jednalo se o tzv. uzavřené systémy, nebyla tedy umožněna komunikace mezi systémovými komponenty jednotlivých výrobců.

1.1.3 Druhá etapa rozvoje sběrniceových systémů

Pro umožnění vzájemné spolupráce systémových komponentů různých výrobců připojených na společnou sběrnici a pro zvýšení celkové úrovně těchto systémů se v roce 1987 sdružily firmy Siemens, Jung, Insta a Merten a zahájily společný vývoj decentralizovaného systému Instabus. K těmto firmám se v následujících letech přidávali další výrobci a v roce 1990 vzniklo mezinárodní sdružení EIBA (European Installation Bus Association) sídlící v Bruselu. Tím byla tedy zahájena druhá etapa vývoje sběrniceových systémů. Nejstarší instalace s prvky označenými jako EIB (European Installation Bus) jsou datovány někdy od roku 1992 a to nejen v Německu ale také u nás v České republice. V této době vstupují na trh velké maloobchodní organizace a zahajují rozsáhlou výstavbu nákupních středisek (například hypermarkety Globus), ve kterých byly navrženy a zrealizovány tyto sběrniceové instalace EIB.

Další sdružení, které vzniklo ve Francii v téže době jako EIBA, neslo název EHSA (European Home System Association). Zde se rozvinul poněkud odlišný systém, kde se jako sběrnice využívalo silové vedení 230 V AC. Dalším systémem byl například americký decentralizovaný sběrniceový systém LON works, vyvinutý firmou Echelon. Původně byl určen k řízení technologických procesů, ale rovněž se začal uplatňovat pro řízení funkcí v budovách. K ovládání využíval prvky kompatibilní s EIB.

Současně s tímto vývojem vznikaly ale také menší sběrniceové systémy, které byly zpravidla produktem jednoho konkrétního výrobce. Byly uzavřené, nebylo tedy možné jednotlivé prvky těchto systémů mezi sebou kombinovat. Jejich funkce byly často omezeny a byly tak určeny pro méně náročná použití, například pro domácnosti. Z počátku bylo možné funkce v systému nastavovat pouze manuálně stisky tlačítek na jednotlivých prvcích, později bylo možné i softwarové programování přes počítač.

Mezi tyto uzavřené systémy patří také sběrniceový systém Nikobus, původně od Belgické firmy Niko. Zpočátku bylo programování funkcí možné pouze manuálně tlačítky. Od doby vzniku do současnosti prošel tento systém obrovským vývojem. V současné době poskytuje komponenty pro tento systém s možností softwarového programování přes počítač společnost Eaton Elektrotechnika s.r.o. Celý systém lze ovládat pomocí dálkového ovladače, dotykového panelu či počítače. Systém pracuje s dvoužilovou sběrnici pracující na malém napětí 9V DC. Tento systém popisuji ve své bakalářské práci [72] – kapitola 8, str. 52, podrobněji v [68] a [6]. Vypracoval jsem také kompletní projekt elektroinstalace tímto systémem v rodinném domě a porovnal s ekonomickými náklady na realizaci klasické elektroinstalace ve stejném objektu. Dále jsem zhodnotil jednotlivé výhody a nevýhody obou řešení.

Dalšími z těchto sběrniceových systémů jsou například systém E-gon od společnosti ABB s.r.o., Elektro-Praga nebo systém PHC od německé firmy PEHA. Dále také například systém LCN od německé firmy Issendorff, který jako sběrnici využívá komunikace po silovém vedení.

1.1.4 Současný stav sběrniceových systémů, rozvoj radiofrekvenčních systémů

V současné době hovoříme o třetí etapě rozvoje sběrniceových systémů. Jednotlivé prvky těchto systémů jsou schopny spolu komunikovat už nejen po vlastní sběrnici nebo po silovém vedení, ale rozvíjejí se také systémy komunikující radiofrekvenčním přenosem, a především také po sítích LAN (Local Area Network) i s jinými dílčími komplexy (s jejich řídicími jednotkami). Také již zmíněný systém EIB prošel od své doby vzniku bohatým vývojem. Dnes vystupuje pod názvem KNX/EIB nebo jen KNX. Jedná se pouze o propracovanější verzi systému, kdy jednotlivé komponenty jsou samozřejmě zpětně kompatibilní se staršími prvky EIB. KNX je rozhraní, které systému umožňuje komunikovat s ostatními technologiemi, jako je řízení vzduchových jednotek, zdrojů tepla, ale také audio a video systémů a zabezpečení budov.

Rozvíjejí se také radiofrekvenční systémy, jako například systém Xcomfort od firmy Eaton Elektrotechnika nebo také unikátní komunikační systém EnOcean od společnosti WM Ocean. Tento systém je výjimečný tím, že je díky extrémně nízké spotřebě napájen z alternativních zdrojů. Nepotřebuje tedy žádné baterie ani jiné externí zdroje. Vývoj této technologie se řídil jednoduchými a jasnými požadavky, že moduly lze napájet z převodníků využívajících dostupné energie. U spínačů je využívána mechanická energie piezoelektrického měniče, u teplotních čidel rozdíl teplot prostředí, u polohových čidel pohybová energie, u světelných čidel solární energie a podobně. Uvnitř každého prvku je nízkonapěťový rádiový

modul (čip), který má v sobě zakódovanu vlastní ID adresu, která je nezáměnná s jakýmkoliv dalším prvkem. Komunikace mezi prvky systému je zajištěna radiovým přenosem o frekvenci 868,3 MHz.

2 Základní rozdíly mezi klasickou a inteligentní elektroinstalací

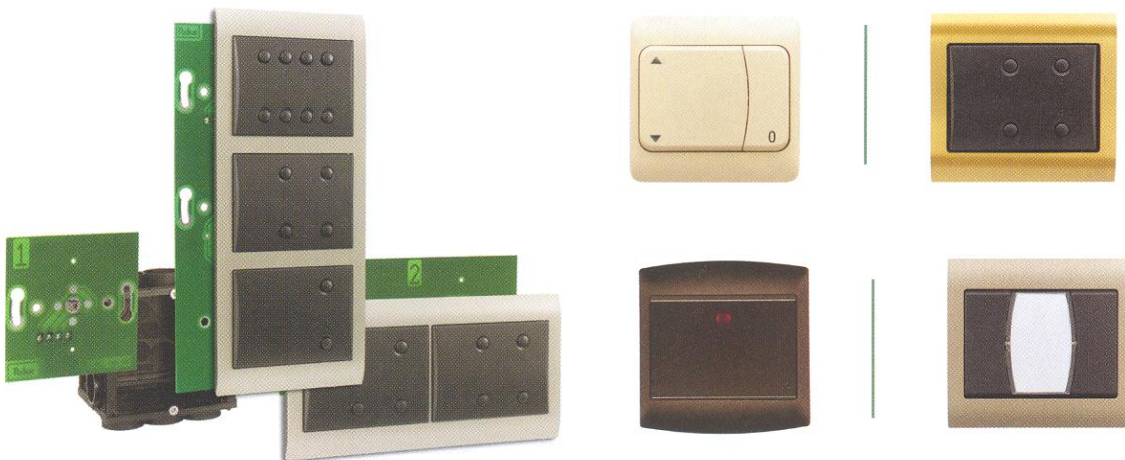
To, že přijdeme do místnosti a stisknutím vypínače si rozsvítíme světlo, se může pro většinu z nás jevit jako samozřejmost. Ale z konstrukčního hlediska to až taková samozřejmost není. V případě ovládání svítidla z jednoho místa je zapojení poměrně jednoduché. Ale pokud máme ovládat svítidlo z více míst, nebo případně více svítidel, složitost zapojení úměrně tomu narůstá. V klasické elektroinstalaci užíváme přesně definovaná instalační zapojení, která pokud se rozhodneme někdy v budoucnu změnit, neobejdeme se bez sekání zdí. Zde vypínač přímo spíná elektrický obvod, přes který se také přivádí elektrická energie do spotřebiče, například svítidla. U inteligentní elektroinstalace ovládací prvek nespíná přímo obvod napájení spotřebiče, ale pouze vysílá povel ke spínání. Funkce by se dala přirovnat k funkci relé nebo stykače, kdy ovládací obvod aktivuje silové kontakty stykače a potřebuje k tomu mnohem menší proud, než prochází přes samotné silové kontakty.

2.1 Topologie systémů inteligentní elektroinstalace

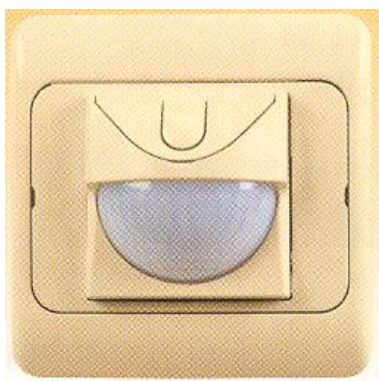
Základní rozdíl mezi klasickou a inteligentní elektroinstalací je ten, že je rozdělena funkce domovního vypínače do dvou přístrojů – senzory a aktory, které mezi sebou komunikují buď pomocí instalační sběrnice, nebo radiofrekvenčním signálem na frekvenci 868,3 MHz. Mezi senzory patří sběrniceová tlačítka, detektory pohybu, termostat, okenní kontakty a všechna další čidla – viz *obrázky 2.1-1, 2.1-2 a 2.1-3*. Aktory jsou řídicí jednotky pro spínání spotřebičů (osvětlení), dále pro ovládání rolet či žaluzií a pro stmívání osvětlení nebo také spínací, stmívací a roletový aktor – viz *obrázky 2.1-4 a 2.1-5*. Senzor vyšle určitý povel – (pro zapnutí svítidla, stmívání osvětlení nebo zatažení rolet), tento povel se ve formě signálu šíří buď po instalační sběrnici a nebo radiofrekvenčně.

Jakmile dorazí k příslušnému aktoru, tento aktor daný příkaz vykoná, tedy rozsvítí se příslušné svítidlo, zatáhnou se žaluzie atd. Silová část rozvodů prochází pouze přes aktory, přes tlačítka a ostatní senzory silová část vůbec neprochází, čímž se značně zjednoduší instalační zapojení. U sběrniceového systému jsou však všechny senzory a aktory navzájem propojeny instalační sběrnici. Senzory a aktory spolu s instalační sběrnici jsou tedy

základními prvky topologie systému inteligentní elektroinstalace a souhrnně je pak nazýváme jako účastníci na sběrnici – dále už jen účastník.



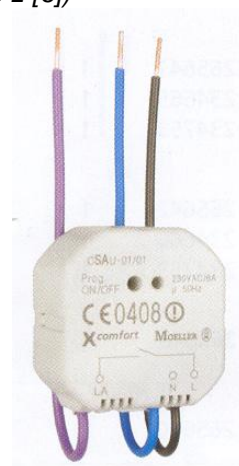
Obr.2.1-1 – Montážní desky a sběrnicová tlačítka (převzato z [6])



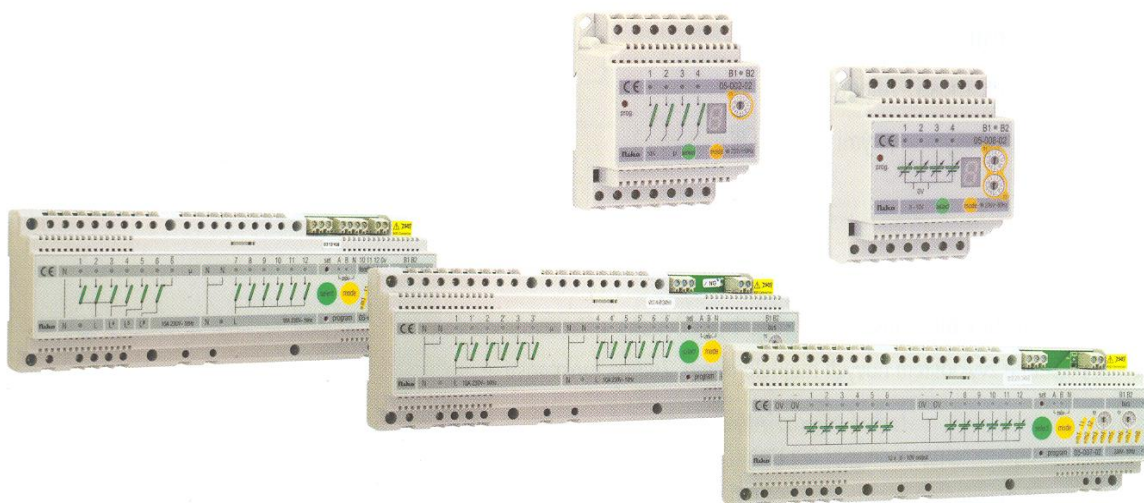
Obr.2.1-2 – Detektor pohybu (převzato z [6])



Obr.2.1-3 – Termostat se spínacími hodinami (převzato z [6])



Obr.2.1-4 – Spínací aktor - Xcomfort (převzato z [7])



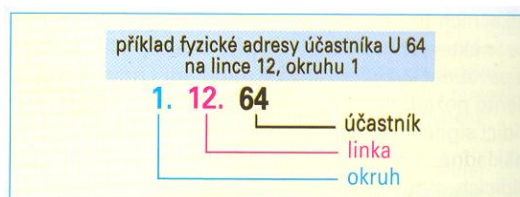
Obr.2.1-5 – Řídící jednotky Nikobus – spínací, stmívací a roletová, nahoře v mini provedení, dole ve standardním provedení (převzato z [6])

U různých typů elektroinstalace je provedení či umístění jednotlivých prvků odlišné. Odlišný je i počet potřebných prvků v systému či dokonce celá topologie. Například aktory u sběrniceového systému Nikubus od firmy Eaton Elektrotechnika jsou provedeny modulově jako řídicí jednotky – spínací, stmívací a roletové, které se umísťují do bytového rozvaděče. Vyrábějí se ve dvou provedeních – buď se standardním počtem kontaktů a nebo v mini provedení – viz *obrázek 2.1-5*. Z nich pak vedou již jednotlivé přívody k jednotlivým spotřebičům (ke každému zařízení zvláštní přívod – paprskový rozvod). Výjimkou jsou stmívací jednotky, které jsou pouze řídicím prvkem (mají výstup 0/10 V), tudíž je v silovém obvodu zařazen ještě vlastní stmívač jako výkonový prvek. Z předchozího vyplývá, že u tohoto systému se spotřebuje mnohem více kabelů na silová vedení než například u radiofrekvenčního (RF) systému Xcomfort, též od firmy Eaton Elektrotechnika. Zde nejsou aktory v modulovém provedení, ale pro každé zařízení je samostatný aktor. Ty je možno umístit buď do instalační krabice, kde vedení odbočuje, nebo přímo k ovládanému zařízení (např. do svítidla).

Kromě senzorů, aktorů a instalační sběrnice se v systémech využívá spousta dalších prvků, které zde nebudu nijak zvlášť popisovat. Jedná se například o komunikační rozhraní PC – Link, které slouží ke komunikaci s řídicím počítačem a PC – Logic, které umožňuje různé další logické funkce. RF systém Xcomfort je řízen centrální řídicí jednotkou Home Manager a malou řídicí a zobrazovací jednotkou Room Manager. Room Manager řídí například funkce vytápění nebo chlazení v jednotlivých místnostech. Home Manager umožňuje komplexní řízení procesů v celém objektu, jako je spínání a stmívání osvětlení, řízení žaluzií, komfortní regulace vytápění či klimatizace nebo příprava teplé užitkové vody (dále jen TUV). Nedílnou součástí je také GSM-SMS modem, který umožňuje ovládat systém pomocí SMS zpráv mobilním telefonem či naopak získávat zprávy o stavu systému. Plní tak funkci zabezpečení objektu, kdy v případě pokusu o vloupání cizí osoby je zaslána SMS zpráva uživateli na mobilní telefon.

Funkce jednotlivých komponentů není nijak pevně stanovena, požadovaná změna funkce se provede bez jakéhokoliv sekání či vrtání do zdiva pouze jednoduchým přeprogramováním nebo případnou výměnou tlačítka za více či méně násobné. Tlačítka jsou upevněna na montážní desce, která umožňuje jejich jednoduchou výměnu. Každý účastník má přiřazenu svoji fyzickou a skupinovou adresu. Fyzická adresa odpovídá struktuře větvení sběrnice a udává tedy polohu účastníka na sběrnici. Fyzická adresa každého účastníka je unikátní, smí být použita vždy pouze jednou. Je rozčleněna na 3 části, které se oddělují tečkami. První část určuje číslo okruhu, druhá část číslo linky a třetí část číslo účastníka na lince. Skladbu fyzické adresy znázorňuje *obrázek 2.1-6*. Skupinová adresa určuje, kteří účastníci spolu budou

po sběrnici komunikovat, resp. které aktory budou ovládány kterými senzory. Programování je možné buď přes počítač v dodávaném softwaru, nebo přímo na jednotlivých účastnících pouze pomocí malého šroubováku.



Obr.2.1-6 – Skladba fyzické adresy (převzato z [1])

2.2 Funkce systémů inteligentní elektroinstalace

Tyto nové moderní systémy umožňují řadu funkcí, které buď klasická elektroinstalace vůbec neumožňuje, a nebo pokud ano, tak jejich začlenění do systému je značně složité a také velmi nákladné. Po určité době například uživatel zjistí, že světlo v ložnici by chtěl ovládat i z lůžka, to samé by chtěl pro stažení či vytažení rolety. Provést tyto úpravy znamená vysekat do zdi drážky, položit nová vedení, vyměnit spínací přístroje, zadělat díry a také vymalovat. Už jenom z těchto důvodů se uživatel většinou raději spokojí se současným stavem. Než tyto funkce začleňovat do stávající klasické elektroinstalace je rozhodně jednodušší a efektivnější provést kompletní rekonstrukci a vyměnit systém klasické elektroinstalace za některý ze systémů inteligentní elektroinstalace, samozřejmě ve většině případů hraje hlavní roli cena. Obecně platí, že realizace inteligentní elektroinstalace vychází minimálně na čtyřnásobek ceny oproti klasické instalaci.

Funkce umožňující tyto systémy elektroinstalace:

- Ovládat osvětlení a libovolné spotřebiče. Velmi jednoduchým způsobem lze vytvořit ovládání jednoho či více svítidel z libovolného počtu míst.
- Stmívat osvětlení a vytvářet různé světelné scény dle potřeby. Například při sledování televize si můžeme snížit intenzitu osvětlení na požadovanou mez. Nebo probudíme-li se ráno do tmy, je velmi nepříjemné na oči, když si svítidlo rozsvítíme ihned na plnou intenzitu. Proto je možné naprogramovat pomalé plynulé zvyšování intenzity až do úplného rozsvícení. Pokud se vaše dítě bojí tmy, je možné mu při usínání nastavit režim plynulého postupného stmívání, bude se mu tak usínat lépe.
- Regulovat vytápění, větrání a chlazení – do systému se připojí termostat, buď klasický nebo se spínacími hodinami – viz *obrázek 2.1-3*, str. 17. Na základě regulace osvětlení a vytápění systém šetří energií.
- Ovládat rolety, žaluzie, příjezdová vrata či garážová vrata. Přijedete-li autem například ze zaměstnání, stisknete pouhý jeden knoflík na dálkovém ovládači a otevrou se vám

vrata u vjezdu či vrata od garáže, aniž byste museli vystupovat z vozidla. Nebo stiskem jediného tlačítka můžete zatáhnout naráz všechny žaluzie či rolety v celém domě. Samozřejmě lze ovládat i každé okno zvlášť. Lze také načasovat dobu, kdy se mají pak ráno opět samy vytáhnout.

- Logické ovládání, různé časové funkce a simulaci přítomnosti. Tyto funkce oceníte například v případě, když nebudete delší dobu doma. Je možnost aktivovat režim simulace přítomnosti. To znamená, že se budou nepravidelně rozsvěcovat a zhasínat světla ve vybraných místnostech. Bude tak vyloučen zájem zlodějů o vniknutí do domu. Pokud však nějaký zloděj do objektu přeci jen vnikne, zaznamenají ho detektory pohybu. Ty aktivují poplašné zařízení, které spustí poplach a současně nám může být také automaticky zaslána SMS zpráva na mobilní telefon,
- Ovládání pomocí dálkového ovladače – již bylo zmíněno. Při odchodu pryč je možné stisknutím jediného tlačítka zhasnout všechna světla a vypnout napájení přívodů ke všem zásuvkám v objektu, samozřejmě například s výjimkou lednice. Může se stát, že zapomeneme v zásuvce zapojenou například žehličku nebo jakýkoliv spotřebič s velkým odběrem. Inteligentní elektroinstalace i tímto způsobem pomáhá šetřit energii a současně je tak dům zabezpečen proti možnosti vzniku požáru, ke kterému by mohlo dojít kvůli opomenutému zapojenému spotřebiči v zásuvce.



Obr.2.1-7 – Různé druhy dálkových ovladačů (převzato z [6])

- Přeprogramování jednotlivých funkcí. Takto je vyloučeno sekání zdi, kdy se „změna zapojení“ provede pouhým přeprogramováním. V průběhu užívání instalace lze jednotlivé funkce jednoduše měnit. Přeprogramování se provede buď přes počítač v dodávaném softwaru, nebo přímo na jednotlivých účastnících pouze pomocí malého šroubováku.
- Vše lze řídit také na dálku pomocí SMS zpráv z mobilního telefonu.
- Spolupracovat i s jinými systémy a samozřejmě ještě mnoho dalších funkcí...

3 Domy s nízkou energetickou náročností

Domy s nízkou energetickou náročností jsou moderním trendem již posledních několika let. Naše pozornost je jim věnována zejména kvůli neustálému nárůstu cen za energii a zvyšující se DPH. Díky neustálému vývoji a zdokonalování technologie pro využití obnovitelných zdrojů energie se zvyšuje účinnost těchto komplexů. Tato opatření velmi výrazně šetří provozní náklady, zvyšují však pořizovací cenu. Byly zrealizovány projekty, které nejen přinášejí velké finanční úspory za energii, ale také prokazatelně šetří životní prostředí. Vzhledem k významu tohoto trendu byla vyvinuta spousta vysoce tepelně izolačních materiálů, též výrobci klasických stavebních materiálů se zaměřují na zvyšování tepelně izolačních vlastností svých výrobků. Díky vyvinutí nových materiálů vznikly nové stavební technologie a za účelem porovnání jejich účinnosti byla zavedena jednotka vyjadřující výši roční spotřeby energie vztaženou na 1 m^2 , která se zapisuje $[\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$

Dle normy ČSN 73 0540 jsou domy s nízkou energetickou náročností děleny na domy nízkoenergetické a pasivní. Nízkoenergetický dům v České republice je dům s měrnou spotřebou tepla pro vytápění $50 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Statistiky uvádějí, že dosažené úspory v nízkoenergetických domech vykazují přibližně poloviční spotřebu energie oproti klasickým zděným stavbám. Pasivní dům je dům, ve kterém nepřesáhne měrná roční spotřeba tepla pro vytápění hodnotu $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, jedná se o zvláštní případ nízkoenergetického domu. V takovémto domě je potřeba tepla ve srovnání se standardními budovami snížena až o 80 %. Takto nízká energetická náročnost je kryta bez použití jakékoliv klasické otopné soustavy, protože k udržení teploty v místnostech postačí jen minimální množství tepla. Díky výborné tepelné izolaci mají okna a stěny i při nízkých venkovních teplotách povrchovou teplotu, která se blíží $20 \text{ }^\circ\text{C}$, a je tedy pro pobyt v místnosti příjemná.



Obr.3-1 – Venkovní vzhled pasivní dřevostavby s fotovoltaickými panely na střeše (převzato z [24])



Obr.3-2 – Pasivní dům (převzato z [24])

V zahraniční literatuře se také vyskytuje pojem nulový dům – dům s nulovou potřebou energie. Těchto parametrů se však nedosahuje výrazným zlepšením tepelné izolace, ale např. zvětšením plochy fotovoltaických panelů. Za nulový dům je považován dům, který má spotřebu tepla menší než $5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Při dalším navyšování vnějších tepelných zisků lze docílit i takového stavu, kdy je kompletně pokryta potřeba domu a ještě zbývá přebytek pro dodávání elektrické energie nebo tepla do rozvodné sítě. Zde hovoříme o domu s přebytkem energie, v zahraničí je používán termín Energie-plus.

Snižování energetické náročnosti budov bylo podporováno od roku 2009 do konce 2012 programem Zelená úsporám. Byl zaměřen na podporu instalací zdrojů pro vytápění s využitím obnovitelných zdrojů energie, ale také podporoval rekonstrukce budov i novostavby. Bylo tak podporováno kvalitní zateplování rodinných a bytových domů, náhrada neekologického vytápění za „nízkoemisní zdroje“ na biomasu a účinná tepelná čerpadla, dále instalace těchto zdrojů do nízkoenergetických a pasivních novostaveb. Česká republika získala pro tento program finanční prostředky v rámci Kjótského protokolu o snižování emisí skleníkových plynů.



Obr.3-3 – Nová zelená úsporám 2013 – 2020 (převzato z [34])

Nyní ukončený program Zelená úsporám by měl být nahrazen novým programem s názvem Nová zelená úsporám, který bude v platnosti od letošního roku 2013. Tímto programem budou dotovány výhradně komplexní opatření vedoucí ke snížení energetické náročnosti. Program by měl poskytovat finanční podporu v letech 2013 až 2020 pro stavby, jejichž realizace začala po 1. lednu 2013 a počítá se až s 28 miliardami korunami.

Nízkoemisní zdroje na biomasu zde uvádím v uvozovkách, protože ze studií věnovaných vlivu biopaliv na životní prostředí vychází, že to zde s tou ekologií není tak růžové, jak se zprvu zdálo. Tyto studie uvádějí, že pěstování některých plodin (zejména kukuřice a obilí) za účelem výroby biopaliv má na globální klima horší dopad než samotná paliva z ropy. A to z toho důvodu, že se v některých případech při výrobě samotného biopaliva vyprodukuje více CO₂, než kolik se jej spotřebuje při fotosyntéze, která spotřebovává vyprodukovaný plyn. Další problém je, že se například v Brazílii na úkor rozšiřování ploch pro pěstování těchto energetických plodin kácí deštné pralesy. Při pěstování těchto plodin jsou používána dusíkatá hnojiva a při jejich spalování se pak uvolňuje do ovzduší oxid dusný N₂O, který je v porovnání s CO₂ asi 300 krát účinnější v podílu na skleníkovém efektu. Jedině snad řepka olejná je opravdu považována za jeden z efektivnějších zdrojů bioenergie, ale její hlavní nevýhodou je zase její náročnost na kvalitu půdy. Měla by být správně vyseta na stejném poli jednou za 4 roky. Více se o tomto problému dočtete v [35] - článek „Zelená“ energie z biomasy = ekologická katastrofa?



Obr.3-4 – Rozsáhlé pole s řepkou olejnou za areálem ZČU Pízeň na Borských Polích, dnes již archivní foto (vlastní foto)



Obr.3-5 – Kácení stromů v deštném pralese (převzato z [36])

3.1 Základní předpoklady pro nízkoenergetické a pasivní domy

Hlavními předpoklady pro nízkoenergetické a pasivní domy jsou vhodné umístění stavby, pasivní solární zisky, výborná izolace a vzduchotěsnost, z čehož vyplývá nutnost použití nuceného systému větrání. U pasivních a nízkoenergetických domů je nutná vhodná orientace pozemku ke světovým stranám. K využívání pasivních solárních zisků je nutná orientace obytných místností na jižní stranu. Nezaslíněná budova orientovaná na jih je současně solárním domem. Při minimalizovaných tepelných ztrátách mohou pasivní solární zisky pokrýt až 40 % tepla potřebného pro vytápění objektu. Aby bylo dosaženo těchto výsledků, jsou zde používána okna s nízkou emisivitou trojitě zasklená. Na povrchu dvou tabulí skla je nanášena velmi tenká, jen několik atomů silná vrstva oxidu kovu, obvykle se jedná o bizmut. Účelem této vrstvičky je odrážet zpět dovnitř do místnosti infračervené záření, tedy teplo, které je za standardních okolností bez provedení tohoto opatření vyzařováno okny ven do prostoru. Prostor mezi skly je navíc vyplněn tepelně izolačním plynem - argonem.

Základním měřítkem pro porovnání izolačních schopností skla je součinitel tepelné propustnosti – U_g [$W/(m^2K)$]. Požadavkem normy ČSN 73 0540-2 “Tepelná ochrana budov” je maximální hodnota součinitele tepelné propustnosti $U_w = 1,7 W/(m^2K)$. Tato koncepce oken s trojitým zasklením vykazuje $U_g = 0,6 W/(m^2K)$. Dále jsou vyráběna izolační dvojskla, kde tvoří vnitřní tabuli sklo s nízkou emisivitou, v dutině mezi skly je opět argon jako izolační plyn. Ta vykazuje $U_g = 1,1 W/(m^2K)$, tím tedy také vyhovují požadavku této normy. Standardní izolační dvojskla se dvěma čirými skly tloušťky 4 mm a se vzduchovou mezerou 16 mm vykazuje $U_g = 2,9 W/(m^2K)$. Tyto údaje udává firma [OTHERM OKNA](#) [25].

Jedním z nejdůležitějších kritérií pasivního či nízkoenergetického domu je kompaktní termická schránka bez tepelných mostů v konstrukci s optimálním poměrem prosklení A/V [m^2/m^3]. Vyjadřuje tedy poměr velikosti zasklené plochy k objemu místnosti. Optimální poměr prosklení závisí na velikosti domu – rozměrech, počtu podlaží a celkové podlahové ploše. Optimální poměr prosklení pro malý, průměrný a velký dům udává *tabulka 3.1-1*. Všechny ostatní stavební elementy, ze kterých je složen vnější plášť domu pak musí vykazovat hodnotu součinitele tepelné propustnosti U_w menší než $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Zvláštní důraz u pasivních domů je kladen na vzduchotěsnost všech částí budovy, spoje mezi stavebními elementy musí být řádně utěsněny. Tím se zamezí nechtěnému proudění vzduchu a snížíme tak nebezpečí poškození stavby v důsledku vniknutí vlhkosti a následné kondenzace vodních par v konstrukci.

Tab.3.1-1 – Vhodný poměr prosklení v závislosti na rozměrech domu

Geometrické rozměry:			
Velikost domu	malý	průměrný	velký
Počet podlaží	1	2	2
Celková podlahová plocha [m^2]	120	150	250
Rozměry objektu (vnější) (délka x šířka x výška) [m]	16 x 9 x 3	13 x 7 x 6	15 x 10 x 6
Poměr prosklení A/V [m^2/m^3]	1,01	0,77	0,67

Větrání interiéru však není v první řadě jen problémem energetickým, ale pro člověka je hygienickou nutností. Omezuje se tak koncentrace CO_2 , reguluje relativní vlhkost vzduchu a odstraňují se nežádoucí pachy a škodlivé látky. Jelikož výměna vzduchu při větrání okny je závislá na směru proudění vzduchu, rychlosti větru, na rozdílu teplot, ale zejména na chování uživatelů, spolehlivá výměna vzduchu je zaručena jen za použití mechanického ventilátoru. Samozřejmě je možné i v pasivním domě kdykoliv dle potřeby otevírat okna.

V těchto domech se tedy využívá systém nuceného větrání, kterým se do obytných místností přivádí čerstvý vzduch. Tento systém obsahuje účinné zpětné získávání tepla z odváděného vzduchu (rekuperace). Přicházející čerstvý vzduch je pak po průchodu rekuperátorem ohříván tímto získaným teplem. Dohřev příchozího vzduchu lze zajistit například ze systému pro přípravu TUV nebo malým tepelným čerpadlem, které odebírá teplo z odpadního vzduchu, který projde rekuperátorem. Vzhledem k tomu, že pasivní domy spotřebují na vytápění až o 80 % méně energie, většinou se vystačí s distribuováním tepla rekuperační jednotkou. Ve větrací jednotce jsou také zabudovány filtry, které zbavují vzduch

nežádoucích pylů a ostatních alergenů. V oblastech hodně zatížených dopravou neproniká do domu hluk a přesto je uvnitř bezprašný čerstvý vzduch.

Pro dosažení ještě větších úspor je doporučena také instalace solárních kolektorů pro podporu vytápění a přípravu TUV. Dále při velmi chladných zimních dnech můžeme např. pomocí tepelného čerpadla odebírajícího teplo ze zemního kolektoru přivodní vzduch dohřát až o 5 °C nebo naopak v létě vzduch ochlazovat a využít systém vytápění jako klimatizaci. Současně by u těchto budov nemělo celkové množství spotřebované primární energie spojené s provozem budovy, zahrnující vytápění, přípravu TUV a elektrickou energii pro spotřebiče, překračovat hodnotu 120 kWh/(m² a).

Jelikož rozhodnutí o stavbě vlastního domu většina z nás učiní jen jednou za život, je na nás zvolit tu správnou variantu. Toto rozhodnutí je třeba dobře zvážit, neboť takový dům stavíme nejen pro sebe, ale také pro další generace. V případě, že dotyčný dá přednost pasivnímu standardu, nemusí se bát budoucích cen paliv a energie, a bude tak pro něho představovat “nejlepší penzijní připojištění v životě”.

3.2 Základní prvky zajišťující nízkou energetickou náročnost budovy

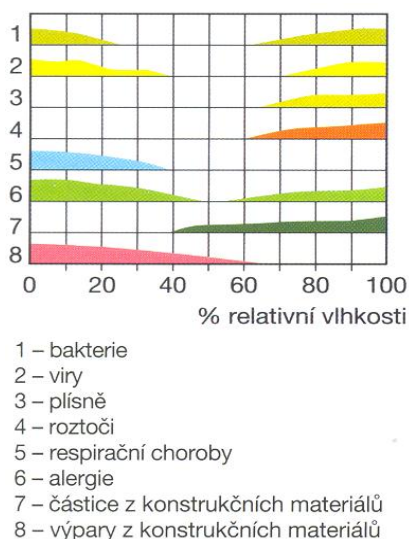
V předchozí kapitole jsem se zabýval tím, že základem pro dům s nízkou energetickou náročností je vhodné umístění a orientace stavby, pasivní solární zisky, výborná izolace stěn, okna s nízkou emisivitou, nejlépe s trojitým zasklením a systém nuceného větrání. Zařízení, která zde instalujeme, jsou tedy větrací jednotky s rekuperací tepla, dále tepelné čerpadlo pro dohřev vzduchu, solární kolektory pro přípravu TUV a podporu dohřevu vzduchu. Můžeme také instalovat fotovoltaické panely pro výrobu elektřiny a následně tak prodávat přebytek elektrické energie do sítě za výhodné ceny.

Nyní se podrobněji zaměřím na jednotlivá zařízení, popíši jejich funkci, výhody a nevýhody a jejich pozitivní či negativní vlivy na životní prostředí.

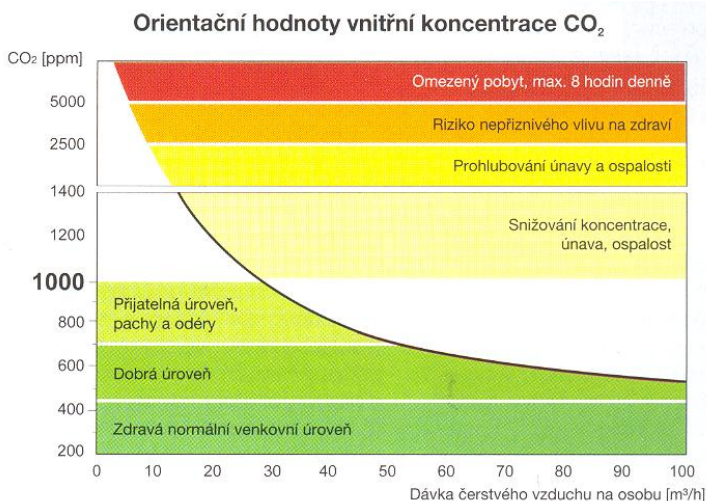
3.2.1 Větrací jednotky s rekuperací tepla

Vzduch je pro lidi životně důležitý. Jeden člověk v průměru za den spotřebuje 15 až 20 tisíc litrů vzduchu. Vyprodukuje tak v závislosti na druhu a intenzitě fyzické a psychické aktivity až 17 litrů CO₂ za hodinu. Kvalita vzduchu má výrazný vliv na naše zdraví, pohodu i soustředění se na určitou činnost. Zejména nadměrná koncentrace CO₂ se v počátečním stádiu projevuje ospalostí, únavou a poklesem výkonnosti, později pak i vážnými zdravotními problémy. Doporučená maximální koncentrace CO₂ je 1000 [ppm]. V interiéru běžně trávíme 70 až 90 % času. Zde nám kvalitu vzduchu zhoršují výpary škodlivých chemických látek z nábytku – laky a lepidla, dále prach, různé mikroorganismy, případně tabákový kouř.

Kuchyně, koupelny a toalety jsou zdrojem vlhkosti, dalším nepříjemným jevem jsou pachy. Nedostatečné odvádění vlhkosti z vnitřních prostorů vytváří příznivé podmínky pro vznik roztočů a plísní, což může vést k vážnému poškození zdraví, ale i stavebních materiálů a celkově tedy i konstrukce domu. Naštěstí lze koncentraci CO₂ a celkovou kvalitu ovzduší ovlivnit systémem řízeného nuceného větrání se zpětným získáváním tepla. Na následujícím obrázku 3.2.1-1 je vyobrazena závislost vývinu mikroorganismů a škodlivých látek na relativní vlhkosti. Z obrázku 3.2.1-2 vyplývá, že čím větší množství čerstvého vzduchu bude do interiéru přiváděno, tím více se sníží koncentrace onoho CO₂. Přiváděný vzduch však musí být patřičně přefiltrován, neboť přichozí škodlivé látky, kterými jsou prach, saze, pyl, různé alergeny a jiné škodliviny mohou také způsobit vážné zdravotní problémy.

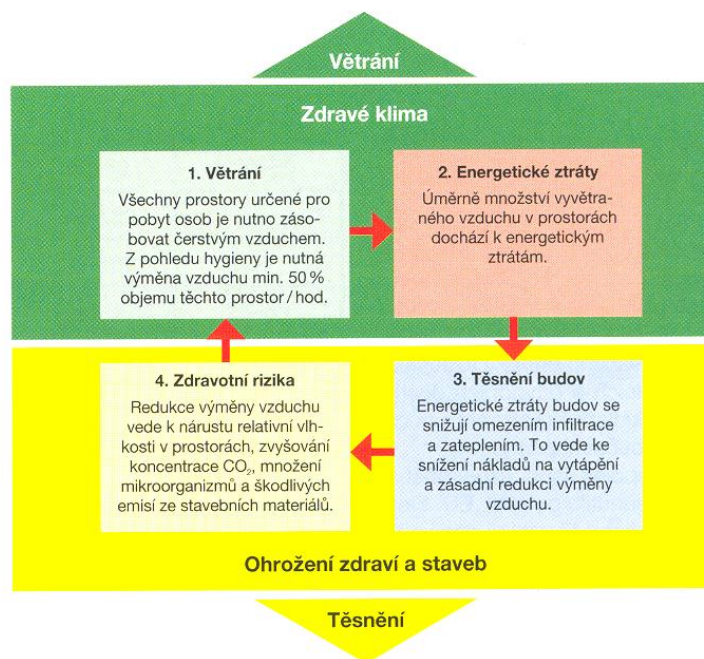


Obr.3.2.1-1 – Závislost vývinu mikroorganismů a škodlivých látek na relativní vlhkosti (převzato z [8])



Obr.3.2.1-2 – Závislost koncentrace CO₂ na přísunu čerstvého vzduchu (převzato z [8])

Na následujícím obrázku 3.2.1-3 vysvětlím problémový cyklus bytového větrání. Jelikož z hlediska hygieny je nutná výměna vzduchu minimálně 30 % objemu vnitřních prostorů za hodinu, je nutné zajistit větrání. Důsledkem větrání jsou nadměrné energetické ztráty. K potlačení těchto energetických ztrát vede opatření, kterým je utěsnění budov – zateplení fasády a okna s nízkou emisivitou tepla. V důsledku utěsnění budov dochází k redukci výměny vzduchu v prostorách, nárůstu relativní vlhkosti a koncentrace CO₂. Množí se zde mikroorganismy, plísně a dochází k uvolňování škodlivých výparů z nábytku a stavebního materiálu, což může způsobit vážná zdravotní rizika. Tento problém odstraníme opět větráním a dostáváme se tak opět na začátek cyklu.



Obr.3.2.1-3 – Problémový cyklus bytového větrání (převzato z [8])

Tento problémový cyklus řeší větrací jednotka s rekuperací tepla. Rekuperací tepla se rozumí zpětné získávání tepla, kdy odváděný odpadní vzduch z místnosti předá ve výměníku své teplo čerstvému vzduchu přiváděnému z venku. Při větrání okny k rekuperaci prakticky nedochází, takové větrání je tedy zcela neekonomické. Jelikož potřeba výměny vzduchu se v průběhu dne a jednotlivých dnů v týdnu mění, je potřeba volit takovou větrací jednotku, která umožňuje regulaci průtoku vzduchu. Například v době, kdy není nikdo doma, je také potřeba větrat, ale podstatně méně. Postačí tak vyměnit vzduch v objektu zhruba jednou za 6 hodin. Norma ČSN EN 15 665/Z1 uvádí doporučené hodnoty pro nárazové a trvalé větrání. Pro rodinné domy je optimální taková větrací jednotka, která vykazuje maximální hodinový průtok rovný minimálně 0,3 násobku objemu celého objektu.

Pro zajištění správného větrání je důležité, aby výměna vzduchu probíhala kontinuálně. Dále ventilátory musí plnit bezchybně a hlavně tiše svoji funkci při minimální spotřebě elektrické energie. Předpokládaný maximální společný příkon ventilátorů by neměl přesáhnout hodnotu cca 150 W při průtoku vzduchu 300 m³/hod, což odpovídá měrnému příkonu 0,5 W/(m³/h). Hlučnost jednotky by neměla přesahovat v místě instalace úroveň 35 dB a v jednotlivých místech, kde je vzduch odsáván (hluk tvořený vyústkou) 25 dB.

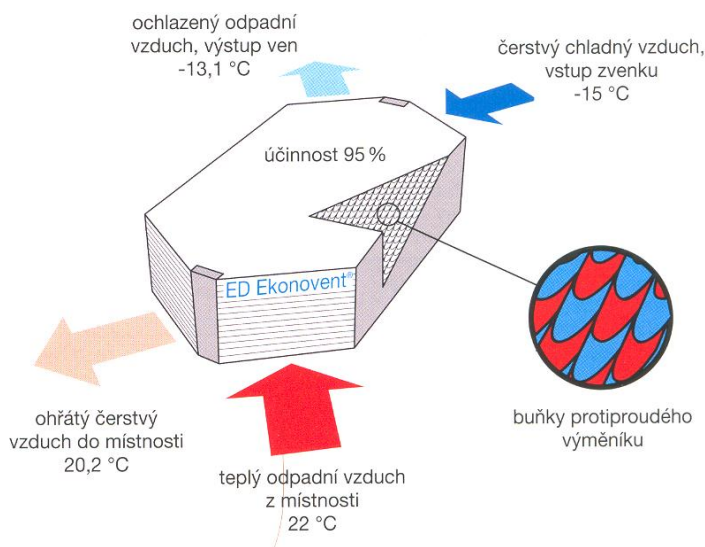
Základním srovnávacím kritériem je účinnost, která zde vyjadřuje, kolik tepla z toho odváděného se nám rekuperací vrací zpět do místnosti. Požaduje se minimální účinnost nad 50 %, velmi kvalitní zařízení vrací zpět i více než 80 % tepla. Úspora nákladů

na vytápění přitom činí 30 až 50 %. Existují dvě provedení, buď pasivní nebo aktivní rekuperace.

Pasivní rekuperace:

Základním prvkem pasivní rekuperace je výměník, kde jednou částí systému kanálků proudí vzduch ven a druhou dovnitř. Nepromíchají se, jen si vzájemně předávají energii. Princip rekuperačního výměníku lze vysvětlit podle *obrázku 3.2.1-4*. Vzduch znečištěný CO₂, chemickými výpary, choroboplodnými zárodky, vlhkostí a pachy je odsávaný z kuchyně, koupelen a toalet přes rekuperační výměník. Tam odevzdá teplo a je odveden ven. Čerstvý venkovní přefiltrovaný vzduch přiváděný do obytných místností, zbavený prachu, sazí, pylu a různých alergenů, je ohříván právě tímto odevzdaným teplem.

Existují dva typy výměníků – křížový a protiproudý. V křížovém výměníku prochází čerstvý a odpadní vzduch kolmo na sebe. U protiproudého je k dispozici delší dráha pro předání tepla, dosahuje tak většího efektu, tedy větší účinnosti. Špičkové rekuperační výměníky mohou pracovat s účinností i přes 90 %. Společnost *Elektrodesign Ventilátory s.r.o.* [70] nabízí své produkty dokonce s účinností v rozmezí 90 až 97 %.

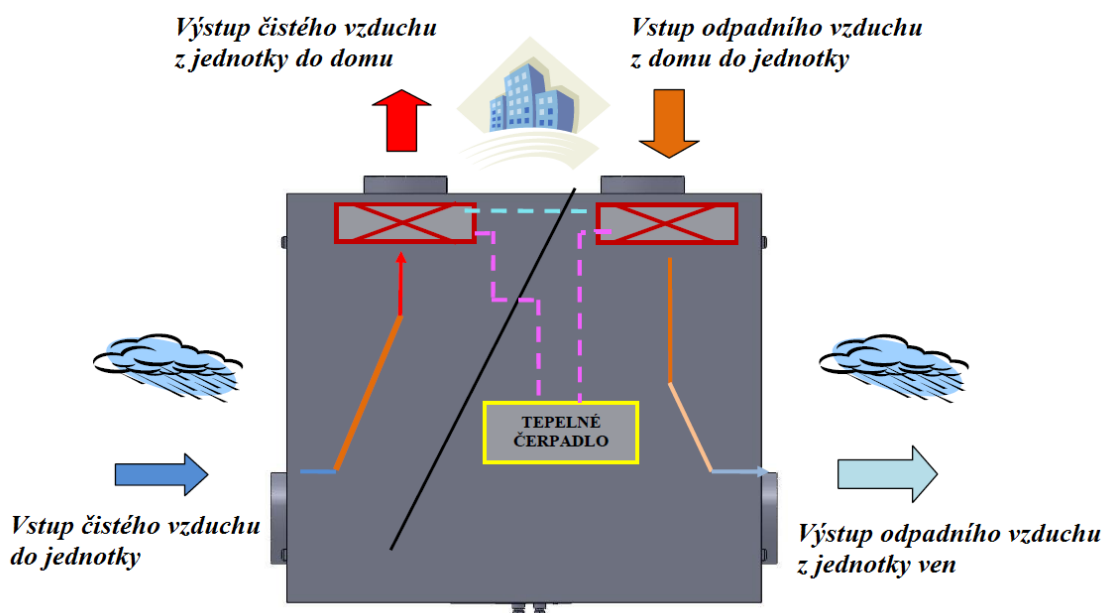


Obr.3.2.1-4 – Protiproudý rekuperační výměník (převzato z [8])

Aktivní rekuperační jednotka – rekuperace s tepelným čerpadlem:

Aktivní rekuperační jednotka se od té pasivní odlišuje tím, že uvnitř nenaleznete žádný pasivní výměník (protiproudý, křížový), ale celý systém je založen na principu tepelného čerpadla. Lze tak přivádět do místnosti vzduch s vyšší teplotou, než je teplota odsávaného vzduchu z objektu. Princip je znázorněn na *obrázku 3.2.1-5*. Odsávaný znečištěný vzduch při průchodu přes výměník předá své teplo výparníku (výměník vzduch – médium) v okruhu tepelného čerpadla a je vyfouknut ven. Získané teplo se v kompresoru ještě znásobí hodnotou

topného faktoru tepelného čerpadla. Odtud teplo putuje do kondenzátoru (výměník *médium – vzduch*), kde je dále předáno přiváděnému čistému vzduchu, který je zbaven škodlivých částic. Z 1 kWh elektrické energie je možné získat až 4,4 kWh tepelné energie. Zařízení pracuje při režimu vytápění v rozmezí venkovních teplot -16 až +16 °C. Problematika tepelných čerpadel je podrobněji vysvětlena v kapitole 3.2.2, str. 34.



Obr.3.2.1-5 – Aktivní rekuperace s tepelným čerpadlem (převzato z [31])

Jednotku lze využít také k chlazení nebo jen k větrání. Pro účel větrání jednotka pouze větrá a filtruje čerstvý nasávaný vzduch, děje se tak při teplotách v rozmezí 16 až 22 °C. Funkce pro účel chlazení v podstatě spočívá v opačné funkci tepelného čerpadla, které funguje jako chladnička. V létě se tedy přepne pomocí ventilu činnost obou dvou zařízení a vzduch, který je přiváděn z venku, je ochlazován. Tím je udržována příjemná teplota v místnostech, protože tam proudí chlad. Vzduch, který proudí z místností ven, by v podstatě mohl být přehříván, ale to by ztrácelo logiku a nedocházelo by k úsporám, protože bychom teplo vytvořené tepelným čerpadlem vypouštěli nesmyslně ven. Působilo by to neekonomicky a velmi ztrátově. Tímto teplem tedy není ohříván vzduch, který odchází ven, ale užitková voda. Zařízení je funkční pro účel chlazení v rozmezí 22 až 38 °C. Mimo tyto uvedené teplotní rozsahy je jednotka mimo provoz.

Na následujícím obrázku 3.2.1-6 provedu srovnání obou typů rekuperace z hlediska zisku tepla a teploty odpadního vzduchu vypouštěného ven.



Obr.3.2.1-6 – Srovnání pasivní a aktivní rekuperace (vlevo pasivní, vpravo aktivní), (převzato z [26])

Již z porovnání teploty odpadního vzduchu (7,4 °C u pasivní a 1 °C u aktivní rekuperace), je zřejmé, že jednotky s aktivní rekuperací dokážou využít maximálně teplo obsažené v odpadním vzduchu. Tyto hodnoty teplot udává společnost *EVORA Green Energy* [26]. Teplota získaného tepla u jednotky s aktivní rekuperací je dostatečně vysoká (46 °C) a je jí možné i uchovávat. Je sice pravda, že musíme určitou část energie dodat, ale stejně je tomu i u pasivní rekuperace, kde je zapotřebí dohřát přiváděný vzduch, pokud nám tento teplotní rozdíl nepokryjí dříve zmiňované pasivní solární zisky. V ilustrovaném případě by se jednalo o dorovnání teplotního rozdílu 3,4 °C (ze 17,6 °C na 21 °C).

Lze napojit do systému rekuperace kuchyňský odsavač par (digestoř)?

Z důvodu ochrany rekuperačního výměníku před znečištěním tukovými parami není dobré počítat s připojením digestoře ke větrací jednotce s rekuperací tepla. Obvyčejná digestoř je vybavena ventilátorem s průtokem vzduchu 300 až 600 m³/h. Při takové rychlosti odsávání vzduchu jsou tukový filtr i ostatní filtry méně účinné. Výměník tepla by se tak zanášel tukovými usazeninami a jeho účinnost by se snižovala – musel by se častěji čistit. Jelikož výměník tepla není dimenzován na tak vysoký průtok vzduchu, zmenšila by se tak během provozu digestoře účinnost rekuperace.

Kvůli velkému množství vzduchu odváděného ventilátorem digestoře z kuchyně by mohlo docházet k částečnému unikání tohoto odpadního vzduchu do koupelny a na WC. Nejen, že by nebyl z těchto místností vzduch v patřičné míře odsáván, ale mohlo by se také stát, že by nám sem unikaly zápachy z kuchyně.

Pořizovací náklady, montáž, provoz a údržba:

Cena pasivní rekuperační jednotky určené pro rodinný nebo bytový dům se pohybuje řekněme od 50 000 Kč bez DPH. S DPH (21 % sazba) to činí asi 60 500 Kč. Společnost *Elektrodesign Ventilátory s.r.o.* [70] nabízí rekuperační jednotku EHR 325 Ekonovent s protiproudým výměníkem s minimálním a maximálním příkonem 21 a 198 W a maximálním průtokem vzduchu 325 m³/h, což je pro domy a byty optimální, za cenu 55 700 Kč bez DPH (s DPH 67 397 Kč). Jednotka pracuje s účinností 92 %.

Aktivní rekuperační jednotku EHR 325 Ekonovent HP5 F/E 7 kW nabízí opět společnost *Elektrodesign Ventilátory s.r.o.* za cenu 156 439 Kč bez DPH (s DPH 189 291 Kč). V ceně je zahrnut celý komplet – větrací jednotka EHR 325 + spodní díl + venkovní kondenzační jednotka. Spodní díl obsahuje regulaci systému, přímý výparník (který umí topit i chladit), dále bivalentní zdroj a tichý radiální ventilátor pro cirkulaci vzduchu a filtr. Bivalentní zdroj je v podstatě přídatný pomocný zdroj, který při velmi nízkých venkovních teplotách nebo při případné poruše tepelného čerpadla podpoří vytápění objektu. V případě této jednotky se jedná o elektrický ohřívač 3,7 kW. Venkovní kondenzační jednotka je tzv. tepelné čerpadlo s invertorem, které umožňuje i zpětný chod chlazení.

Pořízení rekuperační jednotky není levnou záležitostí, čím lepší větrací systém chceme v domě instalovat, tím více se to odrazí na ceně. Například pořizovací cena automatického systému s čidly pro zjišťování koncentrace CO₂ je často vyšší než 150 000 Kč. I když provoz bude velmi úsporný, návratnost investice bude dlouhodobá nebo v některých případech dokonce i nedosažitelná.

Montáž systému musí být provedena odborníkem přesně podle doporučení výrobce. Pokud nebudou dodržena doporučení výrobce, provoz jednotky může být provázen hlukem, nízkou účinností, hromaděním vlhkosti či nežádoucích mikroorganismů v potrubí a podobně. Rekuperační jednotku lze umístit:

- ve sklepě – například do kotelny atd.
- na půdě (do podstřešního prostoru) – toto umístění je však nepříznivé z důvodu nižší teploty, či případného přenášení hluku do blízké ložnice.
- v hospodářském příslušenství (kůlna, případně garáž). Příklad se nedoporučuje kvůli možnosti přenosu chvění stěnovou konstrukcí šroubovat na stěnu (na konzoly), zejména u dřevěných sloupkových konstrukcí.

Dle údajů, které mi poskytla společnost *Elektrodesign Ventilátory s.r.o.*[70], se cena rozvodů a ostatního materiálu nutného pro montáž v průměrném domě pohybuje kolem 30 000 Kč. Za provedení odborné montáže si účtují cca 30 % z celkové pořizovací ceny všech zařízení, tedy 30 % z nákupu.

Provoz systému při doporučeném režimu spotřebuje množství elektrické energie srovnatelné s provozem úsporné ledničky. Při celoročním provozu se mohou náklady za spotřebovanou energii pohybovat v ceně 1 200 až 4 500 Kč. Na rozdíl však od běžných domácích spotřebičů, kterým nevěnujeme během jejich užívání příliš pozornosti, u systému rekuperace je nutná minimálně pravidelná výměna filtrů a dezinfekce potrubí. Rozhodující pro dobrou kvalitu vzduchu je co nejkratší doba provozu zařízení se znečištěnými filtry.

Filtry tedy měníme několikrát ročně přibližně v intervalu 2 až 6 měsíců. Cena filtrů především závisí na jejich kvalitě. Obyčejné prachové filtry pořídíme řádově za stovky korun. Ale účinnější pylové filtry a filtry pro eliminaci dalších alergenů mohou celkové provozní náklady za provoz až zdvojnásobit, což znamená, že například k původní ceně 1 200 Kč za elektřinu můžeme zaplatit dalších 1 000 Kč za filtry. Proto se vyplatí sledovat u dodavatelů ceny filtrů a kupovat zvýhodněné „roční“ balíčky, které podstatně sníží náklady na provoz. Dezinfekci potrubí se doporučuje provádět alespoň jednou ročně. Sprej k chemickému ošetření potrubí stojí přibližně 400 Kč.

Výhody systému rekuperace:

- + Systém zajišťuje dostatečné větrání dle hygienických doporučení
- + Snižuje tak koncentraci CO₂, odvádí chemické výpary, choroboplodné zárodky, vlhkost a pachy ze vzduchotěsně zateplených prostor.
- + Díky systému rekuperace mohou zůstat okna zavřená, z přiváděného vzduchu je odfiltrován prach, saze, pyl a různé alergeny, na rozdíl od běžného větrání okny.
- + Také je zamezeno pronikání hluku zvenčí
- + Šetří energii, tím že teplo odváděného vzduchu je rekuperováno, tj. předáváno přiváděnému vzduchu, jsou tak eliminovány tepelné ztráty, ke kterým by docházelo při klasickém větrání okny.
- + Snižuje celkově energetickou náročnost budov.

Nevýhody systému rekuperace:

- Vysoká pořizovací cena, dlouhodobá a v některých případech i nedosažitelná návratnost investice.
- Náročnost provedení - montáž musí být provedena odborníkem, prostorové požadavky
- Poměrně vysoké provozní náklady při respektování doporučení výrobců – výměny filtrů (několikrát ročně), dezinfekce potrubí (minimálně jednou ročně) a podobně.
- Provoz jednotky je doprovázen s jistou minimální hladinou hluku, můžeme také individuálně negativně vnímat nucené proudění vzduchu.

Vlivy systémů rekuperace na životní prostředí

Dle mého názoru mají systémy rekuperace spíše pozitivní vliv na životní prostředí. Šetří energii a spolu s dalšími opatřeními týkajícími se provedení konstrukce stavby, které jsem uvedl v kapitole 3.1 na str. 24, snižují energetickou náročnost stavby. Největší tepelný zisk je samozřejmě z aktivní rekuperace. Mají také velmi pozitivní vliv na interní mikroklima. Mezi negativní vlivy by se dala zařadit snad jen ta pravidelná výměna filtrů, vzniká tak pravidelná produkce odpadu, dále nutnost používání té dezinfekce potrubí.

Naopak však někteří lidé, kteří uvádějí své zkušenosti z praxe, tvrdí, že přínosem rekuperace není ani tak moc energetická úspora, jako spíše komfort. Jeden pán v [32] uvádí, že jen za 3 měsíce v létě mu rekuperační jednotka spotřebovala 3 000 kWh, cena spotřebované energie tak činila 9 000 Kč. To je tedy ale až podezřele velká spotřeba, to po celou dobu musel chladit na plný výkon. Celoroční provoz rekuperace mu tak hrozil velkou finanční zátěží. Když se obrátil na výrobce, zda je tak vše v pořádku, tak mu bylo sděleno, že ano, neboť si prý platí komfort. Dále to řeší přerušovaným provozem, kdy jednotka 10 minut běží a pak 30 minut stojí.

Proto bych udělal závěr takový, že každý s tím může mít jiné zkušenosti, někdo dobré, někdo horší. Je tedy na každém z nás, ať si na toto vytvoří svůj názor. Já mohu zatím usuzovat jen na základě prostudované teorie, praktické zkušenosti nemám.

3.2.2 Tepelná čerpadla

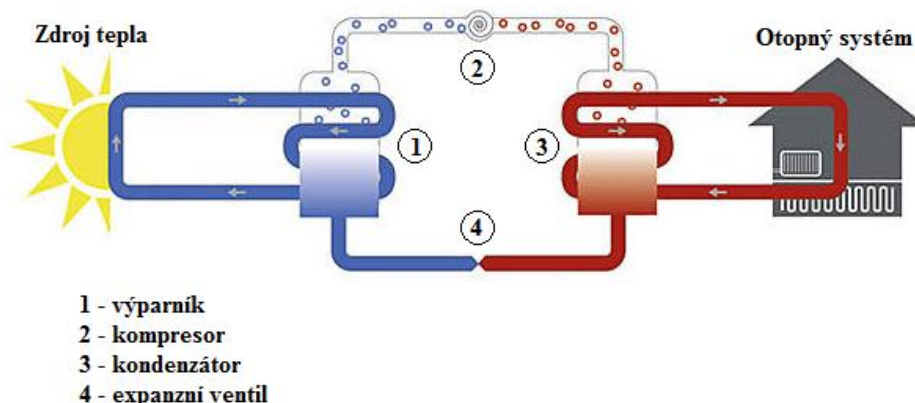
Náklady na vytápění a přípravu TUV mají největší podíl na provozních výdajích domu, proto se v současné době rozšiřuje instalace tepelných čerpadel. Pořizovací náklady u tepelných čerpadel jsou sice vyšší než u ostatních běžných zdrojů vytápění, ale dosažené úspory na vytápění jsou obrovské – 60 až 80 %. Ve světě jsou v provozu statisíce tepelných čerpadel, v některých zemích je jimi vytápěno až 80 % objektů. Na českém trhu jsou nabízena tepelná čerpadla od mnoha výrobců, světových i českých, v různých provedeních, o různých výkonech, ale také za různé ceny o různé kvalitě.

Princip tepelného čerpadla:

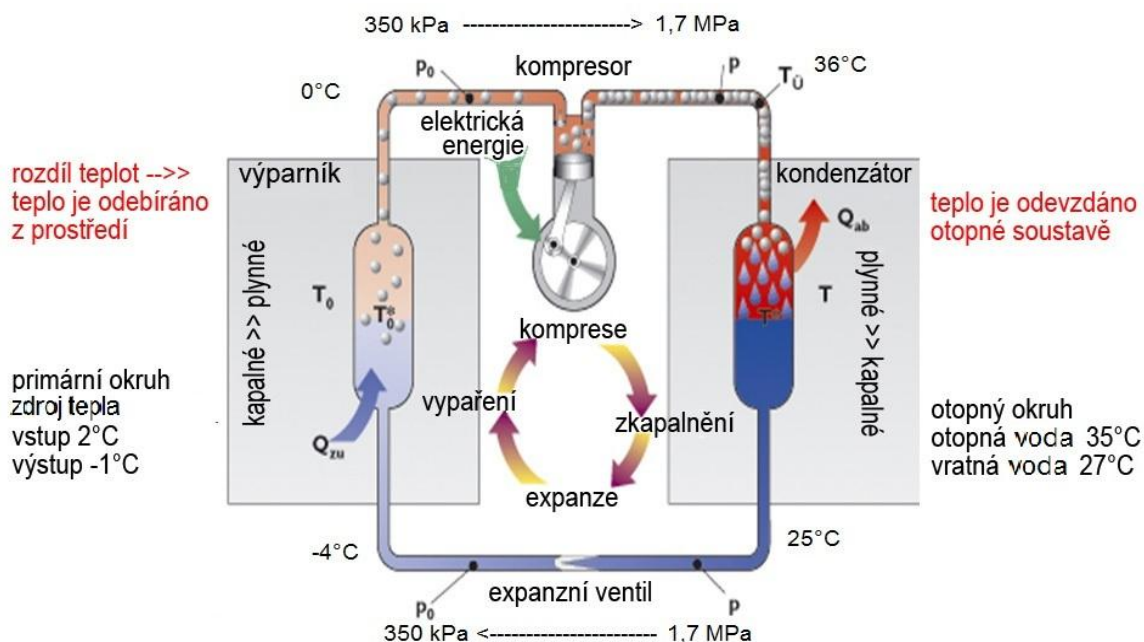
Základními prvky tvořící okruh tepelného čerpadla jsou výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Svoji činnost vykonává v uzavřeném kruhovém procesu, kdy dochází k neustálým změnám skupenského stavu pracovního média – teplotnosné látky. Teplotnosnou látkou je látka s nízkým bodem varu. Dříve se používala média na bázi freonů. Používání freonů je však z důvodu negativního vlivu na životní prostředí na základě Vídeňské úmluvy na ochranu ozónové vrstvy a Montrealského protokolu regulováno a postupně vytlačováno. Dnes se používají bezfreonové látky, které výrobci neuvádí. Většinou se ale jedná o látky na bázi isobutanu, propanu, amoniaku či CO₂.

Tepelné čerpadlo využívá jako zdroj tepla akumulované sluneční teplo ze svého okolí. Teplo slunečních paprsků je absorbováno a akumulováno ve vzduchu, vodě (povrchové i podzemní) a v zemském povrchu. Jednotlivé fáze kruhového procesu fungování tepelného čerpadla jsou vypařování, stlačování, zkapalňování a expanze. Princip funkce tepelného čerpadla znázorňuje schematický *obrázek 3.2.2-1*. Detailněji i s konkrétními hodnotami teplot a tlaků pro

specifické podmínky konkrétního média je tento kruhový proces vyobrazen na *obrázku 3.2.2-2*.



Obr.3.2.2-1 – Princip funkce tepelného čerpadla (převzato z [38])



Obr.3.2.2-2 – Kruhový proces tepelného čerpadla (převzato z [52])

1. Vypařování

Ve výparníku (výměník tepla) je odebíráno teplo z okolí domu, které je dále předáváno do okruhu s teplonosnou látkou. Zde vstupuje studená teplonosná látka v kapalném skupenství a s narůstající teplotou dochází k jejímu vypařování.

2. Stlačování

Teplonosná látka, ještě v podobě studené páry, vstupuje dále do kompresoru. Zde dochází s využitím elektrické energie (kryje příkon kompresoru) ke stlačování (kompresi) teplonosné látky na vyšší tlak a tím se dále zahřívá. Dochází tak ke znásobení množství tepla hodnotou topného faktoru – viz dále.

3. Zkapalňování

Z kompresoru odchází teplonosná látka jako tzv. horký plyn, který vstupuje dále do kondenzátoru (výměník tepla). Zde odevzdá svoje teplo do topného systému, kondenzuje a vystupuje odtud jako teplá kapalina. Lze dosáhnout teploty v okruhu topné vody až 60 °C (u systémů země – voda nebo voda - voda).

4. Expanze

Na závěr se v expanzním ventilu prudce sníží tlak. Tím, aniž by byla vydána práce, prudce klesne teplota teplonosné látky. Odtud je studená teplonosná látka opět přiváděna do výparníku a celý cyklus se takto neustále opakuje.



Obr.3.2.2-3 – Tepelné čerpadlo – kompresorová jednotka (vpravo) a zásobník na TUV (vlevo) (převzato z [54])

Parametr určující efektivitu provozu tepelného čerpadla se nazývá topný faktor. Udává poměr získané tepelné energie k dodané elektrické energii kompresoru. To znamená, že určuje, kolikrát více energie tepelné čerpadlo vyrobí, než je mu dodáno. Jeho hodnota není konstantní, závisí na rozdílu teplot na vstupní a výstupní straně tepelného čerpadla. Pohybuje se v rozmezí 2,5 až 6 (nejedná se o účinnost). Hodnota 3 znamená, že při dodání 1 kWh elektrické energie získáme 3 kWh tepelné energie. Topný faktor se stanovuje též jako podíl

tepelného výkonu a elektrického příkonu kompresoru.
$$\varepsilon = \frac{P}{P_0} [-]$$

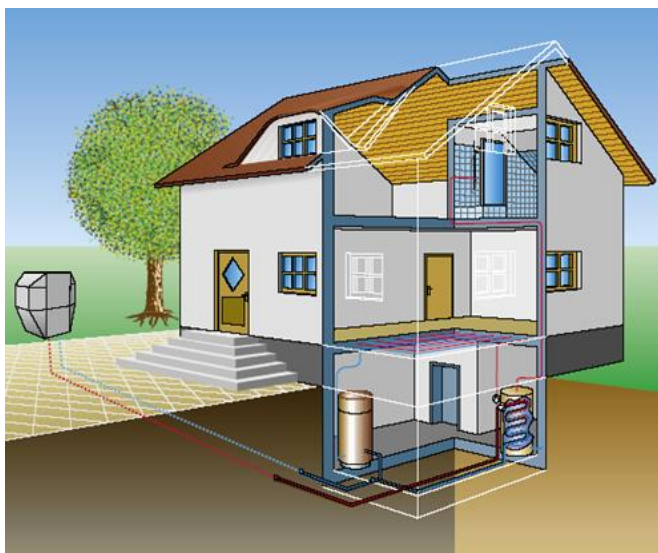
Ve výsledku provozovatel zaplatí pouze elektrickou energii potřebnou pro pohon kompresoru. Všeobecně platí, že tepelné čerpadlo spotřebovává přibližně jednu třetinu svého výkonu ve formě elektrické energie (odpovídá $\varepsilon = 3$). Tepelná čerpadla využívaná pro vytápění pracují většinou v tzv. bivalentním provozu. To znamená, že v období velmi nízkých venkovních teplot, kdy je největší potřeba tepla, je připínán další zdroj (bivalentní).

Bivalentním zdrojem bývá zpravidla elektrický kotel. Výkon tepelného čerpadla se pak všeobecně navrhuje na pokrytí 70 až 80 % tepelných ztrát budovy, což snižuje investiční náklady. Řešení tímto způsobem je sice z technického hlediska nejjednodušší, ale zásadní nevýhodou je to, že je pak v objektu potřeba silnějšího hlavního jističe v elektroměrovém rozvaděči. Od toho se pak odvíjí výše stálého poplatku, která může činit až polovinu účtu za elektřinu.

Tepelná čerpadla rozdělujeme a označujeme podle dvojkombinace: *z jakého primárního zdroje teplo odebírají – jaké látce teplo předávají*. Nejčastěji se setkáváme s kombinacemi *vzduch – voda, voda – voda, země – voda* a *vzduch – vzduch*.

Tepelné čerpadlo vzduch – voda:

Nejčastěji instalovaná jsou tepelná čerpadla, která využívají tepelnou energii venkovního vzduchu. Zdrojem tepla může být buď venkovní (studený) vzduch, pak je vyrobené teplo ve výměníku tepla (kondenzátoru) předáváno do systému teplovodního vytápění objektu – např. podlahové nebo radiátorové vytápění. Nebo lze využít odpadní (teplý) vzduch odsávaný ventilátorem z místnosti (aktivní rekuperace – viz kapitola 3.2.1 Větrací jednotky s rekuperací tepla – podkapitola Aktivní rekuperační jednotka – rekuperace s tepelným čerpadlem – na str. 29) a využít tak v letním období systém jako klimatizaci, kdy bude vzduch v místnosti ochlazován a vyrobené teplo bude předáváno užitkové vodě. Lze takto ohřívat také vodu v bazénu.



Obr.3.2.2-4 – Schematický obrázek znázorňující princip odebírání tepla z venkovního vzduchu (převzato z [52])

Jelikož instalace nevyžaduje žádné výrazné zásahy do okolního prostředí – nejsou zapotřebí zemní výkopové práce, lze je použít takřka ve všech případech, bez omezení místními podmínkami. Nevýhodou je však, že topný faktor takového tepelného čerpadla klesá

s venkovní teplotou mnohem výrazněji než u ostatních provedení a současně roste potřeba tepla v objektu. Z tohoto důvodu jsou tato tepelná čerpadla většinou již od výrobce doplněna bivalentním zdrojem – malý elektrokotel, který podporuje vytápění při nízkých venkovních teplotách. U nových moderních tepelných čerpadel se pokles výkonu projevuje v menší míře. Některá lze provozovat až do opravdu velmi nízkých teplot – 20 až – 25 °C. Není tedy nutné instalovat žádný další zdroj vytápění. Tepelná čerpadla s těmito parametry nabízí např. výrobce *Tepelná čerpadla Ludvík s.r.o.* [39].

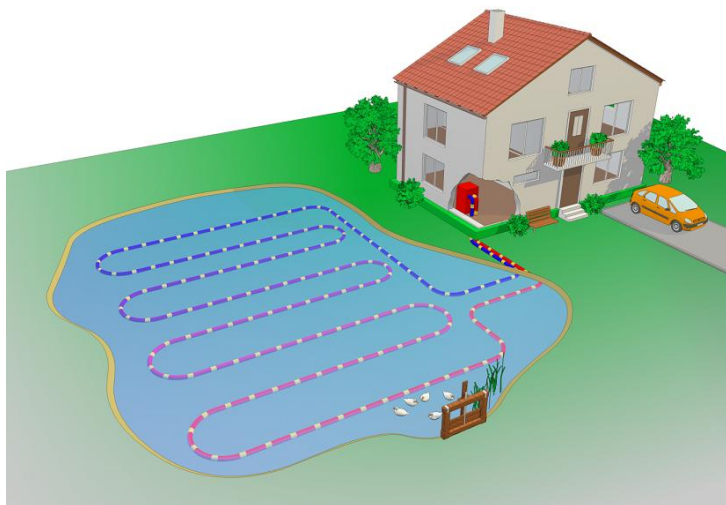
Při nižších venkovních teplotách (asi pod 7 °C) se sráží vzdušná vlhkost na lamelách výparníku a dochází k namrzání – vzniká zde jinovatka. Vytvořená ledová vrstva je automaticky odmrazována a voda, která při tom vznikne, se zachycuje v nádobě pro sběr kondenzátu a je odvedena pryč. Tepelné čerpadlo se pro tento účel přepne do tzv. reverzibilního chodu, kdy pro odmrazování je využívána topná voda z akumulčního zásobníku. Z tohoto důvodu je použití akumulčního zásobníku nezbytné, může také sloužit pro přípravu TUV. Odmrazovací fáze je řízena automatickým regulátorem dle okolních podmínek. Přibližně po 10 minutách se ukončí a tepelné čerpadlo pokračuje opět v provozu vytápění.

Tepelné čerpadlo voda – voda:

U tohoto systému může být teplo dle dostupných možností odebíráno z několika zdrojů, zdrojem může být:

- povrchová voda – řeka nebo rybník
- podzemní voda – studny nebo hlubinné vrty
- odpadní voda – čistička odpadních vod (tento zdroj zde popisovat nebudu)

Teplo z povrchové vody lze odebírat buď pomocí kolektoru a nebo přímo z protékající vody.



Obr.3.2.2-5 – Schematický obrázek znázorňující princip odebírání tepla z povrchové vody (převzato z [47])

Kolektor (tepelný výměník) se pokládá pod hladinu povrchových vod. Jedná se o obdobu zemního kolektoru, který se používá u typu země – voda. Kolektor je možno položit na dno rybníka či řeky – viz *obrázky 3.2.2-6, 3.2.2-7 a 3.2.2-8*, na dno či stěny mlýnského náhonu nebo případně obtočit okolo pilíře mostu – musí být umístěn alespoň 2 metry pod hladinou. Dimenzování délky trubek kolektoru závisí na charakteru vody, zda se jedná o rybník či řeku a také o jakých rozměrech a nebo průtoku. Obecně platí, že na 1 kW topného výkonu tepelného čerpadla je zapotřebí přibližně 35 m² kolektoru. Je vyžadován přesný výpočet plochy kolektoru pro každý případ zvlášť.

Tento systém se skládá ze dvou oddělených okruhů – primárního (cirkulačního) a sekundárního (pracovního). Teplo získané v kolektoru je přenášeno primárním okruhem do výparníku tepelného čerpadla pomocí teplonosné kapaliny. Podmínkou je použití biologicky šetrné nemrznoucí směsi, většinou se jedná o směs lihu a vody. Teplonosná kapalina primárního okruhu předá ve výparníku své teplo sekundárnímu okruhu (vlastnímu pracovnímu okruhu tepelného čerpadla). Ve výparníku teplonosná pracovní látka přijme teplo primárního okruhu a začne se vypařovat. Dále už celý kruhový proces v pracovním okruhu pokračuje úplně stejně, jak je vysvětleno na začátku této kapitoly – str. 34 až 36. Oběh teplonosné kapaliny v primárním okruhu zajišťuje oběhové čerpadlo.

Nemrznoucí směs odpovídá z hlediska ekologie všem požadavkům na ochranu životního prostředí. Výhodou tohoto systému, na rozdíl od systému s využitím studen nebo hloubkových vrtů, kde jsou nutné hlubinné výkopové práce, jsou nižší pořizovací náklady. Hlavním předpokladem však je nutnost stálého vodního sloupce nad kolektorem, případně dostatečně velký průtok. Nevýhodou může být snadné poškození potrubí při nutnosti čištění rybníka či výlovu ryb.



Obr.3.2.2-6 – Kolektor položený na dně rybníka (převzato z [42])



Obr.3.2.2-7 – Položené trubky kolektoru v rybníce – detail (převzato z [42])

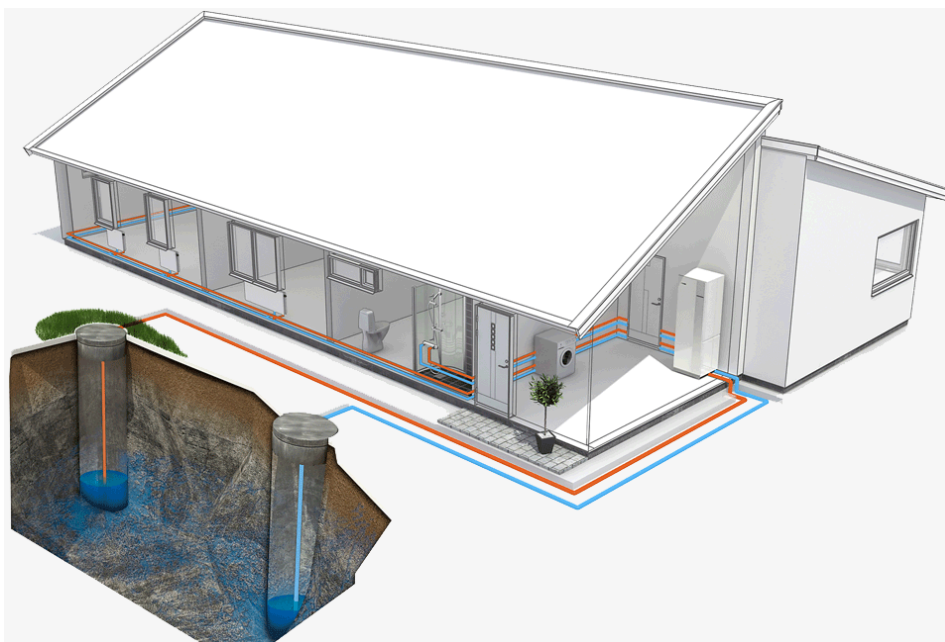


Obr.3.2.2-8 Trubky kolektoru položené na dně potoka (převzato z [42])

Při odebírání tepla přímo z protékající vody je voda přiváděna do tepelného výměníku (výparníku), kde se teplo předává teplotně nosné látce pracovního okruhu tepelného čerpadla. Nutným předpokladem je dostatečně velký průtok vody přes tepelný výměník. Velkou nevýhodou tohoto systému jsou nečistoty, kterými se může výměník zanášet a mohou tak být častou příčinou poruch.

Při využívání vodních toků je třeba brát ohled na legislativu. Jejich využívání musí povolit správce toku, kterým zpravidla bývá povodí, do kterého spadá vodní tok nebo Státní Meliorační Správa či příslušný obecní úřad.

Dále lze teplo odebírat z podzemní vody. Protože podzemní voda má ze všech přírodních zdrojů tepla v otopném období nejvyšší teplotu, je energetický efekt tepelných čerpadel s tímto zdrojem tepla největší. Topný faktor se tedy v průběhu otopného období téměř nemění, dosahuje až hodnoty 6 a tento systém tak může přinést až 80% úspory energie. Teplo z podzemních vod lze získávat ze studní nebo z hlubinných vrtů, záleží na tom, v jaké hloubce se podzemní voda nalézá.



Obr.3.2.2-9 – Schematický obrázek znázorňující princip odebírání tepla z podzemní vody (převzato z [45])

Je zapotřebí mít dvě studny – viz *obrázek 3.2.2-9*, jednu jako čerpací (na obrázku označena modře) a druhou vsakovací (červeně). Voda je čerpána z čerpací studny do výparníku, v něm se ochladí a je vrácena do druhé – vsakovací studny. Obě studny musí být od sebe v dostatečné vzdálenosti a pokud možno umístěny tak, aby proudění podzemních vod směřovalo od vsakovací studny ke studni čerpací. Průtokem mezi oběma studněmi se voda opět ohřeje. Nedochází tak ani ke ztrátám podzemní vody, ani k poklesu jejího energetického potenciálu.

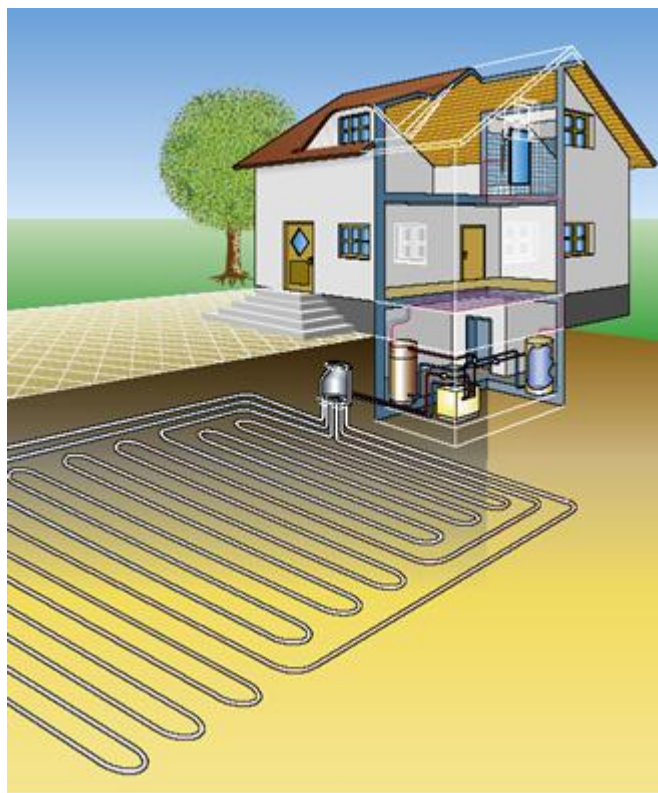
Základní předpoklady jsou, aby voda měla vhodné chemické složení, byla dostatečně čistá a po celou dobu topné sezóny měla teplotu minimálně $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dále musí být k dispozici v dostatečném množství, musí se jednat o dostatečně vydatný zdroj přírodní vody. Například pro tepelné čerpadlo o výkonu 10 kW je potřebné průtočné množství vody přibližně 25 l/min při teplotě $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bohužel však dostupnost těchto zdrojů není příliš četná, a je také svázána s vysokými náklady za výkopové a vrtné práce, jejichž cena se pohybuje kolem 1000 Kč za 1 metr hloubky vrtu. V ceně ale už není zahrnuta likvidace vyvrtaného materiálu.

Před zahájením vlastní instalace tepelného čerpadla musí být zajištěna potřebná povolení. Pro zahájení vrtných prací je naší povinností zajistit si na příslušném stavebním úřadě stavební povolení těchto prací. Při podání žádosti o stavební povolení je nutné předložit projektovou dokumentaci vrtných prací a hydrogeologický posudek. Jakmile je získáno povolení, je společnost provádějící vrtné práce povinna 7 dní před zahájením prací zajistit ohlášení na Báňském úřadě.

Pro získání povolení užívat podzemní vodu k tomuto účelu je nutné provést hydrogeologické posouzení vydatnosti studny pomocí čerpací zkoušky. Ze studny se po dobu 14 dnů odčerpává voda potřebnou rychlostí (požadovaným průtokovým množstvím) pomocí ponorného čerpadla. Pokud se studna po tuto dobu nevyčerpá a nedojde ani k ovlivnění hladiny v sousedních studních, je instalace tohoto systému označena za proveditelnou. Na základě úspěšně provedené čerpací zkoušky vydá obor životního prostředí příslušného obecního úřadu s rozšířenou působností povolení k užívání podzemní vody.

Tepelné čerpadlo země – voda:

Teplo můžeme odebírat buď z horizontálního plošného kolektoru nebo z vertikálního hlubinného vrtu.



Obr.3.2.2-10 – Schematický obrázek znázorňující princip odebrání tepla ze země plošným kolektorem (převzato z [52])

V případě plošného kolektoru je pod zemským povrchem uloženo plastové potrubí (hadice nebo trubky), kterými je odebíráno teplo ze země. Princip je v podstatě úplně stejný jako u systému voda – voda s kolektorem. Opět je systém složen z primárního (cirkulačního) a sekundárního (vlastního pracovního) okruhu. Teplo získané v kolektoru je přenášeno primárním okruhem do výparníku tepelného čerpadla pomocí teplonosné nemrzoucí kapaliny, která musí být šetrná z hlediska ekologie – směs vody a lihu. Teplonosná kapalina primárního okruhu předává ve výparníku své teplo sekundárnímu okruhu. Ta se zde ochladí

a opět se ohřeje v plošném kolektoru. Oběh teplonosné kapaliny v primárním okruhu je opět zajištěn oběhovým čerpadlem. Ve výparníku teplonosná pracovní látka přijme teplo primárního okruhu a začne se vypařovat. Dále už celý kruhový proces pokračuje úplně stejně, jak je vysvětleno na začátku této kapitoly – str. 34 až 36.

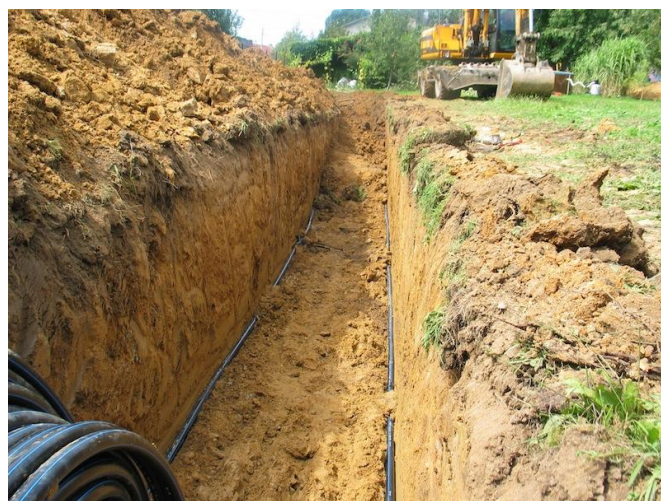
Takto provedený systém odebírá přibližně 2 % energie ze zeminy pod potrubím kolektoru, zbývajících 98 % odebere z vrstvy zeminy nad sebou, kde je nejvíce akumulovaná energie ze slunce. Plošný kolektor je v podstatě rozměrný solární kolektor, který je současně navíc doplněný o obrovský akumulátor tepla – vrstva zeminy. Dobře provedený plošný kolektor se nemůže ani v dlouhodobém časovém horizontu energeticky vyčerpat, neboť pro potřeby tepelného čerpadla se odebere jen asi 2,5 % energie, kterou ze slunce během roku získá. Během léta s bohatou rezervou regeneruje. V jarním a letním období je dodávaná energie ze slunce tak vysoká, že kolektor regeneruje tak rychle, že tepelné čerpadlo může současně dodávat teplo kromě na vytápění domu, také pro přípravu TUV nebo také pro bazén.

Zemní kolektor se pokládá do 1,2 až 1,5 m hlubokého výkopu. Rozteč mezi potrubím se nechává 1 m, v případě potřeby lze rozteč zmenšit i na 80 cm. Šířka výkopu je libovolná, je závislá na charakteru zeminy a způsobu provedení výkopu. Většinou však postačí i šířka 30 cm. Provedení výkopových prací ukazují *obrázky 3.2.2-11, 3.2.2-12 a 3.2.2-13*. Vybágrování kompletně celého prostoru se neprovádí z důvodu vyšší ceny za výkopovou práci. V případě, kdy to je možné, lze také kolektor položit bez výkopových prací pod navážku zeminy. V případě, že je zemina kamenitá, potrubí se obsypává pískem, aby nedošlo k jeho poškození. Doporučuje se také před zasypaním položit nad potrubí signální fólii. Potrubí se nesmí pokládat pod stavby nebo je vést podél základů. Pokud bude mít teplonosné médium podnulovou teplotu, může v případě namrznutí ledu na potrubí dojít k porušení stavební konstrukce.

Výhodou tohoto systému s plošným kolektorem, na rozdíl od systému s hlubinnými vrtvy, jsou poměrně nízké investiční náklady, které jsou srovnatelné se systémy odebírajícími teplo ze vzduchu. Spotřeba elektřiny je přibližně o 30 % nižší než u systémů, které odebírají teplo ze vzduchu. (U systému *vzduch – voda* je nutné odmrazování výparníku, které také spotřebuje část energie.) Tento systém lze instalovat na rozdíl od hlubinných vrtů velmi rychle a bez velkého papírování.

Nevýhodou však je, že systém s plošným kolektorem vyžaduje dostatečně velký pozemek, obvykle 200 až 400 m². Plocha pozemku potřebná k položení plošného kolektoru je přibližně rovna trojnásobku plochy vytápěného objektu. Je nutné předem uvažovat rozmístění případných dalších staveb, jako jsou například bazén nebo garáž. Na plošném kolektoru nelze

stavět, ten se musí těmto případným dostavbám vyhnout. Zemina také musí umožnit provedení výkopů do potřebné hloubky. Komplikace by mohly nastat v místech, kde jsou velké kameny, skála nebo naopak písek. Tento způsob pokládky vyžaduje soudržnou zeminu. Stěny výkopu musí držet tvar, proto je písek také nevhodný. V případě takto nepříznivých geologických podmínek může cena za provedení výkopových prací pro zemní kolektor převýšit i cenu hlubinných vrtů.



Obr.3.2.2-11 – Výkop pro plošný kolektor

Obr.3.2.2-12 – Pokládka potrubí kolektoru do výkopu
(oba obrázky převzaty z [50])

Tepelná čerpadla *země – voda* s plošnými kolektory jsou ideální variantou pro rodinné domy, které mají vhodný pozemek.



Obr.3.2.2-13 – Zahřnování výkopu (převzato z [50])

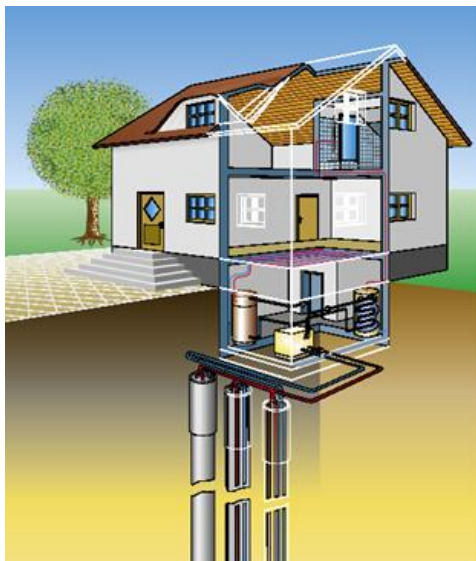
Obr.3.2.2-14 – Dnes již nikdo nepozná,
že zde je umístěn plošný kolektor (převzato z [51])

Byl také prováděn průzkum, zda zemní kolektor nijak neovlivňuje vegetaci na zahradě. Do průzkumu byly zahrnuty instalace, které jsou v provozu 2 až 10 topných sezón. Výsledek průzkumu byl takový, že u všech dotazovaných provozovatelů k žádným zásadním negativním změnám nedošlo. U některých instalací došlo v prvních letech provozu k mírnému poklesu zeminy nad výkopy. To je však způsobeno nedostatečným zhutněním zeminy při zásyvu výkopů. Dalším zjištěným jevem je, že nad kolektorem roste hustší a zelenější tráva. To je způsobeno větší vlhkostí v okolí trubek kolektoru, která vzniká postupným rozpouštěním ledu, který zde v průběhu zimy vznikne. U několika instalací bylo sledováno, že na jaře při tání sněhu se nad kolektorem sníh drží o jeden až dva dny déle než na okolních plochách.

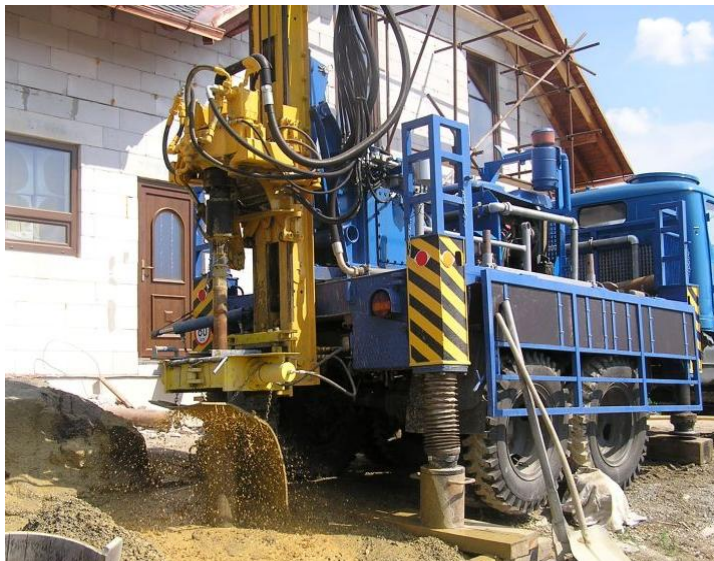
Tepelná čerpadla s plošnými kolektory si i v zimě zachovávají vysoký výkon. Topný faktor v přechodných obdobích mají dokonce i výrazně lepší než u vrtů. Negativní vlivy, jako zamrznutí kolektoru nebo zásadní ovlivnění vegetace nad kolektorem se objevují pouze v případě, že nejsou dodrženy základní parametry, jako je správná hloubka a velikost kolektoru. Pokud je zemní kolektor instalován správně, nemůže se nikdy vymrazit a je tak nejlepší volbou u projektů, kde je zemní kolektor technicky možno instalovat.

Pokud nám nepříznivé geologické podmínky nebo nedostatečně velký pozemek nedovolí položit zemní kolektor, je druhá možnost provést hlubinné vrtů. Zde se tedy využívá geotermální energie spodní podpovrchové vrstvy půdy. V této vrstvě se skrývá zdroj tepla, který je možno využívat celoročně, protože zde teplota zůstává prakticky konstantní. Tento způsob je též nazýván jako kolektor ve vrtu nebo vertikální kolektor. Je jej možno vybudovat i na těch nejmenších parcelách, neboť vyžaduje jen minimum prostoru. Z těchto důvodů představuje nejlepší řešení při přechodu od vytápění fosilními palivy na vytápění využívající geotermální energii. Podle požadovaného výkonu tepelného čerpadla specializovaná firma určí hloubku a počet vrtů. Obvykle jsou hluboké 40 až 150 m, měly by být od sebe vzdáleny alespoň 10 m. Do nich se uloží plastové potrubí (hadice nebo trubky), vytvarované do písmene U. Ty se zasypou a následně upěchují, aby bylo dosaženo co nejdokonalejšího přenosu tepla.

Princip fungování je zde úplně stejný jako u plošného (horizontálního) kolektoru. Teplo získané v kolektoru je přenášeno cirkulačním (primárním) okruhem do výparníku tepelného čerpadla pomocí teplotonosné nemrznoucí kapaliny – opět směs vody a lihu. Ve výparníku teplotonosná pracovní látka sekundárního okruhu přijme teplo teplotonosné kapaliny primárního okruhu a začne se vypařovat. Dále je princip již zřejmý.



Obr.3.2.2-15 – Schematický obrázek znázorňující princip odebrání tepla ze zemního hlubinného vrtu (převzato z [52])



Obr.3.2.2-16 – Provádění vrtu vrtacím strojem (převzato z [53])

Před zahájením vlastní instalace tepelného čerpadla musí být zajištěna potřebná povolení. Pro zahájení vrtných prací je povinností zajistit si na příslušném stavebním úřadě stavební povolení těchto prací. I v případě systému *země – voda* se již jedná o nakládání s podzemními vodami a je tedy nutné při podání žádosti o stavební povolení předložit projektovou dokumentaci vrtných prací a hydrogeologický posudek. Jakmile je získáno povolení, je společnost provádějící vrtné práce povinna 7 dní před zahájením prací zajistit ohlášení na Báňském úřadě.

Dostupnost tohoto systému omezuje vysoká cena vrtných prací – přibližně 1000 Kč za 1 m hloubky vrtu. Do této ceny však opět není zahrnuta likvidace vyvrtaného materiálu.

Tepelné čerpadlo vzduch - vzduch:

Tento systém odebírá teplo z venkovního vzduchu. Vzduch je nasáván do venkovní jednotky (výparníku), kde je z něj získáno teplo pro okruh tepelného čerpadla. Vytvořené teplo je dále použito pro ohřev vzduchu v objektu. Díky tomu, že tento systém ohřívá vzduch v místnosti přímo, bez prostřednictví teplovodního systému, lze dosáhnout poměrně vysokých topných faktorů. Pokud má tepelné čerpadlo pouze jednu vnitřní jednotku, funguje podobně jako krb. Vytápí jen jedinou místnost, ale teplo se pak přirozeně šíří po celém objektu. Dále se tohoto způsobu využívá také v systému aktivní rekuperace, kdy se k vytápění využívá tepla z odpadního vzduchu odváděného ven. Systém aktivní rekuperace podrobně vysvětlují v kapitole 3.2.1 Větrací jednotky s rekuperací tepla – podkapitola Aktivní rekuperační jednotka – rekuperace s tepelným čerpadlem – na str. 29.

Hlavními výhodami systému *vzduch – vzduch* jsou velmi rychlá a jednoduchá instalace a také velmi nízké pořizovací náklady. Kromě vytápění má tepelné čerpadlo i funkci klimatizace a odvlhčování. Dokáže také díky vestavěnému filtru a ionizátoru vzduchu vyčistit vzduch uvnitř od alergenů, virů a ostatních škodlivin. Hlavní nevýhodou je, že tento systém má obvykle jen jednu vnitřní jednotku. Z tohoto důvodu není vhodný do domů a bytů s větším počtem malých místností. Tímto tepelným čerpadlem není možné ohřívat užitkovou vodu.

Tento systém, od výrobce *IVT Tepelná čerpadla* [41], je ideální pro doplnění domů a bytů vytápěných elektrickými přímotopy nebo elektrokotli. Toto tepelné čerpadlo dokáže u elektricky vytápěných objektů výrazně snížit provozní náklady a to současně bez složitých stavebních investic. Další oblastí, kde se tento systém uplatní, jsou chaty a chalupy. Jiný výrobce – např. *PZP Tepelná čerpadla* [40] naopak vyrábí tento systém uzpůsobený spíše pro průmyslové použití a proto jsou jím vytápěny především velké výrobní haly, průmyslové provozy, sklady, sportovní haly a supermarkety.

Životnost tepelných čerpadel:

Návratnost investice do systému s tepelným čerpadlem se předpokládá za 8 až 10 let. Životnost tepelného čerpadla závisí především na životnosti kompresoru. Ta je ovlivněna především počtem jeho startů. Lze ji ovlivnit akumulací tepla a správným dimenzováním tepelného čerpadla. Pokud navrhne tepelné čerpadlo s vyšším výkonem, než je třeba, kompresor bude častěji spínat a dříve tak odejde. Vše závisí také na kvalitní regulaci, která minimalizuje počet startů. U kvalitních tepelných čerpadel systému *země – voda* je ověřena životnost až 20 let. Poté lze provést generální opravu pracovního okruhu tepelného čerpadla a zařízení provozovat dál. U systémů získávajících teplo ze vzduchu je životnost kompresoru kratší až o 30 % než u zemních systémů. Je to způsobeno tím, že systém pracuje při velkém rozsahu venkovních teplot (v zimě $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, v létě $30\text{ }^{\circ}\text{C}$). To kompresoru příliš neprospívá. Přepínání do reverzibilního chodu kvůli odmrazování výparníku nebo pro režim klimatizace také kompresor zatěžuje.

Výrobci a ceny tepelných čerpadel:

Největším českým výrobcem tepelných čerpadel je *PZP Tepelná čerpadla* [40], od tohoto výrobce také uvedu prodejní ceny jednotlivých typů. Dále například švédský výrobce – *IVT Tepelná čerpadla* [41] nebo též významný švédský výrobce *Nibe*. Dále například *Tepelná čerpadla Ludvík s.r.o.* [39].

Ceny od firmy *PZP Tepelná čerpadla* [40]:

- *vzduch – voda* HP3AWX08P (A2/W35), tepelný výkon: 8,8 kW, topný faktor: 3,8
rozsah venkovních teplot: – 20 °C až + 30 °C, max. výstupní teplota: + 60 °C
napájecí napětí: 3 x 400 V/ 50 Hz, jištění: C 20 A
cena: 206 000 Kč bez DPH
- *země – voda* HP3BW07B (BO/W35), tepelný výkon: 7,3 kW, topný faktor: 4,3
rozsah teplot primárního zdroje: – 10 °C až + 20 °C, max. výstupní teplota + 60 °C
napájecí napětí: 3 x 400 V/ 50 Hz, jištění: C 13 A
cena: 132 000 Kč bez DPH, plus příslušenství k primárnímu okruhu – viz ceník firmy, dále ceny za výkopové práce
- *voda – voda* HP3WW10B (W10/W35), tepelný výkon: 10,2 kW, topný faktor 5,4
rozsah teplot primárního zdroje: + 8 °C až + 20 °C, max. výstupní teplota + 60 °C
napájecí napětí: 3 x 400 V/ 50 Hz, jištění: C 13 A
cena 132 000 Kč bez DPH, plus příslušenství k primárnímu okruhu – viz ceník firmy, dále ceny za výkopové práce
- *vzduch – vzduch*:
samostatně tento typ nenabízejí, pouze v kombinaci s větrací jednotkou s aktivní rekuperací tepla, cenu však uvádět nebudu, protože nabízejí jednotky, které nejsou vhodné pro domácí použití – s průtokem vzduchu 1 300 m³/h až 5 200 m³/h.

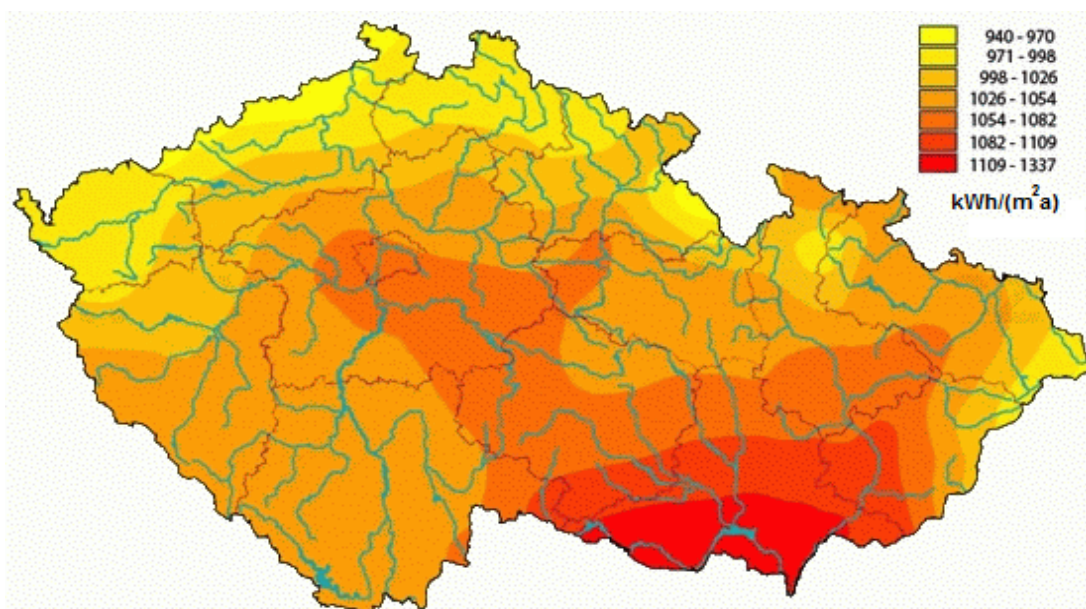
Vlivy tepelných čerpadel na životní prostředí

Vliv tepelných čerpadel na životní prostředí hodnotím velmi pozitivně. Z pohledu ekologie dochází ke snížení spotřeby elektrické energie a fosilních paliv. Dosahuje se tak úspory energie více než 60 %, v případě systému s využitím jako zdroje tepla podzemní vody nebo zemních hlubinných vrtů – až 80 %. Současně dochází ke snížení emisí, které vznikají při spalování fosilních paliv. Nejen že využívají pro svoji činnost energii akumulovanou v okolí, ale je také vědecky dokázáno, že technologie tepelných čerpadel, jako jedna z mála, může pomoci k udržení rovnováhy globálního klimatu. Tepelná čerpadla pomáhají minimalizovat faktory ohrožující životní prostředí, neboť představují skutečně šetrný zdroj tepla nejen k lidem, ale i k přírodě.

Uvnitř okruhů tepelného čerpadla jsou použita teplotonosná média, která nejsou toxická a neškodí tolik přírodě. Používání médií na bázi freonů je dnes z důvodu negativních vlivů na životní prostředí, konkrétně z důvodu ochrany ozónové vrstvy, postupně vytlačováno.

3.2.3 Solární ohřev, solární kolektory

I v naší zeměpisné šířce lze efektivně využívat sluneční energii, tedy ani Česká republika není výjimkou. I u nás se v čím dál větší míře instalují solární kolektory pro přípravu TUV či pro podporu vytápění, vždyť za jasné oblohy v poledne na zemský povrch dopadá sluneční záření o intenzitě až 1000 W/m^2 . Ročně tak na naše území dopadne něco mezi 940 a 1 337 kWh/m^2 sluneční energie – viz *obrázek 3.2.3-1*. Kdybychom dokázali sluneční energii sto-procentně využít, museli bychom pro pokrytí celorepublikové spotřeby primárních zdrojů instalovat solární kolektory o ploše 500 km^2 , což je asi 0,6 % území naší republiky. I z relativně malé plochy solárních kolektorů (mnohdy menší než je plocha střechy rodinného domu) lze při patřičně dobré účinnosti solárního systému získat poměrně vysoký výkon. Optická účinnost přeměny slunečního záření na teplo se u kvalitních kolektorů pohybuje nad hranicí 80 %.

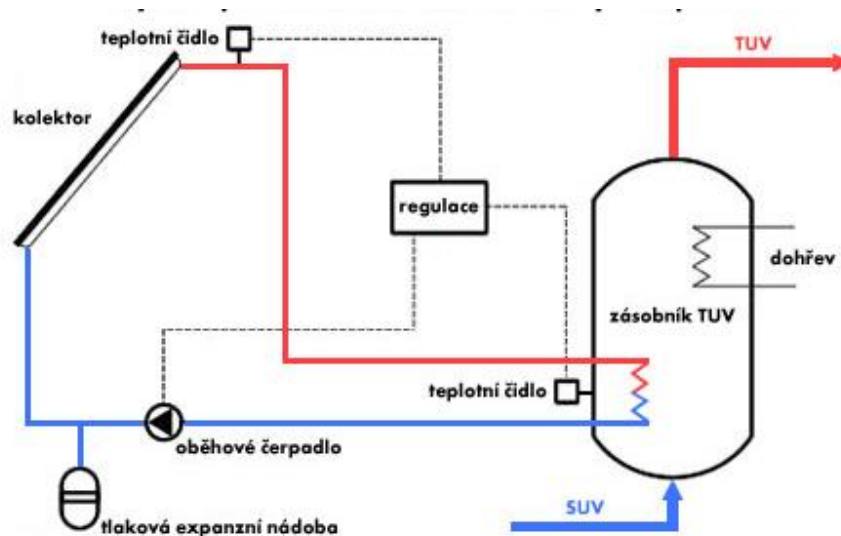


Obr. 3.2.3-1 – Mapa slunečního svitu v České republice (převzato z [59])

Využívat energii ze slunce lze v podstatě trojím způsobem, buď je pomocí solárních kolektorů přeměňována na teplo – tzv. fototermika. Další možností je aktivní přeměna slunečního záření na elektrickou energii pomocí fotovoltaických panelů – tzv. fotovoltaika. Poslední neméně významný způsob je v podobě pasivních solárních zisků docílených vhodným architektonickým návrhem budovy (souvisí s vhodným poměrem prosklení budovy, již popsáno na začátku kapitoly 3.1 na str. 25) – podobně jako funguje skleník. Předmětem této kapitoly budou pouze solární kolektory – tedy fototermika. Fotovoltaickými panely se budu zabývat až v následující kapitole.

Solární kolektory jsou využívány k výrobě tepelné energie. Běžně je jich využíváno k ohřevu vody v bazénech, k přípravě TUV a k podpoře vytápění budov. Zásadní nevýhodou

sluneční energie je to, že je jí k dispozici nejméně zrovna v době, kdy potřebujeme nejvíce topit, tedy v zimě. Z tohoto důvodu pokud by měl být dům vytápěn pouze solární energií, je nutný obrovský sezónní akumulční zásobník teplé vody. Zásobník je velmi nákladný, takže se s tímto řešením setkáme jen zřídka. Běžně se solární energie využívá k přitápění na jaře a na podzim, pro přípravu TUV lze systém efektivně využít řekneme 9 měsíců v roce. Pokud není voda v akumulčním zásobníku dostatečně teplá, použije se jako zdroj pro tepelné čerpadlo, které ji dohřeje – viz *obrázek 3.2.3-2*.



Obr.3.2.3-2 – Zapojení solárního systému pro přípravu TUV s možností dohřevu např. tepelným čerpadlem (převzato z [44])

Základní součástí kolektoru je absorbér. Je tvořen trubkami, uspořádanými velice těsně vedle sebe pro lepší šíření tepla. Jsou natřeny zpravidla selektivní barvou, což je speciální typ černé barvy, která absorbuje teplo lépe než obyčejná černá barva. Uvnitř trubek proudí teplotná látka – směs demineralizované vody a nemrznoucího přípravku (propylenglykolu), musí odolávat teplotám až do $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Další nedílnou součástí je vnější čirý skleněný kryt a spodní izolační vrstva kolektoru, zamezující tepelným ztrátám.

Princip solárního kolektoru:

Sluneční záření dopadá na skleněný kryt kolektoru. Část se od něho odrazí zpět do atmosféry, část se v něm pohltí a větší část projde dovnitř kolektoru. Sklo propouští viditelné záření a infračervené o krátkých vlnových délkách (asi do $4\text{ }\mu\text{m}$). Záření, které sklo propustí dovnitř, dopadá na trubky absorbérů. Zde dojde k jejich pohlcení a k následnému vyzáření v podobě infračerveného záření (tepla) s větší vlnovou délkou ($5\text{ až }50\text{ }\mu\text{m}$). Tyto vlnové délky sklo ven nepropustí, takže způsobí ohřívání vnitřního prostoru kolektoru, takže teplo je absorbováno zpět do trubek. Teplotná kapalina uvnitř v trubkách se zahřívá a postupuje z absorbérů (několik trubek vedle sebe) jedinou trubkou, která vede do výměníku,

kde je teplo předáno do zásobníku na TUV a je zde uchováno na další využití. Cirkulace teplotnosné kapaliny v uzavřeném okruhu je zajištěna oběhovým čerpadlem.

V současné době je k dispozici několik variant provedení slunečních kolektorů. Jsou na trhu i kolektory vybavené selektivní vrstvou, která dokáže zachytit i tzv. difuzní záření (záření rozptýlené v atmosféře). Na dodávku slunečních kolektorů bude možné získat také státní dotaci v rámci programu Nová zelená úsporám. Uvedu zde některé typy solárních kolektorů.

Typy solárních kolektorů:

- **Plochý nekrytý kolektor** – Zpravidla se jedná o nekryté plastové rohože bez jakéhokoliv zasklení a tepelné izolace. Jsou charakteristické vysokými tepelnými ztrátami, které závisí na venkovních podmínkách - na rychlosti větru a venkovní teplotě. Proto jsou určeny hlavně pro sezónní ohřev vody ve venkovních bazénech o nízké teplotní úrovni. Z tohoto důvodu se jim také říká bazénové kolektory. Jinak jejich využití je velice neefektivní.



Obr.3.2.3-3 – Bazénové kolektory jako plastové rohože z materiálu odolného vůči UV záření (převzato z [56])

- **Plochý neselektivní kolektor** – je zasklený kolektor s kovovým absorbérem se spektrálně neselektivním povrchem (klasický černý pohlcující nátěr). Používá se zejména v zemích, kde je vysoká intenzita slunečního záření. S klesající intenzitou slunečního záření a také s klesající venkovní teplotou jeho účinnost výrazně klesá. Proto lze neselektivní kolektory z důvodu jejich vysokých tepelných ztrát sáláním absorbéru v zimním období využívat pouze pro sezónní přehřev TUV či bazénů v letním období. V současné době se na trhu již téměř nevyskytují.
- **Plochý selektivní kolektor** – je zasklený kolektor s kovovým absorbérem se spektrálně selektivním povrchem, na boční a zadní straně kolektorové skříně je tepelná izolace. Jelikož jsou tepelné ztráty sáláním absorbéru výrazně sníženy, jsou ploché selektivní kolektory využívány pro solární ohřev vody a vytápění po celý rok. Tvoří tak naprostou většinu zasklených kolektorů na trhu. V našich klimatických podmínkách jsou nejčastěji využívaným typem. Energetický zisk v systémech využívaných k přípravě TUV činí přibližně 500 kWh/m² za rok.



Obr.3.2.3-4 – Řez plochým selektivním kolektorem (převzato z [57])



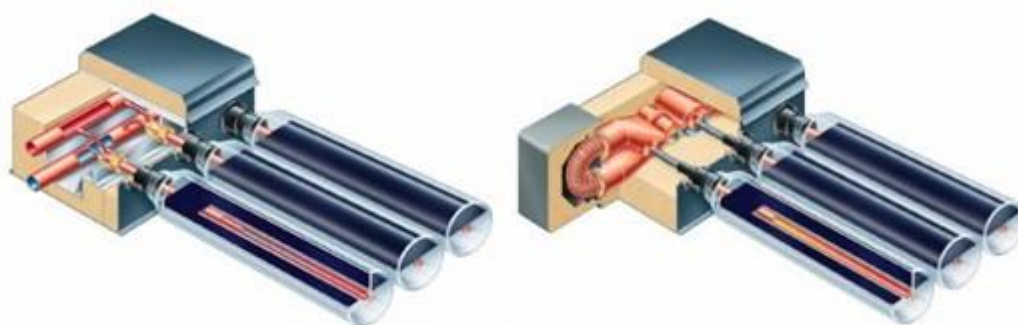
Obr.3.2.3-5 – Klasický plochý selektivní kolektor (vlevo), plochý vakuový kolektor (vpravo) (převzato z [56])

- **Plochý vakuový kolektor** – je zasklený deskový kolektor v těsném provedení s kovovým absorberem se spektrálně selektivním povrchem. Uvnitř kolektoru je využito jako tepelné izolace sníženého tlaku vzduchu – vakua. Vakuum je nejlepší tepelný izolant. Absolutní tlak uvnitř kolektoru se pohybuje v rozmezí 1 až 10 kPa. Je zde dbáno na maximální těsnost všech částí. Díky takto sníženým tepelným ztrátám jsou ploché vakuové kolektory určeny k celoroční přípravě TUV, vytápění a také k technologickým účelům. Dosahuje se zde provozních teplot i 100 °C. Zejména v zimních měsících, kdy k nám dopadá sluneční záření o nižší intenzitě, vynikají svojí vysokou účinností.

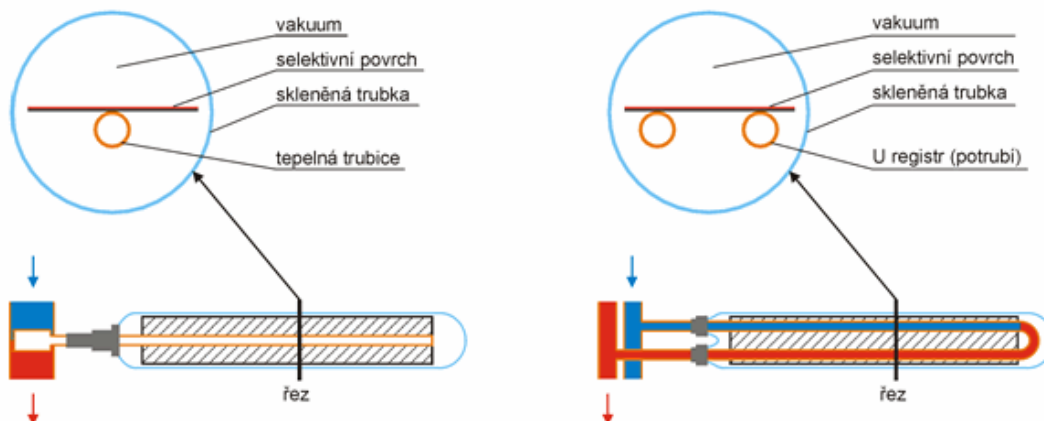
Po nainstalování kolektorů na dané místo a jejich napojení k cirkulačnímu okruhu se z jejich vnitřního prostoru odčerpá vývěvou vzduch. Současně se také provádějí zkoušky těsnosti a úniků. Součástí systému je ukazatel stavu úrovně vakua. Pokud úroveň vakua klesne pod určitou úroveň – tzn. navýší-li se uvnitř tlak nad určitou mez, je nutný servisní zásah, protože tím klesá i účinnost kolektoru. Po znovuobnovení úrovně vakua se opět obnoví i účinnost. Vakuum je nutno obnovovat cca každých 5 let. Hlavní výhodou tohoto

typu kolektorů je tedy ta, že jsme informováni o stavu účinnosti ale především to, že ji lze obnovit. Jediným výrobcem na světě, který vyrábí průmyslovým způsobem tyto kolektory, je slovenská firma *HERMO/SOLAR s.r.o.* v Žiaru nad Hronom.

- **Trubicový jednostěnný vakuový kolektor** – je kolektor s plochým spektrálně selektivním absorberem (plochá lamela), který je umístěn uvnitř skleněné trubice, kde je hluboké vakuuum – absolutní tlak řádově $<10^{-3}$ Pa. Vakuovou izolací, nízkoemisivním absorberem a vysoce kvalitním přenosem tepla z absorberu do teplotnosné kapaliny, je dosaženo velmi vysoké účinnosti kolektoru za všech venkovních teplot. Zde jsou dvě různá provedení zajištění přenosu tepla, buď je lamela absorberu přímo přivařena na měděném potrubí - přímo protékaná U-smyčka (též provedení direct flow) nebo na výparníku tepelné trubice (též provedení heat pipe), která zajišťuje odvod tepla z absorberu – viz *obrázek 3.2.3-7*, kde je konstrukce obou variant schematicky znázorněna. Kolektor lze použít v mnoha aplikacích, dosahuje se zde provozních teplot nad 100 °C. Vyznačují se dlouhodobou stabilitou parametrů, zejména účinnosti, neboť právě vakuuum chrání absorber před negativními vlivy okolního prostředí. Bohužel jejich hlavní nevýhodou je vysoká pořizovací cena.



Obr.3.2.3-6 – Provedení trubicových jednostěnných vakuových kolektorů – přímo protékaná U-smyčka (vlevo), tepelná trubice (vpravo), (převzato z [18])

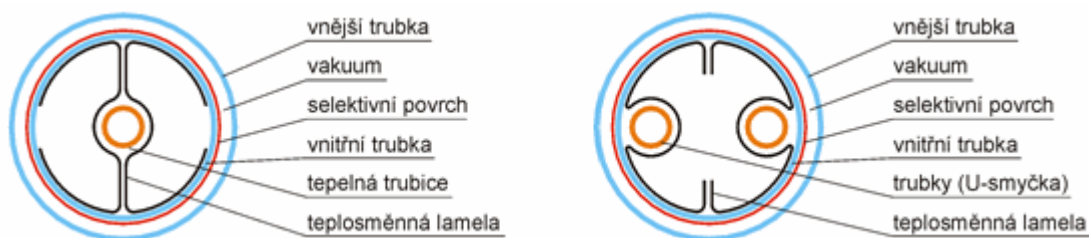


Obr.3.2.3-7 - Jednostěnný trubicový vakuový kolektor s tepelnou trubicí (vlevo, příčný a podélný řez) a přímo protékanou U-smyčkou (vpravo, příčný a podélný řez), (převzato z [18])

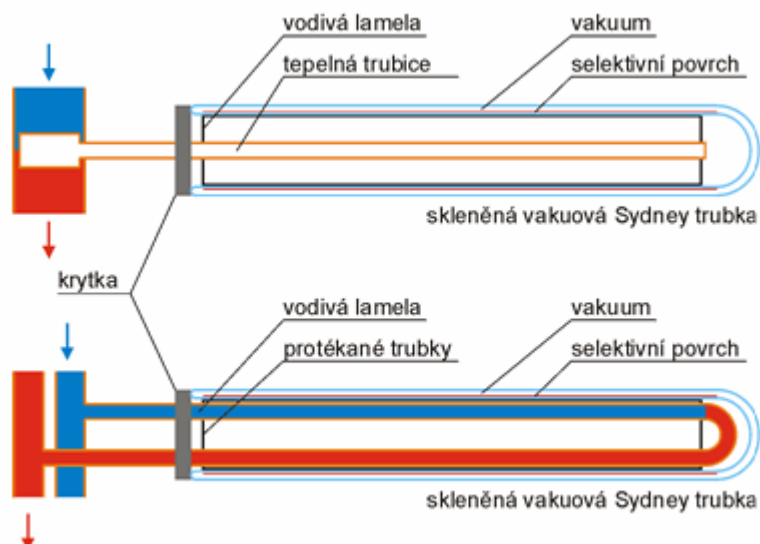
- **Trubicový dvojitý (Sydney) vakuový kolektor** – je kolektor s válcovým spektrálně selektivním absorberem. Jako absorber je zde pohltivá skleněná trubice se spektrálně selektivní vrstvou umístěná ve vakuované vnější skleněné trubici (tzv. Sydney trubka, obdoba termosky) – absolutní tlak opět řádově $< 10^{-3}$ Pa. Tento typ se však na rozdíl od předešlého vyznačuje především nižší účinností při nízkých venkovních teplotách. Je to způsobeno problematickým zajištěním přenosu tepla z absorpční trubky do teplotnosné kapaliny hliníkovou teplosměnnou lamelou. Opět jsou zde, podobně jako u jednotenného vakuového kolektoru, dvě různá konstrukční provedení zajištění přenosu tepla mezi trubici se selektivním povrchem a měděným potrubím s teplotnosnou kapalinou – buď přímo protékaná U-smyčka a nebo tepelná trubice – viz *obrázky 3.2.3-9 a 3.2.3-10*. Používají se především pro kombinované soustavy pro vytápění a průmyslové vysokoteplotní aplikace, provozní teploty opět nad 100 °C. Vysokoteplotními průmyslovými aplikacemi jsou například mytí a čištění nástrojů, sušení, pasterizace, sterilizace, vytápění výrobních hal a spousta dalších. Na rozdíl od předešlého typu se vyznačují nižší cenou.



Obr.3.2.3.8 – Trubicový dvojitý vakuový kolektor – U-smyčka z měděného potrubí s hliníkovou lamelou (vlevo) a vlastní vakuová skleněná Sydney trubka (vpravo), (převzato z [18])

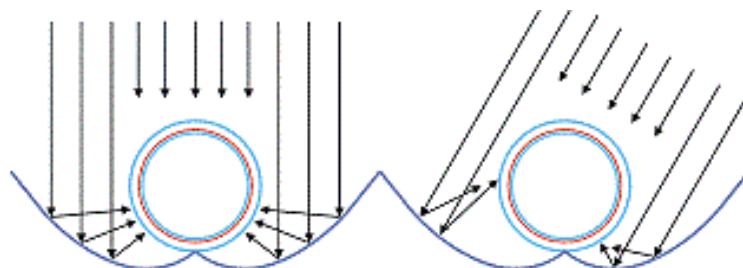


Obr.3.2.3-9 - Příčný řez vakuovou Sydney trubkou s tepelnou trubicí (vlevo) a přímo protékanou U-smyčkou (vpravo); přenos tepla z absorberu zajišťuje vodivá lamela (černě zvýrazněna), (převzato z [18])



Obr.3.2.3-10 – Podélný řez vakuovou Sydney trubkou s tepelnou trubicí (nahore) a přímo protékanou U-smyčkou (dole), (převzato z [18])

- **Soustředující (koncentrační) kolektor** – je kolektor, ve kterém jsou použity optické prvky – buď parabolická zrcadla (reflektory) nebo čočky (refractory) k usměrnění a soustředění slunečního záření na podstatně menší plochu - do ohniska, kde je umístěn absorber. Aby se u koncentračních kolektorů uplatnila jejich účinnost, je základní podmínkou dostatek energie přímého slunečního záření během roku.



Obr.3.2.3-11 – Trubicový dvojstěnný vakuový (Sydney) kolektor s reflektorem (převzato z [56])

Umístění solárních kolektorů:

Všechny solární kolektory je nutné umístit na takové místo, které není zastíněno okolními objekty nebo přírodními překážkami (stromy). Nejvhodnější je jejich orientace směrem na jih, případně pokud tuto podmínku nelze zcela splnit, je doporučen maximální odklon $\pm 45^\circ$. Bylo zjištěno, že 45° odklon od jižního směru způsobí asi 5% ztrátu na celkovém ročním zisku. Vhodný sklon kolektorů je v rozmezí 30 až 60° od vodorovné roviny. Při menším úhlu se zvyšuje letní zisk, naopak při větším úhlu zase zimní zisk. Jenže bohužel v zimním období však dopadne na kolektor jen méně než $1/3$ celoročního přísunu slunečního záření. Takže je vhodné volit asi tak něco mezi těmito hodnotami, aby i v zimním období byla jejich účinnost více podpořena, ale ne na úkor letního zisku. Dále je také vhodné umístit akumulční zásobník na ohřátou vodu co nejblíže ke kolektorům, minimalizují se tak tepelné ztráty.

Kolektory jsou na střeše upevněny na celohliníkových podstavcích (rámech) – viz *obrázek 3.2.3-12*. Tuto konstrukci je možno namontovat na rovnou i šikmou střechu. Instalace solárního systému je nejjednodušší a nejlevnější tehdy, pokud je s kolektory počítáno již v projektu stavby. Během výstavby se pak provede alespoň základní příprava pro případnou dodatečnou realizaci. Konstrukci na kolektory lze zabudovat také přímo do střešního krovu, v takovém případě kolektory přímo nahrazují střešní krytinu.



Obr. 3.2.3-12 – Podstavce pro upevnění kolektorů (převzato z [63])

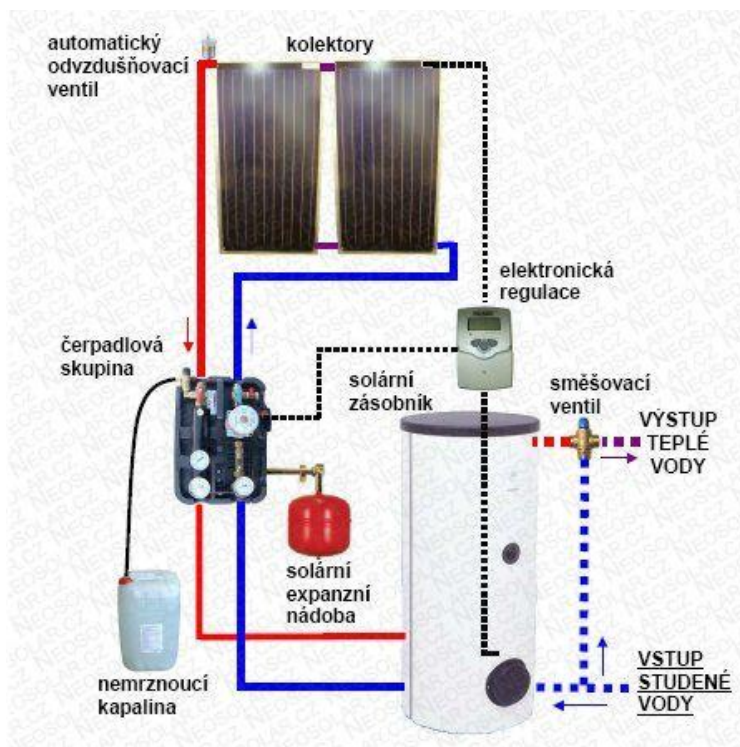
Životnost a ceny solárních kolektorů:

Ověřená životnost solárních kolektorů je 25 až 30 let, měla by tomu také odpovídat životnost střechy či jiného podkladu, ke kterému jsou připevněny. Hliníkové podstavce tomu mají svoji životnost přizpůsobenou, je shodná s životností kolektoru.

Zjistil jsem ceny dvou základních typů kolektorů a jedné kompletní sestavy.

Společnost *Neosolar s.r.o.* [60] nabízí:

- Plochý selektivní kolektor GEO-TEC GSE 2000 H vertikální o rozměrech 985 x 1985 x 77 mm o ploše 1,955 m², samotný 1 kolektor je vhodný pro ohřev 100 litrů vody za den, optická účinnost přeměny slunečního záření na teplo: 81 % (při intenzitě slunečního záření 800 W/m²) za cenu 12 088 Kč s DPH.
- Solární sestava OPTIMAL 300 sloužící k přípravě TUV, zahrnuje 2 x plochý selektivní vertikální kolektor + všechny další potřebné komponenty vyobrazené na *obrázku 3.2.3-13*. Sestava je vhodná pro rodinné domy se 2 až 6 osobami s průměrnou spotřebou 30 až 50 litrů na osobu na den, v celoročním průměru pokryje ohřev vody cca z 60 %. Cena sestavy je 59 000 Kč s DPH.



Obr. 3.2.3-13 – Solární sestava OPTIMAL 300 sloužící k přípravě TUV (převzato z [60])

Společnost *TUBOSOL Hot water solutions* [61] nabízí trubicové jednostěnné vakuové solární kolektory, které mají až o 50 % vyšší výkon oproti konkurenčním trubicovým kolektorům s průměrnými výkonovými údaji.

- Trubicový jednostěnný vakuový kolektor – s různými počty skleněných trubic: 15, 20, 25 nebo 30, optická účinnost přeměny slunečního záření na teplo 85 %, minimální provozovací teplota – 40 °C

Např. typ TP 20/1800 s 20 trubicemi s rozměry 2010 x 1680 x 189 mm o ploše 3,38 m², který postačí pro ohřev 200litrového zásobníku vody, za cenu 18 864 s DPH.

Jen pro srovnání *Neosolar s.r.o.* [60] dříve nabízela také tyto produkty s účinností 83,2 %, dnes již produkt nemá v nabídce, proto jejich cenu neuvádím, protože mi ji neposkytli.

Vlivy systémů solárního ohřevu na životní prostředí:

Pokud se rozhodneme využívat sluneční energii, využíváme tak čistou a bezpečnou energii, šetrnou z hlediska ekologie. Při její přeměně na teplo nedochází k produkci CO₂ ani jiných oxidů přispívajících ke skleníkovému efektu. Ten, kdo má instalovány solární kolektory, podílí se tak aktivně na ochraně životního prostředí. Sluneční záření je k dispozici v podstatě po celý rok, v zimním období, kdy jej zrovna potřebujeme nejvíce pro podporu vytápění, disponuje sice svoji menší intenzitou, ale jedná se o bezpečný a nevyčerpatelný zdroj energie bez jakýchkoliv negativních vlivů na životní prostředí.

Negativním vlivem by snad mohlo jen být, že je občas nutná (jako u každého zařízení) údržba systému. Jednou za určitou dobu by se měla vyměnit ta nemrznoucí směs vody a propylenglykolu, měl by se hlídat její stav. Sice se zde nepoužívají látky na bázi freonů, ale i samotný propylenglykol je v extrémním množství při orálním požití pro člověka jedovatý. Není však nijak výrazně toxický. Využívá se i v potravinářském průmyslu. Nějakým způsobem se však ale i tato chemikálie zrecyklovat musí.

3.2.4 Fotovoltaika

Další možností přímého využití solární energie je její přímá přeměna na energii elektrickou. Zatímco pro ohřev vody stačí i obyčejná plechová nádoba natřená na černo, k získání elektrické energie je zapotřebí složitější zařízení - fotovoltaické panely. Fotovoltaický panel je složen z dílčích polovodičových solárních článků, jeden článek má napětí kolem 1 voltu a výkon kolem 1 wattu. Solární článek je vlastně velkoplošný polovodičový prvek s P-N přechodem, pracující na principu fotoelektrického jevu.

Světlo (fotony) dopadající na P-N přechod naráží do elektronů ve valenční vrstvě a předávají jim svoji energii. Elektrony energii fotonů absorbují, získají tak dostatek energie k opuštění valenčního pásu a přeskočí do pásu vodivostního. Ty pak opouštějí i vlastní atom a pohybují se prostorem krystalické mřížky, stávají se volnými. Na místě každého uvolněného elektronu vznikne díra (defektní elektron). Vnitřním elektrickým polem P-N přechodu jsou elektrony a díry od sebe separovány, elektrony k jednomu konci a díry ke druhému konci. Rozdělení náboje má za následek napěťový rozdíl mezi plusovým a minusovým kontaktem článku. Pokud ke článku připojíme zátěž, začne protékat stejnosměrný elektrický proud, který je přímo úměrný ploše solárního článku a intenzitě dopadajícího slunečního záření.

Pro dosažení požadovaného výstupního napětí a výkonu se zapojí více těchto článků do série nebo paralelně v různých sérioparalelních kombinacích. Z těchto článků lze sestavit buď zdroj pro miniaturní spotřebič jako je kalkulačka, ale i elektrárnu o výkonu několik megawatt. Teoretická účinnost fotovoltaické přeměny je udávána až 30 %. Skutečná účinnost nejrozšířenějších fotovoltaických článků vyrobených z krystalického křemíku ve formě monokrystalu je však v rozmezí 14 až 17 %, a ve formě polykrystalu 12 až 15 %. Výkon článků se mění se změnami intenzity dopadajícího slunečního záření. Proto se udává jejich výkon jako tzv. špičkový (peak) – jednotka [Wp] = [watt-peak], který odpovídá dopadajícímu záření o intenzitě $1\,000\text{ W/m}^2$. Takováto intenzita slunečního záření dopadá na zemský povrch při jasné obloze přibližně v pravé poledne. Například článek s účinností 17 % dosahuje při ploše 1 m^2 špičkového výkonu 170 Wp.



Obr.3.2.4-1 – Solární článek (převzato z [67])

Výkon článků s uplynulou dobou postupně klesá, výrobci garantují, že během 20 let by měl výkon poklesnout nejvýše na 80 % původní hodnoty. K poklesu výkonu dochází i s rostoucí teplotou. Protože na elektrickou energii se přemění jen určité procento dopadajícího slunečního záření, článek se zahřívá. Při instalaci je nutné dbát na to, aby zadní plochy byly dostatečně odvětrávány, zejména v případě, kdy jsou zabudovány přímo ve střešní krytině nebo ve fasádě objektu. Předmětem vývoje jsou i kombinované panely, chlazené vodou. Ta poslouží pro přípravu TUV nebo pro přitápění.

Pro panely, které jsou umístěny pevně, např. na střeše, je optimální sklon 35° s orientací přímo na jižní stranu. Malé odchylky nijak výrazně nezhoršují účinnost fotovoltaické přeměny. Maximálního výkonu je dosaženo při použití systémů s automatickým natáčením za sluncem. Ty však nelze instalovat na šikmou střechu, jejich konstrukce musí být dostatečně ukotvena, musí být odolná vůči větru. Na umístění panelů lze pohlížet i z architektonického hlediska. Mohou být součástí přímo pláště budovy, pro prosklené plochy se použijí panely propouštějící světlo. V případě svislého umístění přímo na fasádě se však dosahuje menších zisků elektrické energie, jen asi 68 % z energie, kterou lze získat ze stejné plochy panelů orientovaných přímo na jih se sklonem 35° . Při použití konstrukce s automatickým sledováním slunce lze získat až 136 % energie, (vztaženo ke stejnému uspořádání).

Fotovoltaické panely nacházejí uplatnění tam, kde není zabudovaná elektřina – chaty, chalupy, jachty, atd. V takovém případě se zde umístí akumulátor, např. autobaterie. V objektu je stejnosměrný rozvod s napětím 12 V nebo 24 V. Fotovoltaika se také využívá

díky výhodným výkupním cenám elektrické energie v objektech, které jsou připojeny k elektrizační soustavě. Stejnoseměrné napětí panelů je ale třeba přeměnit na střídavé, v obvodu je zapojen elektronický střídač. Tato přeměna je spojena s určitými ztrátami (6 až 14 %).



Obr.3.2.4-2 – Fotovoltaické panely na střeše rodinného domu (vlastní foto)

Instalace fotovoltaických elektráren začala být realizována ve velkém rozsahu od roku 2006, kdy byly Energetickým regulačním úřadem dle Zákona č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie garantovány nejvyšší výkupní ceny za MWh vyrobené elektřiny. Pro rok 2006 byla v České republice stanovena nejvyšší výkupní cena 15 260 Kč/MWh. Stálost výkupní ceny je vždy garantována od doby uvedení zařízení do provozu po celou dobu životnosti tohoto zařízení. V roce 2009 byly elektrárny rozděleny do různých výkonových kategorií, které se neustále mění. Pro elektrárny instalované od roku 2011 došlo k rapidnímu poklesu výkupních cen na 7 803 Kč/MWh (pro elektrárny do 30 kW). V letošním roce 2013 došlo opět k výraznému poklesu na pouhých 3 410 Kč/MWh (pro elektrárny do 5 kW). Od 1.7. 2013 má dojít k dalšímu poklesu. Vývoj výkupních cen solární elektřiny a rozdělení elektráren do skupin podle výkonu je zaznamenáno v *tabulce 3.2.4-3*.

Vlastník fotovoltaické elektrárny se musí také rozhodnout, zda buď bude všechnu veškerou vyrobenou elektrickou energii dodávat do sítě formou tzv. Přímého prodeje, a nebo většinu své vyrobené energie sám spotřebuje a případné vzniklé přebytky pak bude dodávat do sítě. Ve druhém případě uplatní tzv. Zelený bonus. Naopak v době, kdy vlastník bude mít velkou spotřebu elektrické energie a nebo při nedostatku slunečního svitu, bude energii

odebírat navíc i ze sítě za zvýhodněnou cenu. Fotovoltaika není podporována z dotačního programu Zelená úsporám ale Energetickým regulačním úřadem, který stanovuje výši výkupních cen a tzv. Zelených bonusů. Podporu však proplácí provozovatel regionální distribuční soustavy nebo provozovatel přenosové soustavy, záleží na tom, do které soustavy je výrobce připojen.

Vlastník, který se rozhodl pro přímý prodej, dostane za každou MWh vyrobené elektrické energie částku stanovenou ve sloupečku označeném pod písmenem *i* v *tabulce 3.2.4-3*. Tato částka se každoročně zvyšuje o 2 až 4 % - tzv. inflační doložka. Ten, kdo se rozhodne pro variantu, že většinu své vyrobené energie bude sám spotřebovávat a přebytky dodávat do sítě, získá za každou vyrobenou MWh elektrické energie podporu ve výši Zeleného bonusu – sloupeček označený písmenem *k* v *tabulce 3.2.4-3*, bez ohledu na to, zda energii sám spotřebuje nebo ji dodá do sítě. Pokud ji však dodá do sítě, prodá ji ještě navíc za smlouvenou tržní cenu – cca 0,65 Kč/kWh. Za každou spotřebovanou kWh vlastní vyrobené elektrické energie navíc ušetří cca 5 Kč za nákup elektrické energie od lokálního distributora. Více o Přímém výkupu a Zelených bonusech v [64].

ř./sl.	Druh podporovaného zdroje (výroby)	Datum uvedení výroby do provozu		Instalovaný výkon výroby [kW]		Jednotarifní pásmo provozování	
		od (včetně)	do (včetně)	od	do (včetně)	Výkupní ceny [Kč/MWh]	Zelené bonusy [Kč/MWh]
	a	b	c	d	e	i	k
500	Výroba elektřiny využitím slunečního záření	-	31.12.2005	-	-	7 273	6 343
501		1.1.2006	31.12.2007	-	-	15 260	14 330
502		1.1.2008	31.12.2008	-	-	14 882	13 952
503		1.1.2009	31.12.2009	0	30	13 964	13 414
504		1.1.2009	31.12.2009	30	-	13 862	12 932
505		1.1.2010	31.12.2010	0	30	13 005	12 455
506		1.1.2010	31.12.2010	30	-	12 903	11 973
507		1.1.2011	31.12.2011	0	30	7 803	7 253
508		1.1.2011	31.12.2011	30	100	6 141	5 211
509		1.1.2011	31.12.2011	100	-	5 723	4 793
510		1.1.2012	31.12.2012	0	30	6 284	5 734
511		1.1.2013	30.6.2013	0	5	3 410	2 860
512		1.1.2013	30.6.2013	5	30	2 830	2 280
513		1.7.2013	31.12.2013	0	5	2 990	2 440
514	1.7.2013	31.12.2013	5	30	2 430	1 880	

Tab.3.2.4-3 – Vývoj výkupních cen solární elektřiny (převzato z [64])

Doba životnosti a likvidace dosloužených fotovoltaických panelů:

Životnost v současnosti nainstalovaných fotovoltaických panelů je odhadována minimálně na 30 let, v ideálním případě by mohla být až dvojnásobná. Ta je definována poklesem výkonu o 20 % z původní hodnoty. Výrobci garantují maximální pokles účinnosti

o 10 % za 10 nebo 12 let a o 20 % za 25 let. V praxi se však i u nejstarších instalací pokles po 25 letech pohybuje mezi 6 až 8 %, což je dobrá zpráva, skutečná životnost je tedy delší než garantovaná. V současné době se počítá i s posunem 20% hranice poklesu výkonu na 30 až 40 let. Panely jsou však i po uplynutí definované doby životnosti dále funkční, jen budou pracovat s menší účinností, která bude dále postupně klesat. Je na investorovi, aby zvážil, zda je pro něho výhodnější vyrábět elektřinu s nižší účinností nebo investice do nových panelů. Ani v případě, kdy se investor rozhodne investovat do nových panelů, nemusejí být ty staré zlikvidovány. Mohou být nabídnuty zájemcům, kteří preferují nižší cenu před jejich účinností, a mohou být tak dále využívány. Tím se životnost panelů může výrazně prodloužit, s odhadem až na 50 let i více.

Pokud však o vyřazené panely nikdo neprojeví zájem, či pokud již mají opravdu maximálně odslouženo (ztratily výrazně svoji účinnost), stojí jejich vlastníci před problémem, co s nimi. Samy se stávají odpadem, který je potřeba odborně zlikvidovat. Tento problém je řešen obecně dvěma způsoby – buď jejich ekologickou likvidací a nebo recyklací. Zatímco ekologická likvidace po sobě zanechává odpad (sice ekologicky upravený), recyklace snižuje množství vzniklého odpadu na minimum. Navíc díky možnosti opětovné využitelnosti některých prvků panelů mohou pak být nové panely zhotoveny za nižší cenu. Při této recyklaci je podstatná část křemíku získávána zpět, více o technologii recyklace v [65].

Ceny fotovoltaických panelů:

Společnost *Neosolar s.r.o.* [60] nabízí např.:

- Fotovoltaický panel IBC PolySol 240 Wp / 24 V,
skládá se z 60 článků z polykrystalického křemíku, rozměry: 1650 x 992 x 45 mm,
vhodné pro systémy dodávající elektřinu do sítě,
garantováno max. roční snížení výkonu o 0,8 % (lineárně), nad 25 let max. o 20 %,
za cenu 5 990 Kč s DPH.
- Fotovoltaický panel IBC MonoSol 190 Wp / 24 V
skládá se ze 72 článků z monokrystalického křemíku, rozměry 1580 x 808 x 45 mm,
za cenu 5 490 Kč s DPH.
- Jsou zde nabízeny také panely o nižších výkonech o napětí 12 V za ještě podstatně nižší ceny.
- Solární systém 960 Wp / 24 V (zároveň nabízený systém s nejvyšším výkonem),
sada zahrnuje 4 x fotovoltaický panel IBC PolySol 240 Wp, regulátor, akumulátor
a všechny ostatní potřebné komponenty, za cenu 58 190 Kč s DPH.

Vlivy fotovoltaických panelů na životní prostředí:

I u fotovoltaiky platí, že po dobu funkce panelů využíváme čistou a bezpečnou energii, šetrnou z hlediska ekologie. Při přeměně sluneční energie na elektrickou také nedochází k produkci CO₂ ani jiných oxidů přispívajících ke skleníkovému efektu. Jedná se o bezpečný a nevyčerpatelný zdroj energie bez jakýchkoliv negativních vlivů na životní prostředí, to platí ale pouze po dobu jejich užívání.

Negativní vlivy jsou, že po uplynutí doby životnosti se samy stávají odpadem. Je nutná, jak již bylo zmíněno, jejich ekologická recyklace či likvidace. Při těchto procesech, stejně jako při jejich výrobě, je spotřebováno velké množství energie, vzniká také CO₂. Při likvidaci vzniká navíc odpad, při recyklaci také vznikne určité množství odpadu, údajně minimální. Kolem fotovoltaiky také kolují jakési mýty, že výroba fotovoltaického panelu je tak energeticky náročná, že za celou svou životnost s bídou vyrobí tolik elektřiny, kolik energie bylo spotřebováno při výrobě. Správně by se k tomu měla připočíst také energie potřebná k jejich likvidaci. To by však ale znamenalo, že panel je pouze jakýmsi „akumulátorem“ a sluneční záření potom „katalyzátorem“.

Celé ekonomické kouzlo je založené na tom, že panely jsou vyráběny v Číně za použití levné energie cca 500 Kč/MWh a v Evropské unii se pak vyrobená elektřina podporuje neúměrně vysokými cenami – viz *tabulka 3.2.4-3* na str. 61, dnes již výkupní ceny pro nově instalované elektrárny výrazně poklesly. Odborné studie tvrdí, že kdyby se při výrobě panelu použilo energeticky úsporných technologií, zvýšila by se účinnost panelu a také několika-násobně snížila tloušťka křemíkové destičky. Bylo by tak možno snížit energetickou návratnost až na 2 roky. Dále se také údajně při výrobě vyprodukuje tolik CO₂, že by panel musel sloužit alespoň 25 let, aby narušenou rovnováhu vyrovnal. Takže na tvrzení, že panel je jakýsi „akumulátor“ a sluneční záření „katalyzátor“, určitě něco pravdy bude. Více se dočtete v [66].

Dále také u nás masivní výstavby fotovoltaických elektráren v posledních letech zabírají obrovskou plochu zemědělské půdy, na které se mohly i nadále pěstovat zemědělské plodiny. Kvůli fotovoltaike mají obyčejní spotřebitelé vyšší ceny za elektřinu, je do ní také zahrnut poplatek za podporu elektřiny z obnovitelných zdrojů. Další nevýhodou je, že intenzita slunečního záření se v každém okamžiku může měnit, tím se mění i okamžitý výkon systému a způsobuje to problémy v udržování bilanční rovnice chodu elektrizační soustavy, kdy v každém okamžiku musí být udržována rovnováha mezi výrobou a spotřebou elektřiny. Zde udělám opět takový závěr, ať si na posouzení přínosu fotovoltaiky vytvoří každý svůj vlastní názor.

4 Kompletní projekt elektroinstalace

4.1 Výkresová část

Boční pohledy a půdorysy nízkoenergetického rodinného domu, u kterého zpracovávám projekt elektroinstalace, jsou součástí příloh A–1 až A–4.

Výkresová část projektu sběrníkového systému Nikobus je kompletně zpracována v přílohách B–1 až B–6. Jsou zde zakresleny světelné okruhy a okruhy pro pohon rolet, dále zásuvkové okruhy (jednofázové i trojfázové) a přívody k pevně připojeným spotřebičům. Součástí projektu je také kompletní schéma domovního rozvaděče a situační plán se zakreslenou přípojkou.

Výkresová část projektu radiofrekvenčního (RF) systému Xcomfort je kompletně zpracována v přílohách C–1 až C–6. Přílohy obsahují tytéž rozvody. Součástí projektu je opět kompletní schéma domovního rozvaděče a situační plán se zakreslenou přípojkou.

Sdělovací rozvody jsou společně pro oba projekty zakresleny v přílohách D–1 a D–2. Důležitou součástí projektu elektroinstalace je také projekt bleskosvodu, který je řešen v příloze E–1.

Následující technická zpráva je psána pro oba systémy elektroinstalace společně, protože se ve většině částí text shoduje. Pouze tam kde budou případné odlišnosti, bude na ně poukázáno.

4.2 Technická zpráva

A. Identifikační údaje:

Účel zprávy:

Projekt elektroinstalace nízkoenergetického rodinného domu

Předmět projektu:

Projekt elektroinstalace řeší napojení novostavby nízkoenergetického rodinného domu k veřejné elektrické síti nízkého napětí, měření odběru elektrické energie, přípojkou a místní silový rozvod, uzemňovací a jímací soustavy bleskosvodu, rozvod telefonní linky (UPC) a anténní rozvod pro televizi. Projekt byl zpracován na základě stavebních podkladů a na základě projednání s investorem.

Obecné údaje:

Stavba:	Nízkoenergetický rodinný dům
Místo stavby:	Výškov (poblíž Plané u Mariánských Lázní)
Stavební úřad:	Planá u Mariánských Lázní

Vypracoval:	Miroslav Kratochvíl
Zodpovědný projektant:	Miroslav Kratochvíl
Investor:	Miroslav Kratochvíl
Datum zpracování:	2. května 2013

Napojení rodinného domu:

Napojení rodinného domu je řešeno v přílohách B-6 a C-6. Dělicím bodem jsou výstupní svorky pojistkové skříně HDS umístěné v oplocení v betonovém pilíři s elektroměrovým rozvaděčem na hranici pozemku. Vlastní kabelová přípojka bude provedena kabelem CYKY 5Cx10 mm² uloženým v zemi v pískovém loži dle požadavků normy ČSN 33 2000-5-52.

B. Základní technické údaje:

Napěťová soustava: 3+PEN, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C
3+PE+N, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C-S

Bod rozdělení soustav TN-C na TN-C-S bude proveden na výstupních svorkách elektroměrového rozvaděče.

Příkon:

- celkový instalovaný příkon $P_i = 36,31 \text{ kW}$
- soudobý příkon $P_\beta = 19,7 \text{ kW}$

Soudobost: $\beta = 0,54$

Stupeň elektrizace: C

Hlavní jistič před elektroměrem: třípólový 32 A

Prostředí ve všech místnostech: AA5 (normální)

Způsob kompenzace účinníku: Charakter zátěže nevyžaduje přídatnou kompenzaci.

Stupeň důležitosti dodávky elektrické energie:

Dodávka elektrické energie pro běžný provoz bude dle ČSN 34 1610 ve stupni č. 3, jedná se o třetí stupeň důležitosti, tj. bez zajištění zvláštních opatření pro napájení.

Domovní rozvaděč:

Účelem domovního rozvaděče (RD) je jištění jednotlivých okruhů proti přetížení a zkratu, dále ochrana před úrazem elektrickým proudem. Rozvodnice bude umístěna v předsíni (1.1) na levé stěně v prosklené plastové skříně v zapuštěném provedení tak, že střed rozvaděče bude ve výšce 150 cm nad podlahou. Dále bude osazen samostatný podružný rozvaděč (RP) pro rozvody v garáži (1.7). Přívod bude proveden kabelem CYKY 5Cx4 mm² a bude jištěn

třípólovým jističem 20 A v domovním rozvaděči.

Ochrana před nebezpečným dotykem:

Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí (ochrana základní) bude provedena izolací a krytím. Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí (ochrana při poruše) se zrealizuje samočinným odpojením od zdroje, uzemněním, pospojováním, doplňujícím pospojováním, dále zvýšenou ochranou proudovým chráničem. Vše dle normy ČSN 33 2000-4-41 ed.2 a ČSN EN 60204-1 ed.2.

Ochrana proti přetížení a zkratu:

Je řešena ve smyslu ČSN IEC 33 2000-5-523 a ČSN 33 2000-4-473. Jednotlivé obvody budou chráněny jističi v příslušných napájecích bodech.

Ochrana proti přepětí:

V elektroměrovém rozvaděči bude umístěn svodič přepětí kombinovaného typu B+C. Vše řešeno v souladu s ČSN EN 62305.

C. Projektové podklady:

Podkladem pro vypracování prováděcí projektové dokumentace byly jednotlivé půdorysy a situace ve formátu .dwg, požadavky a informace investora, požadavky ostatních profesí, vyjádření ČEZ Distribuce a osobní prohlídka na místě.

Elektroinstalace musí být projektována a provedena v souladu s technickými předpisy a normami ČSN, zejména:

- ČEZ Distribuce Přípojovací podmínky odběrných míst do sítí nízkého napětí
- ČSN 33 2000-1 Základní ustanovení pro elektrická zařízení
- ČSN 33 2000-5-54 Uzemnění a ochranné vodiče
- ČSN 33 2000-4-41 ed.2, ČSN 33 2000-4-47 a ČSN EN 60204-1 ed.2
Opatření k zajištění ochrany před úrazem el. proudem
- ČSN 33 2000-4-43 Ochrana proti nadproudům
- ČSN 33 2000-5-523 Předpisy pro dimenzování a jištění vodičů a kabelů
- ČSN 33 3020 Elektrotechnické předpisy. Výpočet poměrů při zkratech v trojfázové elektrizační soustavě
- ČSN 33 2000-3-32 Druhy prostředí
- ČSN 33 2000-5-51 Předpisy pro zařízení v různých prostředích
- ČSN 33 2130 Vnitřní elektrické rozvody
- ČSN 37 5245 Kladení elektrických vedení do stropů a podlah
- ČSN 34 2300 Předpisy pro vnitřní rozvody sdělovacího zařízení

- ČSN 34 1390 a ČSN EN 62305
Ochrana před úderem blesku, instalace přepět'ových ochran
- ČSN EN 60446, ČSN 33 0165, ČSN 33 0166 a ČSN 33 0167
Předpisy pro značení vodičů barvami nebo číslicemi
- ČSN 33 2180
Předpisy pro připojování elektrických přístrojů a spotřebičů
- ČSN 33 2000-7-701
Předpisy pro prostory s vanou, nebo sprchou a umývací prostory

D. Technický popis

Silnoproudý rozvod:

Elektroinstalace rodinného domu bude provedena pod omítkou. Při kladení vedení budou dodrženy jednotlivé instalační zóny dle ČSN 33 2130. Použijí se měděné kabely CYKY příslušného průřezu s počtem žil odpovídajících účelu a jmenovitým proudům v jednotlivých obvodech elektroinstalace. Jednotlivé okruhy budou jištěny jističem s příslušnou proudovou hodnotou – viz přílohy B–5 a C–5: schéma domovního rozvaděče pro oba systémy.

Světelné obvody:

Vedení pro osvětlení bude uloženo pod omítku v horní vodorovné instalační zóně dle ČSN 33 2130. Světelné obvody budou provedeny kabely CYKY 3Cx1,5 mm², jištěny budou 10A jističem třídy B. Pro osvětlení všech místností, u všech svítidel, je vedení zakončeno objímkou E 27, jednotlivá svítidla si určí vlastník dle vlastního výběru. Světelný okruh A (v 1.1, 1.2 a 2.1) nebude z technických důvodů zapojen přes proudový chránič.

U sběrnicevého systému Nikobus navíc budou přívody k jednotlivým svítidlům ovládány spínacími a stmívacími řídicími jednotkami v kombinaci s modulovými stmívači. Tyto prvky budou též umístěny v domovním rozvaděči, odtud k jednotlivým svítidlům vedou samostatné přívody CYKY 3Cx1,5 mm² (paprskový rozvod).

U RF systému Xcomfort budou ovládací aktory umístěny buď do instalační krabice, kde vedení odbočuje a nebo přímo ve svítidle (rozvod není paprskový).

Obvody pro pohon rolet:

Vedení pro pohon rolet bude uloženo pod omítku v horní vodorovné instalační zóně. Obvody budou jištěny 10A jističem třídy B.

U Nikobusu jsou jednotlivé pohony ovládány řídicími roletovými jednotkami umístěnými v domovním rozvaděči. Od jističe k roletové jednotce vede kabel 3Cx1,5 mm², z roletové jednotky vede ke každému pohonu zvláštní kabel 5Cx1,5 mm² (paprskový rozvod).

U RF systému Xcomfort budou roletové aktory umístěny v instalační krabici, kde vedení odbočuje k příslušnému pohonu (není paprskový rozvod).

Zásuvkové obvody jednofázové 230 V:

Vedení pro zásuvkové obvody bude uloženo pod omítkou v dolní instalační zóně. V rodinném domě budou instalovány jednak běžné zásuvky pro připojení klasických běžných spotřebičů – maximálně 10 zásuvkových vývodů jištěných jedním 16A jističem, ale také zásuvky pro připojení konkrétních spotřebičů s větším příkonem – na jeden 16A jistič připojen samostatně jeden zásuvkový vývod. Obvody budou provedeny kabelem CYKY 3Cx2,5 mm² a jištěny 16A jističi třídy B. Z technických a ekonomických důvodů nebude přes proudový chránič zapojen zásuvkový okruh L určený pro napájení lednice.

U obou systémů bude možné jednotlivé zásuvkové vývody odpojovat od napájení – vždy celý zásuvkový obvod jako skupinu. Z tohoto důvodu budou přívody k jednotlivým zásuvkovým obvodům zapojeny přes relé, která budou ovládána spínacími jednotkami nebo spínacími aktory. Vše bude umístěno v domovním rozvaděči.

Stejným způsobem budou ovládány i přívody k trojfázovým zásuvkám a pevně připojeným spotřebičům.

Zásuvkové obvody trojfázové 3x400 V:

Trojfázové zásuvky budou umístěny – jedna v technické místnosti (1.2) a dvě v garáži (1.7). Přívody budou provedeny kabelem CYKY 5Cx2,5 mm² a jištěny každá samostatně trojfázovými 16A jističi třídy B. Opět mohou být ovládány pomocí relé.

Rozvod pro pevně připojené jednofázové spotřebiče 230 V:

Jedná se o přívody k oběhovému čerpadlu v primárním okruhu tepelného čerpadla *země – voda*, k oběhovému čerpadlu v okruhu solárních kolektorů a k rekuperační jednotce. Přívody jsou provedeny kabelem CYKY 3Cx1,5 mm². Jištění je provedeno u oběhových čerpadel 6A jističem (pro každé zvlášť) a u rekuperační jednotky 10A jističem.

Rozvod pro pevně připojené trojfázové spotřebiče 3x400 V:

Jedná se o přívody ke sporáku a tepelnému čerpadlu, které budou zakončeny trojpólovým vypínačem (sporákovou kombinací). Přívod ke sporáku bude proveden kabelem CYKY 5Cx4 mm² a jištěn trojfázovým 20A jističem třídy B. Přívod k tepelnému čerpadlu bude proveden kabelem CYKY 5Cx2,5 mm² a jištěn dle doporučení výrobce 13A jističem třídy C, bude ovládán HDO přijímačem. Řídicí obvod tepelného čerpadla by neměl být HDO přijímačem vypínán, proto je veden odděleně kabelem CYKY 3Cx1,5 mm², jištění je provedeno 2A jističem.

Koupelny:

V koupelnách bude realizována elektroinstalace podle ČSN 33 2000-7-701. Bude zde

provedeno ochranné pospojování všech dostupných kovových částí vodičem CY4 z/ž. Dále budou všechny obvody zapojeny přes proudové chrániče (vybavovací proud 30 mA), kromě přívodu L pro lednici a světelného okruhu A (z technických důvodů). Vše je podrobně znázorněno ve schématu rozvaděče – přílohy B–5 a C–5.

Zařízení pro větrání a klimatizaci:

Větrání ve všech místnostech, včetně WC a koupelny, bude zajišťovat aktivní rekuperační jednotka EHR 325 Ekonovent HP5, s tepelným čerpadlem *vzduch - vzduch*. Odsávání par nad sporákem v kuchyni bude zajišťovat digestoř, která bude připojena na místní světelný okruh B. Přívod k digestoři bude zakončen svorkovnicí. Dle doporučení výrobců nebude vyústění digestoře v žádném případě napojeno k potrubí rozvodu rekuperace.

Slaboproudý rozvod:

Slaboproudý rozvod bude proveden v plastových elektroinstalačních trubkách pod omítkou v dolní instalační zóně dle ČSN 33 2130. Tyto trubky budou vedeny ve vzdálenosti minimálně 200 mm od silnoproudého vedení a budou mít po každých 5 metrech protahovací krabici pod omítku.

Anténní rozvod pro TV:

Bude proveden vytrubkováním paprskovitě koaxiálním kabelem. Vyvede se zde vývod na střechu pro budoucí napojení k anténnímu stožáru.

Rozvody pro internet a pevnou linku:

Budou vedeny paprskovitě z rozvodné skříně MRK (určené pro datové rozvody) k jednotlivým zásuvkovým vývodům pro internet kabelem SYKFY 2x2x0,5 v elektroinstalačních trubkách.

Domovní zvonek:

Bude použito bezdrátového zvonku napájeného z vlastní baterie – umístění viz přílohy D–1 a D–2. Zvonkové tlačítko bude umístěno vpravo na plotě vedle vstupních vrátek.

Zařízení protipožární ochrany:

Autonomní hlásič kouře bude umístěn v 1. NP na předsíni (1.1) a ve 2. NP na chodbě (2.1). Hlásiče budou napájeny klasickou 9V baterií. Budou vybaveny výstražnou světelnou signalizací pro případ, že by došlo k vybití baterie.

Bleskosvod a uzemnění:

Ochrana objektu před úderem blesku bude řešena ve smyslu kombinace nové normy ČSN EN 62305 a předešlé ČSN 34 1390. Vzhledem ke sklonu a tvaru střechy bude zřízena

mřížová jímací soustava vodičem FeZn 8. Bude zde vybudováno 5 svodů, které budou pokračováním jímacího vedení FeZn 8 a následně zakončeny ve zkušebních svorkách SZ ve výšce 1,8 m nad terénem. Uzemnění a vyrovnání potenciálu je řešeno základovým zemničtem tvořeným páskem FeZn 30x4 uloženým do betonu po obvodu základové desky. K pásku budou připojeny "praporce" - vodič FeZn 10 pro připojení svodů hromosvodu. Tyto "praporce" budou opatřeny antikorozií úpravou do hloubky alespoň 100 mm v základovém betonu a 200 mm nad terén. V nadzemní části budou chráněny ochrannými úhelníky OÚ. Vývod pro napojení k ekvipotenciální přípojnicí EP bude proveden páskem FeZn 30x4. Zemní odpor jednoho svodu nemá být za obvyklých půdních podmínek větší než 10 Ω.

4.3 Dimenzování a kontroly - výpočet

4.3.1 Dimenzování kabelu hlavní přípojky

Instalovaný příkon:

Tepelné čerpadlo pro vytápění <i>země - voda</i>	2,20 kW
Elektrický indukční sporák	10,00 kW
Automatická pračka	2,00 kW
Myčka na nádobí	1,80 kW
Rychlovarná konvice	1,80 kW
Žehlička	2,00 kW
Mikrovlonná trouba	1,00 kW
Rekuperační jednotka (0,18 kW) + tepelné čerpadlo <i>vzduch – vzduch</i>	1,81 kW
Oběhová čerpadla	0,10 kW
Lednice	0,10 kW
Pohony rolet	2,80 kW
Osvětlení	1,00 kW
Ostatní: Cirkulárka	3,00 kW
Svařování	3,50 kW
Sekačka	1,20 kW
Vysavač	2,00 kW
Celkem P_i	36,31 kW

Postup, kterým jsem stanovil činitel soudobosti:

Při určování činitele soudobosti se vychází ze skutečnosti, že nikdy všechny uvažované spotřebiče nebudou spolu současně v chodu. Vycházím tedy z úvah, že se nebude například současně řezat na cirkulárce, svařovat, sekat tráva, či vysávat. Z této skupiny (ostatní

spotřebiče) uvažují vždy jen jeden v chodu, ten s největším příkonem – **3,5 kW** svářečka. U osvětlení uvažují dílčí soudobost 50 % – **0,5 kW**. Pohony rolet se také v celém domě nebudou spouštět a vytahovat naráz, uvažují maximálně ovládání současně jedné místnosti. V obývacím pokoji 1.5 je nejvíce roletových pohonů, je jich zde 5, celkový počet v celém domě je 28. Uvažují tedy $\frac{5}{28}$ příkonu 2,8 kW, což je **0,5 kW**. Lednici uvažují, že poběží stále, i když pracuje v přerušovaném provozu – **0,1 kW**. Vztah mezi aktivní rekuperační jednotkou s tepelným čerpadlem *vzduch – vzduch* a tepelným čerpadlem určeným přednostně pro vytápění – *země – voda* uvažují následovně. Buď poběží rekuperační jednotka jen v režimu větrání bez tepelného čerpadla *vzduch – vzduch* a spolu s ní tepelné čerpadlo *země – voda* a nebo celý komplet aktivní rekuperace včetně tepelného čerpadla *vzduch – vzduch*, kdy ale tepelné čerpadlo *země – voda* bude odepnuté. Zde tedy uvažují příkon **2,2 kW**. Obě oběhová čerpadla poběží spolu současně – **0,1 kW**. Elektrický sporák také neuvažují, že bude odebírat maximální výkon, ale 85 % – tedy **8,5 kW**. U spotřebičů, jako jsou automatická pračka, myčka na nádobí, rychlovarná konvice, žehlička a mikrovlnná trouba, uvažují soudobost na 50 % – **4,3 kW**.

Po sečtení tučně zvýrazněných hodnot, získám odhad uvažovaného soudobého příkonu. Činitel soudobosti jsem pak získal jako podíl součtu příkonů zařízení současně běžících (soudobého příkonu) a celkového instalovaného příkonu.

Soudobý příkon: $P_{\beta} = 19,7 \text{ kW}$

Činitel soudobnosti: $\beta = \frac{P_{\beta}}{P_i} = \frac{19,7}{36,31} = 0,54$

Sdružené napětí: $U_S = 400 \text{ V}$

Účinnost: $\cos \varphi = 0,98$

Teplota okolí (země): $t_{ok} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

K připojení objektu na rozvodnou síť bude použit 4–žilový celoplastový kabel *CYKY*, uložený v zemi ve hloubce 70 cm.

Teplota okolí (země) $t_{ok}=25 \text{ }^{\circ}\text{C}$, samostatně 1 kabel, délka kabelu $l=16 \text{ m}$

Postupováno dle Tabulek pro dimenzování vodičů [11]

- výběr z norem: ČSN 33 2000-5-523, ČSN 33 2000-4-473, ČSN 33 2000-4-43

Celkový proud přípojkou:

$$I_P = \frac{P_{\beta}}{\sqrt{3} \cdot U_S \cdot \cos \varphi} = \frac{19,7 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,98} = 29,01 \text{ A}$$

$$I_{DOV} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_N$$

I_{DOV} ... maximální hodnota dovoleného proudu vodiči

k_1 ... přepočítací součinitel proudové zatížitelnosti podle teploty prostředí odlišné od základní teploty 20 °C pro vodiče a kabely uložené v zemi.

Musím určit nejvyšší dovolenou provozní teplotu jádra. Jelikož se jedná o kabel CYKY, kde Y znamená, že se jedná o PVC izolaci, v Tab. 1 naleznu, že nejvyšší dovolená provozní teplota jádra je 70 °C.

$v_{ok} = 25^\circ\text{C}$; z Tab. 9 zjistím součinitel $k_1 = 0,95$

k_2 ... přepočítací součinitel proudové zatížitelnosti při seskupení několika kabelů

Dle Tab. 3 je součinitel $k_2 = 1$ (jeden kabel uložený samostatně v zemi – sekce D, totéž platí i pro uložení ve zdivu – sekce C; kabel je uložen z části v zemi a z části ve zdivu).

$$I_{DOV} \geq I_p$$

$$k_1 \cdot k_2 \cdot I_N \geq I_p$$

$$I_N \geq \frac{I_p}{k_1 \cdot k_2} \quad \dots \text{jmenovitý proud}$$

$$I_N \geq \frac{29,01}{0,95 \cdot 1} = 30,54 \text{ A}$$

Dle Tab. 12 (uložení D, totéž pro C, tři zatížené vodiče, pro 31 A) volím kabel pro hlavní domovní vedení CYKY 5Cx4 mm² (minimální možný průřez). Zároveň však předpokládám, že průřez bude dle následujících kontrol vyhodnocen jako nedostatečný, předpokládám minimálně 6 mm².

4.3.2 Kontrola přípojky na úbytek napětí

Hlavní přípojku objektu představuje kabel CYKY 5Cx4 mm² délky 16 m. Úbytek napětí v rozvodu mezi přípojkovou skříní a rozvaděčem za elektroměrem u světelného a smíšeného odběru nemá překročit 5 % U_S (400 V).

Výpočet:

Dle parametrů kabelů z Tab. 4 – Kabely do 1 kV určím R_k a X_k

$$R_k = 5,43 \text{ } \Omega / \text{km}$$

X_k není pro průřez 4 mm² udána, nebudu ji tedy uvažovat

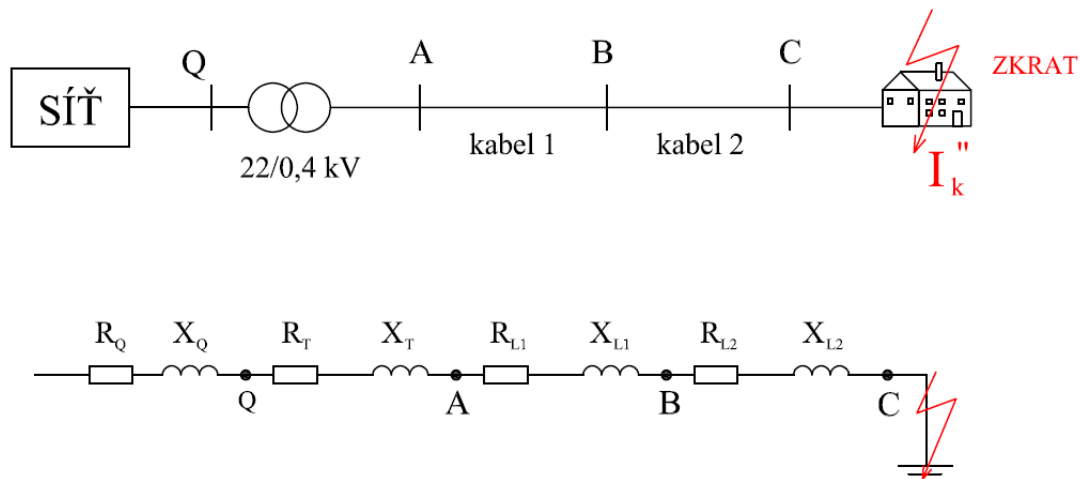
$$l = 16 \text{ m}$$

$$\Delta U_f = R_k \cdot l \cdot I_p \cdot \cos \varphi + X_k \cdot l \cdot I_p \cdot \sin \varphi = 5,43 \cdot 0,016 \cdot 29,01 \cdot 0,98 + 0 \cdot 0,016 \cdot 29,01 \cdot 0,2 = 2,47 \text{ V}$$

$$\Delta u_{\%} = \frac{\sqrt{3} \cdot \Delta U_f}{U_s} \cdot 100 = \frac{\sqrt{3} \cdot 2,47}{400} \cdot 100 = 1,07 \% < 5 \%$$

Úbytek napětí na přípojce vyhovuje normě, je menší než 5 % z U_s .

4.3.3 Výpočet zkratových poměrů – symetrický trojfázový zkrat



Obr. 4.3.3-1 – Náhradní schéma zkratového obvodu při zkratu v bytovém rozvaděči.

Q – Síťový napáječ:

$$S''_{kQ} = 54,5 \text{ MVA}$$

$c = 1,0$ pro síť nízkého napětí (400 V) – místo zkratu

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

$$p = \frac{U_1}{U_2} = \frac{22}{0,4} = 55$$

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_N^2}{S''_{kQ}} \cdot \left(\frac{1}{p}\right)^2 = \frac{1,0 \cdot 22^2}{54,5} \cdot \left(\frac{1}{55}\right)^2 = 2,94 \text{ m}\Omega$$

$$X_Q = 0,995 \cdot Z_Q = 0,995 \cdot 2,94 = 2,93 \text{ m}\Omega$$

$$R_Q = 0,1 \cdot Z_Q = 0,1 \cdot 2,94 = 0,294 \text{ m}\Omega$$

Transformátor:

$$U_1 = 22 \text{ kV} \quad u_{k\%} = 6 \%$$

$$U_2 = 0,4 \text{ kV} \quad u_{kr\%} = 3,2 \%$$

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

$$Z_T = \frac{u_{k\%}}{100} \cdot \frac{U_2^2}{S_T} = \frac{6}{100} \cdot \frac{0,4^2}{0,4} = 24 \text{ m}\Omega$$

$$R_T = \frac{u_{kr\%}}{100} \cdot \frac{U_2^2}{S_T} = \frac{3,2}{100} \cdot \frac{0,4^2}{0,4} = 12,8 \text{ m}\Omega$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \sqrt{24^2 - 12,8^2} = 20,30 \text{ m}\Omega$$

Kabel 1:

AYKY 4x120

$$l_{L1} = 250 \text{ m}$$

Dle Tab. 2 pro kabely AYKY:

$$R_{L1}' = 0,258 \text{ }\Omega / \text{km}$$

$$L_{L1}' = 0,249 \text{ mH} / \text{km}$$

$$X_{L1}' = 2\pi f \cdot L_{L1}' = 2\pi \cdot 50 \cdot 0,249 = 78,23 \text{ m}\Omega / \text{km}$$

$$R_{L1} = R_{L1}' \cdot l_{L1} = 0,258 \cdot 0,25 = 64,5 \text{ m}\Omega$$

$$X_{L1} = X_{L1}' \cdot l_{L1} = 78,23 \cdot 0,25 = 19,56 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{L1} = \sqrt{R_{L1}^2 + X_{L1}^2} = \sqrt{64,5^2 + 19,56^2} = 67,4 \text{ m}\Omega$$

Kabel 2:

CYKY 5Cx4 mm²

$$l_{L2} = 16 \text{ m}$$

Dle Tab. 4 – Kabely do 1 kV – (viz kontrola přípojky na úbytek napětí):

$$R_{L2}' = 5,43 \text{ }\Omega / \text{km}$$

X_{L2}' není pro průřez 4 mm² udána, neuvažují ji

$$Z_{L2} = R_{L2} = R_{L2}' \cdot l_{L2} = 5,43 \cdot 0,016 = 86,88 \text{ m}\Omega$$

$$X_{L2} = 0 \text{ m}\Omega$$

Celková náhradní impedance:

$$Z_K = Z_Q + Z_T + Z_{L1} + Z_{L2} = 2,94 + 24 + 67,4 + 86,88 = 181,22 \text{ m}\Omega$$

Třífázový souměrný zkratový proud:

$$I_k'' = \frac{c \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_K} = \frac{1,0 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 181,22 \cdot 10^{-3}} = 1274,36 \text{ A}$$

Dle Tab.1 určíme nejvyšší přípustnou teplotu při zkratu, pro PVC ~ 140 až 160 °C

Tepelné účinky zkratového proudu - ekvivalentní oteplovací proud:

Dle Tab. 8A [12] pro stanovení k_e jsem určil hodnotu $k_e = 1,04$

(– bez uvažování vlivu asynchronních motorů, zkrat za transformátorem vn/nn do 630 kVA,

$$t_k = 0,2 \text{ s})$$

k_e ...součinitel pro výpočet ekvivalentního oteplovacího proudu

$$I_{ke} = k_e \cdot I_k'' = 1,04 \cdot 1274,36 = 1325,33 \text{ A}$$

4.3.4 Kontrola na minimální průřez

Dle Tab. 12 jsem již na začátku výpočtu zvolil kabel CYKY 5Cx4, platí pro něj:

- provozní teplota jádra kabelu: $v_I = 70 \text{ °C}$
- maximální dovolené oteplení při zkratu: $v_K = 140 \text{ až } 160 \text{ °C}$
- koeficient K pro náš případ dle Tab. 18, $K = 114$.
- vypínací doba $t_k = 0,2 \text{ s}$

$$S_{min} \geq \frac{I_{ke} \cdot \sqrt{t_k}}{K} = \frac{1325,33 \cdot \sqrt{0,2}}{114} = 5,20 \text{ mm}^2 > 4 \text{ mm}^2$$

$S_{min} > S$, z toho vyplývá, že musím zvolit větší průřez, tedy minimálně $S = 6 \text{ mm}^2$.

Z důvodu volby jiného průřezu musím všechny předcházející kontroly provést znovu. Kontrolu z hlediska úbytku napětí není nutné znovu provádět, neboť byl zvolen průřez větší, z čehož vyplývají menší hodnoty R_k a X_k , tím i úbytek napětí bude menší a bude tak vyhovovat požadavku.

Opětný výpočet zkratových poměrů:

Změní se pouze impedance přípojkového kabelu – kabel 2.

Kabel 2:

CYKY 5Cx6 mm^2

$$l_{L2} = 16 \text{ m}$$

Dle Tab. 4 – Kabely do 1 kV:

$$R_{L2}' = 3,62 \text{ } \Omega / \text{km}$$

$$X_{L2}' = (88 \text{ až } 94) \text{ m}\Omega / \text{km} \Rightarrow 91 \text{ m}\Omega / \text{km}$$

$$R_{L2} = R_{L2}' \cdot l_{L2} = 3,62 \cdot 0,016 = 57,92 \text{ m}\Omega$$

$$X_{L2} = X_{L2}' \cdot l_{L2} = 91 \cdot 0,016 = 1,46 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{L2} = \sqrt{R_{L2}^2 + X_{L2}^2} = \sqrt{57,92^2 + 1,46^2} = 57,94 \text{ m}\Omega$$

Celková náhradní impedance:

$$Z_K = Z_Q + Z_T + Z_{L1} + Z_{L2} = 2,94 + 24 + 67,4 + 57,94 = 152,28 \text{ m}\Omega$$

Třífázový souměrný zkratový proud:

$$I_k'' = \frac{c \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_K} = \frac{1,0 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 152,28 \cdot 10^{-3}} = 1516,55 \text{ A}$$

Tepelné účinky zkratového proudu - ekvivalentní oteplovací proud:

$$k_e = 1,04$$

$$I_{ke} = k_e \cdot I_k'' = 1,04 \cdot 1516,55 = 1577,21 \text{ A}$$

Kontrola na minimální průřez:

$$t_k = 0,2 \text{ s}, K = 114.$$

$$S_{min} \geq \frac{I_{ke} \cdot \sqrt{t_k}}{K} = \frac{1577,21 \cdot \sqrt{0,2}}{114} = 6,19 \text{ mm}^2 > 6 \text{ mm}^2$$

$S_{min} > S$, z toho vyplývá, že musím zvolit ještě větší průřez, tedy $S = 10 \text{ mm}^2$.

Opět provedu předcházející výpočty znovu.

Změní se opět jen impedance přípojkového kabelu – kabel 2.

Kabel 2:

CYKY 5Cx10 mm²

$$l_{L2} = 16 \text{ m}$$

Dle Tab. 4 – Kabely do 1 kV:

$$R_{L2}' = 2,17 \Omega / \text{km}$$

$$X_{L2}' = (83 \text{ až } 89) \text{ m}\Omega / \text{km} \Rightarrow 86 \text{ m}\Omega / \text{km}$$

$$R_{L2} = R_{L2}' \cdot l_{L2} = 2,17 \cdot 0,016 = 34,72 \text{ m}\Omega$$

$$X_{L2} = X_{L2}' \cdot l_{L2} = 86 \cdot 0,016 = 1,38 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{L2} = \sqrt{R_{L2}^2 + X_{L2}^2} = \sqrt{34,72^2 + 1,38^2} = 34,75 \text{ m}\Omega$$

Celková náhradní impedance:

$$Z_K = Z_Q + Z_T + Z_{L1} + Z_{L2} = 2,94 + 24 + 67,4 + 34,75 = 129,09 \text{ m}\Omega$$

Třífázový souměrný zkratový proud:

$$I_k'' = \frac{c \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_K} = \frac{1,0 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 129,09 \cdot 10^{-3}} = 1788,99 \text{ A}$$

Tepelné účinky zkratového proudu - ekvivalentní oteplovací proud:

$$k_e = 1,04$$

$$I_{ke} = k_e \cdot I_k'' = 1,04 \cdot 1788,99 = 1860,55 \text{ A}$$

Kontrola na minimální průřez:

$$t_k = 0,2 \text{ s}, K = 114.$$

$$S_{min} \geq \frac{I_{ke} \cdot \sqrt{t_k}}{K} = \frac{1860,55 \cdot \sqrt{0,2}}{114} = 7,30 \text{ mm}^2 < 10 \text{ mm}^2$$

$S_{min} < S$, z toho vyplývá, že na přípojku bude použit kabel **CYKY 5Cx10 mm²**.

4.3.5 Kontrola z hlediska jištění

Vychází se z – průchozího proudu I_p

– prostředí a způsobu uložení vedení – k_1, k_2

– izolace vodiče

Předpokládaný I_n hlavního jističe u elektroměru $I_n=32 \text{ A}$

Musí být splněny tyto podmínky:

$$1) I_p \leq I_n \leq I_{DOV}; I_{DOV} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_N$$

$$I_p \leq I_n \leq k_1 \cdot k_2 \cdot I_N$$

I_n ...jmenovitý proud jisticího prvku

I_N ...jmenovitý proud vodiče, dle Tab. 12 – CYKY 5Cx10 mm², uložení – sekce D

$$29,01 \leq I_n \leq 0,95 \cdot I \cdot 52$$

$$29,01 \leq I_n \leq 49,4$$

$$2) I_n \leq K_1 \cdot I_{DOV}$$

Dle Tab. 22 - Orientační hodnoty součinitele přiřazení (platí pro jištění jednotlivých vodičů malých průřezů) je $K_1 = 1$

$$I_n \leq 1 \cdot 49,4$$

Navržený I_n hlavního jističe u elektroměru $I_n=32 \text{ A}$ splňuje dané nerovnosti, vyhovuje normě.

Na základě tohoto volím pojistky v HDS s $I_n=50 \text{ A}$.

4.4 Vyčíslení nákladů na použitý materiál

4.4.1 Vyčíslení nákladů na použitý materiál pro sběrnicevý systém Nikobus

Uvedené ceny v sobě nezahrnují DPH, především jsem čerpal od společností *Eaton Elektrotechnika s.r.o.* [68] a *Elfetex s.r.o.* [69]:

Rozvaděčové prvky			
Název	Počet kusů	Kč/ks	Celkem Kč
Velkoobsahová bytová rozvodnice	1	4 747,00	4 747,00
Podružný rozvaděč	1	638,00	638,00
3-pólový jistič 25 A, B	1	572,00	572,00
3-pólový jistič 20 A, B	2	558,00	1 116,00
3-pólový jistič 16 A, B	2	495,00	990,00
3-pólový jistič 13 A, C	1	614,00	614,00
1-pólový jistič 20 A, B	4	162,00	648,00
1-pólový jistič 16 A, B	16	118,00	1 888,00
1-pólový jistič 10 A, B	9	139,00	1 251,00
1-pólový jistič 6 A, B	2	165,00	330,00
1-pólový jistič 2 A, B	1	244,00	244,00
Proudový chránič 25 A/30 mA, 4-pólový	3	1 389,00	4 167,00
Proudový chránič 25 A/30 mA, 2-pólový	7	1 268,00	8 876,00
Svodič přepětí, trojpólový, typ B+C	1	3 445,00	3 445,00
Instalační relé In=20 A, Un=230 V, 2 kontakty	16	478,00	7 648,00
Instalační relé In=20 A, Un=230 V, 4 kontakty	5	962,00	4 810,00
Spínací jednotka	6	13 346,00	80 076,00
Stmívací jednotka	1	12 451,00	12 451,00
Modulový stmívač	9	2 112,00	19 008,00
Roletová jednotka	5	12 107,00	60 535,00
Celkem			214 054,00

Materiál pro světelné okruhy, pohony rolet a další ovládací obvody			
Název	Počet kusů	Kč/ks	Celkem Kč
Instalační krabice	64	30,00	1 920,00
Montážní deska jednonásobná s BUS konektorem	38	177,00	6 726,00
Montážní deska dvojnásobná	10	288,00	2 880,00
BUS konektor	20	310,00	6 200,00
Nikobus tlačítko dvojnásobné	28	949,00	26 572,00
Kryt pro tlačítko dvojnásobné	28	73,00	2 044,00
Nikobus tlačítko čtyřnásobné	27	1 131,00	30 537,00
Kryt pro tlačítko čtyřnásobné	27	128,00	3 456,00

Nikobus tlačítko osminásobné	3	2 801,00	8 403,00
Kryt pro tlačítko osminásobné	3	256,00	768,00
Rámeček jednoduchý	38	15,00	570,00
Rámeček dvojnásobný	10	24,00	240,00
Detektor pohybu 90°	5	1 645,00	8 225,00
Detektor pohybu pro venkovní montáž 180°	1	2 537,00	2 537,00
PC-link	1	13 888,00	13 888,00
PC-logic	1	11 908,00	11 908,00
Okenní/dveřní kontakty	32	112,00	3 584,00
Modul binárních vstupů	1	6 269,00	6 269,00
GSM - SMS modem	1	18 004,00	18 004,00
Detektor kouře (9V)	2	689,00	1 378,00
Dálkový ovladač 4-kanálový, 13 ovl. tlačítek	2	2 790,00	5 580,00
RF modulový přijímač	1	3 061,00	3 061,00
Anténa pro modulový přijímač	1	873,00	873,00
Elektronický termostat	1	1 578,00	1 578,00
Sběrnice kabelem 2x2x0,8 v PVC trubce, klubko 100 m	2	4 713,00	9 426,00
Název	Délka v m	Kč/m	Celkem Kč
CYKY 3C x 1,5 mm ²	430	10,90	4 687,00
CYKY 5C x 1,5 mm ²	420	18,05	7 581,00
Celkem			188 895,00

Materiál pro 1f zásuvkové okruhy a pevně připojené spotřebiče			
Název	Počet kusů	Kč/ks	Celkem Kč
Zásuvka jednoduchá s přepětovou ochranou D	12	860,00	10 320,00
Zásuvka dvojitá s přepětovou ochranou D	31	923,00	28 613,00
Zásuvka dvojitá do vlhka	5	552,00	2 760,00
Elektrikářská krabice	41	30,00	1 230,00
Krabicová svorkovnice	10	5,00	50,00
Název	Délka v m	Kč/m	Celkem Kč
CYKY 3C x 1,5 mm ²	32	10,90	348,80
CYKY 3C x 2,5 mm ²	280	17,70	4 956,00
Materiál pro 3f zásuvkové okruhy a pevně připojené spotřebiče			
Název	Počet kusů	Kč/ks	Celkem Kč
3-fázová zásuvka	3	140,00	420,00
Elektrikářská krabice	5	30,00	150,00
Sporáková kombinace	2	386,00	772,00
Název	Délka v m	Kč/m	Celkem Kč
CYKY 5C x 4 mm ²	13	48,60	631,80

CYKY 5C x 2,5 mm ²	25	29,20	730,00
Celkem			50 981,60

Materiál pro sdělovací rozvody			
Název	Počet kusů	Kč/ks	Celkem Kč
Rozvodná skříň MRK se svorkovnicí	1	2 770,00	2 770,00
Dvozásuvka na internet	13	201,00	2 613,00
Zásuvka pro TV rozvod	8	99,00	792,00
Instalační krabice	35	30,00	1 050,00
Bezdrátový zvonek s melodií	1	436,00	436,00
Název	Délka v m	Kč/m	Celkem Kč
SYKFY 2x2x0,5	150	4,83	724,50
Koaxiální kabel	88	4,86	427,68
PVC trubka 23 mm	110	18,10	1 991,00
Celkem			10 804,18

Materiál pro hromosvod			
Název	Počet kusů	Kč/ks	Celkem Kč
Podpěra vedení po obvodu střechy	95	13,50	1 282,50
Podpěra vedení na střeše - plastový podstavec	8	17,00	136,00
Podpěra vedení do zdiva	30	12,00	360,00
Svorka spojovací	20	11,50	230,00
Svorka zkušební	5	26,00	130,00
Ochranný úhelník	5	120,00	600,00
Držák ochranného úhelníku	15	27,00	405,00
Název	Délka v m	Kč/m	Celkem Kč
FeZn 8	130	12,28	1 596,40
FeZn 10	13	19,35	251,55
Zemnicí pásek FeZn 30x4	95	28,84	2 739,80

Materiál na pospojování			
Název	Délka v m	Kč/m	Celkem Kč
CY4 z/ž	10	8,00	80,00
CY6 z/ž	40	12,00	480,00
Název	Počet kusů	Kč/ks	Celkem Kč
Ekvipotenciální přípojnice	1	168,00	168,00
Celkem			8 459,25

Kabel přípojky, vedení k RP			
Název	Délka v m	Kč/m	Celkem Kč
CYKY 5C x 10 mm ²	16	120,74	1 931,84
CYKY 5C x 4 mm ²	15	48,60	729,00
Celkem			2 660,84

Celkové náklady na materiál pro sběrniceový systém Nikobus:

475 855,00 Kč bez DPH

575 785,00 Kč s DPH (21 %)

Celková cena i s odbornou montáží od specializované firmy, při účtování ceny za montáž cca 30 % z nákupní ceny materiálu:

za montáž: 30 % z 575 785,00 = **cca 172 736,00 Kč**

celkem: 575 785,00 + 172 736,00 = **748 521,00 Kč**

4.4.2 Vyčíslení nákladů na použitý materiál pro RF systém Xcomfort

Uvedené ceny v sobě nezahrnují DPH, opět jsem čerpal především od společností *Eaton Elektrotechnika s.r.o.* [68] a *Elfetex s.r.o.* [69]:

Rozvaděčové prvky			
Název	Počet kusů	Kč/ks	Celkem Kč
Velkoobsahová bytová rozvodnice	1	3 529,00	3 529,00
Podružný rozvaděč	1	638,00	638,00
3-pólový jistič 25 A, B	1	572,00	572,00
3-pólový jistič 20 A, B	2	558,00	1 116,00
3-pólový jistič 16 A, B	2	495,00	990,00
3-pólový jistič 13 A, C	1	614,00	614,00
1-pólový jistič 20 A, B	4	162,00	648,00
1-pólový jistič 16 A, B	16	118,00	1 888,00
1-pólový jistič 10 A, B	9	139,00	1 251,00
1-pólový jistič 6 A, B	2	165,00	330,00
1-pólový jistič 2 A, B	1	244,00	244,00
Proudový chránič 25 A/30 mA, 4-pólový	1	1 389,00	1 389,00
Proudový chránič 25 A/30 mA, 2-pólový	1	1 268,00	1 268,00
Svodič přepětí, trojpólový, typ B+C	1	3 445,00	3 445,00
Instalační relé In=20 A, Un=230 V, 2 kontakty	16	478,00	7 648,00
Instalační relé In=20 A, Un=230 V, 4 kontakty	5	962,00	4 810,00
Spínací aktor	17	1 608,00	27 336,00
Celkem			57 716,00

Materiál pro světelné okruhy, pohony rolet a další ovládací obvody			
Název	Počet kusů	Kč/ks	Celkem Kč
Instalační krabice	60	30,00	1 800,00
RF tlačítko dvojnásobné	28	855,00	23 940,00
Kryt pro tlačítko dvojnásobné	28	61,00	1 708,00
RF tlačítko čtyřnásobné	27	1 056,00	28 512,00
Kryt pro tlačítko čtyřnásobné	27	91,00	2 457,00
RF tlačítko osminásobné	3	1 548,00	4 644,00
Kryt pro tlačítko osminásobné	3	121,00	363,00
Rámeček k tlačítku	58	18,00	1 044,00
RF Detektor pohybu 110°	5	2 392,00	11 960,00
RF Detektor pohybu pro venkovní montáž 200°	1	2 581,00	2 581,00
Montážní základna pro detektor pohybu	6	138,00	828,00
Spínací aktor	34	1 608,00	54 672,00
Stmívací aktor	9	1 679,00	15 111,00
Roletový aktor	28	1 971,00	55 188,00
Okenní/dveřní kontakty	32	112,00	3 584,00
Room Manager	1	7 427,00	7 427,00
Home Manager	1	14 990,00	14 990,00
Kabel Sub D / Home Manager	1	437,00	437,00
Kabel Sub D / RS-232 interface / modem	2	183,00	366,00
GSM - SMS modem	1	11 389,00	11 389,00
Dvojité binární vstupy 230 VAC	1	2 332,00	2 332,00
RS-232 interface (pro parametrizaci)	1	400,00	400,00
Detektor kouře (9V)	2	689,00	1 378,00
Dálkový ovladač 12-kanálový	2	1 769,00	3 538,00
Teplotní senzor -50 až +180 °C	1	2 101,00	2 101,00
Pokojový termostat	1	1 799,00	1 799,00
Název	Délka v m	Kč/m	Celkem Kč
CYKY 3C x 1,5 mm ²	325	10,90	3 542,50
CYKY 5C x 1,5 mm ²	15	18,05	270,75
Celkem			258 362,25

Materiál pro 1f zásuvkové okruhy a pevně připojené spotřebiče			
Název	Počet kusů	Kč/ks	Celkem Kč
Zásuvka jednoduchá s přepětovou ochranou D	12	860,00	10 320,00
Zásuvka dvojitá s přepětovou ochranou D	31	923,00	28 613,00
Zásuvka dvojitá do vlhka	5	552,00	2 760,00

Elektrikářská krabice	41	30,00	1 230,00
Krabicová svorkovnice	10	5,00	50,00
Název	Délka v m	Kč/m	Celkem Kč
CYKY 3C x 1,5 mm ²	32	10,90	348,80
CYKY 3C x 2,5 mm ²	280	17,70	4 956,00
Materiál pro 3f zásuvkové okruhy a pevně připojené spotřebiče			
Název	Počet kusů	Kč/ks	Celkem Kč
3-fázová zásuvka	3	140,00	420,00
Elektrikářská krabice	5	30,00	150,00
Sporáková kombinace	2	386,00	772,00
Název	Délka v m	Kč/m	Celkem Kč
CYKY 5C x 4 mm ²	13	48,60	631,80
CYKY 5C x 2,5 mm ²	25	29,20	730,00
Celkem			50 981,60

Materiál pro sdělovací rozvody			
Název	Počet kusů	Kč/ks	Celkem Kč
Rozvodná skříň MRK se svorkovnicí	1	2 770,00	2 770,00
Dvojzásuvka na internet	13	201,00	2 613,00
Zásuvka pro TV	8	99,00	792,00
Instalační krabice	35	30,00	1 050,00
Bezdrátový zvonek s melodií	1	436,00	436,00
Název	Délka v m	Kč/m	Celkem Kč
SYKFY 2x2x0,5	150	4,83	724,50
Koaxiální kabel	88	4,86	427,68
PVC trubka 23 mm	110	18,10	1 991,00
Celkem			10 804,18

Materiál pro hromosvod			
Název	Počet kusů	Kč/ks	Celkem Kč
Podpěra vedení po obvodu střechy	95	13,50	1 282,50
Podpěra vedení na střeše - plastový podstavec	8	17,00	136,00
Podpěra vedení do zdiva	30	12,00	360,00
Svorka spojovací	20	11,50	230,00
Svorka zkušební	5	26,00	130,00
Ochranný úhelník	5	120,00	600,00
Držák ochranného úhelníku	15	27,00	405,00

Název	Délka v m	Kč/m	Celkem Kč
FeZn 8	130	12,28	1 596,40
FeZn 10	13	19,35	251,55
Zemní pásek FeZn 30x4	95	28,84	2 739,80
Materiál na pospojování			
Název	Délka v m	Kč/m	Celkem Kč
CY4 z/ž	10	8,00	80,00
CY6 z/ž	40	12,00	480,00
Název	Počet kusů	Kč/ks	Celkem Kč
Ekvipotenciální přípojnice	1	168,00	168,00
Celkem			8 459,25

Kabel přípojky, vedení k RP			
Název	Délka v m	Kč/m	Celkem Kč
CYKY 5C x 10 mm ²	16	120,74	1 931,84
CYKY 5C x 4 mm ²	15	48,60	729,00
Celkem			2 660,84

Celkové náklady na materiál pro radiofrekvenční systém Xcomfort:

388 984,00 Kč bez DPH

470 671,00 Kč s DPH (21 %)

Celková cena i s odbornou montáží od specializované firmy, při účtování ceny za montáž cca 30 % z nákupní ceny materiálu:

za montáž: 30 % z 470 671,00 = **cca 141 201,00 Kč**

celkem: 470 671,00 + 141 201,00 = **611 872,00 Kč**

4.4.3 Porovnání obou systémů z hlediska ekonomické bilance

-----	Sběrniceový systém Nikobus	Radiofrekvenční systém Xcomfort
Cena za materiál bez DPH	475 855,00 Kč	388 984,00 Kč
Cena za materiál s DPH	575 785,00 Kč	470 671,00 Kč
Cena za montáž	172 736,00 Kč	141 201 Kč
Celková cena	748 521,00 Kč	611 872,00 Kč

Z ekonomické bilance vyplývá, že pořizovací cena je vyšší u sběrniceového systému Nikobus než u RF systému Xcomfort, ačkoliv jsem předpokládal, že tomu bude naopak. Od společnosti *Eaton Elektrotechnika s.r.o.* [68] jsem se však dozvěděl, že tomu skutečně tak

je. Oni automaticky berou v úvahu spíše jen ten RF systém, protože když jsem je kontaktoval kvůli několika málo dotazům k mému projektu, odpověď byla zpočátku automaticky směřována na RF systém Xcomfort. Na všechny mé dotazy jsem však vždy obratem obdržel patričnou odpověď, čímž mi velmi pomohli s řešením mého projektu. Zároveň byli nadšeni, že zpracovávám téma zaměřené na jejich produkty.

4.4.4 Porovnání z hlediska jednotlivých výhod a nevýhod

Některé výhody a nevýhody vyplývají přímo z navrženého projektu.

Sběrnicevý systém Nikobus	Radiofrekvenční systém Xcomfort
- větší spotřeba kabelů – paprskový rozvod (více zadrátované)	+ menší spotřeba kabelů
+ přehlednější topologie, moduly pohromadě v jednom rozvaděči – jednodušší programování v případě bez použití PC	• také přehledné uspořádání
- složitější realizace (montáž), vše nutné propojit sběrnici	+ jednodušší a rychlejší instalace
- v případě poruchy jednoho výstupu na modulové řídicí jednotce nutná výměna celého modulu	+ v případě poruchy výměna jen konkrétního aktoru
- složitá skladba sběrnicevých tlačítek – montážní deska, bus konektor, vlastní tlačítko (n-násobné), kryt a rámeček	+ tlačítko složeno jen z vlastního tlačítka, krytu a rámečku
+ možnost přeprogramování funkcí, ale - umístění všech ovládacích senzorů pevně dáno, nicméně + možnost výměny tlačítek či montážních desek za více či méně násobné	+ možnost přeprogramování funkcí, zde navíc možnost libovolných změn umístění všech ovládacích senzorů, možno umístit kamkoliv
- vyšší cena	+ nižší cena

U sběrnicevého systému Nikobus je u světelných obvodů a obvodů pro pohony rolet přibližně 2,5x větší spotřeba kabelů – viz tabulky s rozpisem materiálu. Vyplývá to z uspořádání aktorů, které jsou v podobě modulových řídicích jednotek umístěny pohromadě v domovním rozvaděči. Odtud již vede ke každému svítidlu či roletovému pohonu vlastní přívod (paprskový rozvod).

Tím že jsou řídicí jednotky (moduly) uspořádány pohromadě, je docíleno přehlednějšího uspořádání. Pokud chceme provádět přeprogramování pouze bez použití PC, tak nemusíme,

jako u RF systému, pracně zjišťovat, ve které instalační krabici se nachází příslušný aktor k danému svítidlu či roletovému pohonu. Nebo v případě umístění aktoru přímo ve svítidle nemusíme odmontovávat kryt u svítidla. Moduly jsou tak jednoduše přístupné. Pokud ale však dojde k poruše jednoho výstupu modulové řídicí jednotky a pokud jsou všechny ostatní výstupy již obsazeny, je nutné celý modul vyměnit za nový. To se však pěkně prodraží. U RF systému se výměna jen jeden konkrétní vadný aktor.

Jelikož se sběrniceová tlačítka u Nikobusu skládají z několika komponentů, je tím navýšena i jejich cena oproti RF systému. Z důvodu nutnosti propojit všechny prvky systému sběrniceovým kabelem je realizace systému složitější a zdlouhavější. U RF systému je umožněno umístit senzory prakticky kamkoliv, později je možno je libovolně přemísťovat. U Nikobusu je jejich umístění pevně dáno z důvodu napojení na sběrniceový kabel. Je však možné poměrně jednoduše provést výměnu tlačítek či podkladových montážních desek za více či méně násobné a tím můžeme nainstalovat další tlačítka navíc.

Významnou výhodou obou systémů je to, že jsou tlačítka napájena malým napětím – u Nikobusu přímo ze sběrnice 9 V a u RF systému baterií 3 V. Životnost baterie je cca 10 let. Tlačítka lze tedy umístit bez ohledu na jakékoliv zóny v prostorách s vanou nebo sprchou a v umývacích prostorech. Vyzařovaný výkon vln u RF systému je 150 až 200x menší než u mobilního telefonu, což je zanedbatelná hodnota pro škodlivý vliv na člověka a mimo vysílání povelů jsou vysílače pasivní. U dřívějších RF systémů byly s tímto problémy. Také byly v minulosti problémy s šířením signálu, protože docházelo k rušení od jiných zařízení pracujících na stejné frekvenci (tzv. rádiový smog).

Systém Xcomfort pracuje na frekvenci 868,3 MHz, která je schválena pouze pro automatizaci budov, tedy k takovému ovlivňování zde nedochází. Dosah signálu je na volném prostranství 100 m a v budově 30 m, tzn. standardně přes 2 zdi a 1 strop. Pro zvýšení dosahu a lepší přenos je RF systém vybaven směrováním – routing. Pokud se mezi dvěma účastníky, kteří spolu komunikují, nachází obtížně prostupná překážka, převezme signál nejbližší jiný účastník, který je poblíž. Ten jej pak předá cílovému účastníkovi. Takto si mohou jednotliví účastníci signál mezi sebou předávat, dokud nebude doručen k cílovému účastníkovi. Dosah systému je tedy téměř neomezený.

Zásadní nevýhodou obou systémů je jejich vysoká pořizovací cena, která je u sběrniceového systému ještě vyšší než u RF systému.

5 Vybavení domu zařízeními podporujícími nízkou energetickou náročnost

V technické místnosti (1.2) bude počítáno s připojením kompresorové jednotky tepelného čerpadla *země – voda* od společnosti *PZP Tepelná čerpadla* [40] (vývod W zakončený sporákovou kombinací a vývod X pro řídicí obvod zakončený svorkovnicí).

Parametry:

Typ	HP3BW09B
Příkon	2,2 kW
Topný výkon	9,5 kW
Topný faktor	4,3
Cena (bez DPH)	139 000 Kč

Bude sloužit výhradně k vytápění domu a podpoře přípravy TUV. K topnému výkonu 9,5 kW jsem dospěl dle následujícího orientačního tepelného výpočtu.

Orientační tepelný výpočet:

Výpočet provedu objemovou metodou, kterou uvádí [55] – nejrychlejší metoda. Výpočet nemusí být naprosto přesný, neboť výkon tepelného čerpadla se navrhuje optimálně na 60 až 80 % vypočtené tepelné ztráty. V tomto rozmezí se úspora výrazně neliší (do 5%).

Nejprve určím vytápěný objem domu. Ten vypočtu tak, že určím zvlášť obytnou plochu v 1. NP a ve 2. NP. Tyto plochy se poté vynásobí příslušnou střední výškou stropu v daném podlaží.

$$A_{1,NP} = 209,3 \text{ m}^2 \quad \times \quad h_{1,NP} = 2,7 \text{ m} \quad = \quad 565,11 \text{ m}^3$$

$$A_{2,NP} = 107,9 \text{ m}^2 \quad \times \quad h_{2,NP} = 3,0 \text{ m} \quad = \quad 323,70 \text{ m}^3$$

$$V_{celk} = 888,81 \text{ m}^3$$

Dále uvažuji obvodové stěny z *POROTHERMu* tloušťky 44 cm + okenní dvojskla s nízkoemisivní vrstvou, čemuž odpovídá měrná tepelná ztráta 15 W/m³ – viz tabulka v [55]. Nyní se vytápěný objem domu vynásobí touto hodnotou měrné tepelné ztráty:

$$P_z = 888,81 \cdot 15 = 13,33 \text{ kW}$$

Topný výkon tepelného čerpadla navrhnu na 70 % vypočtené tepelné ztráty:

$$P = 0,7 \cdot P_z = 0,7 \cdot 13,33 = 9,33 \text{ kW}$$

Na základě této hodnoty jsem navrhl tepelné čerpadlo s topným výkonem 9,5 kW.

Dále bude v technické místnosti osazena aktivní rekuperační jednotka EHR 325 Ekonovent s tepelným čerpadlem HP5 *vzduch – vzduch* (vývod Y zakončený svorkovnicí)

od společnosti *Elektrodesign Ventilátory s.r.o* [70]. Kontaktoval jsem jejich společnost a bylo mi sděleno, že jednotka je pro tento rodinný dům plně dostačující. Jednotka bude sloužit především k větrání a nebo jako klimatizace, kdy odváděné teplo vyvinuté jejím tepelným čerpadlem poslouží k ohřevu užitkové vody a nebo vody v bazénu.

Parametry:

Max. průtok vzduchu	325 m ³ /h
Max./min. příkon samotné rekuperační jednotky	21 / 198 W
Max. celkový příkon	1,81 kW
Cena (bez DPH)	156 439 Kč

Na střeše bude instalována sestava solárních kolektorů OPTIMAL 300 pro přípravu TUV, jedná se o sestavu, kterou uvádím na str. 56. Součástí sestavy jsou komponenty – viz *obrázek 3.2.3-13* na str. 57. Zásobník na TUV bude umístěn v koupelně (ve 2.5), zde bude vyveden vývod pro napájení oběhového čerpadla (vývod Z zakončený svorkovnicí). Cena sestavy s DPH činí 59 000 Kč.

K těmto cenám je nutné ještě připočítat cenu za rozvody potrubí, další potřebný materiál a montáž.

Závěr

Hlavním úkolem mé diplomové práce bylo vypracovat kompletní projekt elektroinstalace sběrniceovým a radiofrekvenčním způsobem, včetně provedení dimenzování kabelu hlavní přípojky a ekonomické bilance.

Z vypracovaných projektů vyplývají jednotlivé výhody a nevýhody obou systémů. Vychází, že jako nejlevnější, nejkomfortnější a celkově nejvýhodnější je radiofrekvenční systém Xcomfort. Je zde prakticky možnost libovolného umístění senzorů, které lze později bez problémů přemístit. Celkově je zde mnohem menší spotřeba kabelů, domovní rozvaděč může být také obsahově menší. Realizace tohoto systému je mnohem jednodušší a rychlejší.

Náklady na realizaci sběrniceového systému Nikobus jsem vyčíslil celkově na 748 521,00 Kč a realizace radiofrekvenčního systému Xcomfort vyšla na 611 872,00 Kč. Já osobně jsem očekával, že to vyjde opačně, ale takto je to prý správně. V porovnání s klasickou elektroinstalací, jejíž projekt nebyl předmětem mé práce, vycházejí náklady na realizaci těchto inteligentních systémů minimálně čtyřikrát vyšší, což si dovoluji tvrdit, že přibližně odpovídá.

Dále jsem také navrhl vybavení domu zařízeními, která snižují nízkou energetickou náročnost. Dle provedeného orientačního tepelného výpočtu zde bude počítáno s napojením tepelného čerpadla země – voda s topným výkonem 9,5 kW. Dále zde bude aktivní rekuperační jednotka s tepelným čerpadlem vzduch – vzduch, která bude sloužit také jako klimatizace. Nucené větrání zajišťované rekuperační jednotkou je v nízkoenergetických domech nejdůležitějším prvkem. Na střeše budou umístěny také solární kolektory.

Při dimenzování přípojky jsem vycházel z instalovaného příkonu, který jsem stanovil 36,31 kW. Činitel soudobosti uvažuji 0,54, tedy soudobý příkon vychází 19,7 kW. Průchozí proud přípojkou vychází 29,01 A. K této hodnotě proudu jsem dle tabulek přiřadil minimální průřez 4 mm². Jenomže kontrolou na minimální průřez, která vychází ze zkratového výpočtu, jsem průřez 4 mm² zavrhl a dostal jsem se až na 10 mm². Přípojka tedy bude provedena kabelem CYKY 5Cx10 mm² a jištění bude provedeno hlavním jističem u elektroměru o jmenovité proudové hodnotě 32 A.

Práce pro mě měla obrovský přínos. Jednak jsem nabyl spoustu informací o domech s nízkou energetickou náročností a o zařízeních, která do nich instalujeme. Dále jsem získal určité zkušenosti, co se týče projektování, určité povědomí o cenách jednotlivých prvků inteligentní elektroinstalace a také v jakých řádech cen se asi tak pohybuje kompletní realizace obou systémů.

Seznam literatury a informačních zdrojů

Knihy:

- [1] Tkotz, K. a kolektiv: *Příručka pro elektrotechnika*; Europa – Sabotáles cz, Praha 2006
- [2] Sládek, D.: *Příručka elektromontéra domovních rozvodů*, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha 1997
- [3] Foit, J.: *Elektroenergetika I*, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha 1981
- [4] Kolektiv lektorů vzdělávacího a zkušebního centra Olomouc.: *Elektro v praxi I*, 2003

Katalogy – od Eaton Elektrotechnika s.r.o.:

- [5] Produkty Eaton – Výběr ze sortimentu (instalační přístroje, rozvaděče....), platnost od 6/2010
- [6] Sběrníkový systém Nikobus, katalog 2009 – 2010
- [7] Radiofrekvenční systém Xcomfort pro automatizaci budov, katalog 2006 – 2007
Všechny tyto katalogy jsou dostupné v .pdf z [66]

– ostatní :

- [8] Katalog od firmy Elektrodesign Ventilátory s.r.o.

Elektrotechnické normy, tabulky:

- [9] ČSN 33 2000-4-41 ed.2, ČSN 33 2000-4-47 a ČSN EN 60204-1 ed.2
Opatření k zajištění ochrany před úrazem el. proudem
- [10] ČSN 33 2000-4-43 Ochrana proti nadproudům
- [11] Tabulky pro dimenzování vodičů
- dostupné z <http://home.zcu.cz/~tesarova/PE/Soubory/>
- [12] ČSN 33 3020 Elektrotechnické předpisy. Výpočet poměrů při zkratech v trojfázové elektrizační soustavě
- [13] ČSN 33 2000-3-32 Druhy prostředí
- [14] ČSN 34 2300 Předpisy pro vnitřní rozvody sdělovacího zařízení
- [15] ČSN 34 1390 a ČSN EN 62305
Ochrana před úderem blesku, instalace přepět'ových ochran
- [16] ČSN 33 2180 Předpisy pro připojování elektrických přístrojů a spotřebičů

Internetové stránky:

- [17] <http://www.odbornecasopisy.cz>
- [18] <http://www.tzb-info.cz/>
- [19] <http://elektrika.cz/>
- [20] <http://cs.wikipedia.org>
- [21] <http://www.4-construction.com/cz/clanek/inteligentni-instalace-v-budovach?vote=yes>
- [22] <http://www.fi.muni.cz/usr/pelikan/ARCHIT/TEXTY/HISTOR.HTML>
- [23] <http://www.setrime-energie.cz/>
- [24] <http://www.gservis.cz/>
- [25] <http://www.otherm.cz/faq-1417-18-tepelne-izolacni-zaskleni-plastovych-oken.html>
- [26] <http://www.evora.cz/pasivni-a-aktivni-rekuperace>
- [27] <http://www.rekupoint.cz/>
- [28] <http://stavba.tzb-info.cz/okna-dvere/8098-vliv-oken-a-jejich-stineni-na-tepelnoubilanci-domu-s-odlisnymi-parametry>
- [29] <http://www.moderni-vytapeni.cz/sluzby/vetrani/rekuperace-vzduchu>
- [30] <http://zdravydum.elmet.cz/aktivni-rekuperace.html>
- [31] http://eshop.luftuj.cz/download/elair_2.5_ac_vm-sd.pdf
- [32] <http://www.nazeleno.cz/stavba/rekuperace/kdy-se-vyplati-rekuperace.aspx>
- [33] <http://www.zelenausporam.cz>
- [34] <http://www.novazelenausporam2013.cz/>

- [35] <http://www.investujeme.cz/-zelena-energie-z-biomasy-ekologicka-katastrofa/>
- [36] <http://fotobanka.promitani.cz/ekvador/1171-kaceni-tropicky-ch-destnych-pralesu>
- [37] http://www.jakbydlet.cz/clanek/541_nizkoenergeticke-domy-a-rekuperace.aspx
- [38] <http://www.ochsner.cz/die-waermepumpe/funktionsweise/>
- [39] <http://www.levneteplo.cz/>
- [40] <http://www.tepelna-cerpadla-pzp.cz/>
- [41] <http://www.cerpadla-ivt.cz/>
- [42] <http://www.enerfinplus.cz/povrchova-voda.html>
- [43] http://www.sporim-energii.cz/-cz-obchod-Zbozi-Polozka,Language=Cz,Kod=hlubvrt,Nazev=hlubinne_vrty.htm
- [44] <http://www.solarenavi.cz/>
- [45] <http://www.uspornevytapani.cz/tepelna-cerpadla/tepelna-cerpadla-voda-voda>
- [46] <http://www.mastertherm.cz/tepelna-cerpadla-voda-voda>
- [47] <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/vytapani/tepelna-cerpadla/voda-voda>
- [48] <http://www.bioterm.cz/tepelna-cerpadla-a-zivotni-prostredi>
- [49] <http://www.artemiastudny.cz/index.php?oid=2084269>
- [50] http://www.ivtostrava.cz/fotogalerie/3_plosne-kolektory_1.html
- [51] http://www.tepelna-cerpadla-ait.cz/tepelna-cerpadla/prehled-modelu-a-vykonovych-rad-tepelnych-cerpadel/tepelna-cerpadla-zeme-voda_15.html
- [52] <http://www.kstherm.cz/index.php/nasenabidka/tepelnacerpadla>
- [53] <http://www.pozi.cz/fotogalerie - další obrázky z vrtání>
- [54] <http://www.energotherm.cz/realizace-tepelnych-cerpadel-zeme-voda---plocha-p37.html>
- [55] <http://www.levneteplo.cz/produkty/vyber-tepelneho-cerpadla>
- [56] <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/typy-solarnich-kolektoru>
- [57] <http://jaromir-bednar.webnode.cz/produkty/solarni-systemy/solarni-panely-ts/>
- [58] <http://www.solarnispolecnost.cz/cz/solarni-kolektory>
- [59] <http://www.vktechnik.cz/?cat=14>
- [60] <http://www.neosolar.cz/>
- [61] <http://www.tubosol.cz/>
- [62] http://www.eccb.cz/fotos/_c_34Obnovitelne-zdroje-energie.pdf
- [63] <http://www.asb-portal.cz/tzb/solarni-kolektory/konstrukcni-principy-slunecnich-kolektoru-2337.html>
- [64] <http://www.gsenenergy.eu/cs/vykupni-ceny-zeleny-bonus.html>
- [65] <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/7868-recyklace-fotovoltaickych-panelu-na-konci-zivotnosti>
- [66] http://www.jakbydlet.cz/clanek/489_fotovoltaika--mytu-zbavena.aspx
- [67] <http://www.nemakej.cz/fotovoltaicke-clanky.php>
- [68] <http://www.eatonelektrotechnika.cz/>
- [69] <http://www.elfetex.cz/>
- [70] <http://www.elektrodesign.cz/>
- [71] www.zbozi.cz

Ostatní zdroje:

- [72] Kratochvíl, Miroslav.: *Návrh klasické elektroinstalace a inteligentní elektroinstalace sběrníkového typu v rodinném domě* – moje bakalářská práce, 2011
- [73] Prezentace převzatá z firemní dokumentace AEG: *Obnovitelné zdroje energie*
- [74] Poznámky z předmětu Elektrická zařízení, na SPŠ elektrotechnické v Plzni
- [75] Přednášky z předmětu Projektování instalací a rozvodů vedené panem Doc. Ing. Zbyňkem Martínkem, CSc.

Seznam příloh

Architektonické pohledy, půdorysy:

- A-1 Architektonické pohledy
- A-2 Architektonické pohledy
- A-3 Půdorys – 1. NP
- A-4 Půdorys – 2. NP

Projekt elektroinstalace Nikobus:

- B-1 Světelné okruhy, pohony rolet – 1. NP
- B-2 Světelné okruhy, pohony rolet – 2. NP
- B-3 Zásuvkové okruhy, pevně připojené spotřebiče – 1. NP
- B-4 Zásuvkové okruhy, pevně připojené spotřebiče – 2. NP
- B-5 Schéma domovního rozvaděče
- B-6 Situační plán – přípojka

Projekt elektroinstalace Xcomfort:

- C-1 Světelné okruhy, pohony rolet – 1. NP
- C-2 Světelné okruhy, pohony rolet – 2. NP
- C-3 Zásuvkové okruhy, pevně připojené spotřebiče – 1. NP
- C-4 Zásuvkové okruhy, pevně připojené spotřebiče – 2. NP
- C-5 Schéma domovního rozvaděče
- C-6 Situační plán – přípojka

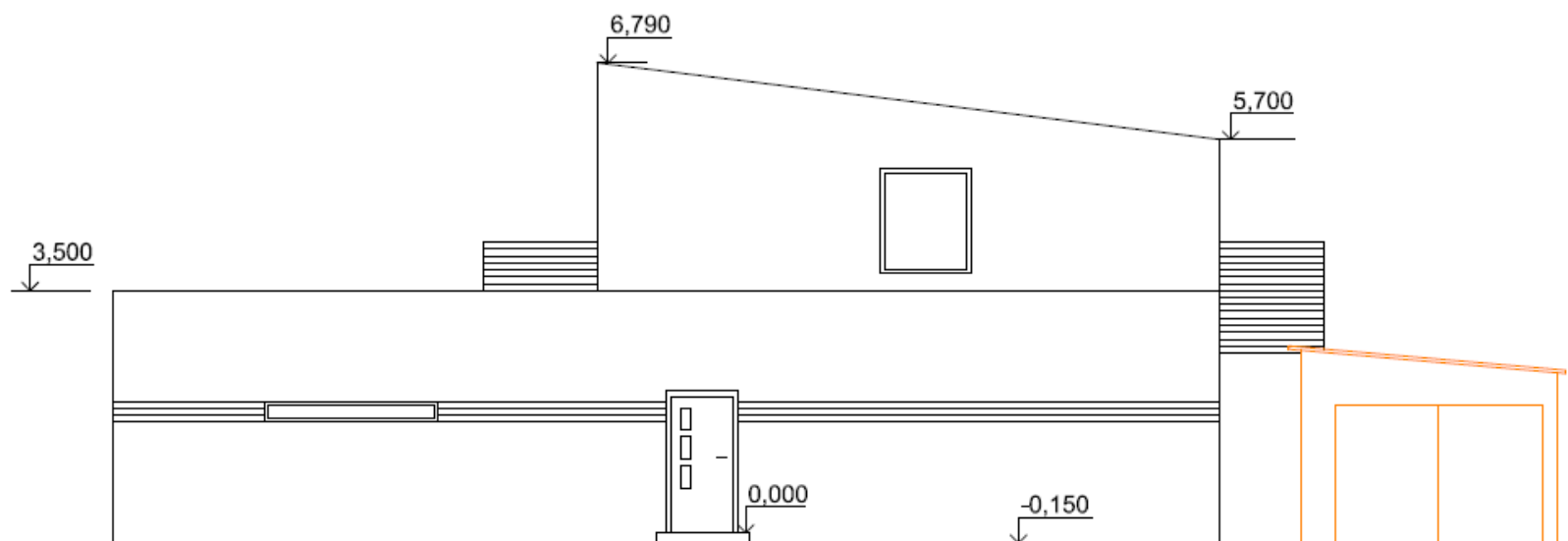
Sdělovací rozvody:

- D-1 Sdělovací rozvody – 1. NP
- D-2 Sdělovací rozvody – 2. NP

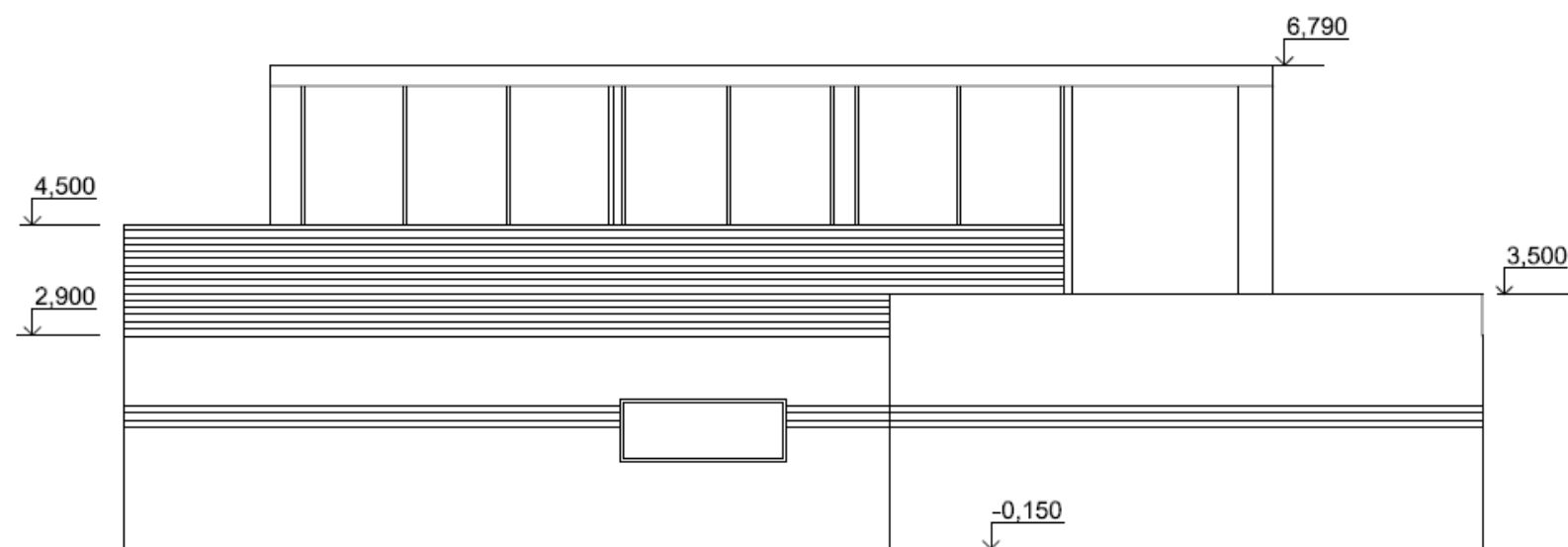
Projekt bleskosvodu:

- E-1 Projekt bleskosvodu

ARCHITEKTONICKÝ POHLED - SEVERO-ZÁPAD

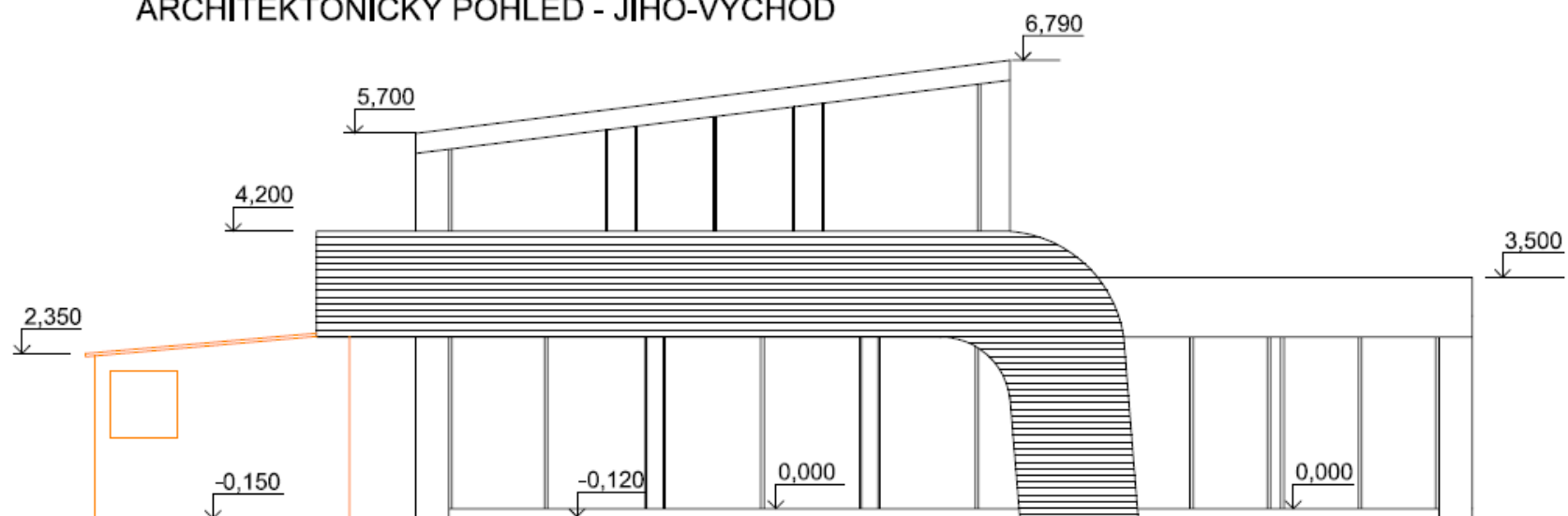


ARCHITEKTONICKÝ POHLED - SEVERO-VÝCHOD

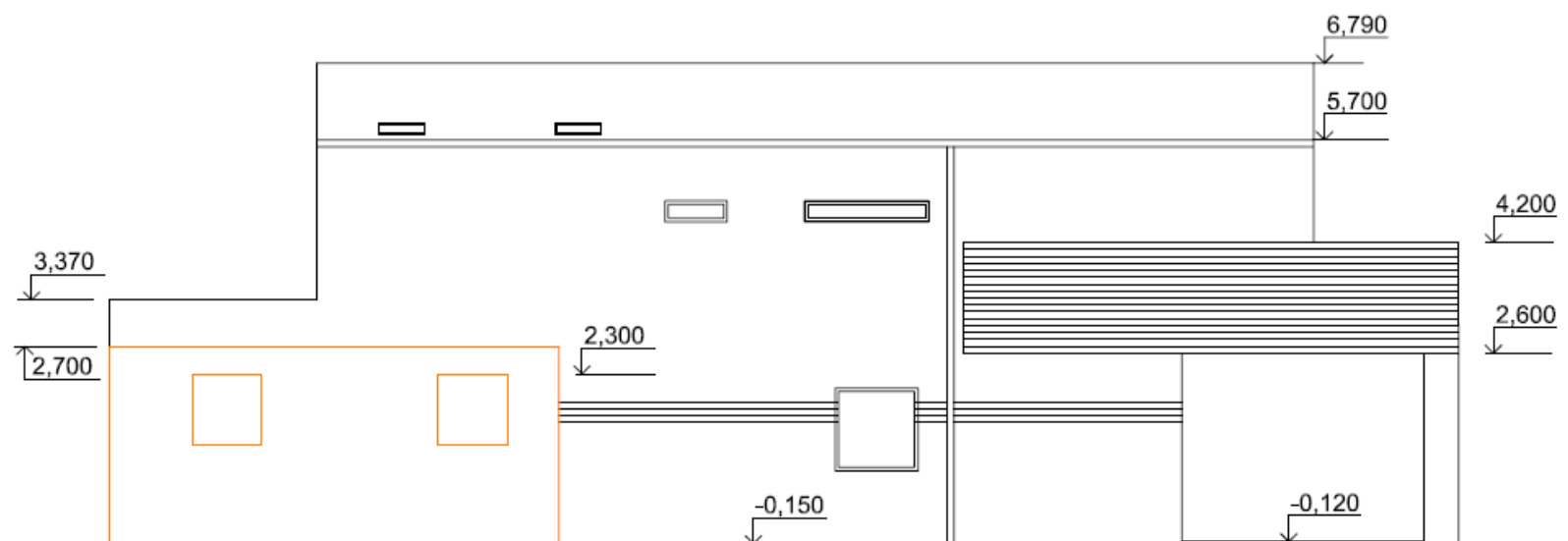


4	PROJEKT ELEKTROINSTALACE		
	VYPRACOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVIL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY VÝŠKOV (PLANÁ U MAR. LÁZNI)		OBECNÍ ÚŘAD KRAJSKÝ ÚŘAD	PLÁNÁ U M. L. PLZEŇ
NAZEV STAVBY RODINNÝ DŮM		DATUM 5/2013	FORMÁT A3
INVESTOR KRATOCHVIL MIROSLAV		MĚŘÍTKO ČÍSLO ZAKÁZKY	1:100
OBSAH PŘÍLOHY ARCHITEKTONICKÉ POHLEDY		Č. PŘÍLOHY	A-1

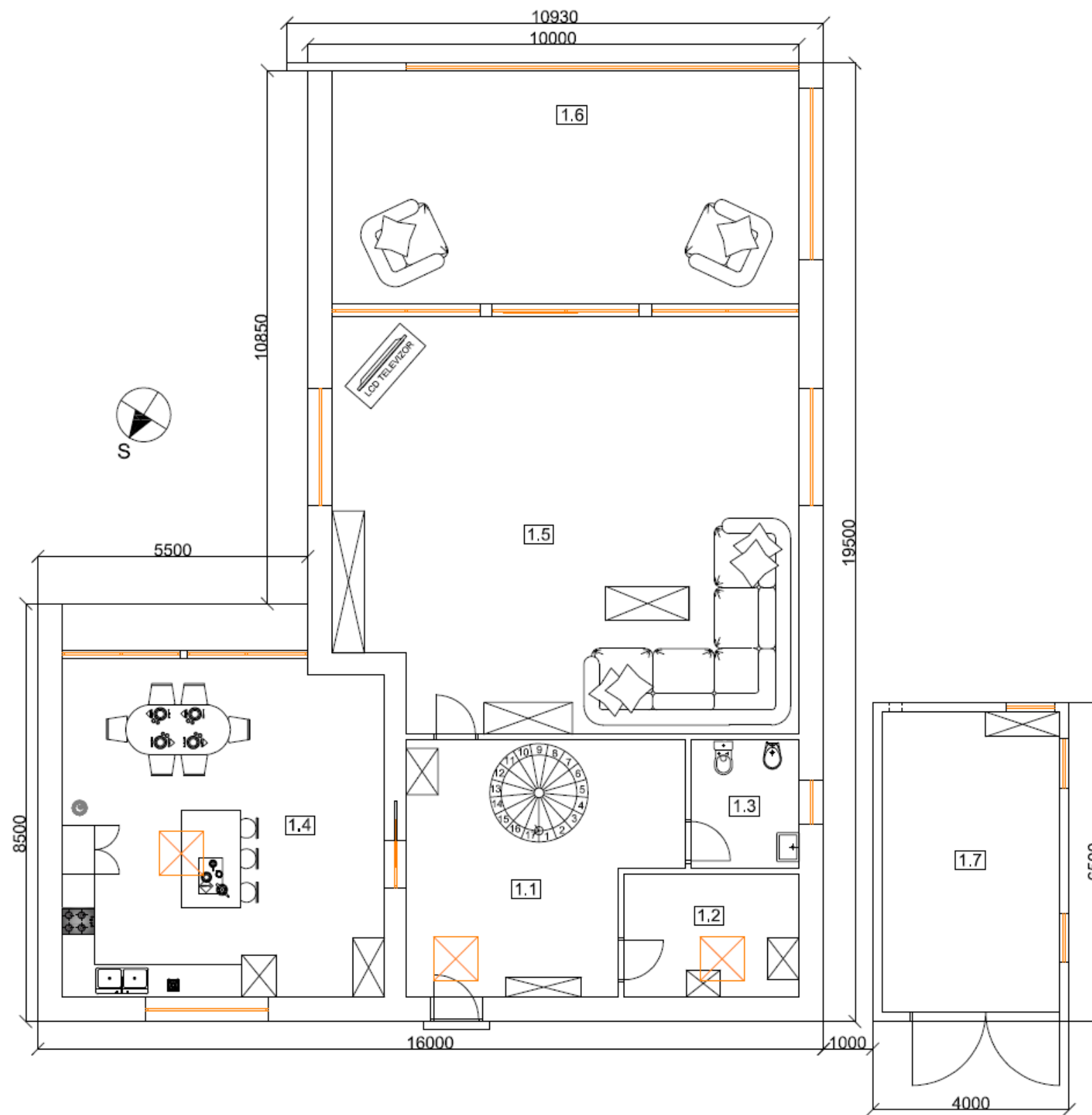
ARCHITEKTONICKÝ POHLED - JIHO-VÝCHOD



ARCHITEKTONICKÝ POHLED - JIHO-ZÁPAD



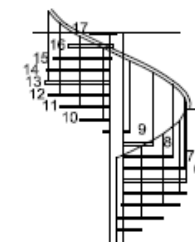
4	PROJEKT ELEKTROINSTALACE		
	VYPRACOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVIL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY VÝŠKOV (PLANÁ U MAR. LÁZNI)		OBECNÍ ŮRAD KRAJSKÝ ŮRAD	PLÁNÁ U M. L. PLZEŇ
NAZEV STAVBY RODINNÝ DŮM		DATA 5/2013	FORMÁT A3
INVESTOR KRATOCHVIL MIROSLAV		MĚŘÍTKO ČÍSLO ZAKÁZKY	1:100
OBSAH PŘÍLOHY ARCHITEKTONICKÉ POHLEDY		Č. PŘÍLOHY	A-2



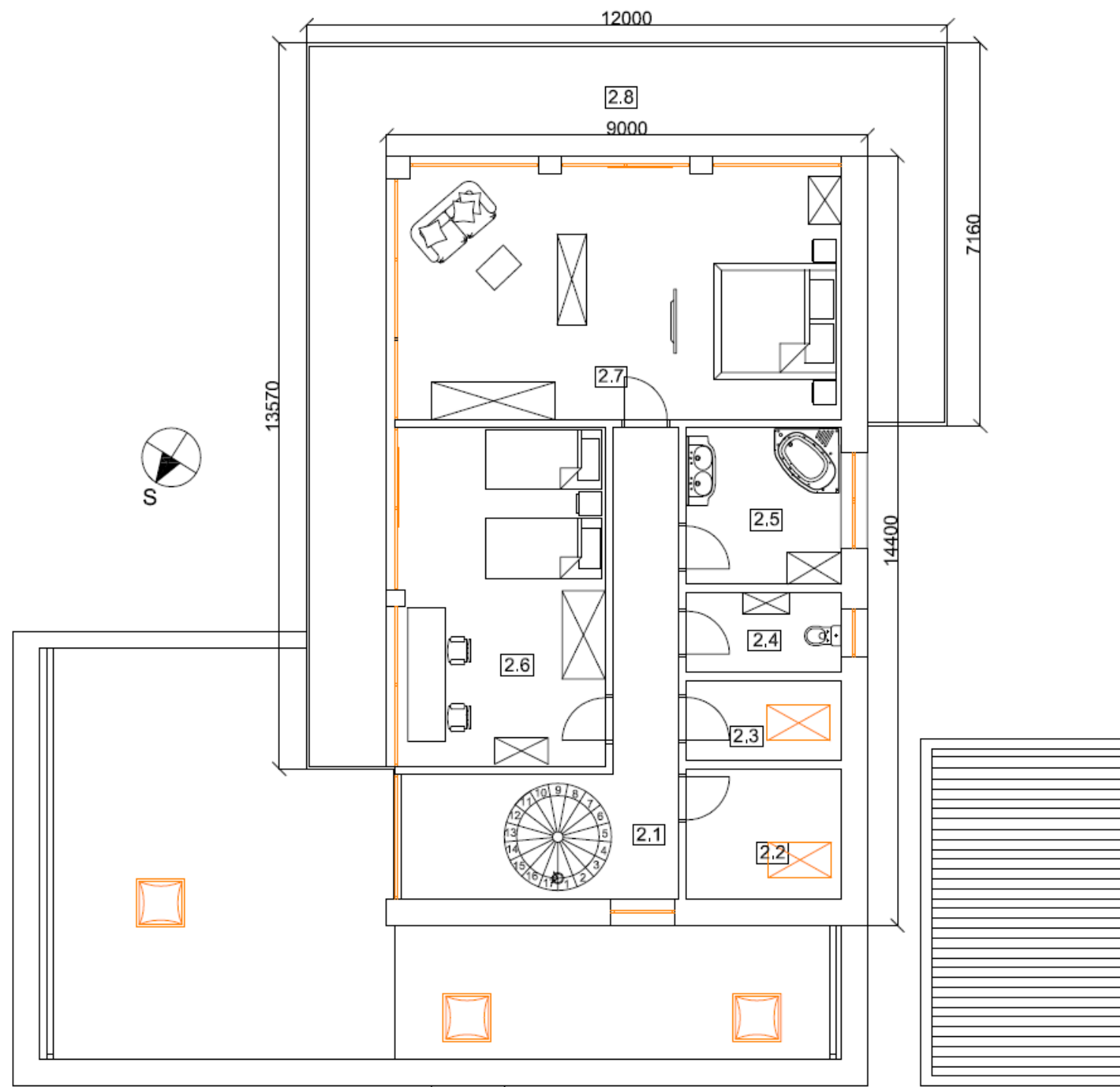
LEGENDA MÍSTNOSTÍ

ČÍSLO	MÍSTNOST	PLOCHA (m ²)
1.1	PŘEDSÍŇ	26,2
1.2	TECHNICKÁ MÍSTNOST	8,9
1.3	WC	5,8
1.4	KUCHYŇ	44,9
1.5	OBÝVACÍ MÍSTNOST	78,3
1.6	TERASA, ZIMNÍ ZAHRADA	45,2
1.7	GARÁŽ	22,0

SCHODIŠTĚ



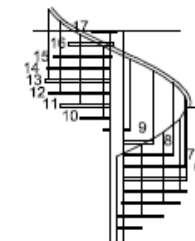
4				PROJEKT ELEKTROINSTALACE	
VYPRACOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV		ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVIL MIROSLAV		AUTORIZOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV	
MÍSTO STAVBY VÝŠKOV (PLANÁ U MAR. LÁZNI)		OBECNÍ GRAD KRAJSKÝ GRAD	PLANÁ U M. L. PLZEŇ		
NÁZEV STAVBY RODINNÝ DŮM		DATUM 5/2013	FORMÁT A3		
INVESTOR KRATOCHVIL MIROSLAV		MĚŘÍTKO 1:100	ČÍSLO ZAKÁZKY SO, PS		
OBSAH PŘÍLOH PŮDORYS – 1. NP		Č. PŘÍLOH A-3			



LEGENDA MÍSTNOSTÍ

ČÍSLO	MÍSTNOST	PLOCHA (m ²)
2.1	CHODBA	20,2
2.2	PRACOVNA	7,0
2.3	PRACOVNA	4,3
2.4	WC	4,3
2.5	KOUPELNA	8,4
2.6	DĚTSKÝ POKOJ	24,6
2.7	LOŽNICE	39,1
2.8	BALKON	50,0

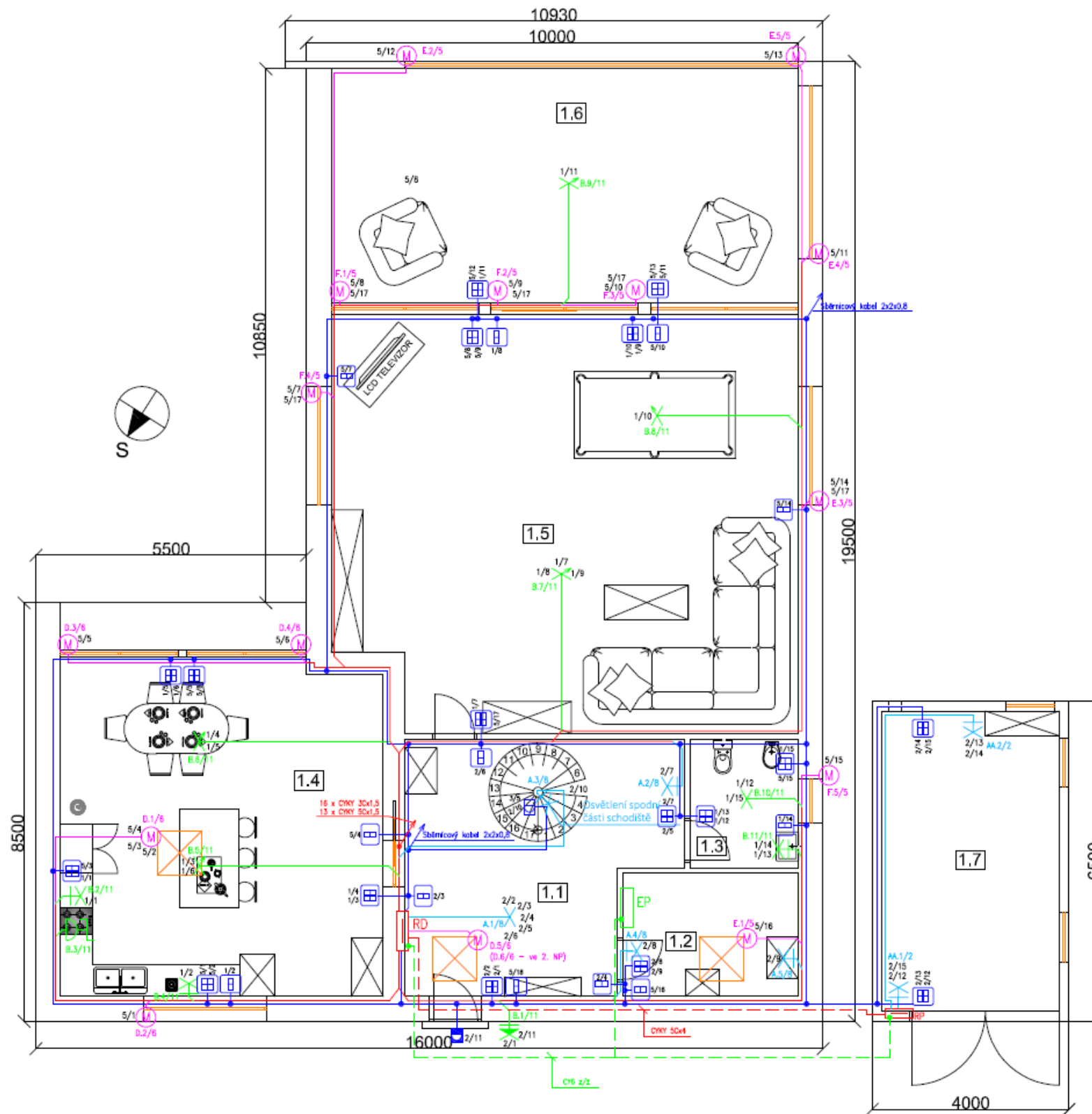
SCHODIŠTĚ



4	PROJEKT ELEKTROINSTALACE		
	VYPRACOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVIL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY	VÝŠKOV (PLANÁ U MAR. LÁZNI)	OBECNÍ ÚŘAD KRAJSKÝ ÚŘAD	PLANÁ U M. L. PLZEŇ
NÁZEV STAVBY	RODINNÝ DŮM	DATUM	5/2013
INVESTOR	KRATOCHVIL MIROSLAV	FORMÁT	A3
OBSAH PŘÍLOH	PŮDORYS - 2. NP	MĚŘÍTKO	1:100
		ČÍSLO ZAKÁZKY	SO, PS
		Č. PŘÍLOH	A-4

LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK:

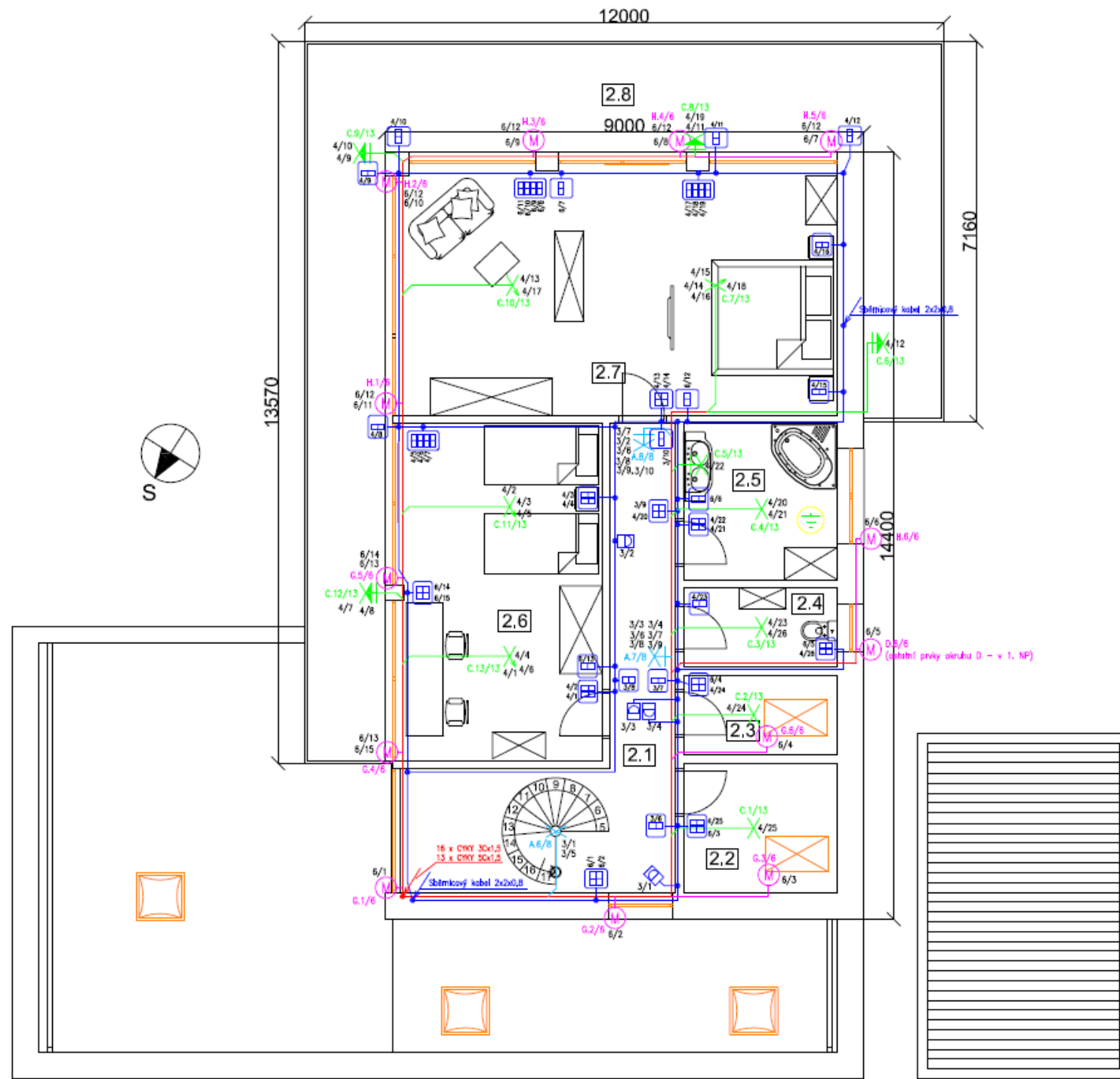
-  ROZVADĚČ DOMOVNÍ (v 1.1)
-  ROZVADĚČ PODRUŽNÝ (v 1.7)
-  EKVIPOTENCIÁLNÍ PŘÍPOJNICE
-  NÁSTĚNNÉ SVÍTIDLO
-  NÁSTĚNNÉ SVÍTIDLO VENKOVNÍ
-  STROPNÍ SVÍTIDLO
-  STROPNÍ SVÍTIDLO S MOŽNOSTÍ STÍMÁNÍ – zapojeno přes stírnávací jednotku a stírnáče
-  SBĚRNICOVÉ TLAČÍTKO – 2 TLAČÍTKOVÉ BODY
-  SBĚRNICOVÉ TLAČÍTKO – 4 TLAČÍTKOVÉ BODY
-  SBĚRNICOVÉ TLAČÍTKO – 8 TLAČÍTKOVÝCH BODŮ
-  DETEKTOR POHYBU/PŘÍTOMNOSTI PIR PRO VENKOVNÍ MONTÁŽ
-  DETEKTOR POHYBU/PŘÍTOMNOSTI PIR
-  ODSAVAČ PAR
-  POHON ROLET
-  SDRUŽENÉ STOUPACÍ VEDENÍ ↗ u světelných okruhů – CYKY 3Cx1,5 mm²
↘ u okruhů pro pohon rolet – CYKY 5Cx1,5 mm²
-  STOUPACÍ VEDENÍ – SBĚRNICE – sběrnicevým kabelem 2x2x0,8 v PVC trubce
-  VEDENÍ PRO SVĚTELNÉ OKRUHY – CYKY 3Cx1,5 mm²
-  VEDENÍ PRO POHON ROLET – CYKY 5Cx1,5 mm²
-  SDRUŽENÉ (SOUBĚŽNĚ) VEDENÍ ↗ u světelných okruhů – CYKY 3Cx1,5 mm²
↘ u okruhů pro pohon rolet – CYKY 5Cx1,5 mm²
-  VEDENÍ Z DOMOVNÍHO ROZVADĚČE (v 1.1) K PODRUŽNĚMU ROZVADĚČI (v 1.7) – CYKY 5Cx4 mm²
-  SBĚRNICOVÉ VEDENÍ – sběrnicevým kabelem 2x2x0,8 v PVC trubce
-  ODBOČENÍ SBĚRNICOVÉHO VEDENÍ (INSTALAČNÍ KRABICE)
-  1/11 SKUPINOVÁ ADRESA ÚČASTNÍKA (vždy shodná pro účastníky spolu komunikující)
-  číslo podskupiny – dle účastníků spolu komunikujících
-  číslo nadřazené skupiny účastníků
-  B.6/10 POPIS JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ DANÉHO SVĚTELNÉHO OKRUHU A OKRUHU PRO POHON ROLET
-  celkový počet prvků v daném okruhu
-  pořadové číslo prvku (n-tý prvek) v daném okruhu
-  označení světelného okruhu a okruhu pro ovládní rolet



Napěťová soustava: 3+PEN, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C
3+PE+N, 50 Hz, AC 400/230 V, TN-C-S

Ochrana před nebezpečným dotykem dle ČSN 33 2000-4-41:
Základní samočinným odpojením od zdroje + doplňková proudovými chrániči
Doplňková ochrana pospojováním.
Prostředí AA5 normální

4	PROJEKT ELEKTROINSTALACE NIKOBUS		
	VYPRACOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVIL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY	OBECNÍ ÚŘAD	PLÁNĀ U M. L.	
VÝŠKOV (PLANĀ U MAR. LÁZNI)	KRAJSKÝ ÚŘAD	PLZEŇ	
NÁZEV STAVBY	RODINNÝ DŮM	DATUM	5/2013
INVESTOR	KRATOCHVIL MIROSLAV	FORMÁT	A3
OBSAH PŘÍLOHY	SO, PS	MĚŘÍTKO	1:100
SVĚTELNÉ OKRUHY, POHONY ROLET – 1. NP	Č. PŘÍLOHY		B-1



LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK:

- NÁSTĚNNÉ SVÍTIDLO
- NÁSTĚNNÉ SVÍTIDLO VENKOVNÍ
- STROPNÍ SVÍTIDLO
- STROPNÍ SVÍTIDLO S MOŽNOSTÍ STÍVÁNÍ – zapojeno přes stívací jednotku a stívač
- SBĚRNICOVÉ TLAČÍTKO – 2 TLAČÍTKOVÉ BODY
- SBĚRNICOVÉ TLAČÍTKO – 4 TLAČÍTKOVÉ BODY
- SBĚRNICOVÉ TLAČÍTKO – 8 TLAČÍTKOVÝCH BODŮ
- DETEKTOR POHYBU/PŘÍTOMNOSTI PIR
- POHON ROLET
- SDRUŽENÉ STOUPACÍ VEDENÍ
 - u světelných okruhů – CYKY 3Cx1,5 mm²
 - u okruhů pro pohon rolet – CYKY 5Cx1,5 mm²
- STOUPACÍ VEDENÍ – SBĚRNICE – sběrnicovým kabelem 2x2x0,8 v PVC trubce
- VEDENÍ PRO SVĚTELNÉ OKRUHY – CYKY 3Cx1,5 mm²
- VEDENÍ PRO POHON ROLET – CYKY 5Cx1,5 mm²
- SDRUŽENÉ (SOUBĚŽNĚ) VEDENÍ
 - u světelných okruhů – CYKY 3Cx1,5 mm²
 - u okruhů pro pohon rolet – CYKY 5Cx1,5 mm²
- SBĚRNICOVÉ VEDENÍ – sběrnicovým kabelem 2x2x0,8 v PVC trubce
 - ODBOČENÍ SBĚRNICOVÉHO VEDENÍ (INSTALAČNÍ KRABICE)
- 1/11 SKUPINOVÁ ADRESA ÚČASTNÍKA (vždy shodná pro účastníky spolu komunikující)
 - číslo podskupiny – dle účastníků spolu komunikujících
 - číslo nadřazené skupiny účastníků
- B.6/10 POPIS JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ DANÉHO SVĚTELNÉHO OKRUHU A OKRUHU PRO POHON ROLET
 - celkový počet prvků v daném okruhu
 - pořadové číslo prvku (n-tý prvek) v daném okruhu
 - označení světelného okruhu a okruhu pro ovládání rolet
- PROVEDENO DOPLŇUJÍCÍ POSPOJOVÁNÍ

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

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

Ochrana před nebezpečným dotykem dle ČSN 33 2000-4-41:

Základní samočinným odpojením od zdroje + doplňková proudovými chrániči

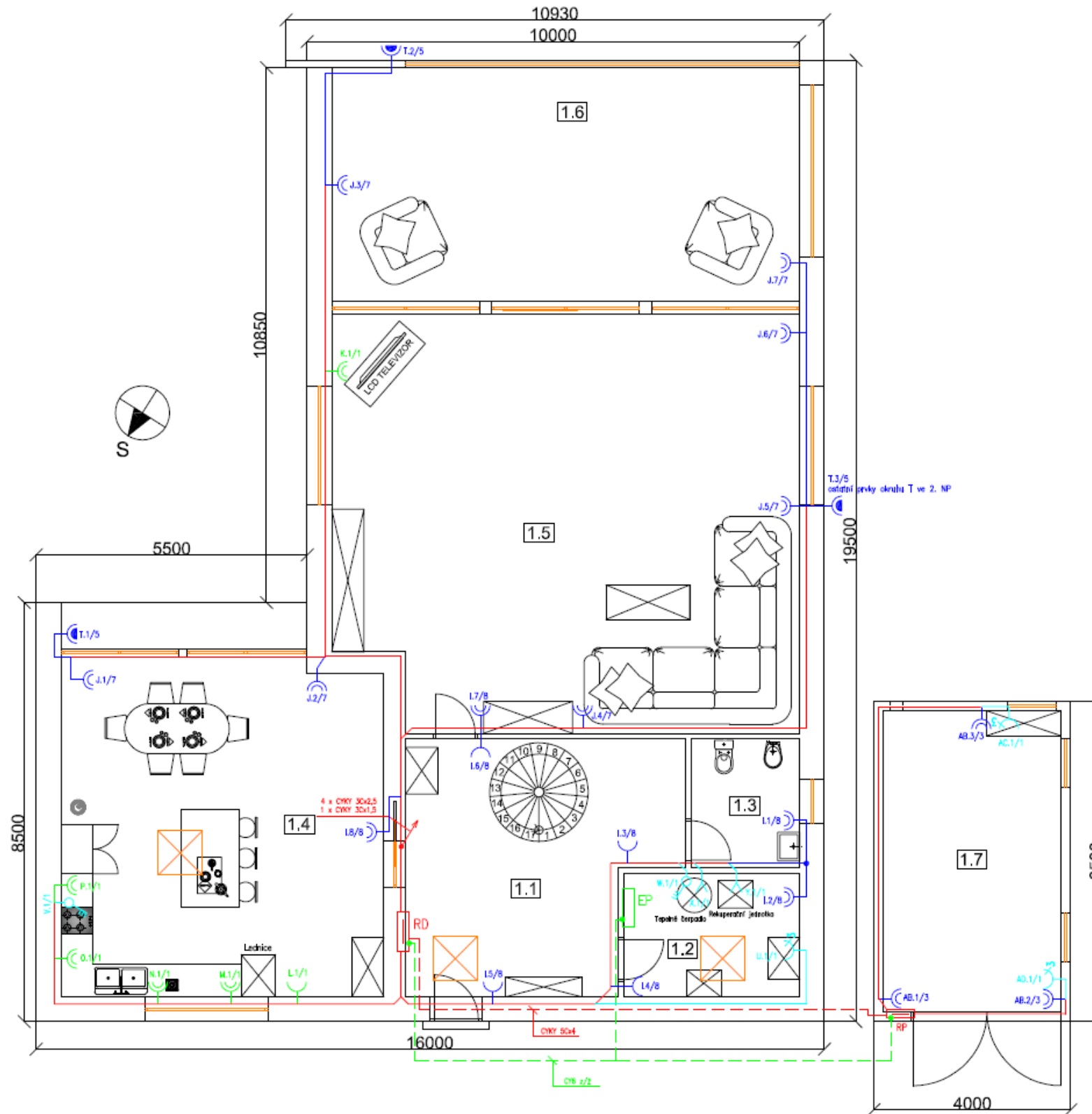
Doplňková ochrana pospojováním.

Prostředí AA5 normální

4	PROJEKT ELEKTROINSTALACE NIKOBUS		
	VYPRACOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVIL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY	OBECNÍ MĚSTO	PLÁNĚ U M. L.	
VÝŠKOV (PLANÁ U MAR. LÁZNI)	KRAJSKÝ MĚSTO	PLZEŇ	
	DATA	5/2013	
NAZEV STAVBY	RODINNÝ DŮM	FORMÁT	A3
		MĚŘITKO	1:100
INVESTOR	KRATOCHVIL MIROSLAV	ČÍSLO ZAKÁZKY	SO, PS
OBSAH PŘÍLOHY	SVĚTELNÉ OKRUHY, POHONY ROLET – 2. NP	Č. PŘÍLOHY	B-2

LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK:

-  **RD** ROZVADĚČ DOMOVNÍ (v 1.1)
-  **RP** ROZVADĚČ PODRUŽNÝ (v 1.7)
-  **EP** EKVIPOTECIÁLNÍ PŘÍPOJNICE
-  ZÁSUVKA JEDNODUCHÁ 16A, 230V
-  ZÁSUVKA DVOJITÁ 16A, 230V
-  ZÁSUVKA DVOJITÁ 16A, 230V DO VLHKA
-  ZÁSUVKA TROJFÁZOVÁ 16A, 400V
-  ZAKONČENÍ VEDENÍ PRO 3F PEVNĚ PŘIPOJENÉ SPOTŘEBIČE – 3F VYPÍNAČ (sporáková kombinace)
-  ZAKONČENÍ VEDENÍ PRO 1F PEVNĚ PŘIPOJENÉ SPOTŘEBIČE
-  STOUPACÍ VEDENÍ
 - u zásuvkových okruhů – CYKY 3Cx2,5 mm²
 - u okruhu pro 1F pevně připojený spotřebič – CYKY 3Cx1,5 mm²
-  ODBOČENÍ VEDENÍ (INSTALAČNÍ KRABICE)
-  VEDENÍ PRO ZÁSUVKOVÉ OKRUHY – CYKY 3Cx2,5 mm²
-  VEDENÍ PRO 3F ZÁSUVKOVÉ OBVODY A 3F PEVNĚ PŘIPOJENÉ SPOTŘEBIČE – CYKY 5Cx2,5 mm²
-  VEDENÍ PRO 1F PEVNĚ PŘIPOJENÉ SPOTŘEBIČE – CYKY 3Cx1,5 mm²
-  SDRUŽENÉ VEDENÍ – CYKY 3Cx2,5 mm², CYKY 3Cx1,5 mm², CYKY 5Cx2,5 mm²
-  VEDENÍ Z DOMOVNÍHO ROZVADĚČE (v 1.1) K PODRUŽNÉMU ROZVADĚČI (v 1.7) – CYKY 5Cx4 mm²
-  **J.3/7** POPIS JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ DANÉHO OKRUHU
 - celkový počet prvků v daném okruhu
 - pořadové číslo prvku (n-lý prvek) v daném okruhu
 - označení okruhu



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

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

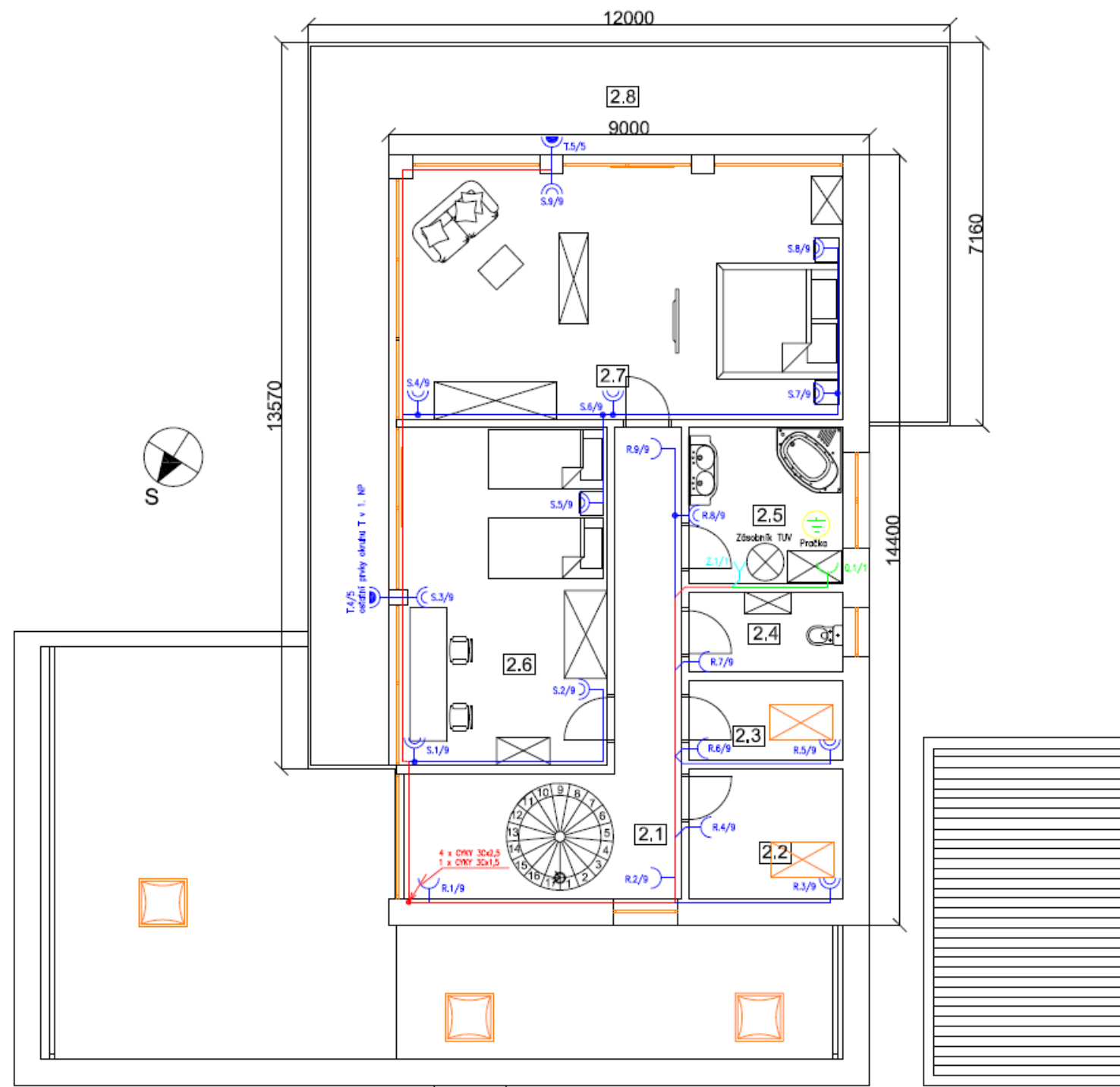
Ochrana před nebezpečným dotykem dle ČSN 33 2000-4-41:

Základní samočinným odpojením od zdroje + doplňková proudovými chrániči

Doplňková ochrana pospojováním.

Prostředí AA5 normální

4	PROJEKT ELEKTROINSTALACE NIKOBUS		
	VYPRACOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVIL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY	OBCNÍ ÚŘAD	PLÁNĀ U M. L.	
VÝŠKOV (PLANĀ U MAR. LÁZNI)	KRAJSKÝ ÚŘAD	PLZEŇ	
NĀZEV STAVBY	RODINNÝ DŮM	DATUM	5/2013
INVESTOR	KRATOCHVIL MIROSLAV	FORMĀT	A3
OBSAH PŘILOHY	ZÁSUVKOVÉ OKRUHY, PEVNĚ PŘIPOJENÉ SPOTŘEBIČE – 1. NP	MĚŘITKO	1:100
		ČÍSLO ZAKÁZKY	
		SO, PS	
		Č. PŘILOHY	B-3

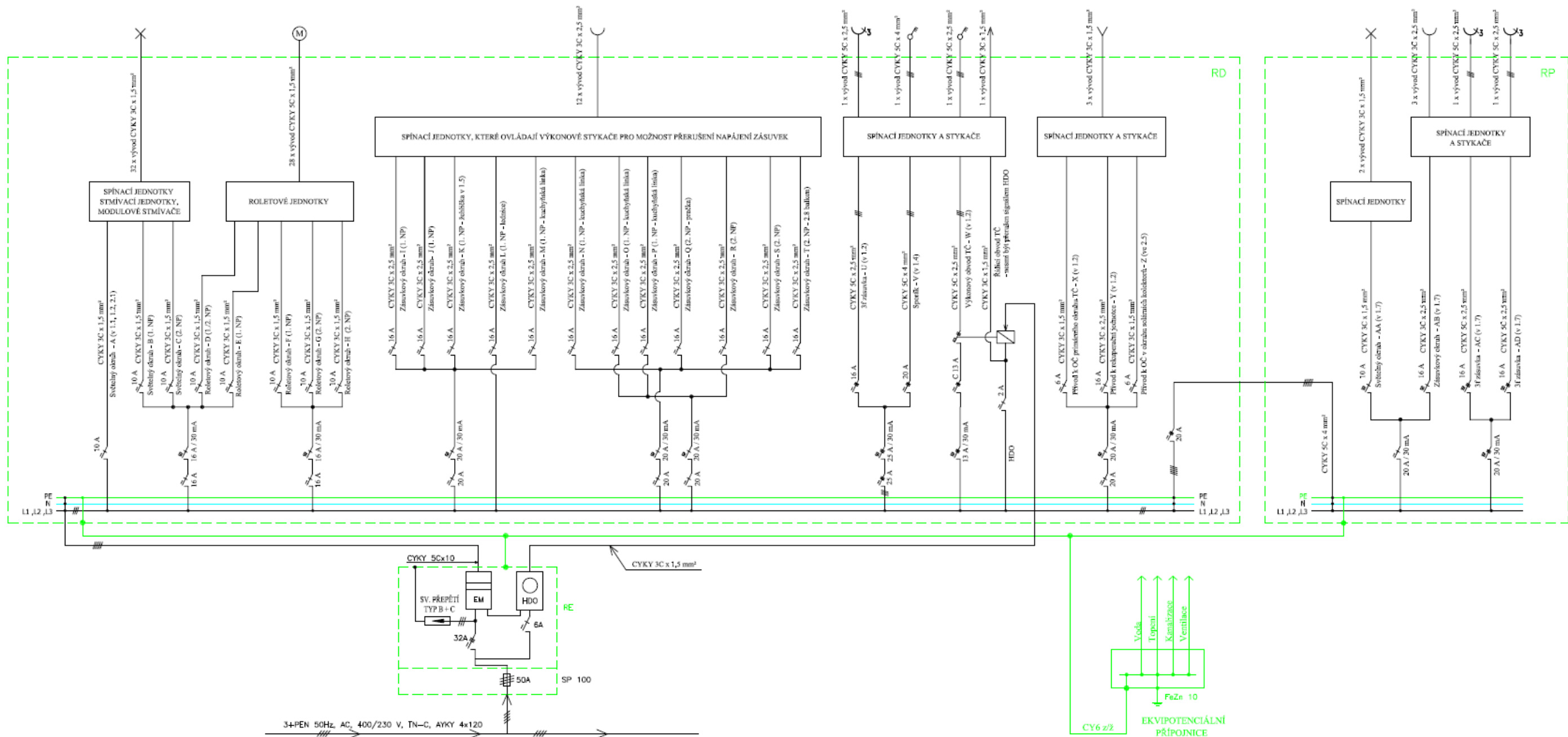


LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK:

-  ZÁSUVKA JEDNODUCHÁ 16A, 230V
-  ZÁSUVKA DVOJITÁ 16A, 230V
-  ZÁSUVKA DVOJITÁ 16A, 230V DO VLHKA
-  ZAKONČENÍ VEDENÍ PRO 1F PEVNĚ PŘIPOJENÉ SPOTŘEBIČE
-  STOUPACÍ VEDENÍ
 -  u zásuvkových okruhů – CYKY 3Cx2,5 mm²
 -  u okruhu pro 1F pevně připojený spotřebič – CYKY 3Cx1,5 mm²
-  ODBOČENÍ VEDENÍ (INSTALAČNÍ KRABICE)
-  VEDENÍ PRO ZÁSUVKOVÉ OKRUHY – CYKY 3Cx2,5 mm²
-  VEDENÍ PRO 1F PEVNĚ PŘIPOJENÝ SPOTŘEBIČ – CYKY 3Cx1,5 mm²
-  SDRUŽENÉ VEDENÍ – CYKY 3Cx2,5 mm², CYKY 3Cx1,5 mm²
-  J.3/7 POPIS JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ DANÉHO OKRUHU
 -  celkový počet prvků v daném okruhu
 -  pořadové číslo prvku (n-tý prvek) v daném okruhu
 -  označení okruhu
-  PROVEDENO DOPLŇUJÍCÍ POSPOJOVÁNÍ

Napěťová soustava: 3+PEN, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C
 3+PE+N, 50 Hz, AC 400/230 V, TN-C-S
 Ochrana před nebezpečným dotykem dle ČSN 33 2000-4-41:
 Základní samočinným odpojením od zdroje + doplňková proudovými chrániči
 Doplňková ochrana pospojováním.
 Prostředí AA5 normální

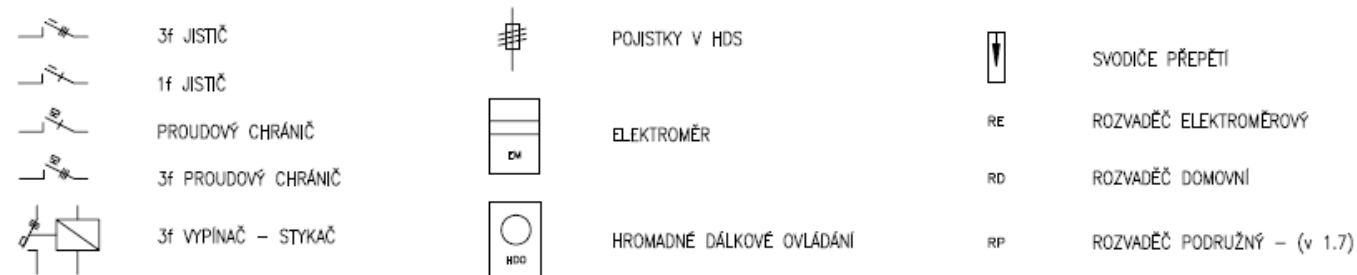
4	PROJEKT ELEKTROINSTALACE NIKOBUS		
	VYPRACOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVIL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY	OBECNÍ ÚŘAD	PLÁNÁ U M. L.	
VÝŠKOV (PLÁNÁ U MAR. LÁZNI)	KRAJSKÝ ÚŘAD	PLZEŇ	
NAZEV STAVBY	RODINNÝ DŮM	DATUM	5/2013
INVESTOR	KRATOCHVIL MIROSLAV	FORMÁT	A3
OBSAH PŘÍLOH	ZÁSUVKOVÉ OKRUHY, PEVNĚ PŘIPOJENÉ SPOTŘEBIČE – 2. NP	MĚŘÍTKO	1:100
		ČÍSLO ZAKÁZKY	
		SO, PS	
		Č. PŘÍLOHY	B-4



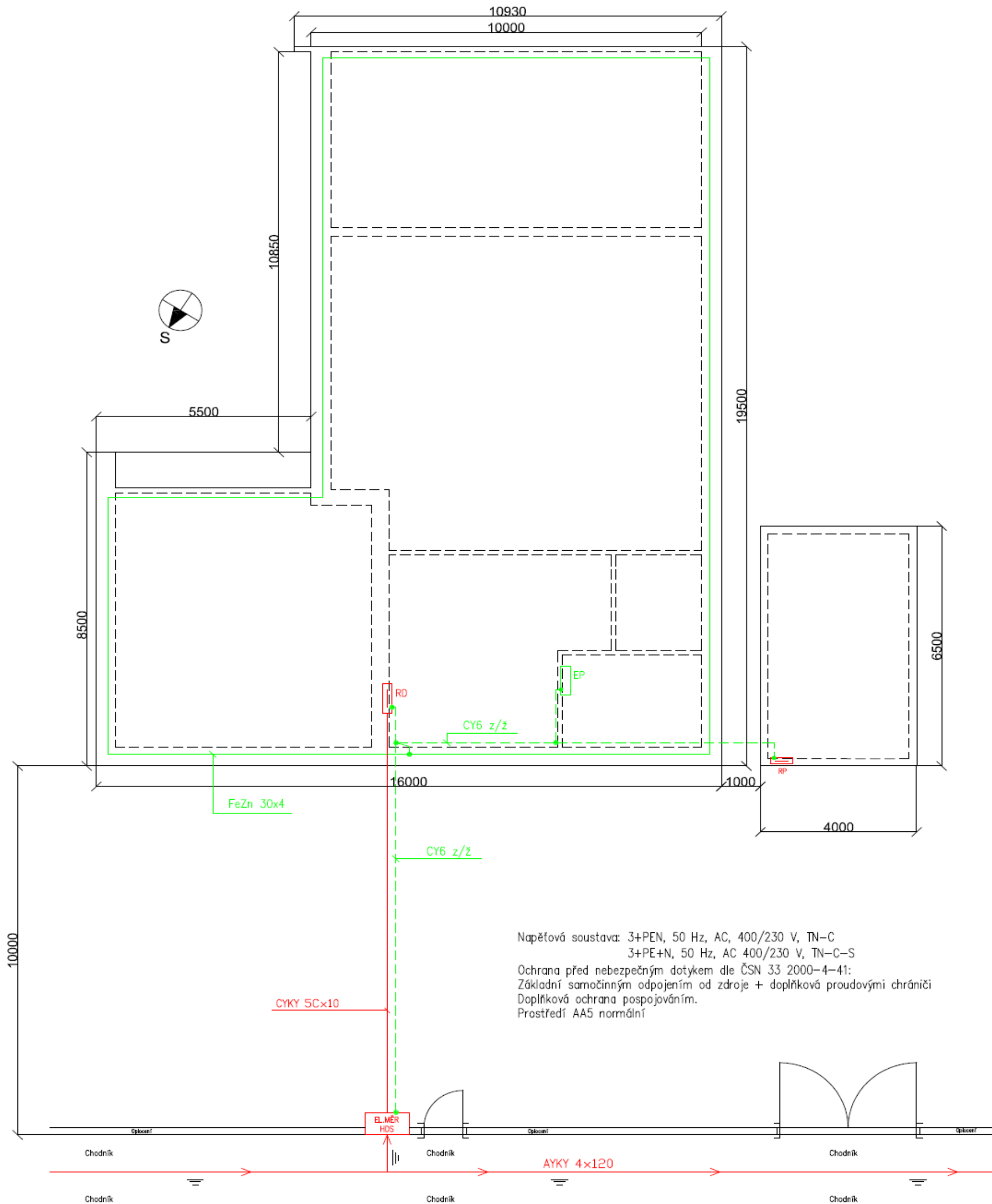
Napěťová soustava: 3+PEN, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C
 3+PE+N, 50 Hz, AC 400/230 V, TN-C-S

Ochrana před nebezpečným dotykem dle ČSN 33 2000-4-41:
 Základní samočinným odpojením od zdroje + doplňková proudovými chrániči
 Doplňková ochrana pospojováním.
 Prostředí AA5 normální

LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK:



4	PROJEKT ELEKTROINSTALACE NIKOBUS		
	VYPRACOVAL KRATOCHVÍL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVÍL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVÍL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY	OBECNÍ ÚŘAD	PLÁNĀ U M. L.	
VÝŠKOV (PLANĀ U MAR. LÁZNI)	KRAJSKÝ ÚŘAD	PLZEŇ	
	DATUM	5/2013	
	FORMÁT	A3	
NÁZEV STAVBY	RODINNÝ DŮM		MĚŘÍTKO
INVESTOR	KRATOCHVÍL MIROSLAV		ČÍSLO ZAKÁZKY
	SO, PS		
OBSAH PŘÍLOHY	SCHĚMA DOMOVNÍHO ROZVADĚČE		Č. PŘÍLOHY B-5



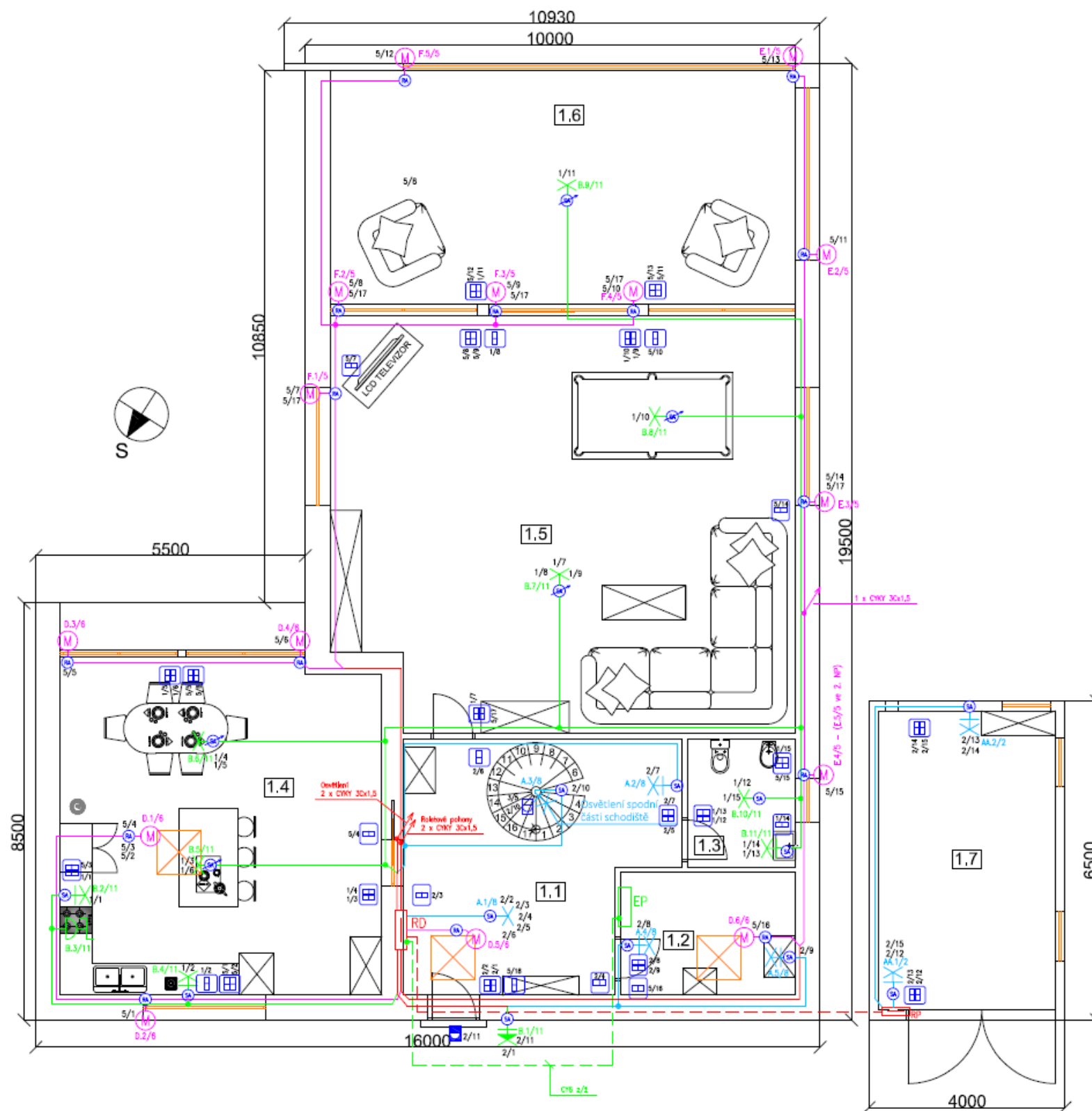
LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK:

- KABELOVÉ VEDENÍ V ZEMI
- SMĚR TOKU ENERGIE
- SKŘÍŇ S HDS A ELEKTRO-MĚROVÝM ROZVADEČEM
- ROZVADEČ DOMOVNÍ
- ROZVADEČ PODRUŽNÝ
- EKVIPOTENCIÁLNÍ PŘIPOJNICE
- HLAVNÍ POSPOJENÍ – CY6 z/z
- UZEMNĚNÍ – základový zemnič – pásek FeZn 30x4

4	PROJEKT ELEKTROINSTALACE NIKOBUS		
	VYPRACOVAL KRATOCHVÍL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVÍL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVÍL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY VÝŠKOV (PLANÁ U MAR. LÁZNI)		OBECNÍ ÚŘAD KRAJSKÝ ÚŘAD	PLÁN U M. L. PLZEŇ
NÁZEV STAVBY RODINNÝ DŮM		DATUM 5/2013	FORMÁT A3
INVESTOR KRATOCHVÍL MIROSLAV		MĚŘÍTKO 1:100	ČÍSLO ZAKÁZKY
OBSAH PŘÍLOHY SITUAČNÍ PLÁN – PŘÍPOJKA		SO, PS	Č. PŘÍLOHY B-6

LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK:

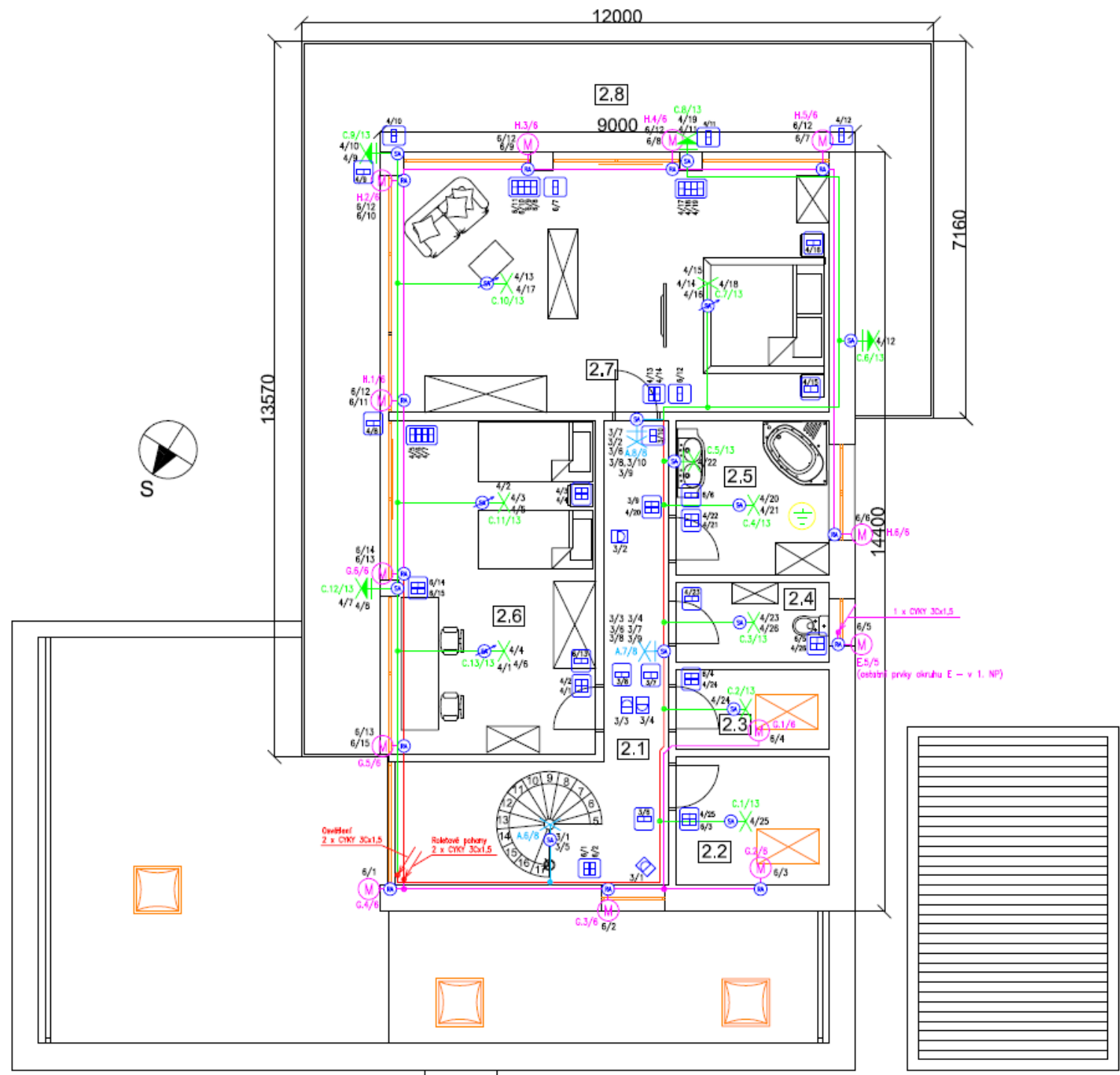
-  **RD** ROZVADĚČ DOMOVNÍ
-  NÁSTĚNNÉ SVÍTIDLO
-  NÁSTĚNNÉ SVÍTIDLO VENKOVNÍ
-  STROPNÍ SVÍTIDLO
-  RADIOFREKVENČNÍ TLAČÍTKO – 2 TLAČÍTKOVÉ BODY
-  RADIOFREKVENČNÍ TLAČÍTKO – 4 TLAČÍTKOVÉ BODY
-  RADIOFREKVENČNÍ TLAČÍTKO – 8 TLAČÍTKOVÝCH BODŮ
-  DETEKTOR POHYBU/PŘÍTOMNOSTI PIR PRO VENKOVNÍ MONTÁŽ
-  DETEKTOR POHYBU/PŘÍTOMNOSTI PIR
-  SPÍNACÍ AKTOR
-  SPÍNACÍ A STÍMÁVACÍ AKTOR
-  ROLETOVÝ AKTOR
-  ODSAVAČ PAR
-  POHON ROLET
-  SDRUŽENÉ STOUPACÍ VEDENÍ PRO OSVĚTLENÍ A POHON ROLET – CYKY 3Cx1,5 mm²
-  STOUPACÍ VEDENÍ PRO POHON ROLET – CYKY 3Cx1,5 mm²
-  ODBOČENÍ VEDENÍ (INSTALAČNÍ KRABICE)
-  VEDENÍ PRO SVĚTELNÉ OKRUHY – CYKY 3Cx1,5 mm²
-  VEDENÍ PRO POHON ROLET – CYKY 3Cx1,5 mm², od aktoru k motoru CYKY 5Cx1,5 mm²
-  SDRUŽENÉ (SOUBĚŽNĚ) VEDENÍ PRO OSVĚTLENÍ A POHON ROLET – CYKY 3Cx1,5 mm²
-  VEDENÍ Z DOMOVNÍHO ROZVADĚČE (v 1.1) K PODRUŽNĚMU ROZVADĚČI (v 1.7) – CYKY 5Cx4 mm²
-  1/11 SKUPINOVÁ ADRESA ÚČASTNÍKA (vždy shodná pro účastníky spolu komunikující)
-  číslo podskupiny – dle účastníků spolu komunikujících
-  číslo nadřazené skupiny účastníků
-  B.6/10 POPIS JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ DANÉHO SVĚTELNÉHO OKRUHU A OKRUHU PRO POHON ROLET
-  celkový počet prvků v daném okruhu
-  pořadové číslo prvku (n-tý prvek) v daném okruhu
-  označení světelného okruhu a okruhu pro ovládání rolet
-  EP EKVIPOTENCIÁLNÍ PŘÍPOJNICE



Napěťová soustava: 3+PEN, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C
3+PE+N, 50 Hz, AC 400/230 V, TN-C-S

Ochrana před nebezpečným dotykem dle ČSN 33 2000-4-41:
Základní samočinným odpojením od zdroje + doplňková proudovými chrániči
Doplňková ochrana pospojováním.
Prostředí AA5 normální

4	PROJEKT ELEKTROINSTALACE XCOMFORT		
	VYPRACOVAL KRATOCHVÍL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVÍL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVÍL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY	OBECNÍ ÚŘAD	PLÁNÁ U M. L.	
VÝŠKOV (PLANÁ U MAR. LÁZNI)	KRAJSKÝ ÚŘAD	PLZEŇ	
NAZEV STAVBY	RODINNÝ DŮM	FORMÁT	A3
INVESTOR	KRATOCHVÍL MIROSLAV	MĚŘITKO	1:100
OBSAH PŘÍLOHY	Č. PŘÍLOHY		
SVĚTELNÉ OKRUHY, POHONY ROLET – 1. NP	C-1		



LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK:

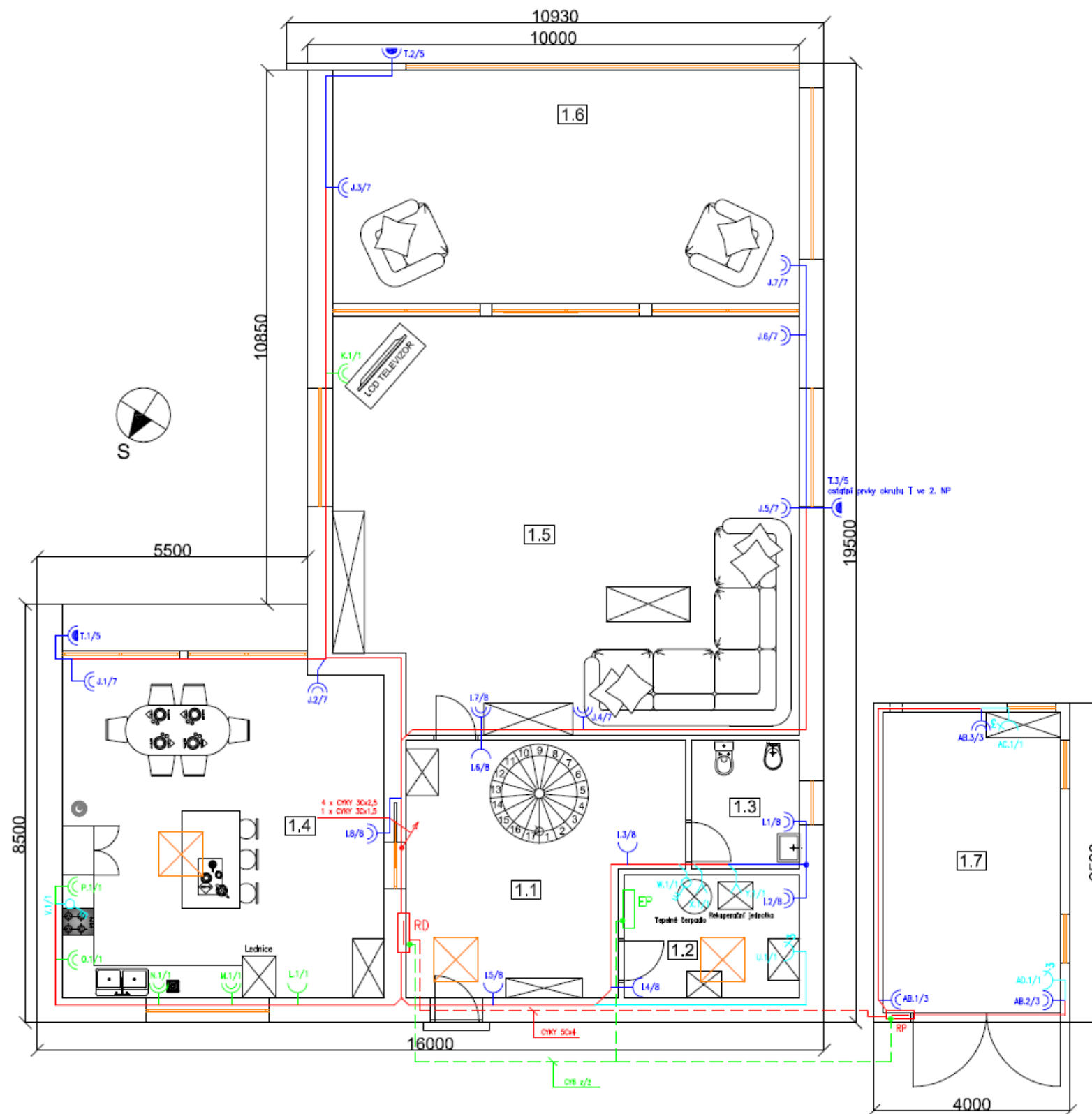
- NÁSTĚNNÉ SVÍTIDLO
 - NÁSTĚNNÉ SVÍTIDLO VENKOVNÍ
 - STROPNÍ SVÍTIDLO
 - RADIOFREKVENČNÍ TLAČÍTKO – 2 TLAČÍTKOVÉ BODY
 - RADIOFREKVENČNÍ TLAČÍTKO – 4 TLAČÍTKOVÉ BODY
 - RADIOFREKVENČNÍ TLAČÍTKO – 8 TLAČÍTKOVÝCH BODŮ
 - DETEKTOR POHYBU/PŘÍTOMNOSTI PIR
 - SPÍNACÍ AKTOR
 - SPÍNACÍ A STÍMŤVACÍ AKTOR
 - ROLETOVÝ AKTOR
 - POHON ROLET
 - SDRUŽENÉ STOUPACÍ VEDENÍ PRO OSVĚTLENÍ A POHON ROLET – CYKY 3Cx1,5 mm²
 - STOUPACÍ VEDENÍ PRO POHON ROLET – CYKY 3Cx1,5 mm²
 - VEDENÍ PRO SVĚTELNÉ OKRUHY – CYKY 3Cx1,5 mm²
 - VEDENÍ PRO POHON ROLET – CYKY 3Cx1,5 mm², od aktoru k motoru CYKY 5Cx1,5 mm²
 - SDRUŽENÉ (SOUBĚŽNÉ) VEDENÍ PRO OSVĚTLENÍ A POHON ROLET – CYKY 3Cx1,5 mm²
- 1/11 SKUPINOVÁ ADRESA ÚČASTNÍKA (vždy shodná pro účastníky spolu komunikující)
- číslo podskupiny – dle účastníků spolu komunikujících
 - číslo nadřazené skupiny účastníků
- B.6/10 POPIS JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ DANÉHO SVĚTELNÉHO OKRUHU A OKRUHU PRO POHON ROLET
- celkový počet prvků v daném okruhu
 - pořadové číslo prvku (n-tý prvek) v daném okruhu
 - označení světelného okruhu a okruhu pro ovládání rolet
- PROVEDENO DOPLŇJÍCÍ POSPOJOVÁNÍ

Napěťová soustava: 3+PEN, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C
 3+PE+N, 50 Hz, AC 400/230 V, TN-C-S
 Ochrana před nebezpečným dotykem dle ČSN 33 2000-4-41:
 Základní samočinným odpojením od zdroje + doplňková proudovými chrániči
 Doplňková ochrana pospojováním.
 Prostředí AA5 normální

4	PROJEKT ELEKTROINSTALACE XCOMFORT		
	VYPRACOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVIL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY	OBECNÍ ÚŘAD	PLÁNÁ U M. L.	PLZEŇ
VÝŠKOV (PLANÁ U MAR. LÁZNI)	KRAJSKÝ ÚŘAD	5/2013	DATUM
NAZEV STAVBY	RODINNÝ DŮM	MĚŘÍTKO	1:100
INVESTOR	KRATOCHVIL MIROSLAV	SO, PS	ČÍSLO ZAKÁZKY
OBSAH PŘÍLOHY	SVĚTELNÉ OKRUHY, POHONY ROLET – 2. NP	Č. PŘÍLOHY	C-2

LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK:

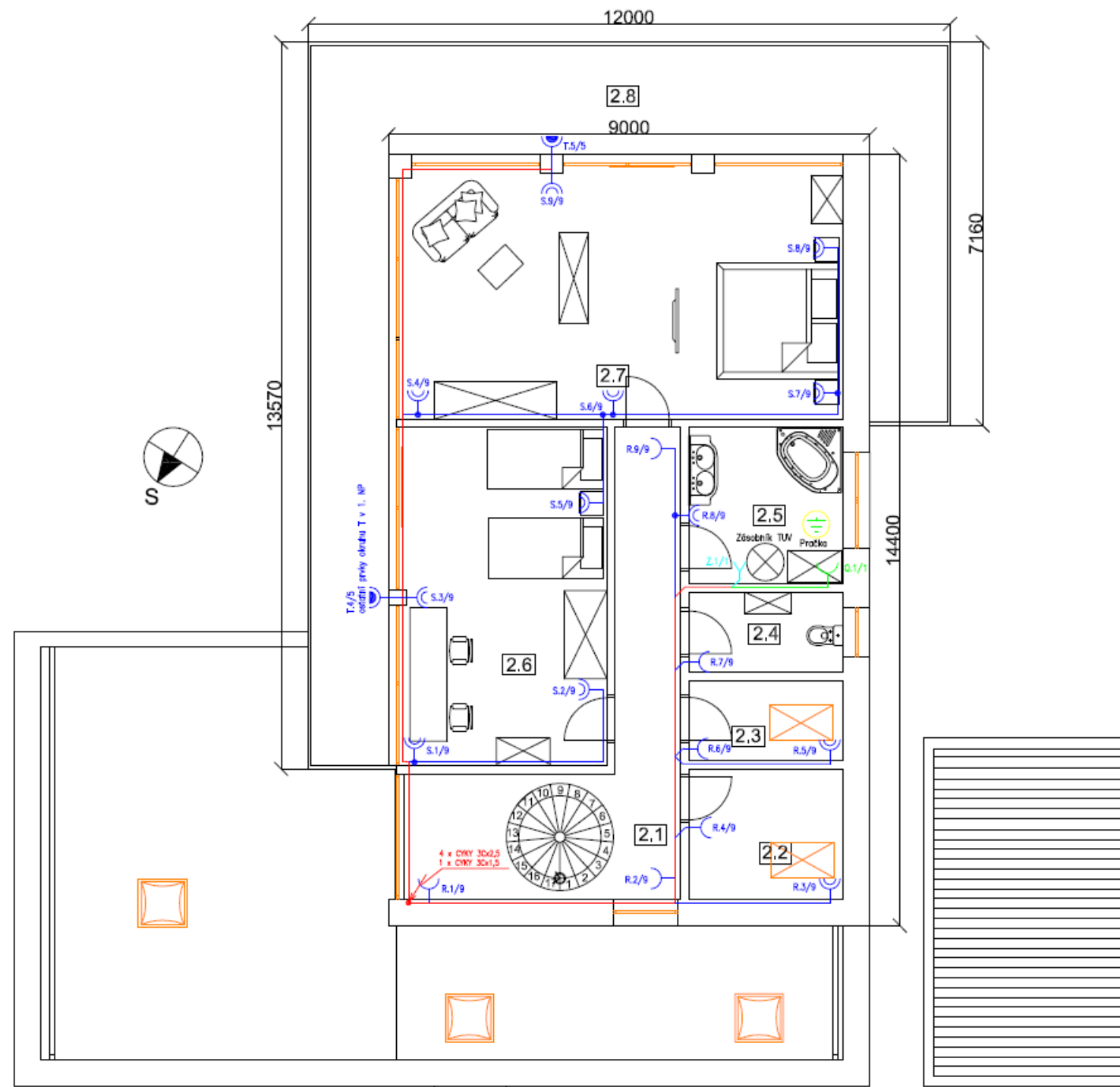
-  RD ROZVADĚČ DOMOVNÍ (v 1.1)
-  RP ROZVADĚČ PODRUŽNÝ (v 1.7)
-  EP EKVIPOTENCIÁLNÍ PŘÍPOJNICE
-  ZÁSUVKA JEDNODUCHÁ 16A, 230V
-  ZÁSUVKA DVOJITÁ 16A, 230V
-  ZÁSUVKA DVOJITÁ 16A, 230V DO VLHKA
-  ZÁSUVKA TROJFÁZOVÁ 16A, 400V
-  ZAKONČENÍ VEDENÍ PRO 3F PEVNĚ PŘÍPOJENÉ SPOTŘEBIČE – 3F VYPÍNAČ (sporáková kombinace)
-  ZAKONČENÍ VEDENÍ PRO 1F PEVNĚ PŘÍPOJENÉ SPOTŘEBIČE
-  STOUPACÍ VEDENÍ
 - u zásuvkových okruhů – CYKY 3Cx2,5 mm²
 - u okruhu pro 1F pevně připojený spotřebič – CYKY 3Cx1,5 mm²
-  ODBOČENÍ VEDENÍ (INSTALAČNÍ KRABICE)
-  VEDENÍ PRO ZÁSUVKOVÉ OKRUHY – CYKY 3Cx2,5 mm²
-  VEDENÍ PRO 3F ZÁSUVKOVÉ OBVODY A 3F PEVNĚ PŘÍPOJENÉ SPOTŘEBIČE – CYKY 5Cx2,5 mm²
-  VEDENÍ PRO 1F PEVNĚ PŘÍPOJENÉ SPOTŘEBIČE – CYKY 3Cx1,5 mm²
-  SDRUŽENÉ VEDENÍ – CYKY 3Cx2,5 mm², CYKY 3Cx1,5 mm², CYKY 5Cx2,5 mm²
-  VEDENÍ Z DOMOVNÍHO ROZVADĚČE (v 1.1) K PODRUŽNÉMU ROZVADĚČI (v 1.7) – CYKY 5Cx4 mm²
-  J.3/7 POPIS JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ DANÉHO OKRUHU
 - celkový počet prvků v daném okruhu
 - pořadové číslo prvku (n-tý prvek) v daném okruhu
 - označení okruhu



Napěťová soustava: 3+PEN, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C
3+PE+N, 50 Hz, AC 400/230 V, TN-C-S

Ochrana před nebezpečným dotykem dle ČSN 33 2000-4-41:
Základní samočinným odpojením od zdroje + doplňková proudovými chrániči
Doplňková ochrana pospojováním.
Prostředí AA5 normální

4	PROJEKT ELEKTROINSTALACE XCOMFORT		
	VYPRACOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVIL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY	OBECNÍ ÚŘAD	PLÁNĚ U M. L.	
VÝŠKOV (PLANÁ U MAR. LÁZNI)	KRAJSKÝ ÚŘAD	PLZEŇ	
	DATAUM	5/2013	
NAZEV STAVBY	RODINNÝ DŮM	FORMÁT	A3
	MĚŘÍTKO	1:100	
INVESTOR	KRATOCHVIL MIROSLAV	ČÍSLO ZAKÁZKY	
	SO, PS		
OBSAH PŘÍLOHY	ZÁSUVKOVÉ OKRUHY, PEVNĚ PŘÍPOJENÉ SPOTŘEBIČE – 1. NP	Č. PŘÍLOHY	C-3

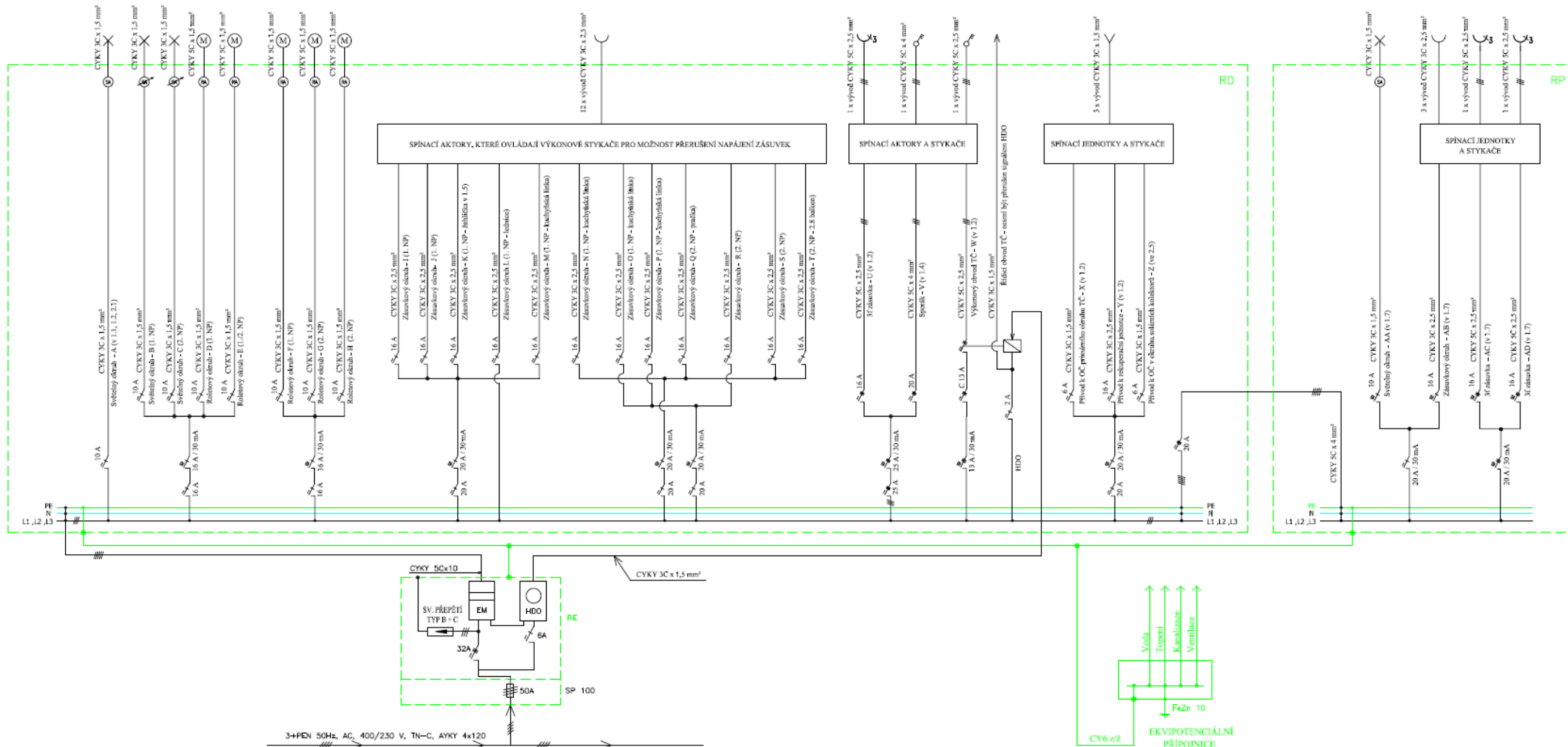


LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK:

- ZÁSUVKA JEDNODUCHÁ 16A, 230V
- ZÁSUVKA DVOJITÁ 16A, 230V
- ZÁSUVKA DVOJITÁ 16A, 230V DO VLHKA
- ZAKONČENÍ VEDENÍ PRO 1F PEVNĚ PŘIPOJENÉ SPOTŘEBIČE
- STOUPACÍ VEDENÍ
 - u zásuvkových okruhů – CYKY 3Cx2,5 mm²
 - u okruhu pro 1F pevně připojený spotřebič – CYKY 3Cx1,5 mm²
- ODBOČENÍ VEDENÍ (INSTALAČNÍ KRABICE)
- VEDENÍ PRO ZÁSUVKOVÉ OKRUHY – CYKY 3Cx2,5 mm²
- VEDENÍ PRO 1F PEVNĚ PŘIPOJENÝ SPOTŘEBIČ – CYKY 3Cx1,5 mm²
- SDRUŽENÉ VEDENÍ – CYKY 3Cx2,5 mm², CYKY 3Cx1,5 mm²
- POPIS JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ DANÉHO OKRUHU
 - celkový počet prvků v daném okruhu
 - pořadové číslo prvku (n-tý prvek) v daném okruhu
 - označení okruhu
- PROVEDENO DOPLŇUJÍCÍ POSPOJOVÁNÍ

Napěťová soustava: 3+PEN, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C
 3+PE+N, 50 Hz, AC 400/230 V, TN-C-S
 Ochrana před nebezpečným dotykem dle ČSN 33 2000-4-41:
 Základní samočinným odpojením od zdroje + doplňková proudovými chrániči
 Doplňková ochrana pospojováním.
 Prostředí AA5 normální

4	PROJEKT ELEKTROINSTALACE XCOMFORT		
	VYPRACOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVIL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY	VÝŠKOV (PLANÁ U MAR. LÁZNI)	OBECNÍ ÚŘAD KRAJSKÝ ÚŘAD	PLÁNÁ U M. L. PLZEŇ
NAZEV STAVBY	RODINNÝ DŮM	DATUM	5/2013
INVESTOR	KRATOCHVIL MIROSLAV	FORMÁT	A3
OBSAH PŘÍLOHY	ZÁSUVKOVÉ OKRUHY, PEVNĚ PŘIPOJENÉ SPOTŘEBIČE – 2. NP	MĚŘÍTKO	1:100
		ČÍSLO ZAKÁZKY	SO, PS
		Č. PŘÍLOHY	C-4



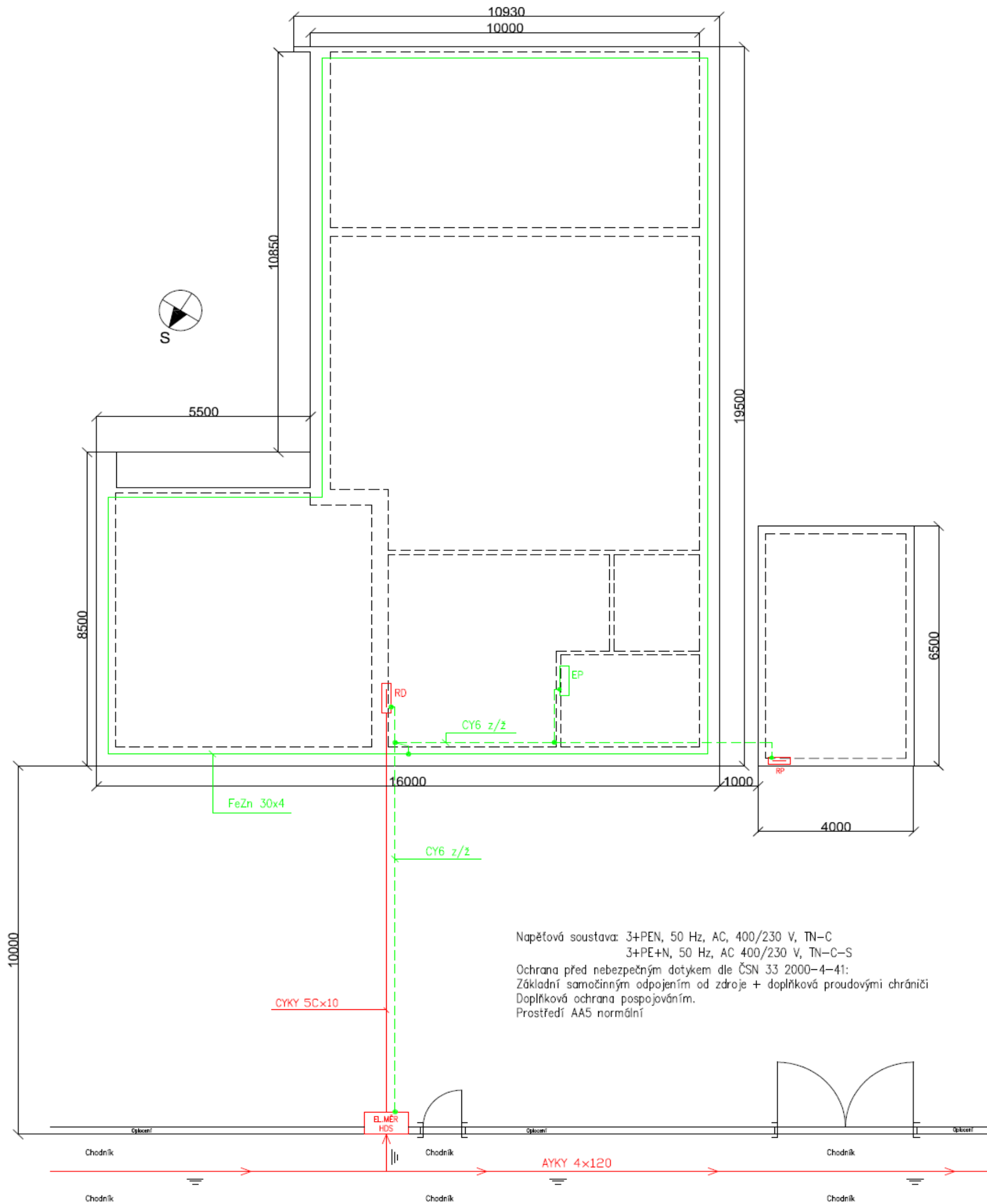
Napěťová soustava: 3+PEN, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C
 3+PE+N, 50 Hz, AC 400/230 V, TN-C-S

Ochrana před nebezpečným dotykem dle ČSN 33 2000-4-41:
 Základní samočinným odpojením od zdroje + doplňková proudovými chrániči
 Doplňková ochrana pospojování.
 Prostředí AA5 normální

LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK:

	3f JISTIČ		POJISTKY V HDS		SVODIČE PŘEPĚTÍ	TČ	TEPELNÉ ČERPADLO
	1f JISTIČ		ELEKTROMĚR	RE	ROZVADĚČ ELEKTROMĚROVÝ	OČ	OBĚHOVÉ ČERPADLO
	PROUDOVÝ CHRÁNIČ		EM	RD	ROZVADĚČ DOMOVNÍ		
	3f PROUDOVÝ CHRÁNIČ		HDO	RP	ROZVADĚČ PODRUŽNÝ - (v 1.7)		
	3f VYPÍNAČ - STYKAČ						

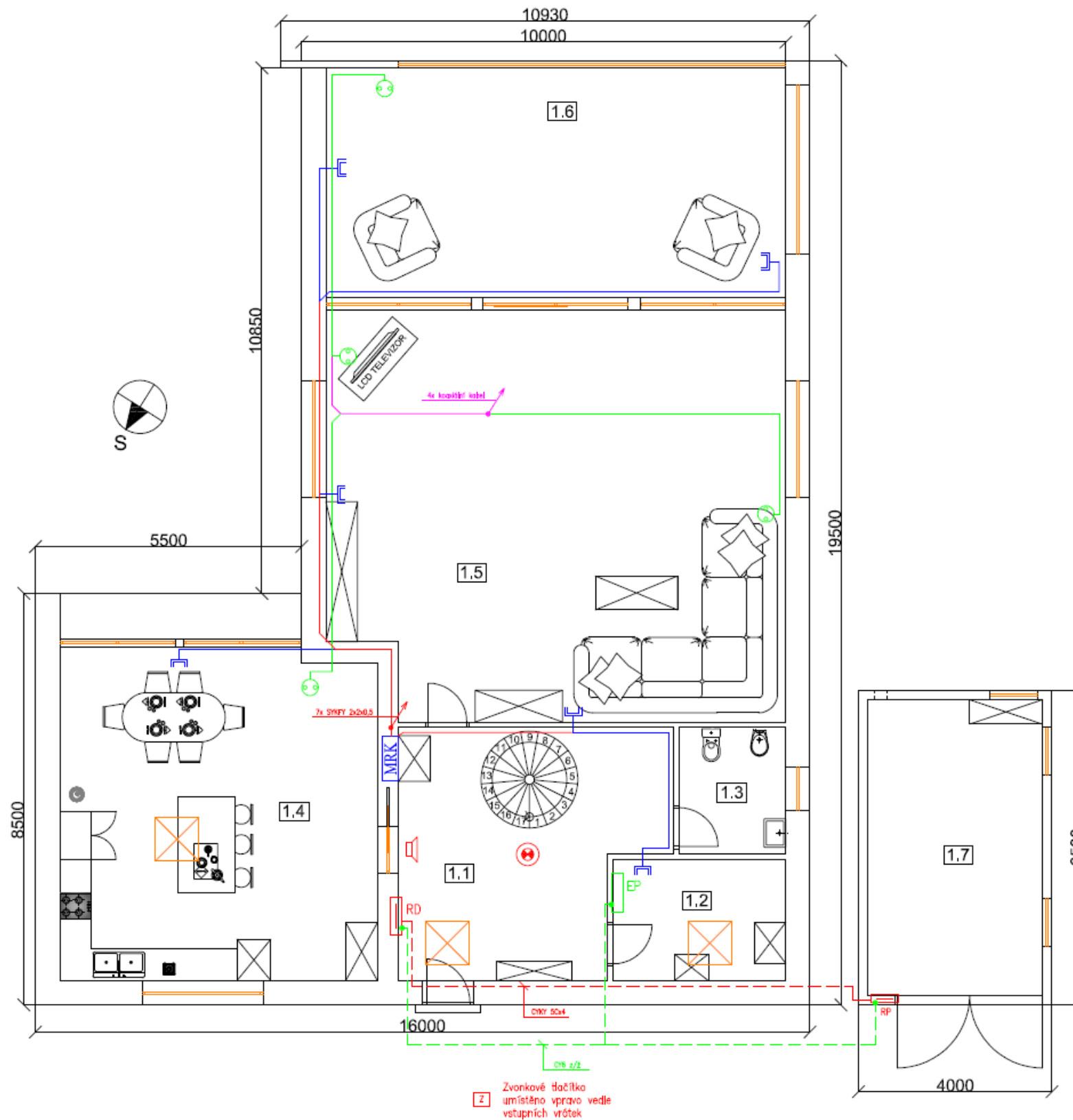
4	PROJEKT ELEKTROINSTALACE XCOMFORT		
	VYPRACOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVIL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVIL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY	OBECNÍ ÚŘAD	PLÁNÁ U M. L.	
VÝŠKOV (PLANÁ U MAR. LÁZNI)	KRAJSKÝ ÚŘAD	PLZEŇ	
	DATUM	5/2013	
NÁZEV STAVBY	RODINNÝ DŮM	MĚŘITKO	A3
INVESTOR	KRATOCHVIL MIROSLAV	ČÍSLO ZAKÁZKY	
	SO, PS		
OBSAH PŘÍLOHY	SCHÉMA DOMOVNÍHO ROZVADĚČE	Č. PŘÍLOHY	C-5



LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK:

- KABELOVÉ VEDENÍ V ZEMI
- SMĚR TOKU ENERGIE
- SKŘÍŇ S HDS A ELEKTRO-MĚROVÝM ROZVADĚČEM
- ROZVADĚČ DOMOVNÍ
- ROZVADĚČ PODRUŽNÝ
- EKVIPOTENCIÁLNÍ PŘÍPOJNICE
- HLAVNÍ POSPOJENÍ - CY6 z/z
- UZEMNĚNÍ - základový zemnič - pásek FeZn 30x4

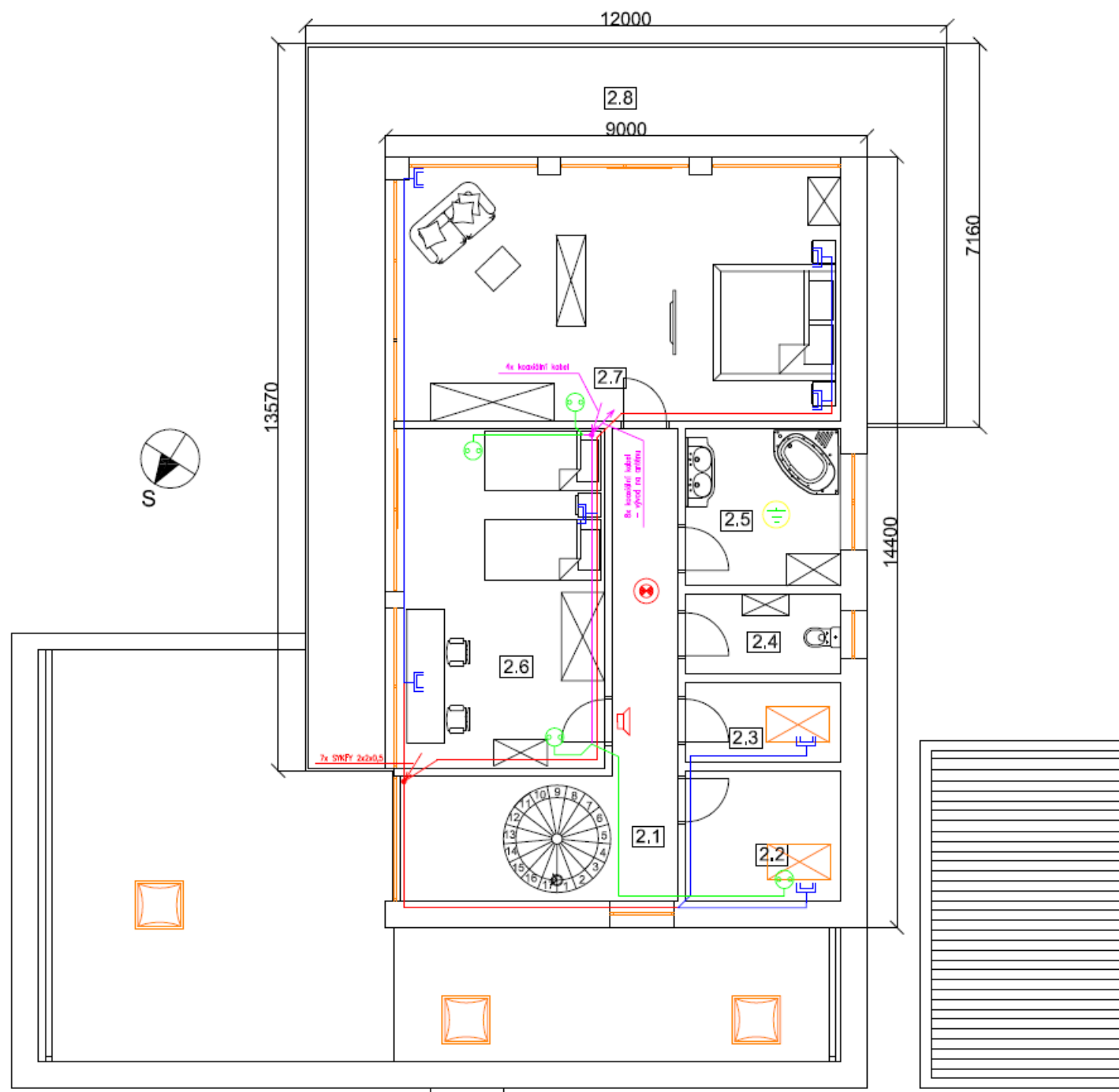
4	PROJEKT ELEKTROINSTALACE XCOMFORT		
	VYPRACOVAL KRATOCHVÍL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVÍL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVÍL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY	VÝŠKOV (PLANÁ U MAR. LÁZNI)	OBECNÍ ÚŘAD KRAJSKÝ ÚŘAD	PLÁN U M. L. PLZEŇ
NÁZEV STAVBY	RODINNÝ DŮM	DATA 5/2013	FORMÁT A3
INVESTOR	KRATOCHVÍL MIROSLAV	MĚŘÍTKO 1:100	ČÍSLO ZAKÁZKY
OBSAH PŘÍLOHY	SITUAČNÍ PLÁN - PŘÍPOJKA	SO, PS	Č. PŘÍLOHY C-6














LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK:

- MRK ROZVODNÁ SKŘÍŇ PRO PEVNOU LINKU A INTERNET
- Z ZVONKOVÉ TLAČÍTKO
- BEZDRÁTOVÝ ZVONEK
- POŽÁRNÍ AUTONOMNÍ HLÁSIČ KOUŘE, 9V
- SDĚLOVACÍ ZÁSUVKA DVOJNÁSOBNÁ PRO TELEFON A INTERNET
- SDĚLOVACÍ ZÁSUVKA PRO ANTÉNNÍ TELEVIZNÍ ROZVOD
- SDRUŽENÉ STOUPACÍ VEDENÍ PRO TELEFON A INTERNET - kabely SYKFY 2x2x0,5
- SDRUŽENÉ STOUPACÍ VEDENÍ PRO ANTÉNNÍ TELEVIZNÍ ROZVOD - provedeno koaxiálními kabely
- SDRUŽENÉ (SOUBĚŽNÉ) VEDENÍ PRO TELEFON A INTERNET - kabely SYKFY 2x2x0,5
- SDRUŽENÉ (SOUBĚŽNÉ) VEDENÍ PRO ANTÉNNÍ TELEVIZNÍ ROZVOD - provedeno koaxiálními kabely
- VEDENÍ PRO TELEFON A INTERNET - kabelem SYKFY 2x2x0,5
- VEDENÍ PRO ANTÉNNÍ TELEVIZNÍ ROZVOD - provedeno koaxiálním kabelem
- EP EKVIPOTENCIÁLNÍ PŘÍPOJNICE
- RD ROZVADĚČ DOMOVNÍ v (1.1)
- RP ROZVADĚČ PODRUŽNÝ (v 1.7)

4	SDĚLOVACÍ ROZVODY		
	VYPRACOVAL KRATOCHVÍL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVÍL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVÍL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY VÝŠKOV (PLANÁ U MAR. LÁZNI)		OBEZNÍ ŮRAD KRAJSKÝ ŮRAD	PLÁNÁ U M. L. PLZEŇ
NAZEV STAVBY RODINNÝ DŮM		DATUM 5/2013	FORMÁT A3
INVESTOR KRATOCHVÍL MIROSLAV		MĚŘÍTKO 1:100	
OBSAH PŘÍLOHY SDĚLOVACÍ ROZVODY - 1. NP		SO, PS Č. PŘÍLOHY D-1	






LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK:







-  BEZDRÁTOVÝ ZVONEK
-  POŽÁRNÍ AUTONOMNÍ HLÁŠIČ KOUŘE, 9V
-  SDĚLOVACÍ ZÁSUVKA DVOJNÁSOBNÁ PRO TELEFON A INTERNET
-  SDĚLOVACÍ ZÁSUVKA PRO ANTÉNNÍ TELEVIZNÍ ROZVOD
-  SDRUŽENÉ STOUPACÍ VEDENÍ PRO TELEFON A INTERNET - kabely SYKFY 2x2x0,5
-  SDRUŽENÉ STOUPACÍ VEDENÍ (dolů i nahoru) PRO ANTÉNNÍ TELEVIZNÍ ROZVOD - provedeno koaxiálními kabely
-  SDRUŽENÉ (SOUBĚŽNÉ) VEDENÍ PRO TELEFON A INTERNET - kabely SYKFY 2x2x0,5
-  SDRUŽENÉ (SOUBĚŽNÉ) VEDENÍ PRO ANTÉNNÍ TELEVIZNÍ ROZVOD - provedeno koaxiálními kabely
-  VEDENÍ PRO TELEFON A INTERNET - kabelem SYKFY 2x2x0,5
-  VEDENÍ PRO ANTÉNNÍ TELEVIZNÍ ROZVOD - provedeno koaxiálním kabelem
-  PROVEDENO DOPLŇUJÍCÍ POSPOJOVÁNÍ

4	SDĚLOVACÍ ROZVODY		
	VYPRACOVAL KRATOCHVÍL MIROSLAV	ZODP. PROJEKTANT KRATOCHVÍL MIROSLAV	AUTORIZOVAL KRATOCHVÍL MIROSLAV
MÍSTO STAVBY	VÝŠKOV (PLANÁ U MAR. LÁZNI)	OBECNÍ ÚŘAD KRAJSKÝ ÚŘAD	PLÁNÁ U M. L. PLZEŇ
NAZEV STAVBY	RODINNÝ DŮM	DATUM	5/2013
INVESTOR	KRATOCHVÍL MIROSLAV	FORMÁT	A3
OBSAH PŘÍLOHY	SDĚLOVACÍ ROZVODY - 2. NP	MĚŘITKO	1:100
		ČÍSLO ZAKÁZKY	SO, PS
		Č. PŘÍLOHY	D-2

LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK:

-  RD ROZVADĚČ DOMOVNÍ
-  RP ROZVADĚČ PODRUŽNÝ
-  EP EKVIPOTENCIÁLNÍ PŘIPOJNICE

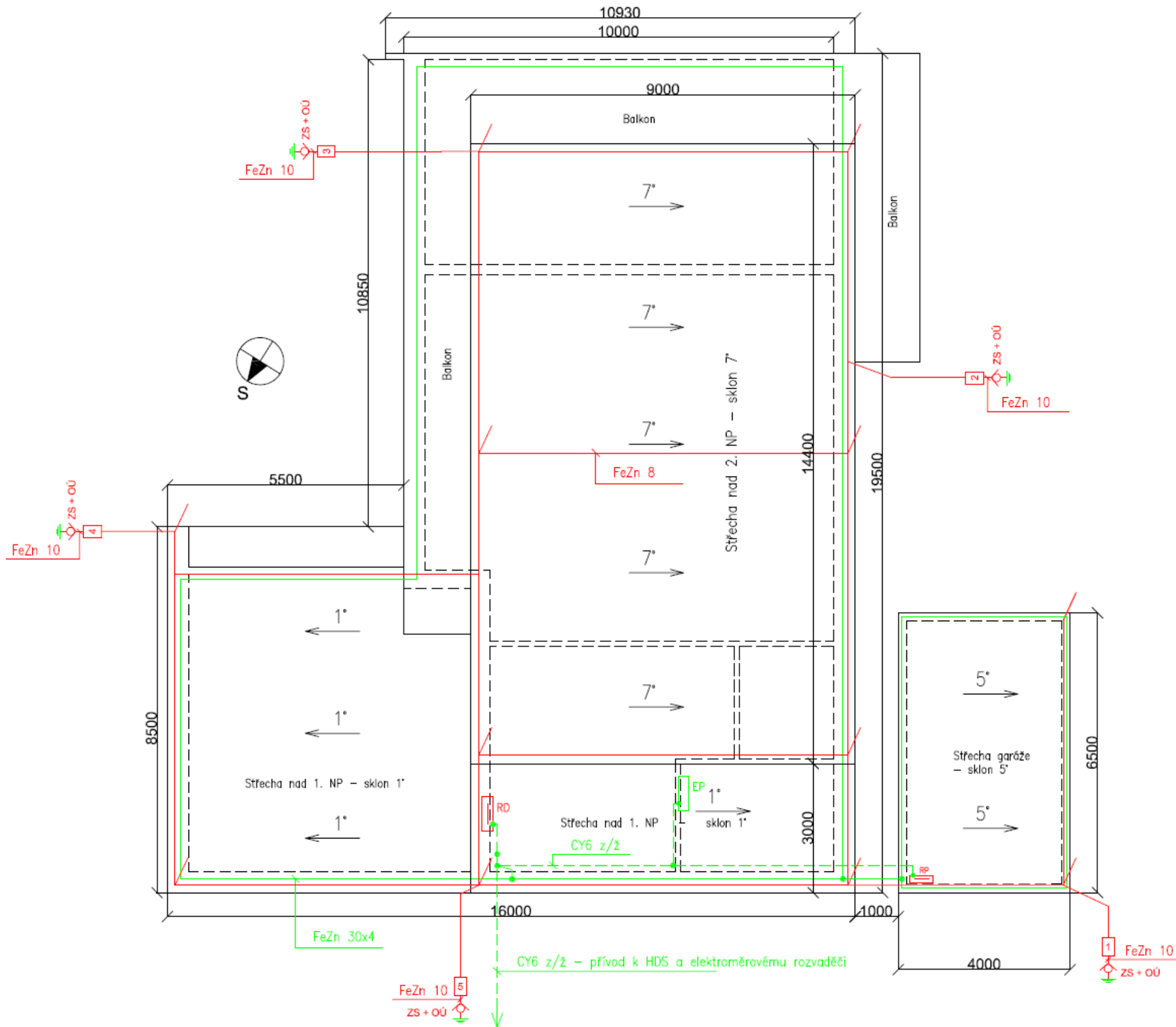
Použití normalizovaných hromosvodových svorek
 Jímací vedení a svody upevnit na podpěrách.
 Podpěry dostatečně daleko od sebe, aby byl vodič dostatečně napnut.
 Maximální vzdálenost dvou podpěr 1 m.

-  JÍMACÍ SOUSTAVA HRAMOSVODU - FeZn 8 A SVODY - FeZn 10
-  HLAVNÍ POSPOJENÍ - CY6 z/z
-  UZEMNĚNÍ - základový zemnič - pásek FeZn 30x4
-  ŠTÍTKY S OZNAČENÍM UZEMŇOVACÍHO SVODU
-  ZKUŠEBNÍ SVORKA (ZS) + OCHRANNÝ ÚHELNIK (OÜ)
-  NAPOJENÍ SVODŮ K ZÁKLADOVÉMU ZEMNÍČI

Napěťová soustava: 3+PEN, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C
 3+PE+N, 50 Hz, AC 400/230 V, TN-C-S

Ochrana před nebezpečným dotykem dle ČSN 33 2000-4-41:
 Základní samočinným odpojením od zdroje + doplňková proudovými chrániči
 Doplňková ochrana pospojováním.
 Prostředí AA5 normální

Jímací soustava řešena v souladu ČSN EN 62 305 a ČSN 34 1390
 Zemní odpor jednoho svodu nemá být za obvyklých
 půdních podmínek větší než 10 Ω



4				PROJEKT BLESKOSVODU	
VYPRACOVAL		ZODP. PROJEKTANT		AUTORIZOVAL	
KRATOCHVÍL MIROSLAV		KRATOCHVÍL MIROSLAV		KRATOCHVÍL MIROSLAV	
MÍSTO STAVBY		OBEZNÍ ŮRAD		PLÁNÁ U M. L.	
VÝŠKOV (PLANÁ U MAR. LÁZNI)		KRAJSKÝ ŮRAD		PLZEŇ	
		DATUM		5/2013	
		FORMÁT		A3	
NÁZEV STAVBY		MĚŘITKO		1:100	
RODINNÝ DŮM		INVESTOR		SO, PS	
KRATOCHVÍL MIROSLAV		OBSAH PŘÍLOHY		Č. PŘÍLOHY	
PROJEKT BLESKOSVODU				E-1	