

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh elektroinstalace pro nízkoenergetický dům

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal VÍT**
Osobní číslo: **E11B0177P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**
Název tématu: **Návrh elektroinstalace pro nízkoenergetický rodinný dům**
Zadávající katedra: **Katedra technologií a měření**

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

1. Navrhněte a dimenzujte hlavní přípojku pro napájení nízkoenergetického RD a vypracujte technickou a revizní zprávu.
2. Vypracujte kompletní elektroinstalaci za pomoci moderních systémů (např. Nikobus, xComfort atp.) pro výše zmíněný objekt včetně ochrany před bleskem při respektování platných norem ČSN IEC 62 305.
3. Popište jednotlivé funkční prvky elektroinstalace objektu a navrhněte možné varianty těchto prvků s ohledem na výslednou cenu elektroinstalace.
4. Navrhněte pro vytápění objektu tepelné čerpadlo a popište rekuperaci v daném RD. Zhodnoťte, jakou měrou přispěje k ušetření energie.
5. Proveďte ekonomickou bilanci pro výše řešenou problematiku.


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

1. Martínek Z., Doc. Ing. CSc.: Přednášky předmětu KEE/PIR. Plzeň: KEE, 2011
2. Kunc, J.: Elektroinstalace krok za krokem, Praha, 2003, ISBN 80-247-0559-1
3. Kunc, J.: Komfortní a úsporná elektroinstalace, Brno, 2002, ISBN 80-86517-73-X
4. Kutáč, J., Meravý, J.: Ochrana před bleskem a přepětím z pohledu soudních znalců, Ostrava, 2010, ISBN 978-80-7385-081-4
5. Dvořáček, K.: Správná a bezpečná elektroinstalace, Brno, 2001, ISBN 80-86517-46-2
6. Tkotz, K.: Příručka pro elektrotechnika, Praha, 2006, ISBN 80-86706-13-3
7. Hála P., Ing. a kol: Vnitřní elektrické rozvody. Brno: EMT Brno, 1993
8. Heřman a kol., Ing. CSc.: Elektrotechnické a telekomunikační instalace + dodatky. Praha: Verlag Dashofer, 2006

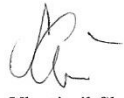
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jaroslav Holý**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **15. října 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce: **9. června 2014**


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




Doc. Ing. Vlastimil Skočil, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2013

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na kompletní projekt moderní elektroinstalace sběrníkovým systémem Ego-n od firmy ABB Elektro-Praga, včetně návrhu a dimenzování hlavní přípojky v nízkoenergetickém rodinném domě, popis jednotlivých funkčních prvků v objektu, vytápění pomocí vhodně vybraného tepelného čerpadla a rekuperační jednotky. Dále uvádí ekonomickou bilanci navržené elektroinstalace včetně použitých zařízení.

Klíčová slova

Nízkoenergetický rodinný dům, návrh a dimenzování hlavní přípojky, technická a revizní zpráva, projekt sběrníkové elektroinstalace, ochrana před bleskem, funkční prvky elektroinstalace, návrh tepelného čerpadla a rekuperace, ekonomická bilance.

Abstract

The submitted bachelor thesis is aimed to complete project of wiring bus system Ego-n in a low-energy house by modern way, including a proposal and dimensioning of the main connection. Describe functional elements of the wiring, heating using appropriately selected heat pump and a heat recovery. This thesis also provide an economic overall results of the suggested wiring including used devices.

Key words

Low-energy house, design and dimensioning of the main connection, technical and audit reports, bus wiring project, lighting protection, functional elements of the wiring, proposal of heat pump and heat recovery, economic overall results.

Prohlášení

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

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou 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 bakalářské práce, je legální.

.....
podpis

V Plzni dne 9.6.2014

Michal Vít

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Jaroslavu Holému za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Dále děkuji panu Ing. Miroslavu Košutovi za jeho ochotu a za to, že mi vyšel vždy vstříc.

Obsah

OBSAH	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	10
ÚVOD	12
1 TECHNICKÁ ZPRÁVA, DIMENZOVÁNÍ A KONTROLY	13
1.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA	13
1.1.1 Předmět projektu	13
1.1.2 Základní údaje	13
1.1.3 Prostředí, základní charakteristiky, krytí elektroinstalace	14
1.1.4 Ochrana před úrazem elektrickým proudem	14
1.1.5 Ochrana proti přetížení a zkratu	14
1.1.6 Způsob kompenzace účinníku	14
1.1.7 Stupeň důležitosti dodávky elektrické energie	14
1.1.8 Silnoproudá elektroinstalace	14
1.1.9 Zásuvkové rozvody	15
1.1.10 Světelné rozvody	16
1.1.11 Domovní rozvaděč RB	17
1.1.12 Ekvipotenciální pospojování proti blesku (vyrovnání potenciálů)	17
1.1.13 Slaboproudý rozvod	17
1.1.14 Rozvod televize a rádia	18
1.1.15 Požární signalizace	18
1.1.16 Internet	18
1.1.17 Zvonek s videotelefonem	18
1.1.18 Bleskosvod	19
1.2 DIMENZOVÁNÍ A KONTROLY	19
1.2.1 Dimenzování kabelu hlavní přípojky RD	19
1.2.2 Kontrola přípojky na úbytek napětí	21
1.2.3 Návrh jištění hlavní přípojky objektu	21
1.2.4 Výpočet zkratových poměrů	22
1.2.5 Kontrola na minimální průřez	23
1.3 REVIZNÍ ZPRÁVA	24
2 ELEKTROINSTALACE	30
2.1 NÁVRH ELEKTROINSTALACE	30
3 FUNKČNÍ PRVKY ELEKTROINSTALACE EGO-N	31
3.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE	31
3.1.1 Sběrnice	31
3.2 ROZDÍL MEZI KLASICKOU A SBĚRNICOVOU ELEKTROINSTALACÍ	33
3.2.1 Klasická elektroinstalace	33
3.2.2 Sběrnicová elektroinstalace	33
3.2.3 Možnosti systému Ego-n	33
3.3 SBĚRNICE	33
3.4 KABEL PRO SBĚRNICOVOU INSTALACI	34
3.5 ÚROVNĚ NASTAVOVÁNÍ SYSTÉMU EGO-N	35
3.5.1 Basic	35
3.5.2 Plus	35
3.6 ZÁKLADNÍ PRVKY SYSTÉMU EGO-N	37
3.6.1 Modul řídicí, řadový	37
3.6.2 Modul napájecí, řadový	37
3.7 SNÍMAČE SYSTÉMU EGO-N	38

3.7.1	Snímač tlačítkový s LCD.....	38
3.7.2	Tlačítkový snímač jednonásobný, dvojnásobný	39
3.7.3	Tlačítkový snímač s RF přijímačem jednonásobný, dvojnásobný.....	40
3.7.4	Vysílač dvojtlačítkový, čtyřtlačítkový.....	40
3.7.5	Snímač pohybu.....	41
3.7.6	Programovatelný termostat.....	42
3.7.7	Modul digitálních vstupů 2x230 V, 2x proudová smyčka.....	42
3.8	AKČNÍ ČLENY SYSTÉMU EGO-N	43
3.8.1	Spínací modul 8x10 A, 4x10 A, 4x16 A, řadový	43
3.8.2	Modul výstupů 4x 0(1) – 10V.....	44
3.8.3	Modul žaluziový, řadový	45
3.8.4	Modul spínací pro termohlavice	46
3.9	PRVKY SEKUNDÁRNÍ SBĚRNICE SYSTÉMU EGO-N	46
3.9.1	Modul komunikační.....	46
3.9.2	Modul logických funkcí.....	47
3.9.3	Modul GSM.....	48
3.9.4	Modul vysílací RF.....	48
4	NÁVRH TEPELNÉHO ČERPADLA A REKUPERACE	49
4.1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE RODINNÉHO DOMU	49
4.2	TEPELNÉ ČERPADLO	50
4.2.1	Přehled systémů	50
4.2.2	Topný faktor tepelného čerpadla	51
4.2.3	Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch.....	52
4.2.4	Tepelné čerpadlo vzduch/voda	52
4.2.5	Tepelné čerpadlo země/voda.....	53
4.2.6	Tepelné čerpadlo voda/voda.....	53
4.2.7	Návrh tepelného čerpadla.....	54
4.2.8	Specifikace tepelného čerpadla vzduch/voda Carrier 80AW/38AW	54
4.2.9	Ohřivač teplé užitkové vody.....	56
4.3	TOPNÁ ZAŘÍZENÍ V MÍSTNOSTECH.....	57
4.4	REKUPERACE.....	58
4.4.1	Základní rozdělení	59
4.4.2	Návrh rekuperační jednotky.....	60
4.4.3	Míra ušetření energie rekuperačí.....	61
5	EKONOMICKÁ BILANCE	62
5.1	POČÁTEČNÍ NÁKLADY NA MATERIÁL A ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ.....	62
5.2	ROČNÍ PLATBY ZA ELEKTŘINU	66
5.3	NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ.....	68
ZÁVĚR	69	
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	70	
PŘÍLOHY	1	

Seznam symbolů a zkratek

HDS	Hlavní domovní skříň
HDO	Hromadné dálkové ovládání
L1, L2, L3	Označení fázových vodičů
N	Označení pro střední vodič
PEN, PE	Označení pro ochranný vodič
nn, NN	Nízké napětí
AC, DC	Střídavé napájení, stejnosměrné napájení
P_1 [kW]	Uvažovaný instalovaný příkon
β [-]	Činitel soudobosti
P_β [kW]	Soudobý příkon
U_s [V]	Sdružené napětí sítě nn
$\cos \varphi$ [-]	Účinník
ν_{ok} [K]	Teplota okolí
l [m]	Délka přípojkového kabelu
γ_{Cu} [S _m /mm ²]	Měrná vodivost (konduktivita) mědi
l_{L1}, l_{L2} [m]	Délka přívodního kabelového vedení, přípojkového kabelu
I_p [A]	Celkový proud přípojkou
I_{DOV} [A]	Maximální hodnota dovoleného proudu ve vodiči
I_N [A]	Jmenovitý proud přípojkového kabelu
R_k [Ω/km]	Odpor přípojkového kabelu vztažený na 1 km délky
X_k [Ω/km]	Induktivní reaktance přípojkového kabelu vztažená na 1 km délky
ΔU_f [V]	Úbytek napětí na přípojce
$\Delta u_{\%}$ [%]	Procentní úbytek napětí na přípojce
R_{L1}' , R_{L1}''	Odpor přívodního kabelového vedení a přípojkového kabelu vztažený na 1 km délky
L_{L1}' [mH/km]	Indukčnost přívodního kabelového vedení vztažená na 1 km délky
X_{L2}' [Ω/km]	Induktivní reaktance přípojkového kabelu vztažená na 1 km délky

R_Q, R_T, R_{L1}, R_{L2}	Odpor síťového napáječe, transformátoru, přívodního kabelového vedení a přípojkového kabelu
$X_Q, X_T, X_{L1}, X_{L2} [\Omega]$	Reaktance síťového napáječe, transformátoru, přívodního kabelového vedení a přípojkového kabelu
$Z_Q, Z_T, Z_{L1}, Z_{L2} [\Omega]$	Impedance síťového napáječe, transformátoru, přívodního kabelového vedení a přípojkového kabelu
$Z_K [\Omega]$	Celková impedance zkratového obvodu
$S''_{KQ} [MVA]$	Počáteční zkratový výkon síťového napáječe
$S_T [MVA]$	Zdánlivý výkon transformátoru
$U_1, U_N [kV]$	Jmenovité napětí sítě vn
$U_2 [kV]$	Jmenovité napětí sítě nn
$p [-]$	Převod transformátoru
$u_{k\%} [%]$	Napětí nakrátko transformátoru
$u_{kr\%} [%]$	Ohmická složka napětí nakrátko transformátoru
$I''_K [A]$	Počáteční rázový zkratový proud
$k_\varepsilon [-]$	Součinitel pro výpočet ekvivalentního oteplovacího proudu
$t_k [s]$	Doba trvání zkratu
$I_{K\varepsilon} [A]$	Ekvivalentní oteplovací proud
$S_{min} [mm^2]$	Minimální průřez
$S [mm^2]$	Průřez
$I_n [A]$	Jmenovitý proud jistícího prvku
Lux	Jednotka intenzity osvětlení
TČ	Tepelné čerpadlo
TUV	Teplá užitková voda
RF	Radio-frekvenční
EZS	Elektronický zabezpečovací systém
GSM	Globální systém pro mobilní komunikaci
LED	Dioda emitující světlo
COP	Účinnost jednotky tepelného čerpadla
EER	Koeficient energetické efektivity
OZE	Obnovitelný zdroj energie

Úvod

Předkládaná práce je zaměřena na návrh a dimenzování hlavní přípojky nízkoenergetického rodinného domu, návrh tepelného čerpadla a rekuperační jednotky, včetně výsledné ekonomická bilance. Hlavním cílem je vypracovat projekt inteligentní elektroinstalace Ego-n, ukázat její princip a možnosti využití. Toto téma bylo autorem bakalářské práce vybráno záměrně z důvodu zájmu o projektování elektroinstalací a získaných teoretických i praktických rad během studia, ale i mimo něj.

Obsah práce je rozdělen do pěti částí. První se zabývá technickou zprávou, dimenzováním hlavní přípojky rodinného domu a revizní zprávou. Druhá část je zaměřena na samotný návrh sběrnice elektroinstalace pomocí aktorů a snímačů, včetně výkresových listů půdorysu rodinného domu a rozvaděčů.

Třetí část je zaměřena na konkrétní sběrnice elektroinstalaci Ego-n od firmy ABB Elektro-Praga, která bude použita v návrhu. Kompletně budou popsány funkční prvky této instalace od modulu řídicího a napájecího, až po modul komunikační a GSM. Dále bude provedeno srovnání s klasickou elektroinstalací a u každého prvku dvě možné varianty nastavení systému.

Čtvrtá část se dostává k návrhu tepelného čerpadla a rekuperační jednotky. Popisují se zde jednotlivé druhy tepelných čerpadel a jejich využití, dále z čeho bude rodinný dům postaven a jaká je tepelná propustnost stavebního materiálu. Na základě toho bude navrženo tepelné čerpadlo, společně s pasivní rekuperační jednotkou. Závěr této části se zabývá mírou ušetření energie při použití řízeného větrání v rodinném domě.

V poslední páté části se zaměříme na ekonomickou bilanci. Na základě oslovení jednotlivých výrobců, kteří vypracují individuální cenovou nabídku bude sepsán materiál potřebný pro elektroinstalaci a vytápění. Tedy pro světelnou a zabezpečovací techniku, ochranu proti atmosférickému přepětí a samozřejmě pořizovací cenu tepelného čerpadla a rekuperační jednotky. Dále navrhneme dvě možné varianty použití instalace Ego-n v úrovni Basic nebo Plus. Na závěr budou uvedeny celkové roční náklady za dodávku elektřiny a za vytápění objektu. K vytvoření projektu byly využity stavební půdorysy jednopodlažního rodinného domu, nazývaného bungalov.

1 Technická zpráva, dimenzování a kontroly

1.1 Technická zpráva

Účelem této projektové dokumentace je vypracování zprávy pro nízkoenergetický rodinný dům. Dokumentace obsahuje půdorysy, přípojky, instalace silnoproudu, slaboproudu, bleskosvod, zapojení rozvodnic a zabezpečovací techniky. Rodinný dům bude postaven s ohledem na nízkoenergetický standard, což znamená, že bude zvýšený požadavek na tepelnou izolaci domu.

1.1.1 Předmět projektu

Předmětem je návrh inteligentní elektroinstalace (Ego-n) v nízkoenergetickém domě, silového napojení objektu na síť, uzemňovací a jímací soustavy bleskosvodu a anténního rozvodu. Objekt je napájen z veřejné sítě kabelem k HDS typu SP1/P s pojistkami o hodnotě 3x40A. Elektroměrový rozvaděč (RE) (500 x 1200 x 250 s krytím IP44) je osazen dvojsazbovým trojfázovým elektroměrem s předřazeným jističem 3x25A a přijímačem HDO s jističem 1x6A pro blokování bojleru TUV a tepelného čerpadla. Všechny tyto části jsou umístěny ve zděném pilíři oplocení rodinného domu. Umístění rozvaděče HDS musí splňovat normu ČSN 33 2130 a ČSN 33 3320, tedy spodní okraj skříně musí být minimálně 0,6 m nad definitivně upraveným terénem a musí být zajištěna trvalá přístupnost s volným prostorem před HDS minimálně 0,8 m [5].

Z elektroměrového rozvaděče HDS bude připojen hlavní rozvaděč domu (RB), kabelem CYKY 4Jx10 mm² a kabelem pro HDO CYKY 3Cx1,5 mm². Tyto kabely budou umístěny pod zemí v hloubce 0,7 m v ochranné ohebné trubce (husím krku) o průměru 32 mm a překryty ochrannou fólií. Z rozvaděče RB bude napojena elektroinstalace celého objektu.[1]

1.1.2 Základní údaje

Stavba:	nízkoenergetický rodinný dům, ulice Pod školou 46
Místo stavby:	Chrást u Plzně
Stavební úřad:	Chrást – Plzeň sever
Projektant:	Michal Vít
Datum zpracování:	1. 5. 2014
Uživatel:	Michal Vít

Rozvodná síť:	3 + PE + N, AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C-S
Instalovaný příkon:	$P_i = 19,971 \text{ kW}$
Stupeň elektrizace:	C
Činitel soudobosti:	$\beta = 0,77 [-]$
Soudobý příkon:	$P_\beta = P_i \cdot \beta = 19,971 \cdot 0,77 = 15,378 \text{ kW}$
Hlavní jistič před elektroměrem:	25 A

1.1.3 Prostředí, základní charakteristiky, krytí elektroinstalace

Obytné místnosti:	normální prostředí
Vnější vlivy:	AA5
Koupelna a umývacích prostory:	provedeny dle ČSN 33 2000-7-701 ed.2
Doporučené krytí:	IP20 pro normální prostředí uvnitř domu IP44 venku a vybraná zařízení v koupelně

1.1.4 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Bude provedena dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2. Ochrana živých částí bude provedena izolací, krytím a proudovými chrániči. Ochrana neživých částí se realizuje automatickým odpojením od zdroje dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2, uzemněním, pospojováním, doplňujícím pospojováním a zvýšená ochrana proudovým chráničem.[1]

1.1.5 Ochrana proti přetížení a zkratu

Bude provedena dle ČSN 33 2000-5-52 ed.2 a ČSN 33 2000-4-473. Jednotlivé okruhy budou chráněny jističi, v příslušných napájecích bodech budou použity pojistky.[1]

1.1.6 Způsob kompenzace účinníku

Charakter zátěže nevyžaduje přídavnou kompenzaci účinníku.

1.1.7 Stupeň důležitosti dodávky elektrické energie

Stupeň dodávky el. energie dle ČSN 34 1610 ve 3. stupni.[1]

1.1.8 Silnoproudá elektroinstalace

Kabely v normálních prostorách budou s měděnými (Cu) jádry s PVC izolací, typ CYKY pro pevné přívody a typ H07RN-F pro pohyblivé přívody.[1]

Komponenty systému inteligentní elektroinstalace Ego-n budou do sběrnice připojeny speciálním kabelem KSE224.[8]

Silové obvody budou umístěny skrytě pod omítkou ve výškách 15-45 cm od země nebo v pásu 15-30 cm pod stropem nebo v podhledech. Kably v podhledech budou uloženy v ochranných PVC trubkách. V instalačních krabicích bude provedeno pospojování propojovacích kabelů. Kabelová vedení jsou volena s ohledem na jejich uložení a dovolený celkový úbytek napětí mezi zdrojem a spotřebičem, který nepřekročí 3 % jmenovitého napětí el. soustavy. Prostupy kabelů do budovy musí být provedeny vlhkotěsně a plynotěsně.[1]

1.1.9 Zásuvkové rozvody

Jednofázové zásuvkové okruhy budou z kabelu CYKY 3Cx2,5 mm². Pro trojfázový účelový okruh bude použit kabel typu CYKY 5Cx2,5 mm². Proudová zatížitelnost všech zásuvek bude 16 A, maximálně však na 10 zásuvek. Zásuvky na 400 V budou mít proudovou zatížitelnost 16 A nebo 20 A. Jednofázové zásuvkové okruhy budou smyčkovány v zásuvkách. Všechny vývody pro zásuvky budou chráněny proudovým chráničem s vybavovacím proudem 30 mA. Venkovní zásuvky musí mít krytí minimálně IP44 s víčkem. Všechny zásuvky pro obecné použití budou instalovány ve výšce 300 mm nad podlahou. Zásuvky v kuchyni budou instalovány podle umístění zařízení. Zásuvky pro obecné užití v kuchyni budou instalovány pod okrajem horních skříněk.[1]

Obvody pro varnou desku, myčku, elektrickou troubu a mikrovlnnou troubu budou samostatně jištěny jističem o hodnotě 16 A. Lednička bude jištěna také samostatně 10 A. Zásuvka pro pračku bude ve výšce 900 mm nad podlahou.[1]

Koupelnové zásuvky budou instalovány v zóně 3, tj. ve výšce cca 1200 mm nad podlahou a minimálně 200 mm od okraje umyvadla.[1]

Zásuvkové rozvody budou provedeny dle výkresu A-1 příloha A.

Elektroinstalace v prostorech s vanou nebo sprchou musí být v souladu s předpisy, hlavně s ČSN 33 2000-7-701 ed.2, je potřeba dodržet požadavky jednotlivých zón při umístění elektrických zařízení.[1]

1.1.10 Světelné rozvody

Podle normy ČSN 73 4301 je navrženo umělé osvětlení obytných budov. Svítidla jsou vybrána tak, aby byla zachována přirozená intenzita osvětlení.[2]

Doporučení umělého osvětlení na jednotlivá místa [2]:

Kuchyně, koupelny, předsíň	100 až 150 lux
Haly	150 lux
Ložnice	100 lux
Pokoje	200 lux

Doplňkové osvětlení:

Příprava jídla	300 lux
Konzumace jídla	200 lux
Pracovní místo	300 až 500 lux

Index podání barev světelných zdrojů (R_a) by měl být větší než 80.[2]

Ovládání osvětlení bude realizováno v rozvaděči RB pomocí modulů spínacích 8x10 A, který ovládá až 8 nezávislých svítidel.

V instalaci bude provedeno stmívání dvou zdrojů osvětlení a to v obývacím pokoji a ložnici. Tato svítidla bude ovládat jeden stmívací modul Ego-n. Svítidlo bude potřeba navrhnout tak, aby se jednalo o odporovou zátěž 230 V minimálně 40 W, maximálně 300 W (halogenové žárovky nebo žárovky na 230 V). Stmívací modul bude triakový stmívač a jiná zátěž nebude pro stmívání přípustná, bude napájen přímo z jištění výstupu. Pro vypnutí stmívače bude potřeba vypnout jistič k danému svítidlu. Tato vlastnost je daná konstrukcí stmívače. Jištění světelných okruhů bude pomocí jističů 10 A.

V rozvaděči budou jističe k jednotlivým světelným okruhům umístěny v horní části 1. pole. Osvětlení bude provedeno dle výkresu A-2 viz příloha A. Umístění spínačů bude ve výšce 100 – 120 cm nad podlahou.

Pro světelné okruhy budou použity kabely s PVC izolací s měděnými jádry. Pro vedení ke svítidlům bude použit kabel CYKY 3Cx1,5 mm². [1]

1.1.11 Domovní rozvaděč RB

Domovní rozvaděč RB bude umístěn na chodbě vedle vstupních dveří do domu. Napájení RB bude z elektroměrového rozvaděče HDS. Skříň bude umístěna pod omítku. HOP (hlavní ochranné pospojování) společně s rozvaděčem RB budou umístěny v krabici pod omítku. Elektroinstalace celého objektu včetně venkovní elektroinstalace je napájena z rozvaděče RB. Uspořádání prvků v rozvaděči a jeho schéma viz příloha A výkres A-8 až A-10.

1.1.12 Ekvipotenciální pospojování proti blesku (vyrovnání potenciálů)

Na ekvipotenciální přípojnicí se připojí [1]:

- obvodový zemnič,
- vodiče PEN a PE,
- přívod a odvod topného média,
- přívod vody (je-li kovový),
- odpadní potrubí (je-li kovové).

Třída LPS (Lighting protection system): 3

Připojení vodičů systému vyrovnání potenciálu na kovové potrubí se provádí co nejbližší vstupu všech vedení do objektu (co nejbližší venkovní zdi). Přitom může být spojeno několik vodičů a společné vedení pak přivedeno na lištu vyrovnávacího potenciálu. V systému TN musí být instalováno vodivé spojení mezi lištou vyrovnání celkového potenciálu a vodiče PEN a PE. Minimální průřez vodiče pro vyrovnání celkového potenciálu je 16 mm² Cu. [1]

Kovové předměty v technické místnosti, skladech, v prostorech sociálního zařízení a kuchyni budou propojeny doplňujícím pospojováním. Pospojování bude provedeno měděným vodičem s průřezem 6 mm² dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2 a ČSN 33 2000-5-54 ed.3. [1]

1.1.13 Slaboproudý rozvod

Kabelové trasy budou vedeny zdmi nebo stropy pod omítkou. Rozvod slaboproudu bude proveden v ohebných kabelových chráničkách (husí krk) 2316/LPE2. Na půdu povede silná

ohebná kabelová chránička 2336/LPE2 ukončená v podhledech technické místnosti. Souběh tras silnoproudu a slaboproudu budou ve vzdálenosti nejméně 300 mm nebo v kanále se stínicí přepážkou. Veškeré slaboproudé rozvody budou provedeny stíněnými kabely.[1]

1.1.14 Rozvod televize a rádia

V rodinném domě bude realizován rozvod společného TV příjmu. Rozvodové kabely budou provedeny pomocí 75 Ω koaxiálního kabelu. Účastnické zásuvky budou v provedení se třemi vývody pro TV+R+SAT.[1]

Z RB budou taženy 3 koaxiální kabely do prostorů půdy, kde bude napojena anténní soustava pro příjem DVB-T signálu, satelitní televize a rádia.

Na střeše budovy bude umístěna parabola a anténa pro příjem satelitní a digitální televize.

1.1.15 Požární signalizace

Dle vyhlášky č. 23/2008 sb. se do kuchyně umístí kouřová čidla fy. GM Electronic typ LH-94. Čidla slouží pro včasné rozpoznání a signalizaci doutnání nebo otevřeného plamene s vývinem kouře dle ČSN EN 14604. Součástí čidla je akustická signalizace, cyklická kontrola funkce, test a indikace LED diodou.

1.1.16 Internet

Rozvod internetu bude realizován pomocí stíněného síťového kabelu SYKFY 3x2x0,5 mm² zakončené v síťových zásuvkách a bezdrátově (Wi-Fi router). Router a modem budou umístěny v technické místnosti, napájeny ze zásuvky předřazené jističem 10 A. Příjem signálu bude realizován z antény umístěné na střeše.[1]

1.1.17 Zvonek s videotelefonem

Videotelefon bude umístěn v chodbě napravo od vstupních dveří do RD a napájen pomocí 15 V DC adaptéru. Propojení vnitřní a venkovní jednotky bude 4-žilovým kabelem CGSG 4x0,75 mm² o délce 9,5 m. Venku bude uložen v ohebné ochranné trubce o průměru 32 mm pod zemí v hloubce 0,7 m a vzdálen nejméně 0,15 m od silového vedení. Venkovní jednotka bude umístěna na pilíři oplocení u vchodové branky ve výšce 120 cm nad definitivně upraveným terénem a bude v provedení IP44.[1]

1.1.18 Bleskosvod

Bleskosvod bude proveden dle normy ČSN EN 62305-4 ed.2, jako hřebenový s dvěma svody umístěnými v rozích RD. Svody budou okapovými svorkami připevněny k okapům. Jímací a svodová vedení budou provedena drátem FeZn Ø8 mm a od zkušebních svorek k základovému zemniči budou vedeny drátem FeZn Ø10 mm. Svod musí být chráněn proti mechanickému poškození ocelovým úhelníkem či trubkou. Uzemnění bude provedeno základovým zemničem FeZn 30x4, který je umístěn v základu po obvodě RD. Maximální zemní odpor nesmí překročit hodnotu 10 Ω [1]. Všechny spoje umístěné v zemi se musí chránit proti korozi (nejčastěji asfaltovým nátěrem). Uzemnění bude provedeno dle ČSN 33 2000-5-54 ed.3.

1.2 Dimenzování a kontroly

Při dimenzování kabelu hlavní přípojky bylo vycházeno z platných norem ČSN a zároveň ze cvičení Projektování instalačních rozvodů (PIR).

Výpočtové zatížení přívodních vedení vychází z platné normy ČSN 33 2130 ed.2. Návrh průřezu přívodních vedení se bude řídit dle ČSN 33 2000-5-52 ed.2. Chránění pracovních vodičů proti nadproudům a přepětí se řídí normou ČSN 33 2000-4-43 ed.2. K výpočtu zkratových proudů se využívá metoda ekvivalentního napěťového zdroje v místě zkratu, dle normy ČSN EN 60909-0.[3]

1.2.1 Dimenzování kabelu hlavní přípojky RD

Součinitel soudobosti:	$\beta = 0,77$
Celkový příkon:	$P_i = 19,971 \text{ kW}$
Celkový instalovaný soudobý příkon:	$P_\beta = P_i \cdot \beta = 19,971 \cdot 0,77 = 15,378 \text{ kW} \quad (1)$
Sdružené napětí:	$U_s = 400 \text{ V}$
Účinník:	$\cos\varphi = 0,98 \text{ [-]}$
Teplota okolí (země):	$t = 20^\circ\text{C}$
Měrný tepelný odpor půdy:	$2,5 \text{ K} \cdot \text{m} \cdot \text{W}^{-1}$

K RD na rozvodnou síť bude použit 4-žilový celoplastový kabel CYKY, uložený v zemi.

Celkový výpočtový proud přípojkou:

$$P_{\beta} = \sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_p \cdot \cos \varphi \rightarrow I_p = \frac{P_{\beta}}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \varphi} = \frac{15,378 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,98} = 22,649 \text{ A} \quad (2)$$

Dovolené zatížení vodiče:

Spočívá v kontrole $I_p \leq I_{DOV}$,

kde I_p je proud získaný výpočtem z příkonu připojeného zařízení.

$$I_{DOV} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_{NV}, \quad (3)$$

kde I_N je proudové zatížení vodiče A pro daný typ a průřez a pro tento základní způsob uložení:

I_N – v zemi s měrným tepelným odporem 0,7 K.m/W, v hloubce asi 70 cm pod povrchem a s teplotou země 20 °C,

k_1, k_2 – jsou přepočítávací součinitelé pro příslušný vodič nebo kabel, pro danou teplotu prostředí, pro dané podmínky a způsob uložení.[4]

Jmenovité proudové zatížení některých vodičů a hodnoty nejčastěji přepočítávacích součinitelů proudové zatížitelnosti jsou uvedeny v tabulkách v příloze ČSN ČSN 33 2000-5-52 ed.2.[4]

Přepočítávací součinitelé proudové zatížitelnosti dle ČSN 33 2000-5-52 ed.2 [4]:

k_1 – rozlišuje druh prostředí - pro uložení v zemi je 1,1 [-],

k_2 – respektuje teplotu prostředí – pro teplotu okolí $t = 20^\circ\text{C}$ je 1,22 [-].

Dle ČSN 33 2000-5-52 ed.2 jsme zvolili kabel CYKY 4Jx10 mm², kde dovolený proud pro základní způsob uložení je $I_{NV} = 52 \text{ A}$.[4]

Dovolený proud kabelem při respektování prostředí [4]:

$$I_{DOV} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_{NV} = 1,1 \cdot 1,22 \cdot 52 = 69,784 \text{ A} \quad (4)$$

$$I_{DOV} > I_p$$

$69,784 \text{ A} > 22,649 \text{ A} \rightarrow$ Kabel CYKY 4Jx10 **vyhovuje**.

1.2.2 Kontrola přípojky na úbytek napětí

Hlavní přípojku objektu představuje kabel CYKY 4Jx10 mm² délky 40 m. Úbytek napětí v rozvodu mezi přípojkovou skříní a rozvaděčem za elektroměrem, u světelného a smíšeného odběru nemá překročit 2 % U_S.

$$l = 40 \text{ m}$$

$$P_{\beta} = 15,378 \text{ kW}$$

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

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

$$S = 10$$

Výpočet úbytku napětí:

$$\Delta U_s = \frac{l \cdot P_{\beta}}{\gamma \cdot S \cdot U_s} = \frac{40 \cdot 15,378}{56,06 \cdot 10 \cdot 400} = 2,743 \text{ V} \quad (5)$$

$$2\%U_s = 0,02 \cdot 400 = 8 \text{ V}$$

$8 \text{ V} > 2,743 \text{ V} \rightarrow$ Kabel CYKY 4Jx10 **vyhovuje** z hlediska úbytku napětí.

1.2.3 Návrh jištění hlavní přípojky objektu

Musí být splněny následující podmínky [1]:

- a) Jmenovitá hodnota proudu hlavního jističe před elektroměrem musí být větší než maximální proud protékající přípojkou a zároveň menší než dovolený proud kabelem CYKY 4Jx10 při respektování prostředí.

$$I_p \leq I_N \leq I_{DOV}$$

$$22,649 \text{ A} \leq 25 \text{ A} \leq 52 \text{ A} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

I_p - maximální proud protékající přípojkou,

I_N - jmenovitá hodnota proudu jističího prvku,

I_{DOV} - dovolený proud kabelem při respektování prostředí.

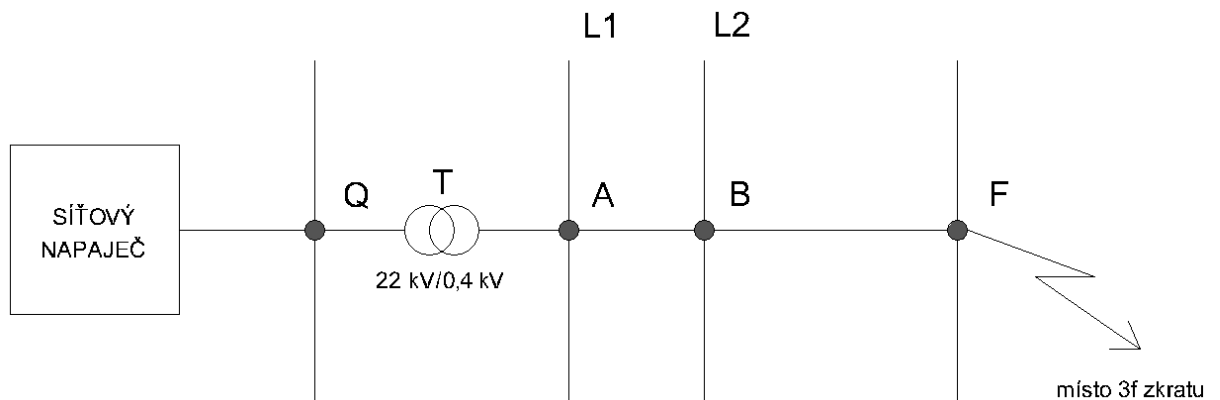
- b) Při návrhu pojistek před hlavním jističem musí být respektována pravidla soudobosti. Pojistky před hlavním jističem musí mít jmenovitou hodnotu proudu o 2 stupně vyšší než je jmenovitá hodnota hlavního jističe před elektroměrem.

$$I_N \leq I_{NP}$$

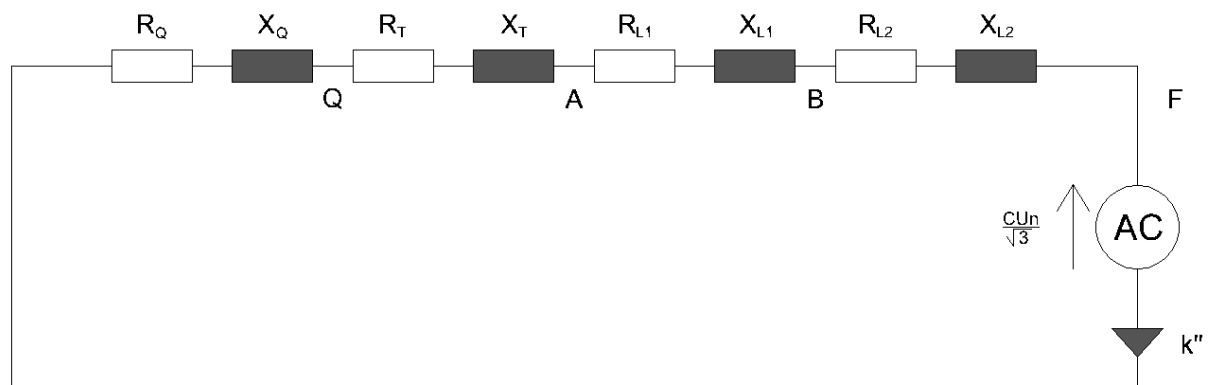
$$25 \text{ A} \leq 40 \text{ A} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

I_{NP} - jmenovitá hodnota proudu pojistek před hlavním jističem.

1.2.4 Výpočet zkratových poměrů



Obr. 1.1 Schéma obvodu [1]



Obr. 1.2 Náhradní schéma obvodu [1]

Elektrizační soustava

$$S_{sk} = 54,5 \text{ MVA}$$

$$P = 55 \text{ (trans. 22 kV/0,4 kV)}$$

$$I_k = 3,15 \text{ kA}$$

$$Z_s = \frac{c \cdot U_n}{S_{sk}} \cdot \frac{1}{p^2} = \frac{1,1 \cdot 22000^2}{54,5 \cdot 10^6} \cdot \frac{1}{55^2} = 3,229 \text{ m}\Omega \quad (6)$$

Transformátor

$$U_2 = 400 \text{ V}$$

$$\text{Jmenovité napětí nakrátko} - U_{KR} = 6\%$$

$$\text{Ohmická složka jmenovitého napětí nakrátko } U_{RR} = 3,2\%$$

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

$$Z_T = \frac{U_{KR\%}}{100} \cdot \frac{U_{RTL}^2}{S_{RT}} = \frac{6}{100} \cdot \frac{400^2}{0,4 \cdot 10^6} = 24 \text{ m}\Omega \quad (7)$$

$$R_T = \frac{U_{RR\%}}{100} \cdot \frac{U_{RTL}^2}{S_{RT}} = \frac{3,2}{100} \cdot \frac{400^2}{0,4 \cdot 10^6} = 12,8 \text{ m}\Omega \quad (8)$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \sqrt{24^2 - 12,8^2} = 20,302 \text{ m}\Omega \quad (9)$$

Kabelové vedení**Kabel L₁:**AYKY 3x120 mm² + 70 mm²

$$R_1 = 0,4423 \frac{\Omega}{km}$$

$$X_1 = 0,15 \frac{\Omega}{km}$$

$$l_1 = 200 m$$

$$R_{l1} = R_1 \cdot l_1 = 0,4423 \cdot 200 = 88,46 m\Omega \quad (10)$$

$$X_{l1} = X_1 \cdot l_1 = 0,15 \cdot 200 = 30 m\Omega \quad (11)$$

$$Z_{l1} = \sqrt{R_{l1}^2 + X_{l1}^2} = \sqrt{88,46^2 + 30^2} = 93,409 m\Omega \quad (12)$$

Kabel L₂:CYKY 4Jx10 mm²

$$R_2 = 0,76 \frac{\Omega}{km}$$

$$X_2 = 0,9 \frac{\Omega}{km}$$

$$l_2 = 10 m$$

$$R_{l2} = R_2 \cdot l_2 = 0,76 \cdot 10 = 7,6 m\Omega \quad (13)$$

$$X_{l2} = X_2 \cdot l_2 = 0,9 \cdot 10 = 9 m\Omega \quad (14)$$

$$Z_{l2} = \sqrt{R_{l2}^2 + X_{l2}^2} = \sqrt{7,6^2 + 9^2} = 11,779 m\Omega \quad (15)$$

Celková náhradní impedance zkratové smyčky:

$$Z_C = Z_S + Z_T + Z_{l1} + Z_{l2} = 3,229 + 24 + 93,409 + 11,779 = 132,417 m\Omega \quad (16)$$

Výpočet zkratového proudu:

$$I_k'' = \frac{c \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_C} = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 0,132419} = 1918,411 A \quad (17)$$

Výpočet zkratového výkonu:

$$S_k'' = \sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_k'' = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1918,411 = 1329,114 kVA \quad (18)$$

Ekvivalentní oteplovací zkratový proud [6][7]:t_k – doba trvání zkratuk_ε – normalizovaný koeficient závislý na poměru R a L ve smyčce, ve které se uzavírá

zkratový proud, tabelizován je dle napěťové úrovně a doby trvání zkratu

Dle ČSN 33 3015 volíme z tabulky pro t_k = 1s a místa zkratu v kabelovém rozvodu nnkoeficient k_ε = 1

$$I_{K\varepsilon} = I_k'' \cdot k\varepsilon = 1329,114 \cdot 1 = 1329,114 A \quad (19)$$

1.2.5 Kontrola na minimální průřez

Pro náš kabel CYKY 4Jx10 platí [1]:

- teplota jádra, která nemá být překročena při normálním provozu $\vartheta_{dov} = 70^\circ\text{C}$,
- teplota jádra, která nesmí být nikdy překročena $\vartheta_K = 180^\circ\text{C}$.

Z normy ČSN 33 3015 určíme pomocí těchto teplot koeficient k , pro výpočet minimálního průřezu kabelu ($k = 200$).[1]

$$S_{min} = \frac{I_{K\varepsilon} \cdot \sqrt{t_k}}{k} = \frac{1329,114 \cdot 1}{200} = 6,646 \text{ mm}^2 \quad (20)$$

$$S_{min} \leq S$$

$6,646 \text{ mm}^2 \leq 10 \text{ mm}^2 \rightarrow$ Kabel CYKY 4Jx10 **vyhovuje** z hlediska průřezu.

1.3 Revizní zpráva

zpráva č.: 1/6/014		
<u>ZPRÁVA O VÝCHOZÍ REVIZI ELEKTRICKÉHO ZAŘÍZENÍ</u>		
Objekt: Novostavba RD parcelní číslo 827, katastrální území Chrást u Plzně		
Podle: ČSN 33 2000-6, ČSN EN 50131 ed.2, ČSN CLC/50136-4, ČSN EN 50136-1, ČSN 33 1500		
Adresa objektu revize: Chrást u Plzně		
Revize:	úplná	Revizní technik: Michal Vít
výchozí	Datum revize: 1. 6. 2014	Adresa: Ev. číslo:
Investor:		
Zdroje elektrického proudu: Ze sítě 3x230/400V 50 Hz: 400V 3+PE+N. Ochrana samočinným odpojením od zdroje v síti TN-C-S Proudový chránič: $I_n = 0,03 \text{ A}$		
Připojené zařízení: Rodinný dům Celkový příkon: do 20 kW		
Použití měřicí přístroje a pomůcky: Izolační odpory – EUROTTEST MI 2086S5 výrobní číslo 1212121 Měření impedance – EUROTTEST MI 2086S5 výrobní číslo 1111111 Měření zemních odporů – EUROTTEST MI 2086S5 výrobní číslo 1313131 Kalibrace přístroje: 2012		
Celkový posudek: Zařízení a příslušenství je ve shodě se zadáním a vykazuje požadované vlastnosti. Z hlediska bezpečnosti odpovídá příslušným normám. Datum zpracování: 1. 6. 2014		
Razítko a podpis revizního technika		
Stanovení termínu další revize: 6/2019		
Počet vyhotovení: -4- Zpráva obsahuje: 4 strany Počet příloh: -0-	Rozdělovník: 1x revizní technik 2x provozovatel 1x montážní organizace	
Revizní zprávu převzal dne: Jméno: Podpis:		

Revidovaný objekt: Novostavba RD, parcelní číslo 827, katastrální území Chrást u Plzně
 Revizní technik: Michal Vít

číslo	Místnost, (proudový obvod), prostředí, druh vedení, popis zařízení, popis závady, návrh na způsob odstranění, lhůta apod.	izolační odpor [MΩ]	Ochrana před dotykem [Ω]
1.	<p><u>Popis zařízení:</u> Předmětem revize je elektroinstalace v nízkoenergetickém RD, postaveného z přesných tvárnic Porotherm T Profi Dryfix. Elektroinstalace je vedena pod omítkou a pod sádkartonelem v obytných místnostech kabely CYKY. Napájecí soustava 3+PE+N, 400V, 50Hz, TN-C-S.</p>		
2.	<p><u>Dokumentace:</u> projekt elektroinstalace – Michal Vít 06/2014</p>		
3.	<p><u>Zjištění:</u> Zařízení je napájeno z elektroměrového rozváděče RE osazeného ve sloupku oplocení. Hlavní jistič před elektroměrem 25A/3. Připojení k distribuční síti na základě "Stanovisko k žádosti". Elektroměrový rozváděč není předmětem této revize. Vývod z RE k domovní rozvodnici je proveden kabelem CYKY 4Jx10 mm² uloženým v zemi. Souběžně vede ovládací kabel od HDO ke stykači TČ a ohřívači vody. Okruhové rozvodnice jsou plastové rozvaděče, RB se nachází v předhalí (nalevo od dveří). V RB je ukončen přívod od RE. Neživé části jsou chráněny samočinným odpojením od zdroje. Dům je koncipován jako nízkoenergetický a vytápěn je tepelným čerpadlem. <u>Ochrana před úrazem</u> elektrickým proudem je řešena odpojením od zdroje v síti TN-C-S v souladu s ČSN 33 2000-4-41 ed.2 včetně ochrany pospojováním. Ochrana je posílena proudovými chrániči s vybavovacím proudem 30 mA, které jsou předřazeny před okruhy. <u>Vnější vlivy:</u> s ohledem na využití prostoru z hlediska úrazu elektrickým proudem se jedná o prostředí normální bez požáru a výbuchu - ve smyslu ČSN 33 2000-3 ed.2.</p>		
4.	<p><u>Okruhový rozvaděč RB:</u> ABB - 108 pozic. IP 31 Umístění v předhalí nalevo od vchodových dveří. Přívod od RE CYKY 4Jx10 mm² Přívod od HDO 2xCYKY 2Dx1,5 mm²</p>		
5.	<p><u>Domovní rozvodnice RB pokračování</u> <i>I. řada</i> 1. Hlavní vypínač ASN 25A/3. 2. Svodič přepětí typ 1 DEHN DV M TNS 255. 3. Chráníč OEZ OFE-25-2-030AC - chrání okruh ostatní. 4. Jistič OEZ LPE 16B-1 - zásuvky kuchyň - kabel CYKY 3Cx2,5mm². 5. Jistič OEZ LPE 16B-1 - zásuvky kuchyň. pult - kabel CYKY 3Cx2,5mm². 6. Jistič OEZ LPE 16B-1 - zásuvky jídelna - kabel CYKY 3Cx2,5mm².</p>		

Revidovaný objekt: Novostavba RD, parcelní číslo 827, katastrální území Chrást u Plzně
 Revizní technik: Michal Vít

číslo	Místnost, (proudový obvod), prostředí, druh vedení, popis zařízení, popis závady, návrh na způsob odstranění, lhůta apod.	izolační odpor [MΩ]	ochrana před dotykem [Ω]
6.	<p><u>Domovní rozvodnice RB pokračování</u></p> <p>7. Jistič OEZ LPE 16B-1 - zásuvky obývací - kabel CYKY 3Cx2,5mm².</p> <p>8. Jistič OEZ LPE 16B-1 - zásuvky d. pokoj - kabel CYKY 3Cx2,5mm².</p> <p>9. Jistič OEZ LPE 16B-1 - zásuvky ložnice - kabel CYKY 3Cx2,5mm².</p> <p>10. Jistič OEZ LPE 16B-1 - zásuvky wc+chodba+předhalí - kabel CYKY 3Cx2,5mm².</p> <p>11. Jistič OEZ LPE 16B-1 - zásuvka myčka - kabel CYKY 3Cx2,5mm².</p> <p>12. Jistič OEZ LPE 16B-1 - zásuvka digestoř - kabel CYKY 3Cx2,5mm².</p> <p>13. Jistič OEZ LPE 16B-1 - zásuvka mikrovlnka - kabel CYKY 3Cx2,5mm².</p> <p>14. Jistič OEZ LPE 16B-1 - zásuvka varná konvice - kabel CYKY 3Cx2,5mm².</p> <p><i>2. řada</i></p> <p>1. Jistič OEZ LPE 16B-3 - sporák - kabel CYKY 5Cx2,5mm².</p> <p>2. Jistič OEZ LPE 2B-1 - ovládání.</p> <p>3. Jistič OEZ LPE 10D-1 - tepelné čerpadlo - kabel CYKY 3Cx2,5mm².</p> <p>4. Jistič OEZ LPE 10B-1 - TUV - kabel CYKY 3Cx2,5mm².</p> <p>5. Stykač GEYER ER220 - K1 - Tepelné čerpadlo.</p> <p>6. Stykač GEYER ER220 - K2 - TUV.</p> <p>7. Jistič OEZ LPE 10B-1 - Fan-coily okruh 1 - kabel CYKY 3Cx1,5mm².</p> <p>8. Jistič OEZ LPE 10B-1 - Fan-coily okruh 2 - kabel CYKY 3Cx1,5mm².</p> <p>9. Jistič OEZ LPE 10B-1 - rekuperační jednotka - kabel CYKY 3Cx1,5mm².</p> <p>10. Jistič OEZ LPE 10B-1 - světla okruh 1 - kabel CYKY 3Cx1,5mm².</p> <p>11. Jistič OEZ LPE 10B-1 - světla okruh 2 - kabel CYKY 3Cx1,5mm².</p> <p>12. Jistič OEZ LPE 10B-1 - světla venku - kabel CYKY 3Cx1,5mm².</p> <p>13. Jistič OEZ LPE 10B-1 - žaluzie - kabel CYKY 3Cx1,5mm².</p> <p>14. Chráníč OEZ OFE-25-2-030AC - chrání okruh koupelna.</p> <p>15. Jistič OEZ LPE 16B-1 - zásuvky koupelna - kabel CYKY 3Cx2,5mm².</p> <p>16. Jistič OEZ LPE 16B-1 - zásuvka pračka - kabel CYKY 3Cx2,5mm².</p>		

Revidovaný objekt: Novostavba RD, parcelní číslo 827, katastrální území Chrást u Plzně
 Revizní technik: Michal Vít

číslo	Místnost, (proudový obvod), prostředí, druh vedení, popis zařízení, popis závady, návrh na způsob odstranění, lhůta apod.	izolační odpor [MΩ]	ochrana před dotykem [Ω]
7.	<p><u>Domovní rozvodnice RB pokračování</u> 17. Jistič OEZ LPE 16B-1 - zásuvky kombi. wc - kabel CYKY 3Cx2,5mm². 3. řada 1. Spínací modul Ego-n - 8x10A. 2. Spínací modul Ego-n - 8x10A. 3. Modul žaluziový Ego-n - 6x2x6A. 4. Modul žaluziový Ego-n - 6x2x6A. 4. řada 1. Modul spínací pro termohlavice Ego-n - 6x1A. 2. Modul spínací pro termohlavice Ego-n - 6x1A. 3. Modul stmívací Ego-n - 2x40-300W. 4. Modul napájecí Ego-n - 18V/1,2A. 5. Modul řídicí Ego-n. 6. Modul komunikační Ego-n - 150mA. 5. řada 1. Záložní zdroj UPS. 2. Jistič OEZ LPE 16B-1 - jistí UPS. 3. Jistič OEZ LPE 16B-1 - jistí UPS.</p>		
10.	<p><u>Měření:</u> nepřesáhla tyto hodnoty: impedance smyčky: izolační stav: přechodový odpor ochranných vodičů: uzemnění – odpor:</p>	<p>> 180</p>	<p>3x0,3-0,6 0,05 2,2</p>
11.	<p><u>Zhodnocení:</u> a) Naměřené hodnoty izolačních odporů vyhovují, protože jsou ve všech případech větší než 0,5 MΩ. b) Naměřené impedance smyček uváděné v revizní zprávě jsou vyhovující a tudíž korespondují s dimenzemi předřazených jisticích prvků a zajišťují tak požadavky na ochranu samočinným odpojením od zdroje v předepsané době podle normy ČSN 33 2000-4-41 ed.2. Zařízení je schopné bezpečného a spolehlivého provozu. Vypracováno 1. 6. 2014</p>		

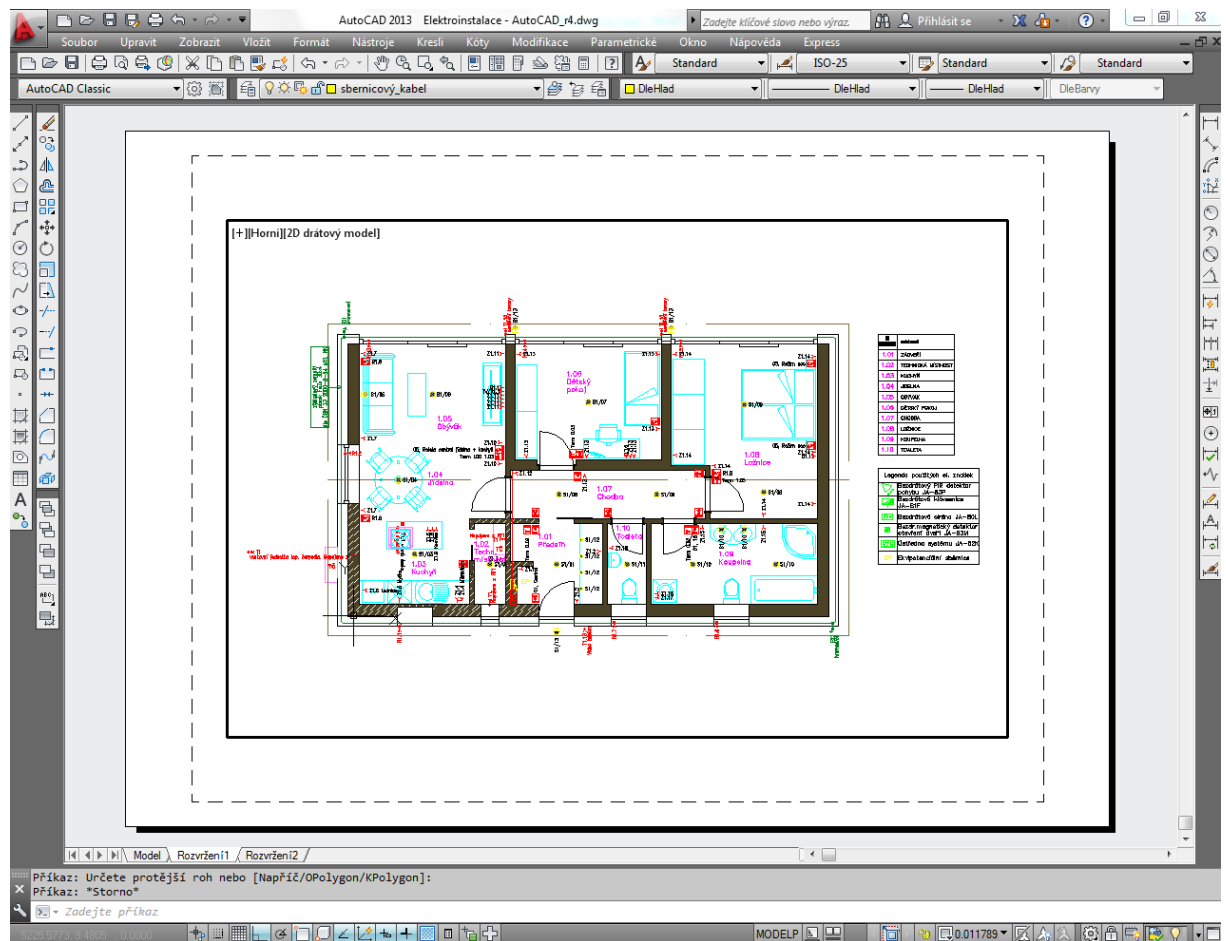
<i>zpráva č.: 2/6/014</i>		
<u>ZPRÁVA O REVIZI BLESKOSVODU</u>		
Objekt: Novostavba RD parcelní číslo 827, katastrální území Chrást u Plzně		
Podle: ČSN EN 62 305, ČSN 33 2000-5-54 ed.2		
Adresa objektu revize: Nýřany		
Revize:	úplná	Revizní technik: Michal Vít
bleskosvod	Datum revize: 1. 6. 2014	Adresa: Ev. číslo:
Investor:		
Počasí a půda: Počasí v posledních třech dnech: <u>polojasno 22 °C</u>		
Okolní půda: <u>hlinitokamenitá</u>		
Připojené zařízení: Rodinný dům		
Celkový příkon: do 20 kW		
Použité měřicí přístroje a pomůcky: Měření zemních odporů – EUROTTEST MI 2086S5 výrobní číslo 1212121		
Kalibrace přístroje: 2012		
Celkový posudek: Bleskosvodní zařízení objektu vyhovuje požadavkům ČSN EN 62 305 a je schopné bezpečného provozu. Datum zpracování: 1. 6. 2014		
Razítko a podpis revizního technika		
Stanovení termínu další revize: 6/2018		
Počet vyhotovení: -4- Zpráva obsahuje: 2 strany Počet příloh: -0-	Rozdělovník: 1x revizní technik 2x provozovatel 1x montážní organizace	
Revizní zprávu převzal dne: Jméno: Podpis:		

číslo	Druh objektu, stavební materiál, krytina, popis hromosvodu, větší kovové hmoty, způsob uzemnění, zjištěné závady	Počet		Svody. materiál, Ø	Zemnič	
		jímačů	svodů		číslo	odpor [Ω]
	RD, POROTHERM T PROFI DRYFIX, TONDACH, 2 svody, základový zemnič, závady 0					
	<p><u>Popis zařízení:</u></p> <p>Jedná se o jednopodlažní obytnou zděnou budovu.</p> <p>střecha – stanová krytina – pálené tašky Tondach</p> <p>Jímací soustava – vodič na podpěrách, 1x jímač strojený.</p> <p>Materiál: FeZn Zemní soustavu tvoří pásek FeZn 30x4 uložený v zemi v základech. Použité materiály jsou standardní, odpovídající ČSN EN 62 305.</p> <p>Jímače strojené:</p> <p>Svody:</p> <p>Zemniče: č. 1 – zemní pásek č. 2 – zemní pásek č. 3 – zemní pásek č. 4 – zemní pásek</p> <p>Revidované hromosvodní zařízení je schopné bezpečného provozu ve smyslu ČSN EN 62 305.</p> <p>Vypracováno: 1. 6. 2014</p>	1	2	FeZn Ø 8mm	1 2 3 4	6,6 6,6 6,8 6,7

2 Elektroinstalace

2.1 Návrh elektroinstalace

Veškeré výkresy (A-1 až A-11) elektroinstalace rodinného domu včetně zapojení domovní rozvodnice najdeme na konci této bakalářské práce v příloze A. Návrhy byly prováděny pomocí počítačového programu Autodesk AutoCAD. V obrázku níže můžete vidět ukázkou uživatelského rozhraní v AutoCAD 2013.



Obr. 1.3 Uživatelské rozhraní v programu AutoCAD 2013

3 Funkční prvky elektroinstalace Ego-n

3.1 Základní informace

Ego-n je založen na sběrniovém systému využívající jednotlivé prvky sběrnice pro komunikaci mezi nimi. Sběrnice je tvořena speciálním čtyř-žilovým kabelem, kde dva vodiče slouží pro napájení prvků systému a dva pro přenos informace. V případě potřeby je možné použít bezdrátové ovládací prvky.[8]

3.1.1 Sběrnice

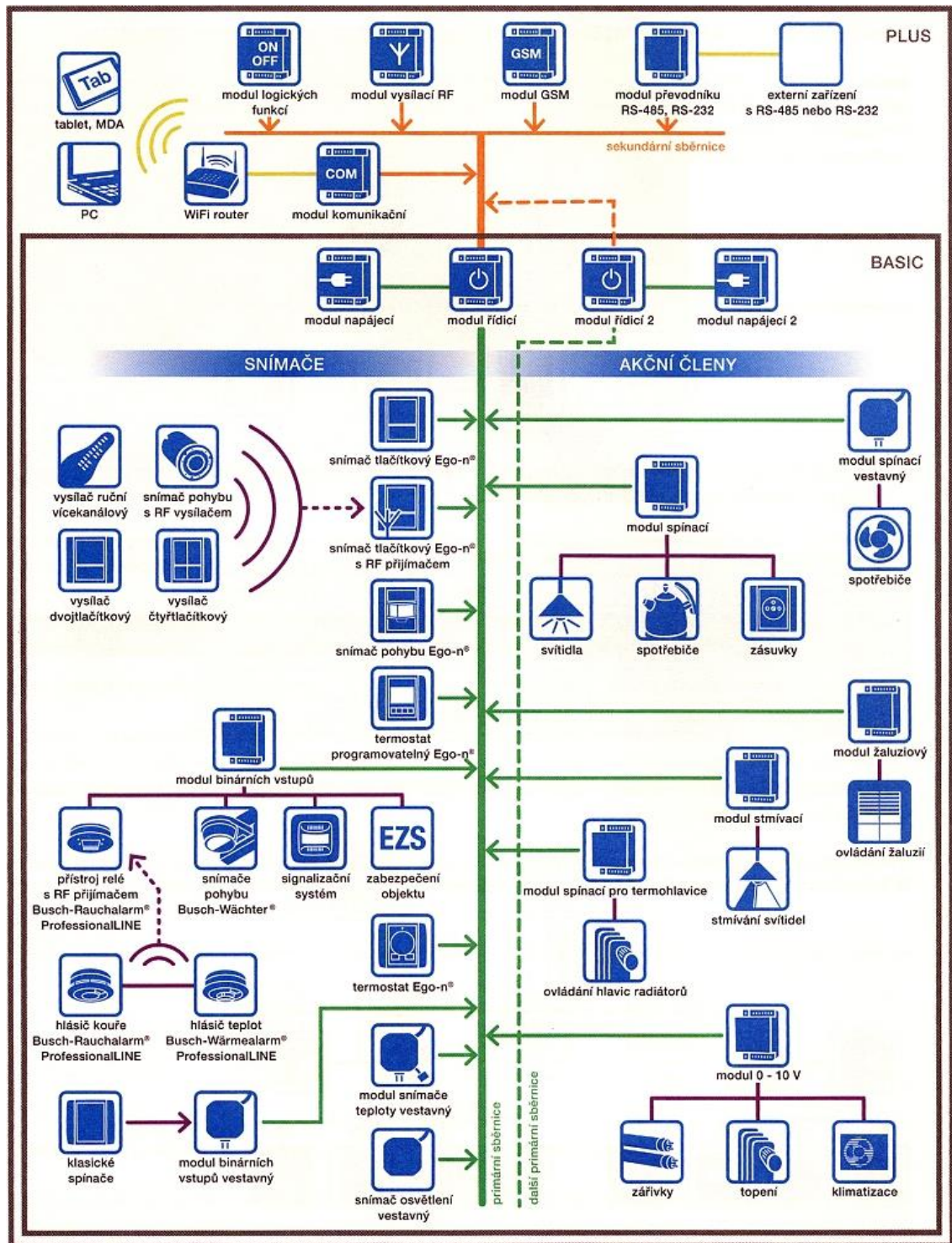
Systém je tvořen dvěma typy sběrnic, které zprostředkovávají komunikaci mezi jednotlivými prvky:

- **Primární sběrnice,**
- **Sekundární sběrnice.**

Jednotlivé vstupy – snímače (tlačítkové snímače, digitální vstupy apod.), výstupy – akční členy (modul spínací, stmívací apod.), vždy modul řídicí (zajišťuje přenos informace mezi prvky systému) a modul napájecí se připojují na základní primární sběrnici. Na jednu primární sběrnici je možné napojit max. 64 prvků systému. Vstupy – snímače převádějí akci od uživatele nebo jiného zařízení (stisk tlačítka, povel z termostatu o změně teploty, aktivace digitálního vstupu atd.) na datovou informaci, která je odeslána po sběrnici a dle nastavení vyhodnocena výstupem, který provede požadovanou akci, např. sepnutí, stmívání, vyvolání scény atd. Každý prvek připojený na sběrnici má své unikátní registrační číslo uložené ve vyjímatelné paměťové kartě. Komunikace po sběrnici probíhá tak, že jakmile je stisknuto tlačítko snímače, odešle snímač zprávu (registrační číslo) do sběrnice. Všechny připojené výstupy, tedy akční členy, „poslouchají“ a když je v systému takový, který má shodné registrační číslo ve své paměti, reaguje dle svého nastavení (např. sepne osvětlení, topení). Všechny paměťové karty, umístěné v jednotlivých prvcích a modulech jsou vyjímatelné, což je velká výhoda. Při naprogramování jsou veškerá data uložena právě do paměti na této kartě. Při poruše systémového prvku se karta pouze vyjme a vloží do prvku nového, tím se obnoví původní nastavení daného prvku a není třeba opětovné naprogramování. Sekundární sběrnice propojuje řídicí členy (primárních sběrnic) a jsou na ni připojeny vstupně výstupní jednotky, jako jsou modul komunikační (sloužící zároveň k napájení sekundární sběrnice), modul GSM, modul vysílací RF a modul

logických funkcí. Zpravidla je sekundární sběrnice umístěna pouze v rozvaděči, proto je nutné počítat s dostatečným místem pro umístění dalších modulů na sběrnici.[8]

Maximální počet řídicích modulů připojených na sběrnici je 8. V největším rozsahu instalace je možné do systému zapojit až 512 prvků (8 sběrnic, 64 prvků na jedné sběrnici).[8]



Obr 1.4 Základní struktura systému Ego-n (převzato z [8])

3.2 Rozdíl mezi klasickou a sběrnicovou elektroinstalací

3.2.1 Klasická elektroinstalace

První klasická elektroinstalace, kde byl od uživatelů požadavek na ovládání několika svítidel v domě, se datuje na konec 19. století. V dnešní době se klasická elektroinstalace stále používá ve velké míře pro ovládání osvětlení, ale také pro ovládání zásuvek, rolet, žaluzií, topení a dalších spotřebičů. Investor se musí rozhodnout ve fázi projektu, nejpozději při hrubé stavbě, kde bude umístěno ovládání spotřebičů. Jakákoliv pozdější změna funkcionality s sebou nese vícenásobné náklady na úpravu elektroinstalace, většinou spojené s hrubým zásahem do stavebních konstrukcí.[8]

3.2.2 Sběrnice elektroinstalace

Sběrnice elektroinstalace je navržena pro zvýšení komfortu a variability elektroinstalací. Tažení kabeláže je hlavním rozdílem mezi klasickou instalací, který celý postup velmi zjednodušuje. Tato elektroinstalace lze velmi snadno rozšířit, např. změnou funkcí vypínačů, ovládání na dálku pomocí komunikačního modulu a dalšími funkcemi, které nelze nebo je obtížné realizovat v klasické elektroinstalaci.[8]

3.2.3 Možnosti systému Ego-n

Pomocí systému Ego-n je možné [8]:

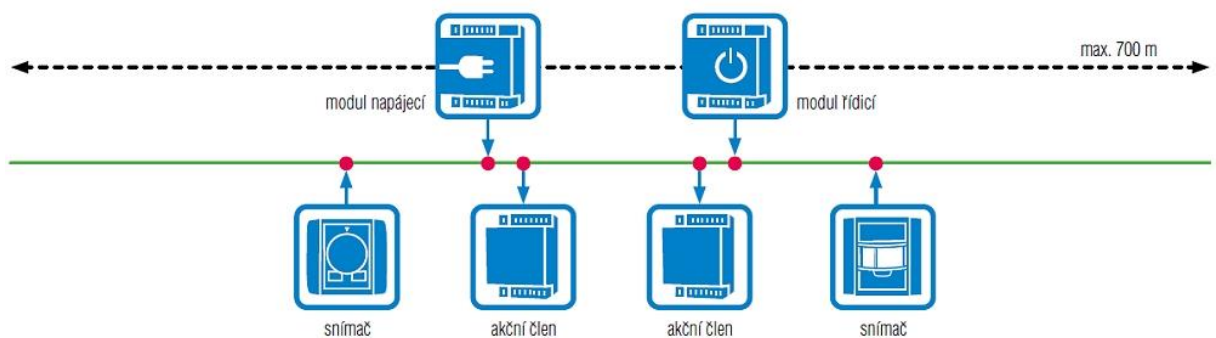
- řídit spínání a stmívání osvětlení,
- detekovat vnitřní i venkovní pohyb,
- řídit polohu žaluzií, předokenních rolet a markýz,
- řídit vytápění a chlazení, klimatizaci,
- ovládat libovolné spotřebiče,
- použít logické, centrální a časové funkce,
- navázat na EZS (přes binární vstupy a výstupy expandérů systému),
- dálkové ovládání a vizualizace,
- ovládání a vzdálený přístup (prostřednictvím GSM a internetu).

3.3 Sběrnice

Primární sběrnice má maximální povolenou délku 700 m a to je nutné respektovat při návrhu elektroinstalace. Systém Ego-n využívá lineární topologii sběrnice s odbočkami max.

30 m (všechny prvky jsou mezi sebou propojeny paralelně). Na konci sběrnice je nutné zapojit terminační odpor z důvodu, aby se signál neodrážel zpět a nezpůsoboval rušení. Po konečném stanovení počtu a typu všech prvků primární sběrnice se provádí kontrolní výpočet na jmenovitý napájecí proud sběrnici. V technických datech každého modulu je uveden parametr I_p (zatížení sběrnice). Součet proudů I_p všech modulů nesmí překročit jmenovitý výstupní proud napájecího modulu 1000 mA.[8]

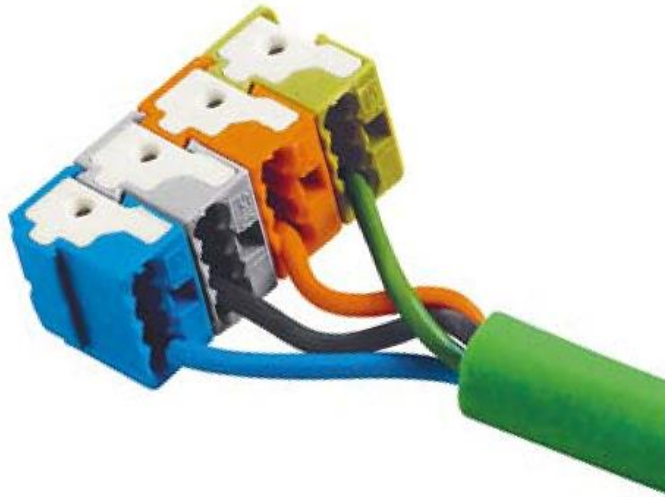
Délka sekundární sběrnice je max. 2000 m a počet připojených prvků je omezen součtem proudů I_s – parametr v technických datech, který nesmí překročit jmenovitý výstupní proud komunikačního modulu, který napájí sekundární sběrnici.[8]



Obr 1.5 Primární sběrnice (převzato z [8])

3.4 Kabel pro sběrnicovou instalaci

Všechny komponenty systému musí být propojeny kabelem KSE224, kabel je čtyř-žilový (YCYM 2x2x0,8 mm) se zelenou barvou pláště. Izolace žil mají barvu zelenou, oranžovou (pro přenos dat), šedou a modrou (pro napájení prvků systému). Kabel je možné vést souběžně se silovým vedením, jelikož splňuje bezpečnostní požadavky, ale není to doporučeno. Jeho konstrukce zajišťuje maximální odstínění proti rušení datové komunikace z vnějšího prostředí.[8]



Obr. 1.6 Sběrníkový kabel (převzato z [8])

Kabel je odolný proti šíření plamene podle požadavku požárně technických charakteristik udaných vyhl. č. 21/1996 příloha č. 2 pro Elektrické kabely a vodiče – Odolnost proti šíření plamene – Zkušební norma ČSN IEC 332-1.[8]

Kabel lze pokládat přímo pod omítku v elektrikářských trubkách nebo do země v ochranných trubkách.[8]

3.5 Úrovně nastavování systému Ego-n

V závislosti na rozsahu a požadované funkcionalitě je systém Ego-n tvořen dvěma úrovněmi Basic a Plus.

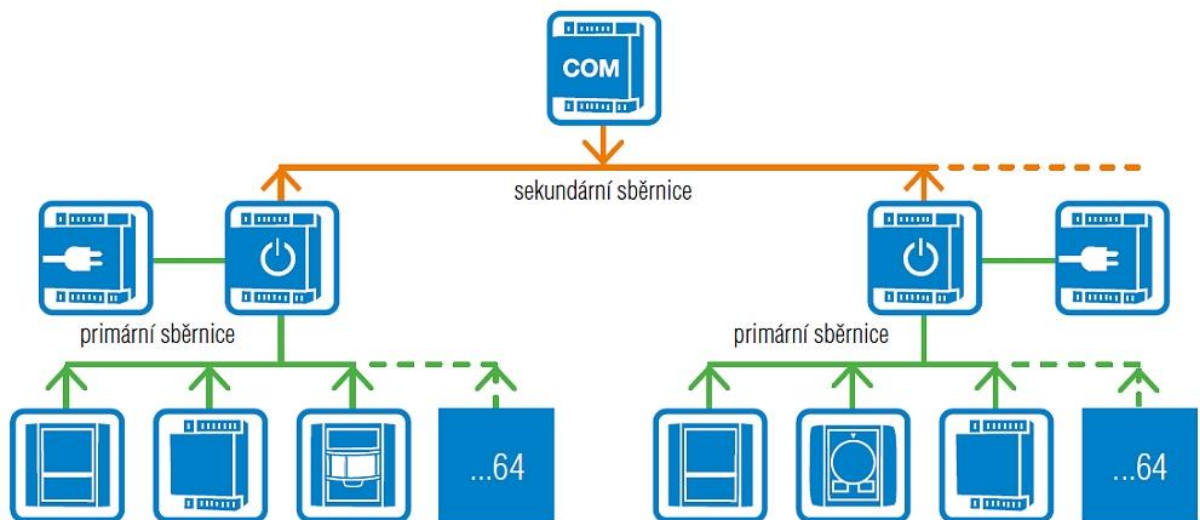
3.5.1 Basic

Tato základní verze obsahuje jeden řídicí modul, který lze programovat bez použití počítače tzv. tlačítkovým módem. Vše se nastavuje aktivací příslušného výstupu akčního členu a přiřazením tlačítka snímače dvojitým stiskem hmatníku tlačítka.

3.5.2 Plus

Verze Plus obsahuje více než jeden řídicí modul nebo požadavky na logické funkce, GSM ovládání, popř. vizualizaci, tj. při použití sekundární sběrnice.

Nastavení parametrů prvků je nutné oživit pomocí programového režimu, tj. počítače připojeným ke komunikačnímu modulu s využitím programu Ego-n Asistent 2.



Obr. 1.7 Sekundární sběrnice v úrovni Plus (převzato z [8])

Tab. 2.1 Funkce / prvky nastavitelné v jednotlivých úrovních (převzato z [8])

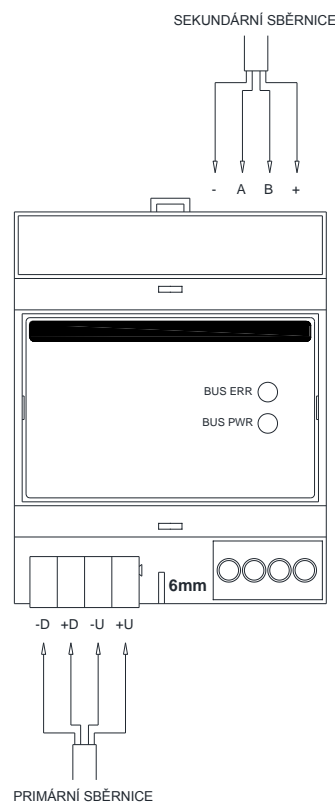
Prvek systému Ego-n	Ego-n BASIC	Ego-n PLUS
Modul řídicí	•	•
Modul komunikační		•
Modul vysílací RF		•
Modul logických funkcí		•
Modul GSM		•
Snímač tlačítkový	•	•
Vysílač ruční šestnáctikanálový	•	•
Vysílače tlačítkové	•	•
Snímač pohybu	•	•
Programovatelný termostat	•	•
Termostat	•/-	•/•
Modul snímače teploty	•	•
Moduly binárních vstupů	•	•
Moduly spínací	•	•
Modul žaluziový	•	•
Modul stmívací	•	•
Modul spínací pro termohlavice	•	•
Modul výstupu 0/1 - 10 V	•	•

3.6 Základní prvky systému Ego-n

3.6.1 Modul řídicí, řadový

Základním prvkem primární sběrnice je modul řídicí, který neřídí, ale hlídá datové pakety uvnitř sběrnice, zajišťuje komunikaci mezi primárními prvky a umožňuje připojení sekundární sběrnice. Modul řídicí tedy komunikuje mezi primární a sekundární sběrnici, mezi dalšími řídicími jednotkami a detekuje chyby na primární sběrnici. Funguje také jako filtr.[8]

Připojení prvku do primární sběrnice se realizuje pomocí bezšroubových svorek.

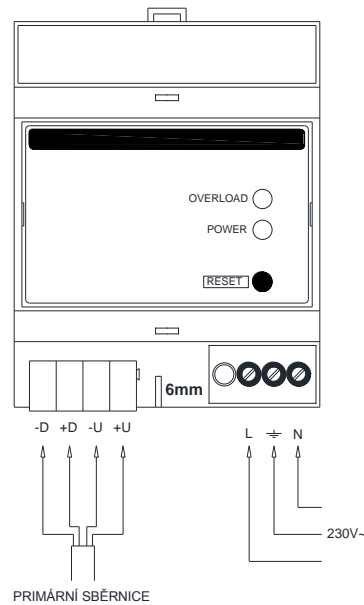


Obr. 1.8 Modul řídicí, řadový [8]

3.6.2 Modul napájecí, řadový

Modul napájecí slouží pro napájení primární sběrnice, po které se napájí sběrnice tlačítka a moduly primární sběrnice.

Při napájení vzniká ztrátové teplo a to je třeba zohledňovat, proto by se měla nechávat mezera mezi přístroji o šíři cca 1 modul (19 mm). Při větších aplikacích je nutné modul napájecí chladit ventilátorem nebo klimatizací, teplota by neměla překročit 35 °C.[8]



Obr. 1.9 Modul napájecí [8]

3.7 Snímače systému Ego-n

3.7.1 Snímač tlačítkový s LCD

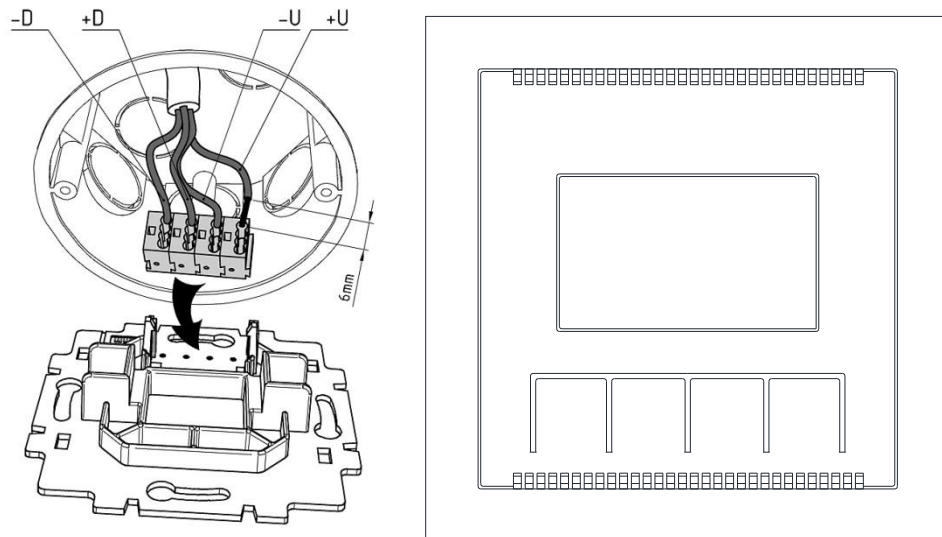
Tlačítkový snímač slouží pro pohodlné ovládání zvolených výstupů nebo spotřebičů s možnou vizualizací stavu výstupů a také pro časové funkce.[8]

Funkce v úrovni Basic (bez PC):

- Ovládání až 16-ti naprogramovaných výstupů (spínání, stmívání, funkce scény atd.),
- Signalizace až 16-ti hlášení zpráv o stavu sběrnice,
- Obsahuje 4 časové bloky pro časové ovládání prvků sběrnice (např. rolet),
- Obsahuje vestavěné snímače teploty pro měření v místě instalace.

Funkce v úrovni Plus (s PC):

- Ovládání až 16-ti naprogramovaných výstupů (spínání, stmívání, funkce scény atd., funkci sepnutí/vypnutí výstupu lze pomocí PC naprogramovat na libovolný hmatník snímače),
- Aktivace útlumu teploty pro termostaty atd.,
- Zobrazování spotřebovaných energií z registrů pulsního čítače přímo ve zvolených jednotkách (Wh, kWh, litry apod.).

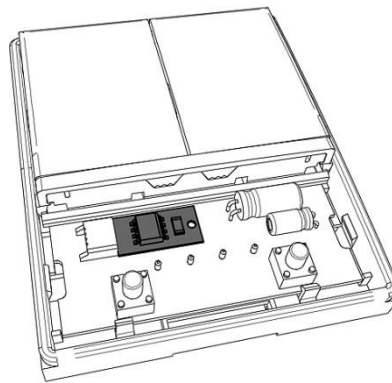


Obr. 1.10 Zleva - Zapojení tlačítkového snímače (převzato z [8])

Obr. 1.11 Snímač tlačítkový [8]

3.7.2 Tlačítkový snímač jednonásobný, dvojnásobný

Používá se pro ovládání zvolených výstupů nebo spotřebičů. Mezi tlačítky je dioda umožňující trvalé osvětlení pro lepší orientaci ve tmě.[8]



Obr. 1.12 Tlačítkový snímač dvojnásobný (převzato z [8])

Funkce v úrovni Basic:

- Ovládání naprogramovaných výstupů (spínání, stmívání, funkce scény atd.) - stiskem horního hmatníku dojde k sepnutí výstupu, dolního k vypnutí naprogramovaného výstupu.

Funkce v úrovni Plus:

- Ovládání naprogramovaných výstupů (spínání, stmívání, funkce scény atd.) - funkci sepnutí/vypnutí výstupu lze pomocí PC naprogramovat na libovolný hmatník

snímače, možný je i jednotlačítkový režim,

- Signalizace libovolného stavu pomocí LED umístěných pod transparentním dělicím pruhem (např. topení zapnuto, světlo svítí atd.),
- Aktivace útlumu teploty pro termostaty atd.

3.7.3 Tlačítkový snímač s RF přijímačem jednonásobný, dvojnásobný

Tento tlačítkový snímač obsahuje navíc radio-frekvenční přijímač, pomocí kterého je možné přijímat signály z RF vysílačů.[8]

Funkce v úrovni Basic:

- Ovládání naprogramovaných výstupů,
- Do paměti snímače je možné nahrát až 31 vysílačů Ego-n.

Funkce v úrovni Plus:

- Ovládání naprogramovaných výstupů,
- Signalizace libovolného stavu pomocí LED,
- Aktivace útlumu teploty pro termostaty atd.,
- Nahrání až 31 vysílačů do paměti,
- Správa nahraných vysílačů v paměti pomocí PC.

3.7.4 Vysílač dvojtlačítkový, čtyřtlačítkový

Používá se pro dálkové bezdrátové ovládání spotřebičů pomocí snímačů s RF přijímačem. Vysílač komunikuje s přijímačem prostřednictvím kódovaného radiového signálu.[8]

Výhody:

- Bezdrátové ovládání spotřebičů nebo naprogramovaných výstupů,
- Do instalace můžeme vysílač instalovat i dodatečně,
- Snadno se přilepí na sklo i dřevo,
- Dosah cca 30 m,
- Baterie má dlouholetou životnost (až 10 let).



Obr. 1.13 Vysílač čtyřtlačítkový (převzato z [16])

3.7.5 Snímač pohybu

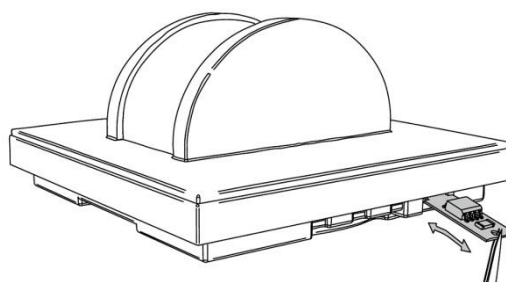
Slouží k samočinnému bezdotykovému ovládní osvětlení chodeb, schodišť, WC, sklepů atd.[8]

Funkce v úrovni Basic:

- Reaguje na pohybující se osoby,
- Možnost manuálního sepnutí.

Funkce v úrovni Plus:

- Předávání informace o intenzitě osvětlení do sběrnice.



Obr. 1.14 Snímač pohybu (převzato z [8])

3.7.6 Programovatelný termostat

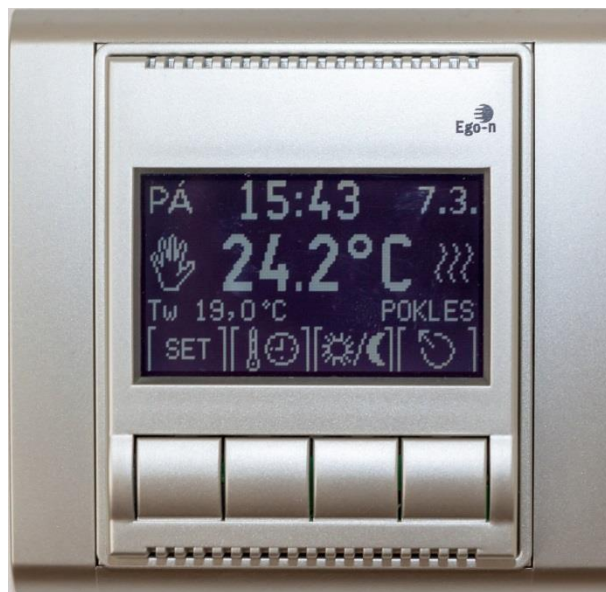
Slouží k ovládání teploty v místnostech.

Funkce v úrovni Basic:

- ON/OFF tepelný zdroj nebo chlazení,
- Noční útlum,
- Týdenní časový program,
- Různé režimy, např. ruční, automatický nebo dovolená,
- Zobrazení teploty, data a času.

Funkce v úrovni Plus:

- Nastavení výstupního signálu ON/OFF pro řízení tepelného zdroje nebo termohlavic,
- PWM řízení termohlavic,
- Předávání informace o změřené teplotě do sběrnice,
- Programování libovolných snímačů.



Obr. 1.15 Programovatelný termostat

3.7.7 Modul digitálních vstupů 2x230 V, 2x proudová smyčka

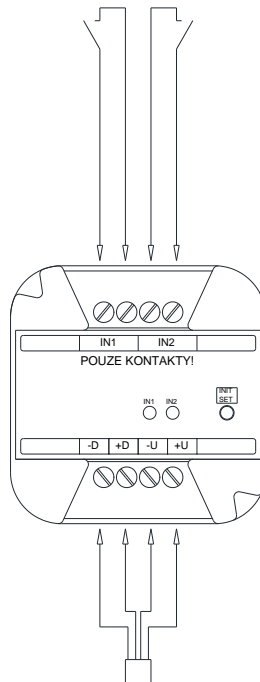
Slouží ke zjištění přítomnosti napětí nebo stavu sepnutí kontaktů. Na převodník je možné připojit libovolné nesystémové zařízení. Jako vstup je možné využít informaci z EZS, detektorů úniku kouře, termostatů a spínačů klasické instalace.[8]

Funkce v úrovni Basic:

- Monitorování stavu kontaktu zapni/vypni,
- Režim dvojtlačítko,
- Monitorování přítomnosti napětí.

Funkce v úrovni Plus:

- Vysílač stavu kontaktu,
- Možnost programování.



Obr. 1.16 Modul digitálních vstupů [8]

3.8 Akční členy systému Ego-n

3.8.1 Spínací modul 8x10 A, 4x10 A, 4x16 A, řadový

Spínací modul umožňuje silové ovládání (spínání) až 8 spotřebičů. Modul plní funkci spínače, časovače, tlačítka, vypínače a funkce světelných scén.[8]

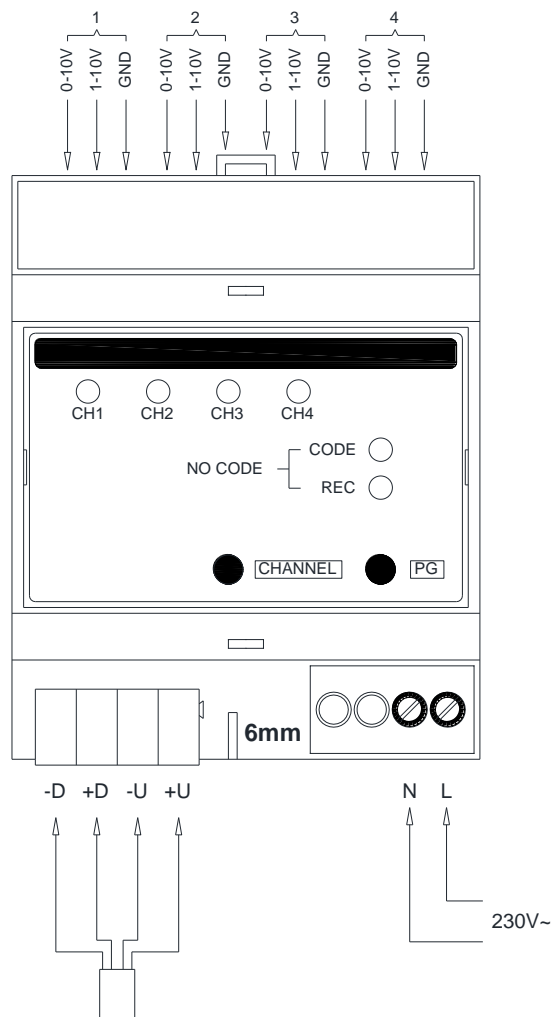
Funkce v úrovni Basic:

- Vypínač ON/OFF,
- Vždy zapni ON / vždy vypni OFF.

Funkce v úrovni Plus:

- Časovač TIMER,
- Tlačítko PUSH – krátkodobé sepnutí výstupního kontaktu,
- Scéna SCENE.

3.8.2 Modul výstupů 4x 0(1) – 10V



Obr. 1.17 Modul výstupů [8]

Používá se pro řízení až čtyř servopohonů nebo ovládání jiných přístrojů, které jsou určeny pro řízení napětím 0(1) – 10V (např. elektronických stmívačích předradníků).[8]

Funkce v úrovni Basic:

- Servo/DIMM (dvoutlačítkový mód) – stiskem se nastavuje výstupního napětí,
- Vždy zapni ON / vždy vypni OFF.

Funkce v úrovni Plus:

- Stmívač DIMM – střídavá změna napětí z maxima do minima nebo obráceně,
- Časovač TIMER,
- Scéna SCENE.

3.8.3 Modul žaluziový, řadový

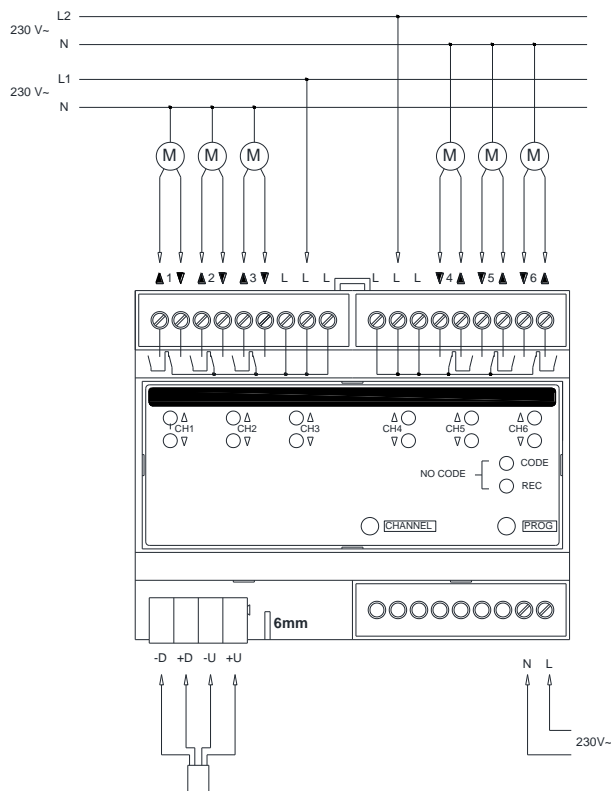
Slouží v elektroinstalaci k ovládání až šesti žaluzií, rolet a podobných elektrických spotřebičů. Maximální spínací proud je 6 A u odporové zátěže, 3 A pro zátěže s $\cos \varphi \geq 0,8$. [8]

Funkce v úrovni Basic:

- Roleta (dvojtlačítkový mód),
- Roleta nahoru, roleta dolů.

Funkce v úrovni Plus:

- Roleta (jednotlačítkový mód),
- Roleta centrální,
- Stop,
- Nahoru +, dolů +.



Obr. 1.18 Modul žaluziový [8]

3.8.4 Modul spínací pro termohlavice

Používá se pro ovládání až šesti termohlavice ústředního topení (nebo jiných el. spotřebičů s max. proudem 1 A). Výstupními prvky spínacího modulu jsou polovodičová relé.[8]

Funkce v úrovni Plus:

- Vypínač ON/OFF,
- Vždy zapni ON / vždy vypni OFF.

Funkce v úrovni Basic:

- Pulzně šířková modulace PWM,
- Tlačítko PUSH – krátkodobé sepnutí výstupního kontaktu relé.

3.9 Prvky sekundární sběrnice systému Ego-n

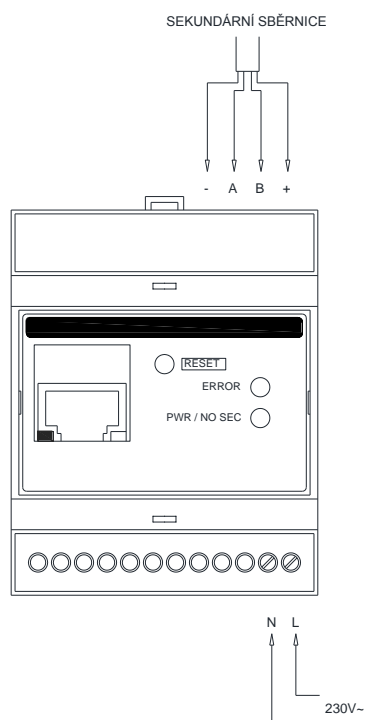
3.9.1 Modul komunikační

Základním řídicím prvek sekundární sběrnice je modul komunikační. Pokud je v instalaci sekundární sběrnice, musí být vždy připojen. Jeho základní funkcí je napájení sekundární sběrnice, komunikace mezi jednotlivými prvky sekundární sběrnice. Dále rozšiřuje možnosti ovládání a komfortního nastavení parametrů jednotlivých komponent i celého systému pomocí PC.[8]

Přes sekundární sběrnici je možné se napojit do sítě ethernet nebo Wi-Fi a kontrolovat, ovládat, nastavovat a zobrazovat zvolené parametry přes tablet, chytrý telefon, PC a internet.

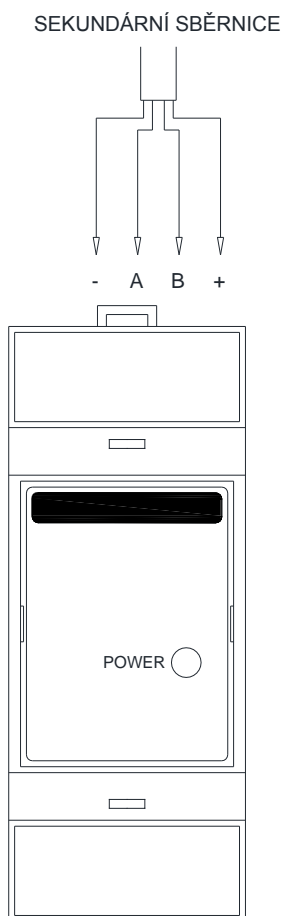
Další funkce:

- Detekce chyb na sekundární sběrnici,
- Obsahuje 40 časových bloků pro časové ovládání akčních prvků sekundární sběrnice,
- Obsahuje webserver s možností ovládání a monitorování instalace pomocí tabletu atd.



Obr. 1.19 Modul komunikační [8]

3.9.2 Modul logických funkcí

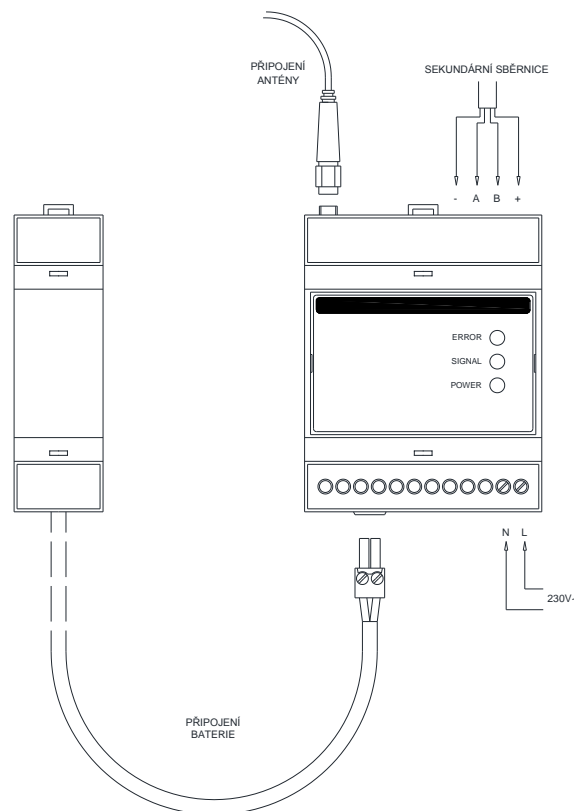


Obr. 1.20 Modul logických funkcí [8]

Zajišťuje provádění základních logických funkcí (AND, OR, XOR), obsahuje 30 dvojstupových logických bloků. Logické funkce umožňují vytvářet zprávy (příkazy) podmíněné obsahem dvou nebo více vstupních zpráv. Výstupem logického bloku je zpráva předávána do akčních prvků systému.[8]

3.9.3 Modul GSM

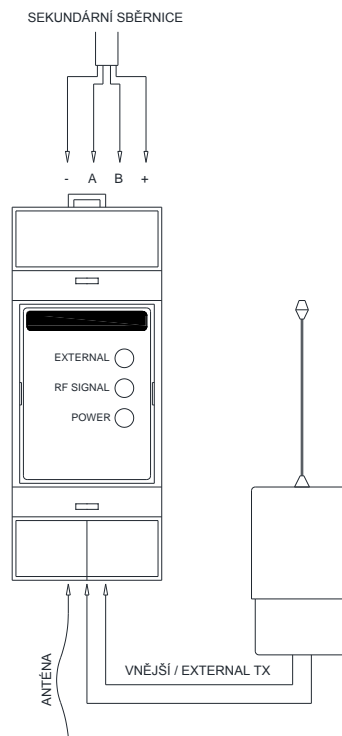
GSM modul se v instalaci používá pro ovládání systémových zařízení pomocí krátkých textových zpráv (SMS). Vedle ovládání lze také ze systému získávat informace o jeho stavu a aktuálních událostech. Modul může komunikovat až s 16-ti tel. čísly, umožňuje přednastavit 16 odchozích zpráv (hlášení) a 40 příchozích zpráv (příkazů).[8]



Obr. 1.21 Modul GSM [8]

3.9.4 Modul vysílací RF

Modul vysílací slouží pro sledování a bezdrátové ovládání přijímačů.



Obr. 1.22 Modul vysílací RF [8]

4 Návrh tepelného čerpadla a rekuperace

4.1 Základní údaje rodinného domu

Autor pro tuto bakalářskou práci vybral přízemní dům nebo-li „bungalov“, který je vhodný pro 3 člennou rodinu.

Dům bude postaven z broušených cihel Porotherm T Profi Dryfix (součinitel prostupu tepla: $U = 0,18 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$) o tloušťce 38 cm, spojené montážním lepidlem. Každá cihla má otvory vyplněné hydrofobizovanou (nenasákavou) minerální vatou, tak zajišťuje vysoký nárok na izolaci.

Podlaha bude z litého betonu doplněná izolací z pěnového polystyrenu o tloušťce 20 cm (součinitel prostupu tepla $U = 0,037 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$).

Strop bude z keramických stropních vložek Miako PTH a nosníků PTO Porotherm (součinitel prostupu tepla: $U = 0,24 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$). Izolace stropu bude pomocí 20 cm minerální vlny volně položené v půdní části. Celková tloušťka stropu bude 41 cm.

Pro vstup na terasu ze tří pokojů budou použity zdvižně posuvné dveře ze dřeva (součinitel prostupu tepla: $U = 0,69 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$). Okna budou dřevěná typu euro opatřená trojskly (součinitel prostupu tepla: $U = 0,82 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$). Vstupní dveře budou také dřevěné s tepelnou izolací (součinitel prostupu tepla: $U = 0,67 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$).

Tab. 2.2 Parametry rodinného domu

Specifikace	Hodnoty	Materiál	Výrobce
Rozměry domu	12,83 x 7,48 m	-	-
Výška stropů	2,5 m	-	-
Tloušťka izolace stropů	0,2 m	minerální vlna	Isover
Tloušťka izolace obvod. stěn	uvnitř cihel (38 cm)	minerální vata	Porotherm
Tloušťka izolace podlah	0,2 m	pěnový polystyren	Isover
Okna	5 ks	dřevěná euro	Slavona
Posuvné balkonové dveře	3 ks	dřevěné	Slavona
Vchodové dveře	1 ks	dřevěné	Slavona

4.2 Tepelné čerpadlo

Princip tepelného čerpadla spočívá v odnímání tepla z okolního prostředí a jeho převod na vyšší teplotní hladinu, kde tato tepelná energie slouží pro potřebu vytápění nebo ohřevu teplé užitkové vody. O využitelnosti této tepelné energie rozhoduje nejenom její množství, ale i látka na kterou je tato energie vázána.[10]

Tepelné čerpadlo se používá nejen pro vytápění obydlí v zimním období, ale i klimatizování v letním období.

Důvody využití tepelného čerpadla jsou energetické, ekologické a ekonomické. Mezi energetické patří úspora elektrické energie na vytápění až 65 %, ekologické důvody jsou snížení spotřeby spotřebované elektrické energie a ve stejném poměru snížení spotřeby primárního paliva (uhlí). Ekonomickou výhodou jsou nižší náklady na spotřebu elektřiny až o 65 %.[11]

4.2.1 Přehled systémů

Tepelná čerpadla se dělí podle způsobu, kterým se uskutečňuje odsávání par z výparníku a zvýšení jejich tlaku na kondenzační na [10]:

- a) kompresorová tepelná čerpadla,

- b) absorpční tepelná čerpadla,
- c) hybridní tepelná čerpadla.

Kompresorové tepelné čerpadlo pracuje na principu změny skupenství v závislosti na tlaku pracovní látky (chladiwa). Ve výparníku je odebíráno teplo ochlazované látky pomocí chladiva za nízkého tlaku a teploty. Chladivo přiváděné do výparníku se začne vařit a postupně se mění v páru. Tato pára je odsávána z výparníku a následně stlačena kompresorem na kondenzační tlak. Kondenzační teplo předává svoji tepelnou energii ohřívané látce, tedy vodě v okruhu ústředního topení, a mění své skupenství na kapalné. V poslední fázi je kapalné chladivo přiváděno zpět do výparníku k doplnění vypařeného chladiva, tím je oběh uzavřen.[10]

4.2.2 Topný faktor tepelného čerpadla

Topný faktor (COP) udává efektivitu provozu tepelného čerpadla, která závisí na mnoha parametrech, např. na:

- typu kompresoru a použitém chladivu,
- vnitřních pracovních podmínkách okruhu tepelného čerpadla,
- pracovním rozdílu teplot médií na primární straně a sekundární straně,
- příkonu pro dopravu nízkopotenciálního tepla do tepelného čerpadla,
- příkonu doplňkového bivalentního zdroje.

Pokud známe provozní podmínky tepelného čerpadla, může vyjádřit topný faktor jako:

$$COP = \frac{Q_{23}}{P_{12}} \quad (21)$$

Dále také koeficient EER, který určuje efektivnost v režimu chlazení:

$$EER = \frac{Q_{41}}{P_{12}} \quad (22)$$

- kde
- Q_{23} – energie přidaná topnému médiu v kondenzátoru,
 - Q_{41} – energie přijatá z okolí do chladiva ve výparníku,
 - P_{12} – energie dodaná do okruhu kompresorem.

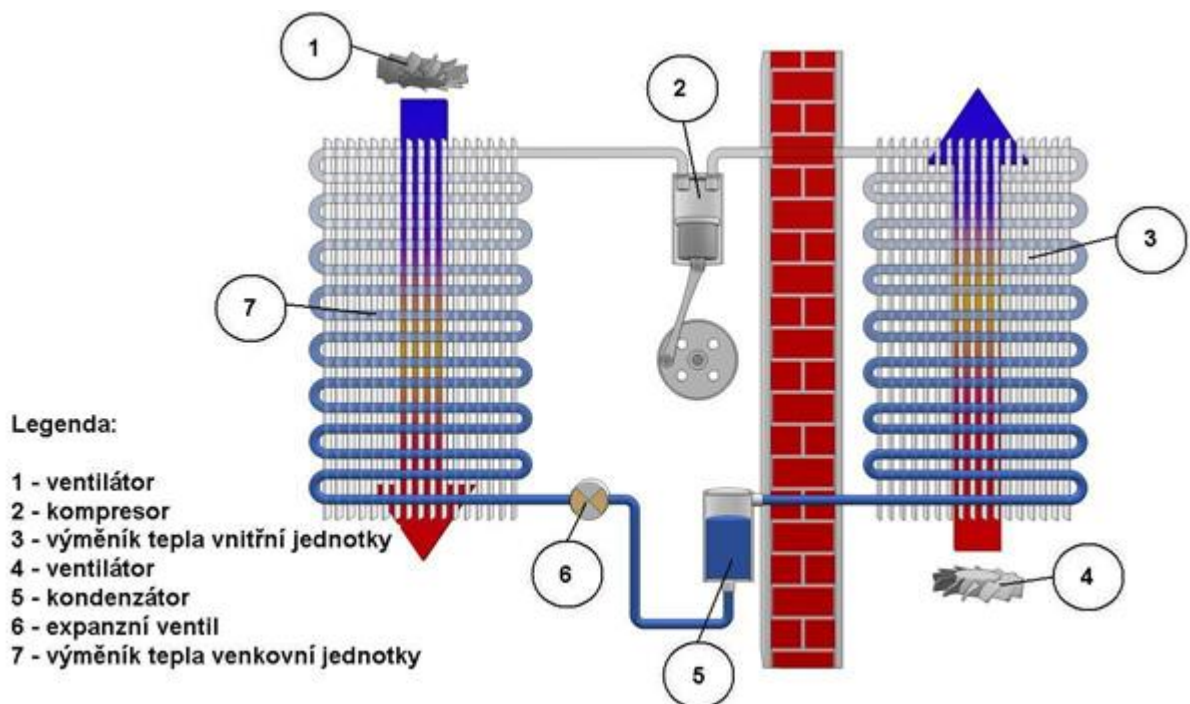
Řada lidí, kteří si pořizují tepelné čerpadlo se domnívá, že čím větší topný faktor bude mít, tím více na energii ušetří. Toto ale neplatí, jelikož zvýšení topného faktoru o 50 % nezvýší úsporu energie také o 50 %, protože závislost není lineární, ale hyperbolická.[21][22]

4.2.3 Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch

Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch pracuje na principu získávání tepla z odpadního otepleného vzduchu, nebo z tepla z venkovního vzduchu a tím přehřívá vzduch uvnitř objektu.[11]

V prvním případě se využívá nízkoteplotní teplo (teplota teplonosné látky 10 až 35 °C) v odváděném vzduchu z větraných a klimatizovaných prostor. Účinnost této rekuperace běžně docílí k 50 %.[11]

V druhém případě se využívá tepla z venkovního vzduchu, který je ohříván sluncem. Tepelná čerpadla pracující na tomto principu mohou poskytovat ještě dosti tepla i při -18 °C. Nevýhodou ale je, že vzduch, jako zdroj tepla, je nejchladnější. Proto hodnota topného faktoru při nízkých teplotách těchto tepelných čerpadel značně klesá. Dimenzování obecně závisí na kapacitě chladicí náplně, proto se pro kompenzaci přidává pomocný tepelný zdroj.[11]



Obr. 1.23 Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch (převzato z [20])

4.2.4 Tepelné čerpadlo vzduch/voda

Zdrojem tepla tohoto tepelného čerpadla může být, jako v předchozím bodě, odpadní oteplený vzduch nebo venkovní vzduch. Výkon tepelného čerpadla se v tomto případě dimenzuje na 50 až 75 % potřebného výkonu a je zapojeno v tzv. bivalentním zapojení.

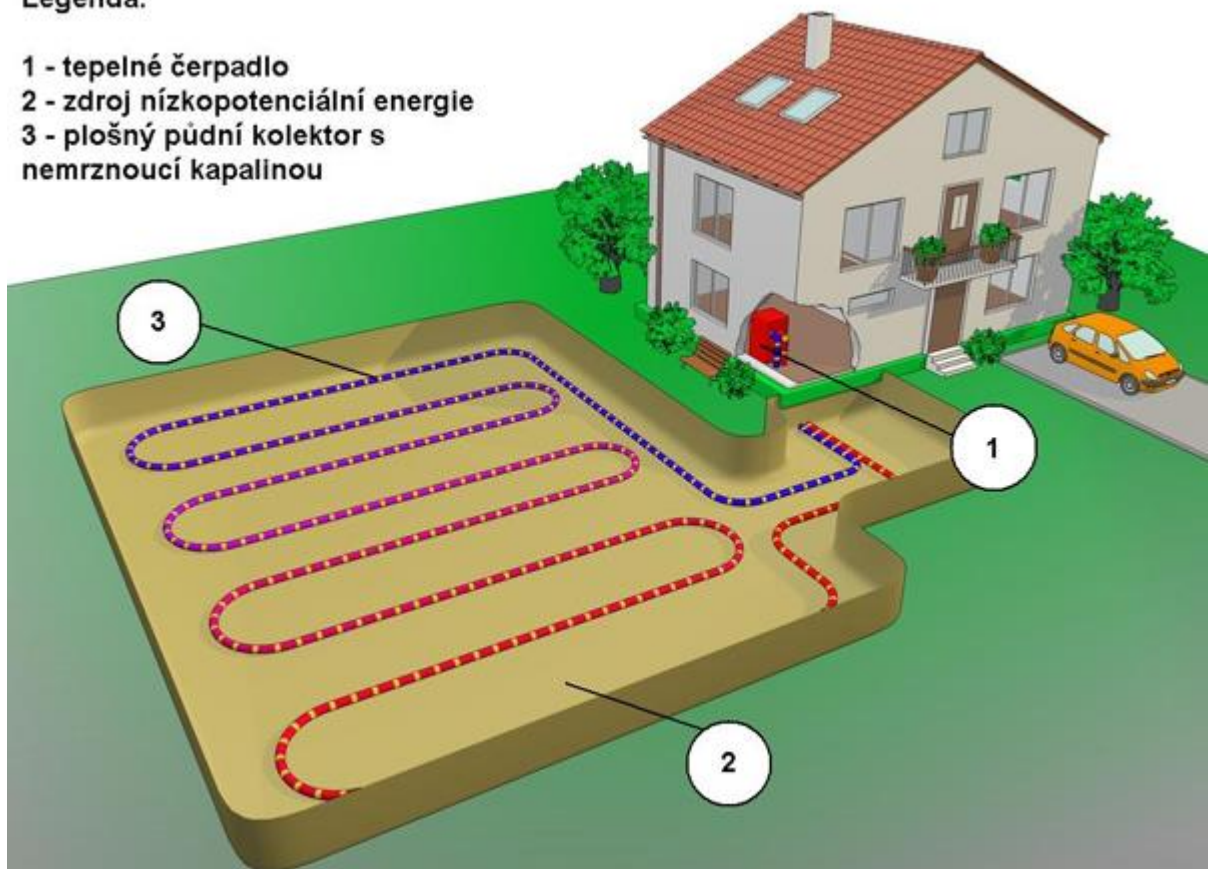
Bivalentní zapojení znamená, že k samotnému TČ je připojen např. záložní elektrokotel, který se sepne v případě poklesu teploty pod 0 °C, kdy TČ už nedokáže pokrýt topný výkon, na který je navrženo.[11]

4.2.5 Tepelné čerpadlo země/voda

Tato tepelná čerpadla získávají tepelnou energii ze zemních kolektorů nebo hlubinných vrtů a transformují ji na vyšší teplotní hladinu použitelnou pro vytápění. Výhodou tohoto systému je menší závislost tepelného výkonu na počasí.[11]

Legenda:

- 1 - tepelné čerpadlo
- 2 - zdroj nízkopotenciální energie
- 3 - plošný půdní kolektor s nemrznoucí kapalinou



Obr. 1.24 Tepelné čerpadlo země/voda (převzato z [12])

4.2.6 Tepelné čerpadlo voda/voda

Nositelem nízkopotenciálního tepla může být voda povrchová, podpovrchová, hlubinná nebo oteplená odpadní. Výhodou je, že voda si udržuje stálou teplotu v zimním období a proto je topný faktor TČ příznivý po celý rok. Nevýhodou však je, že voda v dostatečném množství a kvalitě, není dostupná všude.[11]

4.2.7 Návrh tepelného čerpadla

Dle kalkulačního systému na stránkách www.tzb-info.cz vyšla tepelná ztráta pro nízkoenergetický rodinný dům $Q_e = 2,136 \text{ kW}$ (příklad: Příloha B) a odhadovaná roční potřeba tepla na vytápění 46,6 kWh/rok. Od těchto hodnot se odvíjí navržené tepelné čerpadlo.[12]

Autor této práce navrhl tepelné čerpadlo značky Carrier, včetně ohřevu teplé užitkové vody. RD je projektován pro 4 osoby. Tepelné čerpadlo umí nejen topit, ale i chladit v letních měsících.

4.2.8 Specifikace tepelného čerpadla vzduch/voda Carrier 80AW/38AW

Tepelné čerpadlo vzduch/voda autor navrhl z důvodu snadné a rychlé instalace s minimálními nároky na prostor a nižších investičních nákladů, než např. TČ s vrtí.

TČ se skládá ze dvou jednotek, první bude umístěna vně objektu na severozápadní straně rodinného domu. Jedná se o inverterovou kondenzační jednotku, typ 38AW 050H7. Hydronický modul pro vytápění nebo chlazení, tedy tepelné čerpadlo typu 80AWX 065, bude umístěn uvnitř budovy v technické místnosti. Pro tepelný přenos mezi venkovní a vnitřní jednotkou bude použito speciální médium R-410A, které je určené i pro chlazení. Jelikož není třeba mít v každém pokoji jinou teplotu, stačí použít pouze jedno-zónový modul.



Obr. 1.25 Vnitřní a venkovní jednotka tepelného čerpadla Carrier 80AW/38AW (převzato z [13])

Tab. 2.3 Technická data tepelného čerpadla Carrier 80AWX 065 (převzato z [14])

Venkovní jednotka - tepelné čerpadlo		Jednotky	Parametry
Maximální topný výkon při	7/35°C	kW	4,1
	2/35°C		4,2
	0/35°C		4,2
	2/35°C		4,3
	7/35°C		5,9
Typ kompresoru		SS Dvojitý rotační	
Typ invertoru		PAM + PWM	
Chladivo		R-410A	
průtok vzduchu	l/s (m ³ /h)	728 (2620)	
rozměry V x D x H	mm	690 x 900 x 320	
Provozní hmotnost	kg	49	
El. napájení	V-f-Hz	230-1-50	
Rozsah napětí	V	198-264	
Proud při plném zatížení	A	11	
Pojistky	A	16	
Provozní proud	A	7,9	
Spotřeba energie	W	1473	
Účinnost	%	0,95	
Maximální teplota vody na výstupu	°C	60	
Nominální topný výkon	kW	5	
Minimální topný výkon	kW	1,5	
Maximální topný výkon	kW	5,9	
Nominální absorbovaná energie	kW	1,22	
COP za nominálních podmínek	kW/kW	4,1	
Nominální chladicí výkon	kW	4,2	
Minimální chladicí výkon	kW	1,6	
Maximální chladicí výkon	kW	6,6	
Nominální absorbovaná energie	kW	1,16	
EER za nominálních podmínek	kW/kW	3,65	
Hladina akustického výkonu, topení	dB(A)	64	
Hladina akustického výkonu, chlazení	dB(A)	64	
Hladina akustického tlaku, topení	dB(A)	44	
Hladina akustického tlaku, chlazení	dB(A)	44	
Cena bez DPH	Kč	49 080	
Cena s 21% DPH	Kč	59 387	

Tab. 2.4 Technická data tepelného čerpadla Carrier 38AW 050H7 (převzato z [14])

Vnitřní jednotka (hydronický modul)	Jednotky	Parametry
Počet zón hydromodulu		1
El. napájení	V-f-Hz	230-1-50
Rozsah napětí	V	207-253
Příkon	kW	3
Jistič	A	2 x 10
Provozní proud	A	13
Účinnost	%	1
Výkon přídavného elektrické topení	kW	3, 2 stupně
Objem vyrovnávací nádrže	l	10
Rozměry V x D x H	mm	800x450x320
Hmotnost	kg	50
Maximální teplota vody na výstupu	°C	80
Cena bez DPH	Kč	62 630
Cena s 21% DPH	Kč	75 782

4.2.9 Ohříváč teplé užitkové vody

Ohříváč vody je dodáván společně s tepelným čerpadlem. Vybrán byl zásobník na 200 litrů, což je pro 4 člennou rodinu dostačující. Tank obsahuje dvě topné spirály, jeden výměník a elektrický ohříváč vody, který je napojený a kontrolovaný vnitřní jednotkou. Výrobce vyrábí tank ze smaltované oceli.



Obr. 1.26 Ohříváč vody (převzato z [14])

Tab. 2.5 Technická data ohřívače teplé užitkové vody Carrier 60STD 020E03 (převzato z [15])

Ohřívač TUV Carrier 60STD	Jednotky	Parametry
Objem zásobníku	l	212
Počet topných spirál		2
Elektrický záložní ohřívač	kW	3,3, jednofázový
Provozní napětí	V	230 +- 10%
Provozní rozsah teplot	°C	
Provozní tlak TUV	bar	0 - 10
provozní tlak topných spirál	bar	0 - 6
Okolní operativní teplotní rozsah	°C	
Teplotní rozsah nádrže	°C	20 - 75
Spodní topná spirála	m ²	1,2
Horní topná spirála	m ²	0,5
Průměr	mm	600
Výška	mm	1215
Cena bez DPH	Kč	36 550
Cena s 21% DPH	Kč	44 226

4.3 Topná zařízení v místnostech

Pro vytápění i klimatizování obytných místností byly vybrány speciální radiátory, tzv. Fan-coily, které budou umístěny v podstropní části místností, jako neopláštěné jednotky. Tyto jednotky mají motory s proměnlivými otáčkami LEC, které snižují spotřebu energie o 50 až 70 %. Jednotky budou napojeny na teplou vodu z TČ a na rozvod vzduchotechniky, bude využíván čerstvý vzduch z rekuperace.

Tab. 2.6 Parametry fan-coilové jednotky Carrier 42NS26

Název	FCU
Instalovaný typ	svedený do místnosti
Výměník	2-trubkový
Typ	42NS26
Počet jednotek	7

Výkony				
Otáčky ventilátoru Vícerychlostní jednotka		Vysoká rychlost R1	Střední rychlost R2	Nízká rychlost R3
Ventilátor		Jednotky		
průtok vzduchu	m ³ /h	571	422	221
Vnější statický tlak	Pa	30	30	30
Mód chlazení				
Celkový chladicí výkon	kW	3,57	2,86	1,7
Citelný chladicí výkon	kW	2,64	2,07	1,19
Teplota přiváděného vzduchu	°C	13,9	13,1	11,6
Průtok vody	m ³ /h	0,51	0,41	0,24
Tlaková ztráta vody	kPa	9	6	2
Příkon	W	63	53	43
Třída FCEER	E			
Úroveň hluku				
Hladina akustického výkonu	dB(A)	61	54	44
Akustický tlak	dB(A)	44	37	27
NR hodnota		39	32	23
NC hodnota		37	30	21
Rozměry				
Výška	mm	220		
Šířka	mm	873		
Hloubka	mm	518		

4.4 Rekuperace

Rekuperace znamená zpětné získávání tepla. Venkovní čerstvý vzduch je pomocí ventilátorů hnán do rekuperačního výměníku uvnitř rekuperační jednotky, do které vstupuje z druhé strany teplý odpadní vzduch z objektu. Obě vzdušiny jsou od sebe dokonale odděleny soustavou kanálků, aby nedocházelo ke zpětnému průniku pachů z odváděného do přivodního vzduchu. Uvnitř jednotky se vzdušiny potkávají a přes stěny kanálků teplo přechází do přivodního vzduchu, který je tak predehříván.

Účinnost rekuperace znamená účinnost zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu na predehřev čerstvého venkovního vzduchu. Reálná účinnost se pohybuje u běžně dostupných vzduchotechnických zařízení od 30 do 90 %.

Nejčastěji se rekuperační výměník osazuje přímo do větrací jednotky domu. Lze jej použít i v klimatizovaných objektech, kde v letních měsících dochází k rekuperaci chladu, teplý přiváděný vzduch je ochlazován klimatizovaným odváděným vzduchem z domu.[16]

4.4.1 Základní rozdělení

Dle způsobu výměny tepla:

- a) **aktivní rekuperace**
- b) **pasivní rekuperace**

ad a) aktivní rekuperace

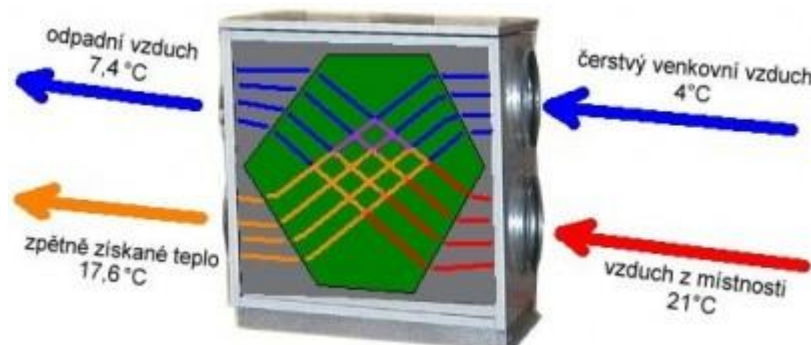
Odpadní vzduch prochází studeným výparníkem, kde předá energii do chladiva. Chladivo je stlačeno kompresorem, čímž se zvýší teplota kondenzátoru. Zahřáté médium předá energii do přiváděného vzduchu, ohřeje jej (princip obrácené ledničky). V další fázi dojde průchodem tryskou ke zvětšení objemu chladiva a tím k jeho ochlazení. Tento cyklus se neustále opakuje.



Obr. 1.27 Schéma aktivní rekuperace (převzato z [17])

ad b) pasivní rekuperace

Princip této rekuperace je v ohřátí přiváděného vzduchu vzduchem odváděným.



Obr. 1.28 Schéma pasivní rekuperace (převzato z [17])

4.4.2 Návrh rekuperační jednotky

Pro tento rodinný dům autor této práce navrhl rekuperační jednotku Comfort ECO od firmy Nilan. Důvodem výběru je:

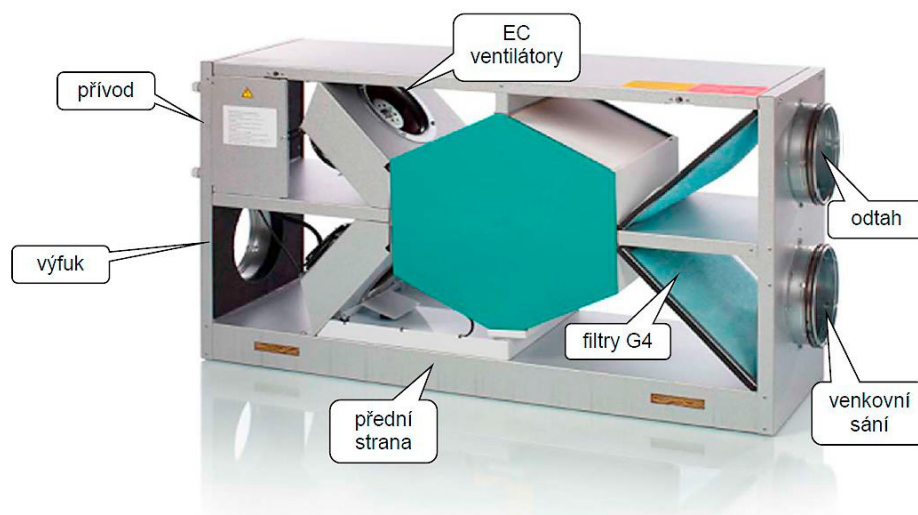
- kvalitní zařízení za přijatelnou cenu,
- doporučeno z parametrů rodinného domu ($Q_C = 2 \text{ kW}$),
- zařízení je použitelné do plochy 300 m^2 (návrh 92 m^2),
- zařízení používá pasivní rekuperaci,
- ekologický provoz, bez škodlivin a skleníkových plynů.

Rekuperační jednotka a veškeré rozvody vzduchu budou umístěny v půdním prostoru rodinného domu. Přívody čerstvého vzduchu budou v horní části místností. Vzduch v místnostech bude proudit pode dveřmi do dalších místností a odtah odpadního vzduchu bude v kuchyni a koupelně v úrovni podlahy.

Účinnost větrání ovlivňuje zejména teplota přívodního vzduchu, teplota v pobytové zóně a přívod a odvod vzduchu. Řešení, přívodu zhora a odtahu vzduchu zdola, má za důsledek nejvyrovnanější účinnost větrání (kolem 100 %).

Tab. 2.7 Technické údaje rekuperační jednotky Comfort ECO od firmy Nilan (převzato z [18])

Systém	Jednotky	Parametry
Jmenovitý průtok vzduchu (při 100 Pa)	m ³ /hod	330
Ventilátorový stupeň	počet	6
Rozměry D x Š x V	mm	950 x 370 x 530
Hmotnost	kg	36
Povrchová úprava		Alu-zinková
Izolace - zvuková a tepelná	mm	20
El. napětí	V/Hz	230/50
Jištění	A	10
Průměry připojení	mm	160
Příkon ventilátorů	W	38
Průměr odvodu kondenzátoru	mm	20
Účinnost	%	93
Cena bez DPH	Kč	37 500
Cena s 21% DPH	Kč	45 375



Obr. 1.29 Rekuperační jednotka Comfort ECO od firmy Nilan (převzato z [19])

4.4.3 Míra ušetření energie rekuperací

Investice do rekuperační jednotky zvyšuje počáteční náklady, a proto není zanedbatelná. Bude nás tedy zajímat, jestli se tato investice vyplatí a jaká bude doba návratnosti.

Tab. 2.8 Kalkulace úspory nákladů a návratnosti při řízeném větrání

Kalkulace úspory při větrání s rekuperací	
Lokalita	Plzeň
Vnitřní teplota	20 °C
Zdroj vytápění	tepelné čerpadlo
Objem vnitřních prostor	240 m ³
Průměrná teplota v topné sezóně	3,6 °C
průměrný počet topných dní	242
Spotřeba rekuperační jednotky	0,43 W/(m ³ /h)
Účinnost rekuperace	93 %
Náklady na topení	1,5
Úspora nákladů	
Bez rekuperační jednotky	12 001 Kč/rok
S rekuperační jednotkou	1 739 Kč/rok
Roční úspora	10 262 Kč
Návratnost	cca 5 let

Výrobce rekuperační jednotky udává 93% efektivnost, díky tomu se jednotka řadí mezi kvalitnější třídu. Dle jednoduchého kalkulačního systému na stránkách www.nilan.cz bylo spočteno, že bez použití rekuperační jednotky budou náklady na větrání cca 12 000 Kč za rok a s rekuperační jednotkou pouhých 1 739 Kč za rok. Míra ušetření je tedy 10 262 Kč za rok, to znamená, že návratnost investice by neměla překročit 5 let při celkové pořizovací ceně včetně

vzduchotechniky 50 000 Kč. Tento výpočet je pouze orientační, nelze z něj tedy vyvodit, jak se návratnost bude vyvíjet každým rokem.

5 Ekonomická bilance

Jako další částí tohoto projektu pro nízkoenergetický rodinný dům byly vypracovány počáteční náklady na pořízení kompletní elektroinstalace Ego-n v provedení Plus, tepelného čerpadla na principu vzduch/voda, které jednak topí, ale i klimatizuje, jako topná tělesa byly vybrány fan-coily, umístěné ve stropní části všech místností, ohřívač TUV na 212 litrů - vše od firmy Carrier. Dále byla navržena pasivní rekuperační jednotka pro řízené větrání v celém objektu, od firmy Nilan.

Autor také vypočítal roční náklady na platbu elektřiny v příslušném tarifu D55d a vše zapsal do následujících tabulek.

5.1 Počáteční náklady na materiál a elektrická zařízení

Tab. 2.9 Kalkulace svítidel

SVÍTIDLA

Materiál	ks/m	cena za kus (m)	celková cena
lustr nad jídelní stůl	1	4 533,00 Kč	4 533,00 Kč
lustr kuchyně	1	3 920,00 Kč	3 920,00 Kč
LED páska pod linku	2	1 810,00 Kč	3 620,00 Kč
lustr obývací pokoj	1	8 570,00 Kč	8 570,00 Kč
technická místnost	1	1 143,00 Kč	1 143,00 Kč
stropní svítidlo na chodbu	2	1 280,00 Kč	2 560,00 Kč
stropní svítidlo předsíň	1	1 280,00 Kč	1 280,00 Kč
osvětlení WC	1	2 205,00 Kč	2 205,00 Kč
svítidlo nad umyvadlo	1	2 533,00 Kč	2 533,00 Kč
stropní svítidlo koupelna	2	2 716,00 Kč	5 432,00 Kč
světlo ložnice	2	2 263,00 Kč	4 526,00 Kč
lampičky u postele	2	330,00 Kč	660,00 Kč
stropní lustr dětský pokoj	1	1 960,00 Kč	1 960,00 Kč
lampičky v dětském pokoji	2	1 600,00 Kč	3 200,00 Kč
osvětlení vchodu	1	1 891,00 Kč	1 891,00 Kč
Celkem cena			48 033,00 Kč
Celkem cena s 21% DPH			58 119,93 Kč

Tab. 2.10 Kalkulace bytového rozvaděče

Materiál	ks/m	cena za kus (m)	celková cena
Hlavní vypínač APN 25A/3	1	546,00 Kč	546,00 Kč
Chránič OEZ OFE-25-2-030AC	2	848,00 Kč	1 696,00 Kč
Jistič OEZ LPE 16B-1	16	75,00 Kč	1 200,00 Kč
Jistič OEZ LPE 16B-3	1	295,00 Kč	295,00 Kč
Jistič OEZ LPE 2B-1	1	145,00 Kč	145,00 Kč
Jistič OEZ LPE 10D-1	1	387,00 Kč	387,00 Kč
Jistič OEZ LPE 10B-1	8	78,00 Kč	624,00 Kč
Stykač GEYER ER220	2	563,00 Kč	1 126,00 Kč
Celkem cena			6 019,00 Kč
Celkem cena s 21% DPH			7 282,99 Kč

Tab. 2.11 Kalkulace elektroinstalačních kabelů

Materiál	ks/m	cena za kus (m)	celková cena
CYKY 4Jx10 mm	40	131,68 Kč	5 267,20 Kč
CYKY 3Cx1,5 mm	250	14,90 Kč	3 725,00 Kč
CYKY 3Cx2,5 mm	220	24,36 Kč	5 359,20 Kč
CYKY 5Cx2,5 mm	10	40,58 Kč	405,80 Kč
SYKFY 3x2x0,5 mm	9,5	11,87 Kč	112,77 Kč
CY 6 mm zl/žl	5	20,36 Kč	101,80 Kč
CYKY 2-Ox1,5 mm	15	12,27 Kč	184,05 Kč
2xCYKY 2Dx1,5 mm	80	12,27 Kč	981,60 Kč
UTP cat. 6	20	12,41	248,20 Kč
koaxiál 75 ohmů	60	9,23	553,80 Kč
Celkem cena			16 939,42 Kč
Celkem cena s 21% DPH			20 496,69 Kč

Tab. 2.12 Kalkulace vybavení pro ochranu proti atmosférickému přepětí

Materiál	ks/m	cena za kus (m)	celková cena
okapová svorka	2	26,00 Kč	52,00 Kč
zkušební svorka	2	29,00 Kč	58,00 Kč
ochranný úhelník	2	143,00 Kč	286,00 Kč
základový zemnič 30x4	20	885,00 Kč	17 700,00 Kč
držák	50	27,00 Kč	1 350,00 Kč
drát FeZn průměr 8 mm	23	29,00 Kč	667,00 Kč
drát FeZn průměr 10 mm	5	29,00 Kč	145,00 Kč
jímací tyč	2	850,00 Kč	1 700,00 Kč
svodič bleskových proudů DEHNventil DV M TNC 255	1	15 555,00 Kč	15 555,00 Kč
svodič přepětí DEHNgate DGA FF TV	1	1 305,60 Kč	1 305,60 Kč

svodič přepětí DEHNlink DLI ISDN I	3	2 767,00 Kč	8 301,00 Kč
DEHNflex M DFL M 255	1	1 552,40 Kč	1 552,40 Kč
Celkem cena			48 672,00 Kč
Celkem cena s 21% DPH			58 893,12 Kč

Tab. 2.13 Kalkulace EZS+EPS

Materiál	ks/m	cena za kus (m)	celková cena
bezdrátová klávesnice JA-81F	1	2 858,00 Kč	2 858,00 Kč
bezdrátový PIR detektor pohybu JA-83P	6	1 483,00 Kč	8 898,00 Kč
bezdrátový magnetický detektor otevření dveří JA-83M	1	944,00 Kč	944,00 Kč
bezdrátový ovladač, klíčenka	2	501,00 Kč	1 002,00 Kč
bezdrátová siréna JA-80L	1	1 254,00 Kč	1 254,00 Kč
RFID přístupová karta	1	51,00 Kč	51,00 Kč
ústředna systému JA-82K	1	1 452,00 Kč	1 452,00 Kč
modul radiové komunikace ústředny JA-82R	1	2 836,00 Kč	2 836,00 Kč
GSM komunikátor JA-82Y	1	6 561,00 Kč	6 561,00 Kč
Kombinovaný detektor kouře a teploty Jablotron SD-282ST	1	769,00 Kč	769,00 Kč
kabel SYKFY 3x2x0,5	25	7,14 Kč	178,50 Kč
Celkem cena s 21% DPH			26 803,50 Kč

Tab. 2.14 Kalkulace elektroinstalačního materiálu Ego-n

Materiál	ks/m	cena za kus (m)	celková cena
Modul řídicí, řadový	1	9 160,00	9 160,00 Kč
Modul napájecí, řadový	1	4 790,00	4 790,00 Kč
Modul spínací, řadový, 8x10A	2	5 250,00	10 500,00 Kč
Snímač tlačítkový Ego-n, jednonásobný	9	1 425,00	12 825,00 Kč
Snímač tlačítkový Ego-n, dvojnásobný	5	1 480,00	7 400,00 Kč
Modul stmívací, 2-kanálový, 2x40-300W	1	6 173,00	6 173,00 Kč
Kabel sběrníkový KSE224 (Ego-n, 100m)	1	2 225,00	2 225,00 Kč
Celkem pouze světla			53 073,00 Kč

Modul žaluziový, řadový	2	6 150,00	12 300,00 Kč
Snímač tlačítkový Ego-n, jednonásobný	5	1 425,00	7 125,00 Kč
Snímač tlačítkový jednonásobný s RF přijímačem	1	2 800,00	2 800,00 Kč
Snímač tlačítkový Ego-n s LCD	1	4 800,00	4 800,00 Kč
Celkem světla + rolety (žaluzie)			80 098,00 Kč

Modul spínací pro termohlavice, řadový	2	5 740,00	11 480,00 Kč
Termostat Ego-n	7	1 930,00	13 510,00 Kč

Termostat programovatelný Ego-n	1	3 550,00	3 550,00 Kč
Celkem světla + rolety + teplovodní topení			108 638,00 Kč

Snímač osvětlení Ego-n, vestavný	1	2 545,00	2 545,00 Kč
Snímač rychlosti větru, vestavný	1	4 334,00	4 334,00 Kč
Celkem vše s 21% DPH (Basic)			115 517,00 Kč

Vysílač RF vícekanálový, ruční - frekvence 433,92 MHz	1	1 650,00	1 650,00 Kč
Modul komunikační, řadový	1	10 940,00	10 940,00 Kč
Celkem vše s 21% DPH (Plus)			128 107,00 Kč

Tab. 2.15 Kalkulace tepelného čerpadla a Fan-coilových jednotek Carrier

Materiál	ks/m	cena za kus (m)	celková cena
venkovní jednotka TČ Carrier 80AWX 065	1	49 080,00 Kč	49 080,00 Kč
vnitřní jednotka T4 Carrier 38AW 050H7	1	62 630,00 Kč	62 630,00 Kč
ohřívač TUV Carrier 60STD 020E03	1	36 550,00 Kč	36 550,00 Kč
3-cestný přepínací ventil 80AW9023	1	6 380,00 Kč	6 380,00 Kč
venkovní čidlo 33AW-RAS02	1	1 300,00 Kč	1 300,00 Kč
komunikační kit 33AW-CB01	1	3 600,00 Kč	3 600,00 Kč
čidlo vnitřního vzduchu 33AW-RRS01	1	860,00 Kč	860,00 Kč
fan-coilové jednotky 42NS26	7	7 153,00 Kč	50 071,00 Kč
automatický přepínač léto/zima	1	904,00 Kč	904,00 Kč
výfuková příruba	7	603,00 Kč	4 221,00 Kč
instalace TČ a FC jednotek	1	5 000,00 Kč	5 000,00 Kč
Celkem cena bez DPH			220 596,00 Kč
Celkem cena s 21% DPH			266 921,16 Kč

Tab. 2.16 Kalkulace rekuperačního systému Nilan Comfort EKO

Materiál	ks/m	cena za kus (m)	celková cena
rekuperační jednotka Nilan Comfort EKO	1	37 500,00 Kč	37 500,00 Kč
flexibilní izolované potrubí Sonosystem 160	5	1 111,00 Kč	5 555,00 Kč
Alu 050 samolepící páska	2	193,00 Kč	386,00 Kč
Přívodní/odvodní stropní anemostat	8	426,80 Kč	3 414,40 Kč
přetlaková žaluzie 200x200 mm	2	564,00 Kč	1 128,00 Kč
teplotní senzor TG-K360	1	1 472,9	1 472,90 Kč
regulační klapka TUNE-R	1	345,4	345,40 Kč
směšovací uzel SUV 15-60-1,6 A	1	15 111,8	15 111,80 Kč
Celkem cena s 21% DPH			64 913,50 Kč

Tab. 2.17 Kompletní cena s variantou instalace Basic

Cena materiálu na elektroinstalaci + svítidel	260 309,73 Kč
Cena materiálu na elektroinstalaci + svítidel + práce	325 309,73 Kč
Cena TČ a topných jednotek + rekuperačního systému + EZS a EPS	358 638,16 Kč
Cena TČ a topných jednotek + rekuperačního systému + EZS a EPS + práce	398 638,16 Kč
Kompletní cena s 21% DPH	723 947,89 Kč

Tab. 2.18 Kompletní cena s variantou instalace Plus

Cena materiálu na elektroinstalaci + svítidel	272 899,73 Kč
Cena materiálu na elektroinstalaci + svítidel + práce	337 899,73 Kč
Cena TČ a topných jednotek + rekuperačního systému + EZS a EPS	358 638,16 Kč
Cena TČ a topných jednotek + rekuperačního systému + EZS a EPS + práce	398 638,16 Kč
Kompletní cena s 21% DPH	736 537,89 Kč

Dle provedených výpočtů vychází rozdíl mezi variantou elektroinstalace Ego-n Basic a Ego-n Plus 12 590 Kč. Podle uvážení autora této práce je lepší pořídit si úroveň Plus, jelikož v dnešní době je téměř vše řízeno přes počítač a sám autor preferuje řízení svého rodinného domu pomocí tabletu nebo chytrého telefonu.

5.2 Roční platby za elektřinu

Pro 3-člennou rodinu byly vypočítány roční platby za dodávku elektřiny. V následujících tabulkách nalezneme ceny elektrické energie od firmy ČEZ a.s. v tarifu D55d, který je určen právě pro tepelné čerpadlo, regulované platby za dopravu elektřiny a platby za silovou elektřinu.

Následující tabulka vychází z výpočtů, které jsou uvedené na stránkách ČEZ.[23][24]

Tab. 2.19 Distribuční sazby tarifu D55d.

Odpovídající distribuční sazby	Pevná cena za měsíc	Cena za MWh	
		NT	VT
D Tepelné čerpadlo (D55d)	72,60 Kč	1 832,30 Kč	1 622,97 Kč
Měsíční plat za rezervovaný příkon dle jističe			129,47 Kč
Cena celkem (doprava + obchod)		2 358,87 Kč	2 677,89 Kč

Tab. 2.20 Výpočet celkových plateb za dopravu elektřiny.

Regulované platby za dopravu elektřiny	Počet jednotek	Kč/jednotka	Základ daně v Kč
Stálý měsíční plat za příkon	7,774	107,00	831,82
Spotřeba elektřiny vysoký tarif (VT)	2,023	250,03	505,81
Spotřeba elektřiny nízký tarif (NT)	6,832	36,38	248,55
Cena za systémové služby	3,578	119,25	426,68
Cena na podporu výkupu el. z OZE	3,578	495,00	1771,11
Cena OTE za činnost zúčtování (VT+NT)	3,578	7,55	27,01
Celkové platby za dopravu elektřiny bez DPH			3810,98

Regulované platby za dopravu elektřiny	Počet jednotek	Kč/jednotka	Základ daně v Kč
Stálý měsíční plat za příkon	7,774	129,47	1006,50
Spotřeba elektřiny vysoký tarif (VT)	2,023	302,54	612,04
Spotřeba elektřiny nízký tarif (NT)	6,832	44,02	300,74
Cena za systémové služby	3,578	144,29	516,27
Cena na podporu výkupu el. z OZE	3,578	598,95	2143,04
Cena OTE za činnost zúčtování (VT+NT)	3,578	9,14	32,70
Celkové platby za dopravu elektřiny s DPH			4611,30

Tab. 2.21. Celkové platby za silovou elektřinu

Platby za silovou elektřinu	Počet jednotek	Kč/ jednotka	Základ daně v Kč
Pevná cena za měsíc	7,774	60,00	466,44
Spotřeba elektřiny vysoký tarif (VT)	2,023	1313,00	2656,20
Spotřeba elektřiny nízký tarif (NT)	6,832	1263,00	8628,82
Daň z elektřiny (VT+NT)	3,578	28,30	101,26
Celkové platby za silovou elektřinu bez DPH			11852,71

Platby za silovou elektřinu	Počet jednotek	Kč/ jednotka	Základ daně v Kč
Pevná cena za měsíc	7,774	72,60	564,39
Spotřeba elektřiny vysoký tarif (VT)	2,023	1622,97	3283,27
Spotřeba elektřiny nízký tarif (NT)	6,832	1562,47	10674,80
Daň z elektřiny (VT+NT)	3,578	28,30	101,26
Celkové platby za silovou elektřinu s DPH			14522,46

Tab. 2.22 Výpočet celkové roční platby za elektřinu.

Výpočet celkové roční platby za elektřinu	
a - stálé platby za elektřinu	2 424,84 Kč
b - platby za elektřinu ve VT	5 417,37 Kč
c - platby za elektřinu v NT	16 115,80 Kč
Roční platba za elektřinu = a+b+c	23 958,01 Kč

5.3 Náklady na vytápění

Výpočet nákladů na roční vytápění s dodávkou elektřiny od firmy ČEZ a.s.[23][24]

Tab. 2.23 Platby za spotřebu elektrické energie na vytápění rodinného domu.

Regulované platby za dopravu elektřiny	Počet jednotek	Kč/jednotka	Základ daně v Kč
Stálý měsíční plat za příkon	7,774	129,47	1006,50
Spotřeba elektřiny vysoký tarif (VT)	0,421	302,54	127,37
Spotřeba elektřiny nízký tarif (NT)	3,076	44,02	135,41
Cena za systémové služby	3,578	144,29	516,27
Cena na podporu výkupu el. z OZE	3,578	598,95	2143,04
Cena OTE za činnost zúčtování (VT+NT)	3,578	9,14	32,70
Celkové platby za dopravu elektřiny s DPH			3961,29

Platby za silovou elektřinu	Počet jednotek	Kč/ jednotka	Základ daně v Kč
Pevná cena za měsíc	7,774	72,60	564,39
Spotřeba elektřiny vysoký tarif (VT)	0,421	1622,97	683,27
Spotřeba elektřiny nízký tarif (NT)	3,076	1562,47	4806,16
Daň z elektřiny (VT+NT)	3,578	28,30	101,26
Celkové platby za silovou elektřinu s DPH			6053,82

Tab. 2.24 Výpočet celkové roční platby za elektřinu na vytápění.

Výpočet celkové roční platby za vytápění	
a - stálé platby za elektřinu	2 424,84 Kč
b - platby za elektřinu ve VT	1 127,39 Kč
c - platby za elektřinu v NT	7 120,48 Kč
Roční platba za vytápění = a+b+c	10 672,71 Kč

Výpočty za platbu elektřiny pro 3-člennou rodinu jsou pouze orientační, jelikož není možné určit přesné hodnoty, kolik se spotřebuje elektrické energie při běžném provozu na vytápění a další všední věci.

Závěr

Tato práce se zabývala návrhem a dimenzováním hlavní přípojky objektu, kde byl zvolen kabel CYKY 4Jx10 mm². Dále kompletním návrhem inteligentní elektroinstalace Ego-n do nízkoenergetického rodinného domu ve variantě Plus, kde je na sekundární sběrnici navíc komunikační modul, který umožňuje nejen ovládání instalace přes tablet či chytrý telefon, ale i komunikaci mezi prvky na této sběrnici. Dalším bodem byl návrh tepelného čerpadlo na principu vzduch/voda od firmy Carrier s topným výkonem 5 kW a rekuperační jednotky Comfort EKO od firmy Nilan s účinností 93 %. S touto účinností bylo pomocí kalkulačního systému vypočítáno, že doba návratnosti investice do rekuperační jednotky nepřekročí 5 let a ušetří se cca 10 262 Kč ročně. Jako topná tělesa byly zvoleny Fan-coilové jednotky firmy Carrier, která jsou napojená na vzduchotechniku, tudíž přivádějí čerstvý vzduch z venku.

V posledním bodě byla sestavena ekonomická bilance na základě ceníků od firem, které byly osloveny pro vyhotovení individuálních nabídek. Celková cena pořízení elektroinstalace s tepelným čerpadlem, rekuperační jednotkou, Fan-coily včetně svítidel a EZS vychází na 736 538 Kč. Vyší cena je dána dražší elektroinstalací, kde se platí za komfort a pohodlí.

Autor vidí ve vypracování této bakalářské práce velký přínos. Získal mnoho zkušeností a cenných rad ohledně projektování a návrhů. Doufá tedy, že se mu podaří v budoucnu realizovat tento projekt pro svůj vlastní rodinný dům.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Martínek, Z., Doc. Ing. CSc., *Přednášky předmětu KEE/PIR*, Plzeň, ZČU Plzeň, 2011.
- [2] Příbáňová, H., Lajčíková, A., *Umělé osvětlení vnitřního prostředí* [online]. Poslední změna 17.5.2014. [Cit. 17.5.2014]. Dostupné na: <http://www.tzb-info.cz/1303-umele-osvetleni-vnitriho-prostredi>
- [3] Martínek, Z., Doc. Ing. CSc., *Projektování elektroinstalací – syllabus pro cvičení*, Plzeň, ZČU Plzeň, 1995, 109 s., 80-7082-197-3.
- [4] ČSN 33 2000-5-52 ed.2. *Elektronické instalace budov - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení. Oddíl 523: Dovolené proudy v elektrických rozvodech*. 2012.
- [5] ČSN 33 2130 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí: Vnitřní elektrické rozvody*. 2009.
- [6] ČSN EN 60909-0. *Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách - Část 0: Výpočet proudů*. 2002.
- [7] ČSN 33 3015. *Elektrotechnické předpisy. Elektrické stanice a elektrická zařízení. Zásady dimenzování podle elektrodynamické a tepelné odolnosti při zkratech*. 1984.
- [8] Tiskové materiály, ABB Elektro-Praga, *Ego-n - Návrhový a instalační manuál*, 2013, 6. vydání, 107 s.
- [9] Tiskové materiály, ABB Elektro-Praga, *Ego-n - Chytré vypínače Elektro-Praga*, 2013, 15 s.
- [10] Beranovský, J., *Alternativní energie pro váš dům*, Brno, vydavatelství ERA, 2003, 1. vydání, 125 s., 80-86517-59-4
- [11] Doc. Ing. Brož, K., *Alternativní zdroje energie*, Praha, vydavatelství ČVUT, 2003, 213 s., 80-01-02802-X
- [12] TZB-info. *Kalkulačka tepelných ztrát v domě* [online]. Poslední změna 17.4.2014. [Cit. 17.4.2014]. Dostupné na: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/128-on-line-kalkulacka-uspor-a-dotaci-zelena-usporam>
- [13] AHI-Carrier. *Tepelné čerpadlo vzduch/voda 80/38AW* [online]. 2014 [Cit. 17.4.2014]. Dostupné na: <http://www.ahi-carrier.at/?p=2938>
- [14] AHI-Carrier. *Air-to-water heat pump, heating system* [online]. 2014 [Cit. 17.4.2014]. Dostupné na: <http://ahi-carrier.at/wp-content/uploads/2012/pdf/80aw/80awcben.pdf>
- [15] AHI-Carrier. *Air-to-water system heat pumps* [online]. 2014 [Cit. 18.4.2014]. Dostupné na: <http://ahi-carrier.at/wp-content/uploads/2012/pdf/80aw/80awpsden.pdf>
- [16] Altea. *Co je to rekuperace?* [online]. 2014 [Cit. 18.4.2014]. Dostupné

- na: <http://www.atrea.ro/cz/co-je-to-rekuperace>
- [17] Nilan. *Pasivní a aktivní rekuperace* [online]. 2014 [Cit. 19.4.2014]. Dostupné na: <http://www.nilan.cz/poradna/pasivni-a-aktivni-rekuperace.htm>
- [18] Nilan. *Jednotka Comfort ECO* [online]. 2014 [Cit. 19.4.2014]. Dostupné na: http://www.nilan.cz/upload/eco_katlist.pdf
- [19] Nilan. *Stavební příprava jednotky Comfort EKO* [online]. 2014 [Cit. 3.5.2014]. Dostupné na: <http://www.nilan.cz/download.php?fid=524>
- [20] Energetický poradce. *Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch* [online]. 2014 [Cit. 7.5.2014]. Dostupné na: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/vytapeni/tepelna-čerpadla/vzduch-vzduch/>
- [21] Klazar, L., *Jak je to vlastně s topným faktorem (I)* [online]. 2014 [Cit. 11.5.2014]. Dostupné na: <http://www.tzb-info.cz/2432-jak-je-to-vlastne-s-topnym-faktorem-i>
- [22] Kuchynka, L, *Faktory ovlivňující účinnost tepelných čerpadel* [online]. 2012 [Cit. 11.5.2014]. Dostupné na: <http://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-čerpadla/9147-ac-heating-faktory-ovlivnujici-ucinnost-tepelnych-čerpadel>
- [23] ČEZ. *Ceník elektřiny 2014 – produktová řada Comfort* [online]. 2014 [Cit. 15.5.2014]. Dostupné na: http://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2014/cez_cz_ele_cenikmoo_2014_sdruzeny.pdf
- [24] ČEZ. *Ceník silové elektřiny 2014 – produktová řada Comfort* [online]. 2014 [Cit. 15.5.2014]. Dostupné na: http://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2014/cez_cz_ele_cenikmoo_2014_silovka_comfort-preview.pdf

Přílohy

Příloha A - Projekt moderní elektroinstalace

- A-1 Zásuvkové rozvody
- A-2 Světelné rozvody
- A-3 Spínače Ego-n + kabel KSE224
- A-4 Žaluziové rozvody
- A-5 Datové rozvody
- A-6 EZS + EPS
- A-7 Ochrana před účinky blesku
- A-8 Bytový rozvaděč – silová část
- A-9 Bytový rozvaděč – slaboproudá část
- A-10 Bytový rozvaděč – krabice
- A-11 Elektroměrový rozvaděč

Příloha B - Výpočet tepelných ztrát objektu

On-line kalkulačka úspor a dotací Zelená úsporám*

Zjednodušený výpočet potřeby tepla na vytápění a tepelných ztrát obálkou budovy

*Výpočet energetických úspor a výše dotací je nastaven na původní program Zelená úsporám 2009. Výpočet je nadále vhodný pro hrubý odhad energetických úspor při zateplení obálky budovy.

LOKALITA / UMÍSTĚNÍ OBJEKTU

Město / obec / lokalita	Plzeň	?
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e	-15	°C
Délka otopného období d	233	dni
Průměrná venkovní teplota v otopném období θ_{em}	3.3	°C

CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im} obvyklá teplota v interiéru se uvažuje 20 °C	20	°C
Objem budovy V vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje nevytápěné podkroví, garáž, sklepy, lodžie, římsy, atiky a základy	239,921	m ³
Celková plocha A součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy (automaticky, z níže zadaných konstrukcí)	425,23380	m ²
Celková podlahová plocha A_c podlahová plocha všech podlaží budovy vymezená vnitřním lícem obvodových stěn (bez neobyvatelných sklepů a oddělených nevytápěných prostor)	71,5	m ²
Objemový faktor tvaru budovy A / V	1,77	m ⁻¹
Trvalý tepelný zisk H^+ Obvyklý tepelný zisk zahrnuje teplo od spotřebičů (cca 100 W/byt), teplo od lidí (70 W/os.) apod.	380	W
Solární tepelné zisky H_s^+ <input checked="" type="radio"/> Použít velice přibližný výpočet dle vyhlášky č. 291/2001 Sb <input type="radio"/> Zadat vlastní hodnotu vypočtenou ve specializovaném programu	648	kWh / rok

OCHLAZOVANÉ KONSTRUKCE OBJEKTU / ZATEPLENÍ, VÝMĚNA OKEN

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla před zateplením U_i [W/m ² K]	Tloušťka zateplení d [mm] ? / nová okna U_i [W/m ² K]	Plocha A_i [m ²]	Činitel teplotní redukce b_i [-] ?		Měrná ztráta prostupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ [W/K]	
				Před úpravami	Po úpravách	Před úpravami	Po úpravách
Stěna 1	0,18	380 mm	20,198	1,00	1,00	3,6	1,3
Stěna 2	0,18	380 mm	34,641	1,00	1,00	6,2	2,3
Podlaha na terénu	0,037	200 mm	95,9684	0,40	0,40	1,4	1,2
Podlaha nad sklepem (sklep je celý pod terémem)				0,45	0,45	0	0
Podlaha nad sklepem (sklep částečně nad terémem)				0,65	0,65	0	0
Střecha	0,15	200 mm	150	1,00	1,00	22,5	12,9
Strop pod půdou	0,24	200 mm	95,9684	0,80	0,95	18,4	9,9
Okna - typ 1	0,82	0,8	3,2	1,00	1,00	2,6	2,6
Okna - typ 2	0,69	0,7	23,46	1,00	1,00	16,2	16,4
Vstupní dveře	0,67	0,67	1,8	1,00	1,00	1,2	1,2
Jiná konstrukce - typ 1		?		1,00	1,00	0	0
Jiná konstrukce - typ 2		?		1,00	1,00	0	0

Nápověda

Normové hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540-2:2007 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky

Návrh tloušťky zateplení a orientační hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukce s vnějším tepelněizolačním kompozitním systémem

LINEÁRNÍ TEPELNÉ MOSTY (KONKRÉTNÍ HODNOTY TEPELNÝCH MOSTŮ)

Před úpravami	$\Delta U = 0.02 \text{ W/m}^2\text{K}$ - konstrukce téměř bez tepelných mostů (optimalizované řešení)
Po úpravách	$\Delta U = 0.02 \text{ W/m}^2\text{K}$ - konstrukce téměř bez tepelných mostů (optimalizované řešení)

VĚTRÁNÍ

Intenzita větrání s původními okny n_1

obvyklá intenzita větrání u těsných staveb (novostaveb) je 0.4 h^{-1} , u netěsných staveb může být 1 i více

? 0.18 h⁻¹

Intenzita větrání s novými okny n_2

obvyklá intenzita větrání u těsných staveb (novostaveb) je 0.4 h^{-1} , u netěsných staveb může být 1 i více

? 0.18 h⁻¹

Účinnost nově zabudovaného systému rekuperace tepla η_{rek}

zadejte deklarovanou účinnost (ve výpočtu bude snížena o 10 %)

90 %

ROČNÍ POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ

Stav objektu	Měrná potřeba energie
Před úpravami (před zateplením)	85.8 kWh/m ²
Po úpravách (po zateplení)	44.9 kWh/m ²

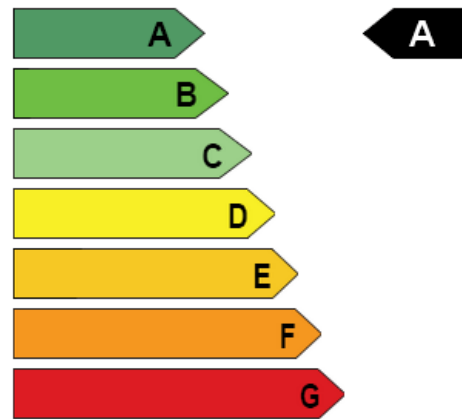
ZELENÁ ÚSPORÁM - VÝŠE PODPORY PRO

RODINNÉ DOMY ▾

Úspora: 48%

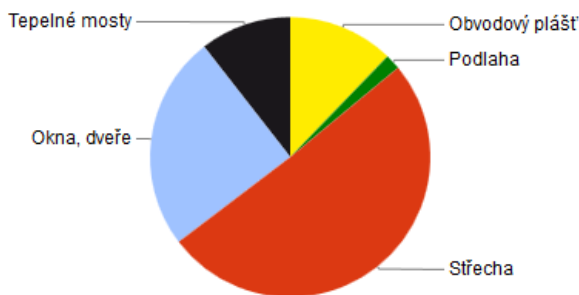
Máte nárok na dotaci v rámci části programu A.1 - celkové zateplení.
 Dotace ve vašem případě činí 1550 Kč/m² podlahové plochy, to je 110825 Kč.
 Pro získání vyšší dotace musíte dosáhnout minimální potřeby tepla na vytápění 40 kWh/m².

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY



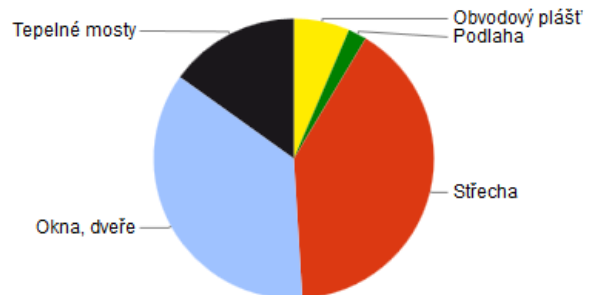
STAVEBNĚ - TECHNICKÉ HODNOCENÍ

Tepelné ztráty jednotlivými konstrukcemi - před zateplením



Typ konstrukce (větrání)	Tepelná ztráta [W]
Obvodový plášť	345
Podlaha	50
Střecha	1432
Okna, dveře	701
Jiné konstrukce	0
Tepelné mosty	298
Větrání	546
--- Celkem ---	3372

Tepelné ztráty jednotlivými konstrukcemi - po zateplení



Typ konstrukce (větrání)	Tepelná ztráta [W]
Obvodový plášť	127
Podlaha	42
Střecha	798
Okna, dveře	707
Jiné konstrukce	0
Tepelné mosty	298
Větrání	109
--- Celkem ---	2081