

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra elektroenergetiky a ekologie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh rekonstrukce elektroinstalace rodinného sídla na I-HOME

vedoucí práce: Doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.

autor: Bc. Martin Waldstein

2014

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

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

Jméno a příjmení: **Bc. Martin WALDSTEIN**
Osobní číslo: **E11N0185P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Technická ekologie**
Název tématu: **Návrh rekonstrukce elektroinstalace rodinného sídla na I-HOME**
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

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

1. Popište možnosti inteligentních elektroinstalací, jejich specifika, výhody a nevýhody.
2. Navrhněte řešení rekonstrukce stávající elektroinstalace vybraného rodinného domu na inteligentní elektroinstalaci včetně ochrany před atmosférickým přepětím.
3. Analyzujte vhodnost instalace fotovoltaických panelů nebo fototermitických kolektorů na objekt.
4. Zpracujte kompletní projektovou dokumentaci pro I-HOME včetně technické zprávy.
5. Bilancujte projekt z ekonomického a energetického hlediska s ohledem na životní prostředí.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. Kunc, J. : Stavíme - komfortní a úsporná elektroinstalace, Brno, ERA, 2002, Kunc, J. : Elektroinstalace - krok za krokem, Praha, Grada Publishing, 2003
2. Dvořáček, K. : Stavíme - správná a bezpečná elektroinstalace, Brno, ERA, 2001, Hála, P., Ing. a kol. : Vnitřní elektrické rozvody, Brno, EMT Brno, 1993
3. Příslušné technické normy k dané problematice, Katalogové listy a www stránky výrobců
4. Přednášky PIR 2014


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

Datum zadání diplomové práce: **14. října 2013**

Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2014**


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




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

V Plzni dne 14. října 2013

Abstrakt

Diplomová práce se zaměřuje na návrh rekonstrukce elektroinstalace rodinného sídla podle platných norem ČSN. Předpokládá plné využití možností inteligentní elektroinstalace. Návrh vychází z možností systému iNELS BUS System. Dále se zabývá možností instalace fotovoltaického systému pro výrobu elektrické energie a solárního systému pro ohřev teplé vody. Cílem práce je vytvoření projektové dokumentace využitelné v praxi.

Klíčová slova

inteligentní elektroinstalace, fotovoltaický systém, systém solárního ohřevu teplé vody, projektová dokumentace, cenový návrh

Abstract

This thesis focuses on the design of reconstruction of electrical-family residence in accordance with applicable safety standards. Assumes full advantage of the intelligent electrical installations. The proposal builds on the capabilities of iNELS BUS System. It also deals with the possibility of installing a photovoltaic system to generate electricity and solar system for hot water. The aim is to create design documentation usable in practice.

Key words

smart wiring, photovoltaic system, solar system for hot water, project documentation, pricing proposal

Prohlášení

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

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

V Plzni dne 12. května 2014

.....

podpis

Poděkování

Děkuji Doc. Ing. Zbyňku Martínkovi, CSc. za odborné vedení práce a Ing. Lud'ku Širokému za poskytování rad a materiálních podkladů.

Obsah

Úvod.....	10
1. Rozdíl mezi klasickou a systémovou elektroinstalací.....	11
1.1 Klasická (konvenční) elektroinstalace.....	11
1.2 Inteligentní (systémová) sběrníková elektroinstalace.....	12
1.3 Inteligentní (systémová) bezdrátová elektroinstalace.....	13
2 Inteligentní elektroinstalace iNELS BUS System.....	14
2.1 Systémové jednotky.....	14
2.2 Aktory.....	16
2.3 Senzory.....	18
2.4 Software.....	21
2.5 Kompletní schéma systému.....	22
3 Návrh fotovoltaického systému.....	23
3.1 Princip fotovoltaického systém.....	23
3.2 Technické řešení.....	24
3.2.1 Systém pro vlastní spotřebu a prodej přebytků.....	24
3.2.2 Výpočet skutečného výkonu FV systému.....	25
3.3 Finanční kalkulace.....	27
4 Návrh solárního systému pro ohřev teplé užitkové vody.....	28
4.1 Princip solárního systému.....	28
4.2 Technické řešení.....	29
4.3 Finanční kalkulace.....	31
5. Technická zpráva.....	32
5.1 Úvod.....	32
5.2 Základní technické informace.....	33
5.3 Dimenzování a kontroly.....	35
5.3.1 Dimenzování kabelu hlavní přípojky objektu.....	35
5.3.2 Kontrola přípojky na úbytek napětí.....	35
5.3.3 Návrh na jištění přípojky objektu.....	36
5.4 Technický popis rozvodů.....	40
5.5 Výkresová dokumentace.....	44
5.6 Cenový návrh.....	46
Závěr.....	51
Seznam použitých norem.....	52
Seznam literatury a informačních zdrojů.....	53
Přílohy.....	55

Seznam symbolů a zkratk

1. NP	První nadzemní patro
2. NP	Druhé nadzemní patro
CIB	Komunikační sběrnice použitá v systému iNELS BUS System
EPS	Elektrická požární signalizace
EZS	Elektronický zabezpečovací systém
HDO	Hromadné dálkové ovládání
nn	Nízké napětí
RH	Hlavní rozvaděč
RP	Podružný rozvaděč
TUV	Teplá užitková voda
Wp	Peak watt
η	Účinnost

Úvod

Tato diplomová práce se zabývá návrhem kompletní rekonstrukce elektroinstalace v rodinném domě. Projekt návrhu je vytvořen pro skutečný objekt v lokalitě Plzeň – Valcha. V objektu byla provedena elektroinstalace v 80. letech svépomocí, což pro současný stav nevyhovuje z technického hlediska ani z hlediska technických norem. S rozvojem nových trendů a možností domovních elektroinstalací je použito řešení inteligentní sběrníkové elektroinstalace.

Celek se dělí do pěti hlavních kapitol. V první kapitole jsou zmíněny rozdíly mezi konvenčními a systémovými způsoby elektroinstalace.

Druhá kapitola popisuje možnosti systémového řešení iNELS BUS System, který byl zvolen pro vypracování výsledného projektu.

V následujících dvou kapitolách je analyzováno využití slunečního záření jako zdroje obnovitelné energie. Konkrétně jde o návrh fotovoltaického systému pro výrobu elektrické energie, který je zpracován pomocí programu PVGIS a návrh solárního systému pro ohřev teplé vody v programu SOLAR 2.10.

Poslední pátá kapitola obsahuje kompletní technickou zprávu včetně dimenzování a kontroly vodičů a cenového návrhu elektroinstalace.

V závěru je projekt zhodnocen z ekonomického a energetického hlediska.

K dokumentu jsou přiložena elektrotechnická schémata zapojení jako nezbytná součást projektové dokumentace.

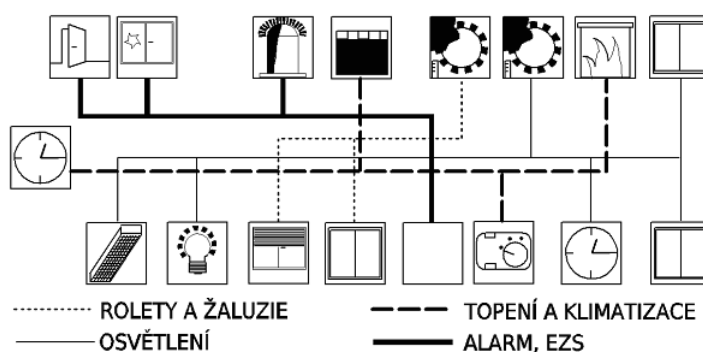
1. Rozdíl mezi klasickou a systémovou elektroinstalací

1.1 Klasická (konvenční) elektroinstalace

Klasická domovní elektroinstalace se skládá z mnoha samostatných obvodů pro zásuvkové okruhy, světelné kruhy, ovládání rolet atd., které fungují nezávisle na sobě. Spínání a řízení takových rozvodů je řešeno přes ručně ovládané vypínače pevně napojené na daný obvod. Možnost propojení a spolupráce jednotlivých prvků instalace je velmi omezená. Funkční změny jsou složité a vyžadují zásah do stavebních konstrukcí. Při návrhu je třeba s těmito nevýhodami počítat a mít jasně stanoveno, jak bude celý systém fungovat.

Výhodou je nízká pořizovací cena. Pro jednoduché řešení elektroinstalací je tato volba vhodná a na trhu působí mnoho firem, které jsou schopny provést kvalitní realizaci. [4],[5]

Schéma klasické elektroinstalace je patrné z obr 1.1:



obr. 1.1 Schéma klasické elektroinstalace [4]

Klasickou elektroinstalaci lze rozšířit o okruhy řízené přes GSM bránu, kdy daný spotřebič, například elektrický kotel, lze pomocí SMS zprávy na dálku zapnout nebo vypnout. [6]

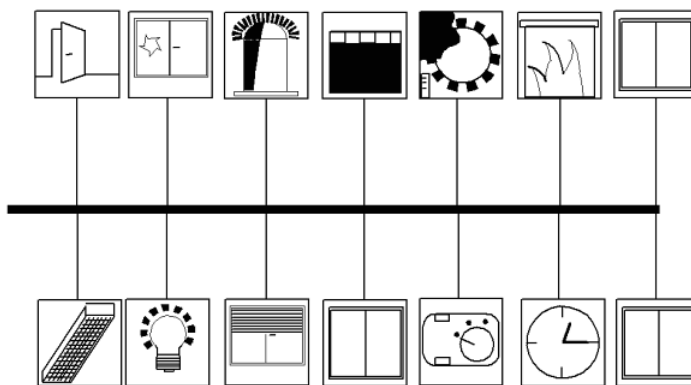
1.2 Inteligentní (systémová) sběrnicevá elektroinstalace

Pokud jsou kladeny vyšší požadavky na flexibilitu, komfort a možnosti snížení spotřeby elektrické energie, je vhodné použít systémový typ elektrické instalace. Celý systém je řízen programovatelnou centrální jednotkou z hlavního rozvaděče. Elektroinstalace není řešena klasickými okruhy, ale jednotlivé prvky se dělí na vstupy (senzory) a výstupy (aktory).

Senzory, jako například vypínače, termočidla, detektory zabezpečovací techniky nebo meteostanice a **aktory** (jednotky pro spínání, stmívání či ovládání rolet a dalších pohonů) komunikují s centrální jednotkou pomocí datové sběrnice. U starších typů systémových elektroinstalací byl každý senzor a aktor na centrální jednotku napojen paprskovitě, dnes se již používá lineární struktura datové sběrnice.

Takto lze komplexně řešit ovládání světel, vzduchotechniky, elektrických pohonů a dalších spotřebičů. Výhodou jsou široké možnosti nastavení automatizace celé budovy a její řízení na dálku pomocí webového rozhraní nebo GSM brány. Změny se provádějí přeprogramováním centrální jednotky a není třeba stavebních zásahů. Porucha centrální jednotky ovšem znefunkční celý systém. Hlavní nevýhodou je mnohem vyšší cena. [4],[7]

Schéma systémové elektroinstalace je patrné z obr. 1.2:



obr. 1.2 Schéma systémové elektroinstalace [4]

Na českém trhu působí několik firem zabývajících se systémovou elektroinstalací. Mezi nejznámější patří **ABB**, **ELKO EP**, **Eaton Elektrotechnika** a **ESTELAR**. Každá nabízí vlastní systém inteligentní elektroinstalace a vzájemná konkurence vede ke kvalitě a širokým možnostem těchto systémů.[8]

1.3 Inteligentní (systémová) bezdrátová elektroinstalace

Dalším zajímavým typem je inteligentní bezdrátová elektroinstalace. Nevyžaduje změnu topologie vedení jednotlivých okruhů, **aktory** se instalují přímo do rozvaděče, instalačních krabic a krytů osvětlení a **senzory** lze umístit kamkoli, kde to situace dovoluje. Komunikace s centrální jednotkou je pak zprostředkována bezdrátovým signálem. Lze tak pouze rozšířit stávající klasickou elektroinstalaci o vybrané funkce.

Lze snadno realizovat při rekonstrukci domu či bytu, ale pro komplexní řešení není vhodná. [9]

2 Inteligentní elektroinstalace iNELS BUS System

Za vývojem a výrobou systému iNELS BUS System stojí firma ELKO EP se sídlem v Holešově. Firma dále nabízí bezdrátovou inteligentní elektroinstalaci iNELS RF Control, modulové elektronické přístroje a další elektropříslušenství. [13]

Sběrníkový systém iNELS tvoří elektroinstalaci plně řízenou centrální jednotkou, se kterou jednotlivé prvky komunikují přes datovou sběrnici CIB.

Jako instalační sběrnice CIB se doporučuje použít kroucený stíněný kabel typu J - Y (ST) Y 2x2x0,8. Její typologie je volitelná (lineární, hvězdicová či stromová), nesmí být ale uzavřen fyzický kruh. Na jednu větev sběrnice CIB může být připojeno maximálně 32 jednotek iNELS. [7]

2.1 Systémové jednotky

Centrální jednotka CU3-02M řídí veškeré prvky iNELS v systému. Lze k ní připojit dvě větve CIB, popřípadě rozšířit o další dvě větve CIB přes modul MI3-02M. Funkčnost centrální jednotky se nastavuje v programovacím prostředí iNELS Designer & Manager.



obr. 2.1 CU3-02M [7]

Napájecí zdroj PS3-100 napájí centrální jednotku a externí mastery v rámci systému iNELS. Přes oddělovač sběrnice od napájecího zdroje BPS3-02M je z něj také napájena sběrnice CIB. Slouží jako zdroj stejnosměrného napětí 12V a 27V se společnou svorkou GRD (země). Je vybaven ochranou proti zkratu, přepětí, výkonovému a teplotnímu přetížení. Připojují se k němu dvě dobíjecí 12V záložní baterie.

GSM komunikátor GSM3-01M po vložení SIM karty komunikuje s centrální jednotkou přes krátké zprávy SMS.

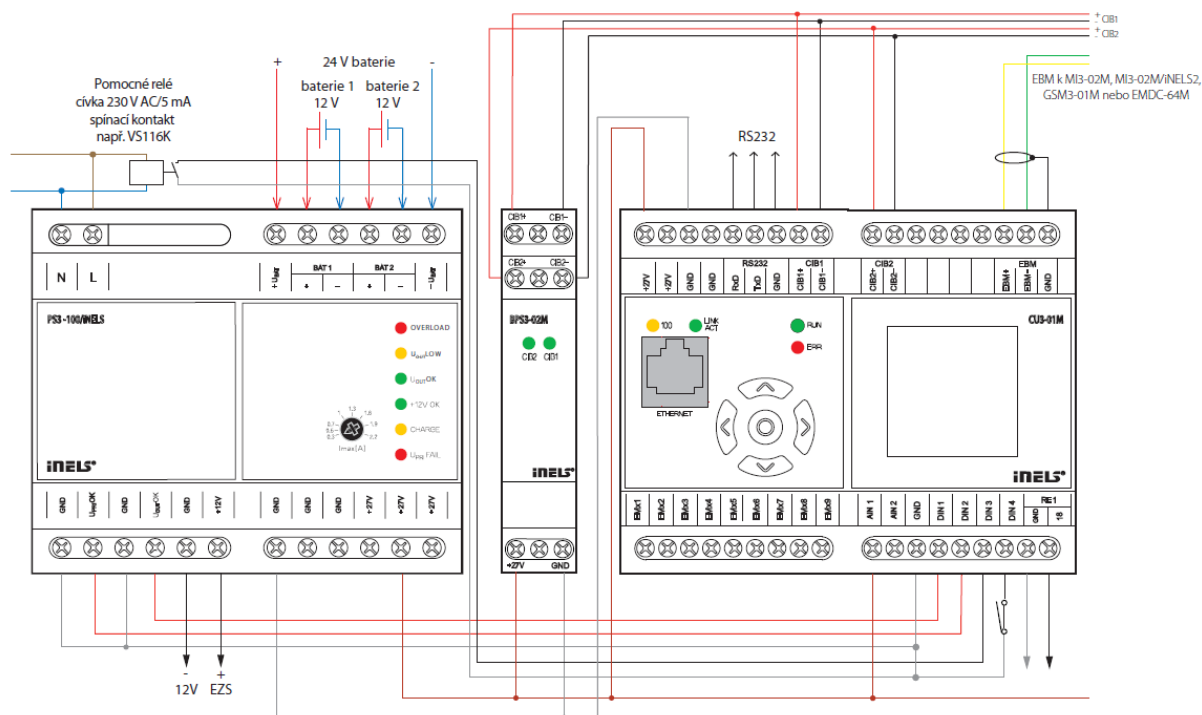


obr. 2.2 PS3-100 [7]



obr. 2.3 GSM3-01M [7]

Příklad zapojení systémových jednotek v rozvaděči na DIN liště:



obr. 2.4 Příklad zapojení [7]

2.2 Aktory

Spínací aktory pro instalaci na DIN lištu rozvaděče existují ve čtyřech provedeních:

- dvoukanálový spínací aktor *SA3-02M*
- čtyřkanálový spínací aktor *SA3-04M*
- šestikanálový spínací aktor *SA3-06M*
- dvanáctikanálový spínací aktor *SA3-012M*

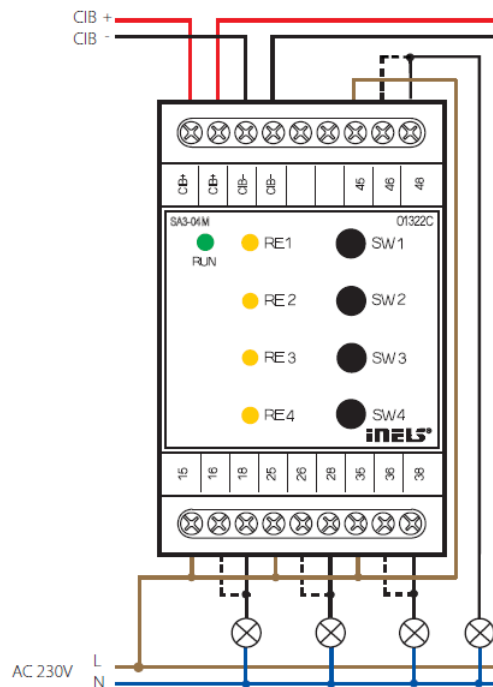
Každý kanál je samostatně spínatelný a jeho stav je signalizován LED diodou.

Dále je možno použít jedno či dvoukanálový spínací aktory *SA3-01B* a *SA3-02B* k instalaci přímo do instalační krabice.

Na obrázku je uveden čtyřkanálový spínací aktor a jeho příklad zapojení:



obr 4.5 SA3-04M [7]



obr. 4.6 Zapojení SA3-04M [7]

Stmívací aktory slouží k ovládání intenzity jasu u stmívatelných světelných zdrojů. Typy připojitelných zátěží popisuje tabulka:

typ zdroje	symbol	popis
R odporová		žárovka, halogenová žárovka
L induktivní		vinutý transformátor pro nízko-voltové halogenové žárovky
C kapacitní		elektronický transformátor pro nízko-voltové halogenové žárovky
LED		stmívatelné LED 230 V
ESL		stmívatelné úsporné zářivky

obr. 4.7 Tabulka zátěží [7]

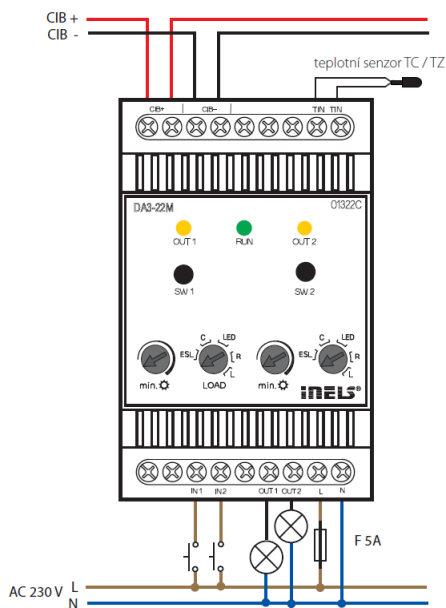
Stmívací aktory existují ve třech variantách pro instalaci na DIN lištu rozvaděče:

- dvoukanálový aktor *DA3-22M* pro zdroje 230V
- dvoukanálový aktor *LBC3-02M* určený k ovládání stmívatelných předřadníků zářivek
- stmívací aktor *DCDA-33M/RGB* pro stmívání LED a RGB zdrojů s napájením 12 - 24V stejnosměrných

Stmívací aktor *DA3-22M* a jeho příklad zapojení:



obr. 4.8 DA3-22M [7]



obr. 4.9 Zapojení DA3-22M [7]

2.3 Senzory

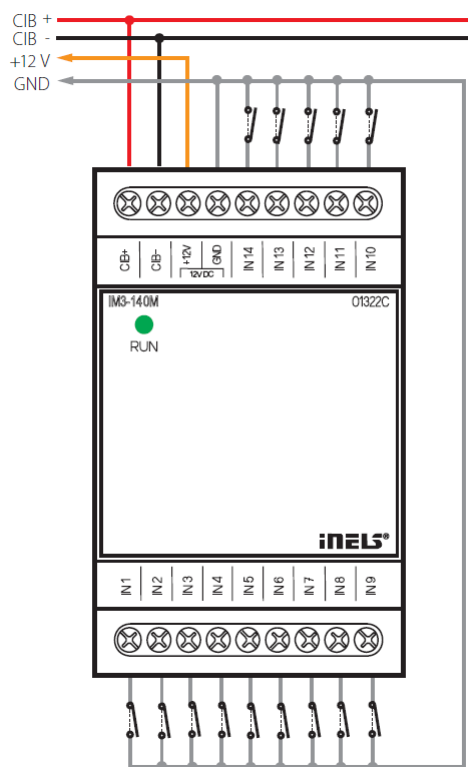
Jednotka binárních vstupů **IM3-140M** umožňuje připojení až 14 různých spínačů, přepínačů, detektorů EZS a EPS či tlačítek jiných designů a sleduje jejich stavy pomocí generovaného stejnosměrného napětí 12V. Je určena pro instalaci na DIN lištu rozvaděče.

Pro instalaci do instalačních krabic jsou určeny jednotky binárních vstupů **IM3-20B**, **IM3-40B** a **IM3-80B**.

Jednotka **IM3-140M** a její příklad zapojení:



obr 4.10 IM3-140M
[7]



obr 4.10 Zapojení IM3-140M [7]

Jednotky teplotních vstupů TI3-60M je řešena podobně jako jednotka binárních vstupů IM3-140M s tím rozdílem, že sleduje snímanou teplotu z externích teplotních senzorů.

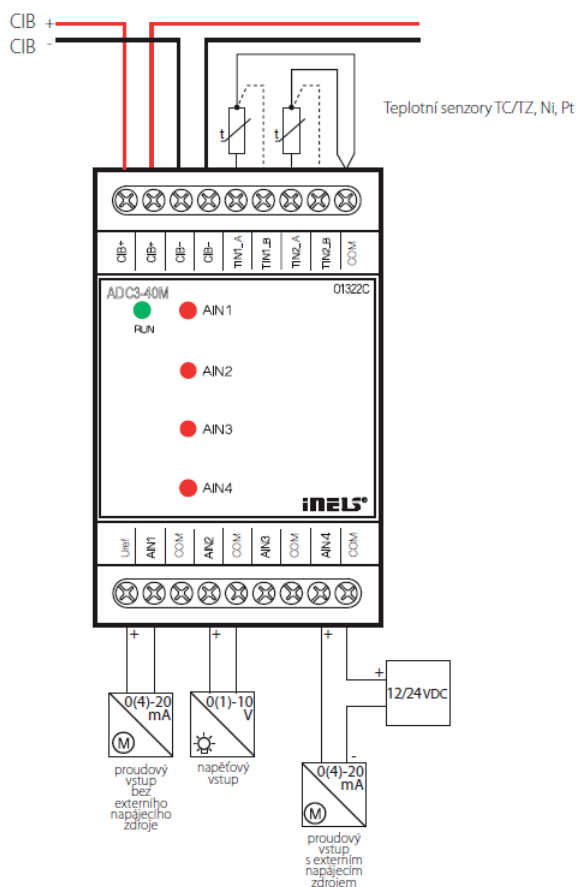
Digitálně – analogový převodník DAC3-04M převádí digitální signál na až 4 analogové napěťové signály v rozsahu 0 – 10V. Dále umožňuje připojit 1 teplotní senzor. Instaluje se na DIN lištu rozvaděče.

Analogově – digitální převodník ADC3-40M převádí až 4 analogové vstupy na digitální signál. Používá se například pro snímání analogových výstupů z meteostanice. Dále umožňuje připojit 2 teplotní senzory. Instaluje se na DIN lištu rozvaděče.

Analogově – digitální převodník ADC3-40M a jeho příklad zapojení:



obr. 2.11 ADC3-40M [7]



obr. 2.12 Zapojení ADC3-40M [7]

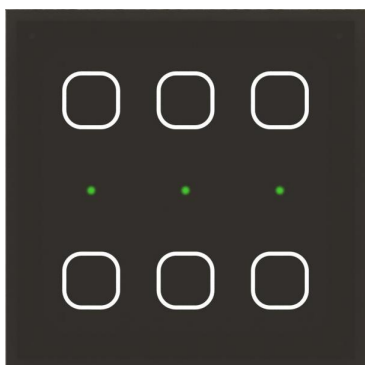
Ovládací jednotka s dotykovým displejem EST3 umožňuje konfigurovat a ovládat tlačítka na 3,5" displeji a tím nahradit několik nástěnných ovladačů a vypínačů. Obrazovku lze také přepnout do režimu regulace teploty či ESZ klávesnice. Další funkcí je vytváření tzv. světelných scén, kdy jeden stisk tlačítka provede několik úkonů, například některá světla utlumí na 30% výkonu, některá zhasne, zatáhne žaluzie a zapne televizi.



obr. 2.13 EST3 [7]

Nástěnné skleněné dotykové ovladače v provedení čtyřkanálovém (*GSB3-40*), šestikanálovém (*GSB3-60*) a osmikanálovém (*GSB3-80*) kombinují několik tlačítek do jednoho ovladače. Každému tlačítku lze přiřadit vlastní funkční režimy, například jeden stisk zapne/vypne a rychlé stisky stmívají světelný zdroj.

Nástěnné ovladače s krátkocestným ovládním existují v provedení dvoukanálovém (*WSB-20*) a čtyřkanálovém (*WSB-40*). Každé tlačítko lze nastavit podobně, jako je tomu u skleněných dotykových ovladačů řady *GSB3*.



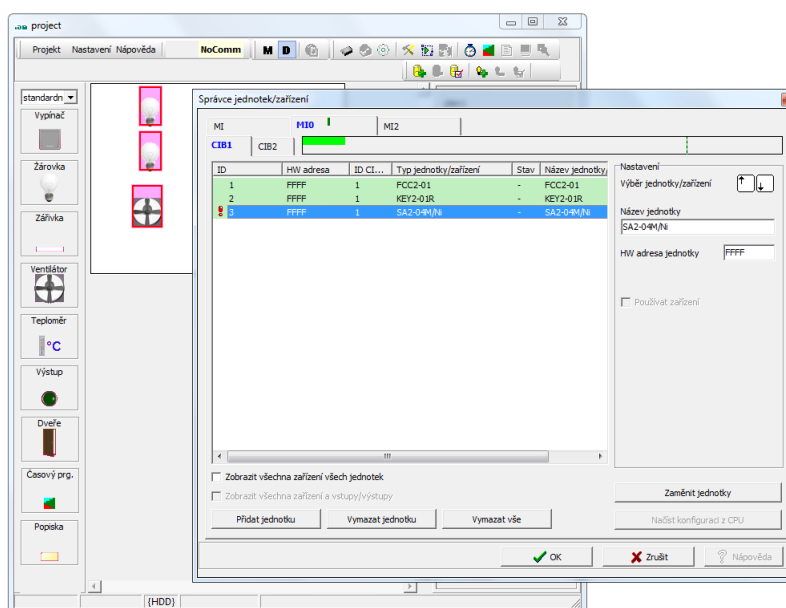
obr. 2.14 GSB3-60 [7]



obr. 2.15 WSB-40 [7]

2.4 Software

Nastavení centrální jednotky je možné v programovacím prostředí **iNELS Designer & Manager**, které lze nainstalovat do operačního systému Windows. Zde se zadají příkazy pro jednotlivé aktory připojené na sběrnici CIB a události, které tyto příkazy spustí. Událostmi například může být stisk tlačítka, informace o teplotě v místnosti, povětrnostní podmínky získané meteostanicí nebo také časové nastavení jednotlivých funkcí. Spojováním příkazů do jedné funkce se vytváří světelné scény.

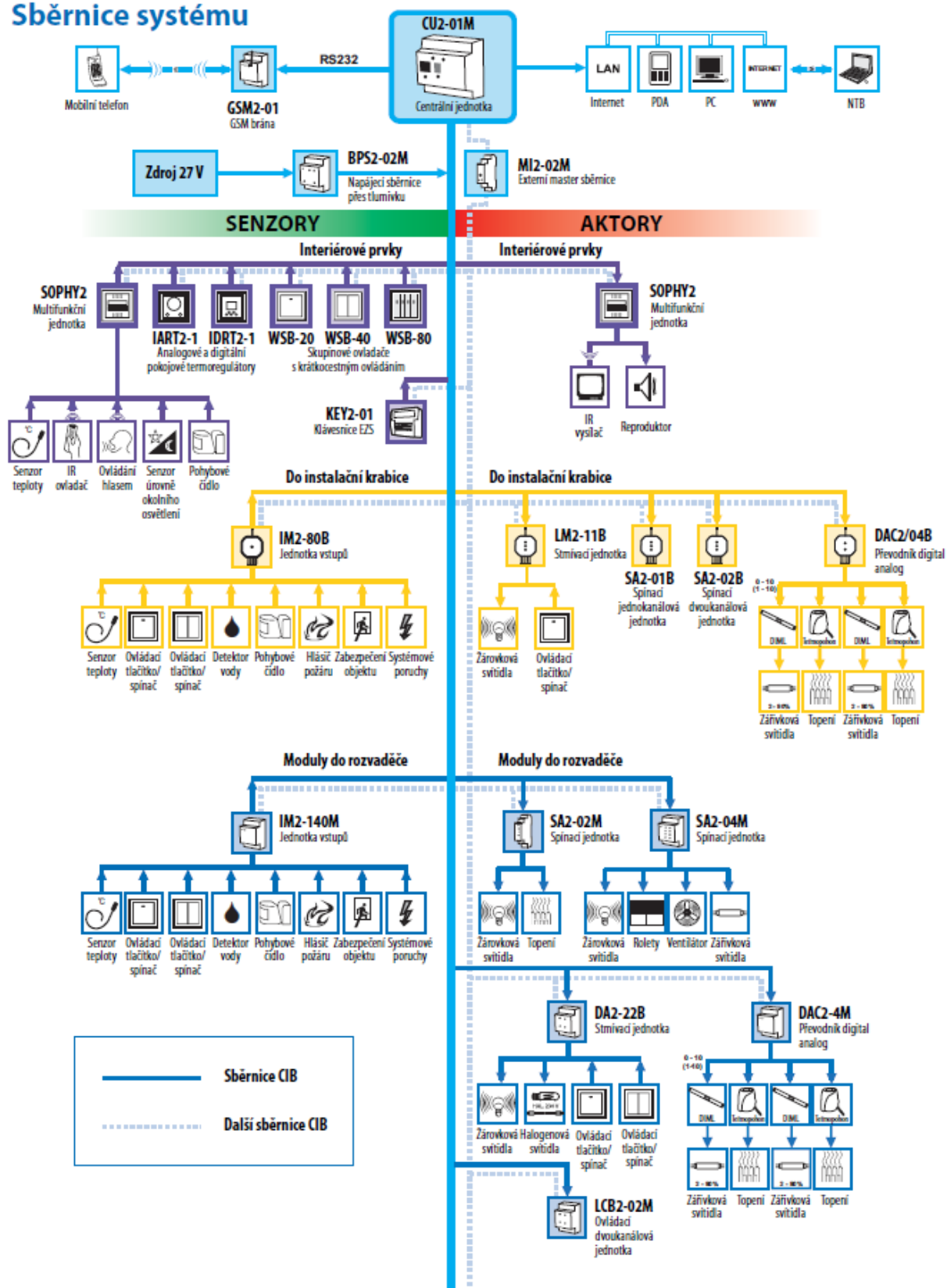


obr. 2.16 iNELS Designer & Manager

Celý systém lze také ovládat přímo z chytrého telefonu či tabletu přes aplikaci **iNELS Home Control** určenou pro operační systémy Android a iOS. Její rozhraní je podobné jako rozhraní ovládací dotykové jednotky *EST3*.

2.5 Kompletní schéma systému

Sběrnice systému



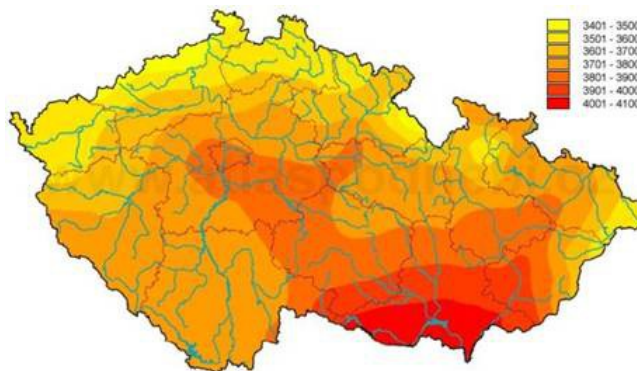
3 Návrh fotovoltaického systému

3.1 Princip fotovoltaického systému

Fotovoltaický systém funguje na principu fotovoltaického efektu na PN přechodu, kdy dopadající světelné fotony uvolňují volné elektrony z N-vrstvy do P-vrstvy a vzniká tak malé stejnosměrné napětí. Výhodou tohoto obnovitelného zdroje je přímá výroba energie, kdy pro střídavé napětí stačí tento systém připojit na vhodný střídač. [10]

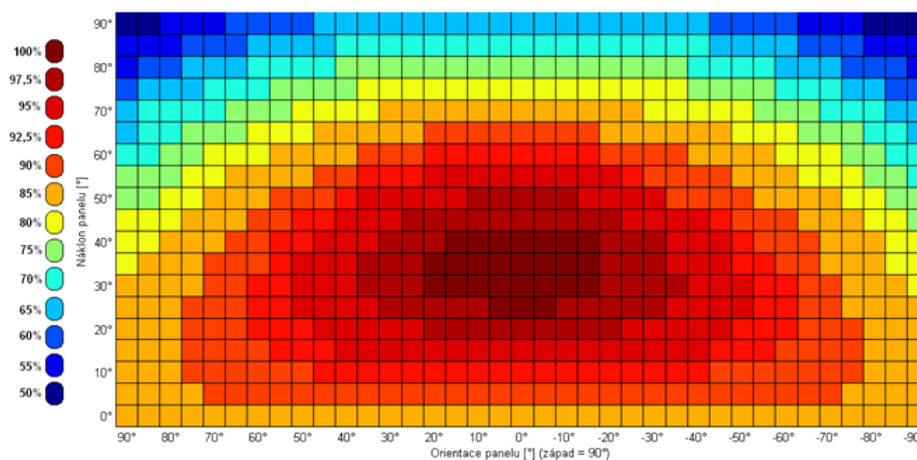
Při výpočtu výkonu navrhovaného fotovoltaického systému musíme uvažovat dva zásadní faktory:

- a) Průměrný roční úhrn globálního záření [MJ/m^2]



obr. 3.1 Roční úhrn záření [10]

- b) Vliv orientace a sklonu FV panelů na jejich účinnost



obr. 3.2 Orientace panelu [22]

3.2 Technické řešení

Pro fotovoltaický systém je k dispozici 38m² ničím nestíněného střešního prostoru s orientací 83° jihozápadní. Lze umístit 18x fotovoltaický panel Kyocera KD240GH-2PB 1662x990mm s výkonem 240 Wp a dosáhnout tak špičkového výkonu 4,3 kWp. Celková plocha panelů je 29,6m².

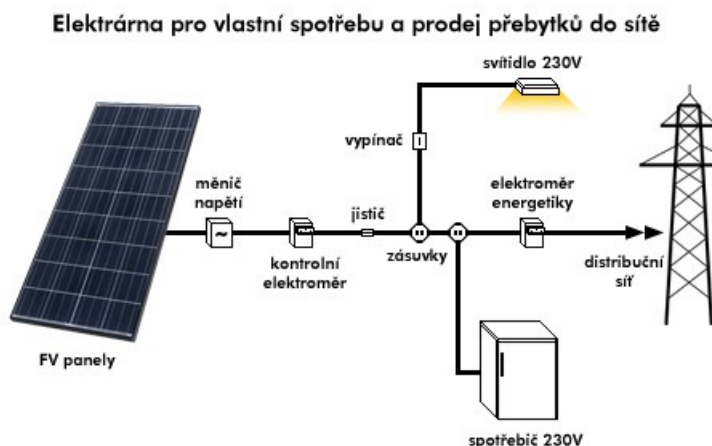
Systém bude napojen do přes měnič do hlavního rozvaděče RH kabelem CYKY 3Cx6mm² a jištěn 1 pólovým 25 A jističem.

Napojení do distribuční sítě bude dle stanoviska společnosti ČEZ, preferovaná varianta výkupu u instalace na RD je varianta B – Systémy pro vlastní spotřebu a prodej přebytků.

3.2.1 Systém pro vlastní spotřebu a prodej přebytků

Skládá se z fotovoltaických panelů, střídače napětí ze stejnosměrného na střídavé a elektroměru pro výpočet vyrobené energie (dle obr. 3.3). Celý okruh se připojuje na samostatný jistič a přepětřovou ochranu. Z pohledu distribuční společnosti se systém zapojuje až za hlavní elektroměr. Tím je možné spotřebiče napájet vlastní energií a v případě nadbytku přes hlavní elektroměr předávat do sítě.

Od roku 2014 jsou pro nové instalace zrušeny výkupní ceny elektřiny a zelené bonusy. Prodej přebytků z fotovoltaického systému je vykupován pouze tržní cenou silové elektřiny, která se pohybuje zhruba mezi 0,6 – 0,8 Kč/kWh. [14]



obr. 3.3 Schéma FV systému [11]

3.2.2 Výpočet skutečného výkonu FV systému

Pro výpočet byl využit program PVGIS, který při výpočtu zohledňuje typ a účinnost fotovoltaických článků, sklon, natočení světových stran a oblast, kde je systém instalován.[12]

Zadané hodnoty:

instalovaný výkon = 4,3kWp

$\eta = 0,14$

orientace = 83°

sklon střechy = 33°

lokality Plzeň-Valcha

Pro tyto hodnoty vyšlo:

Fixed system: inclination=33°, orientation=83°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	2.58	79.8	0.78	24.1
Feb	5.15	144	1.53	42.9
Mar	8.86	275	2.67	82.7
Apr	13.70	410	4.29	129
May	15.10	467	4.88	151
Jun	15.90	478	5.24	157
Jul	14.60	454	4.86	151
Aug	12.90	401	4.25	132
Sep	9.69	291	3.08	92.4
Oct	5.77	179	1.78	55.3
Nov	3.00	89.9	0.92	27.6
Dec	2.44	75.7	0.76	23.5
Yearly average	9.17	279	2.93	89.0
Total for year		3350		1070

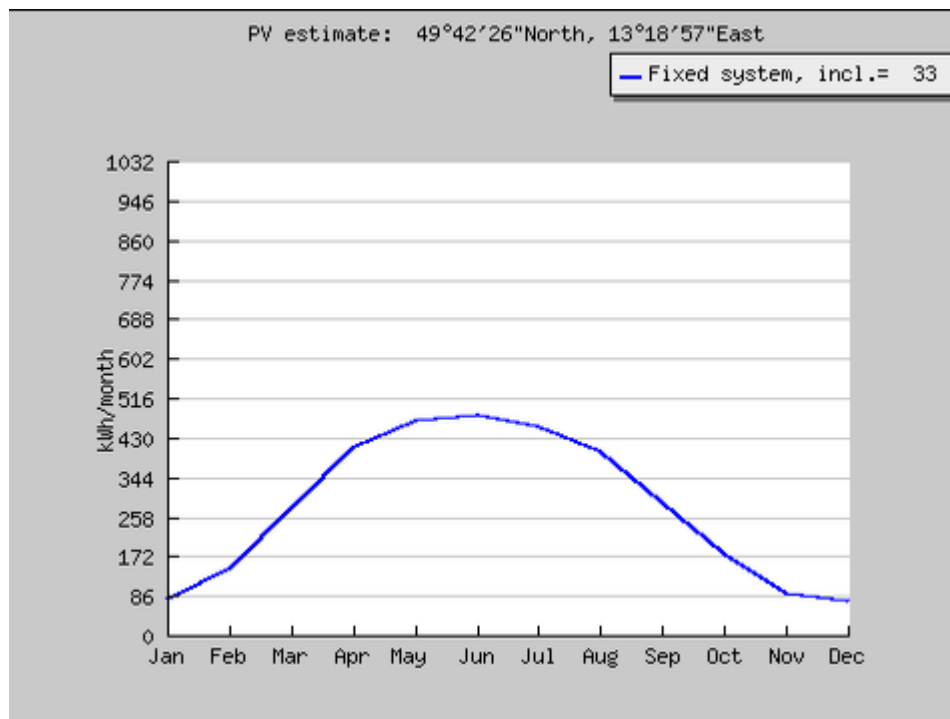
tab. 3.1 Výkon FV systému

E_d – průměrná denní výroba [kWh]

E_m - průměrná měsíční výroba [kWh]

Systém je tedy schopen vyrobit **3,35 MWh** elektrické energie ročně.

Graf výkonu uvažovaného fotovoltaického systému:



graf 3.1 výkon FV systému

3.3 Finanční kalkulace

Cenový návrh systému:

Položka	Cena [Kč]
Fotovoltaický panel Kyocera KD240GH-2PB 1662x990mm 18x	181 400
Měnič napětí SM4200S	45 200
Elektroměr Maneler 9905D	1 400
Kabeláž	4 000
Konstrukce pro uchycení panelů	20 300
CELKEM (včetně DPH)	252 300

tab. 3.2 Cenový návrh

Při uvažování prodejní ceny elektrické energie společnosti ČEZ 4,8 Kč/kWh a výkupní ceny 0,6 Kč/kWh [14] lze sestavit následující tabulku poměru využití energie a prodeje přebytků:

Výkon FV systému [kWh/rok]	Využitá energie [%]	Prodej přebytků [%]	Ušetřeno [Kč]	Prodáno [Kč]	Celkem [Kč]	Návratnost v počtu let
3350	70	30	11 256	603	11 859	21
3350	60	40	9 648	804	10 452	24
3350	50	50	8 040	1 005	9 045	28
3350	40	60	6 432	1 206	7 638	33
3350	30	70	4 824	1 407	6 231	40

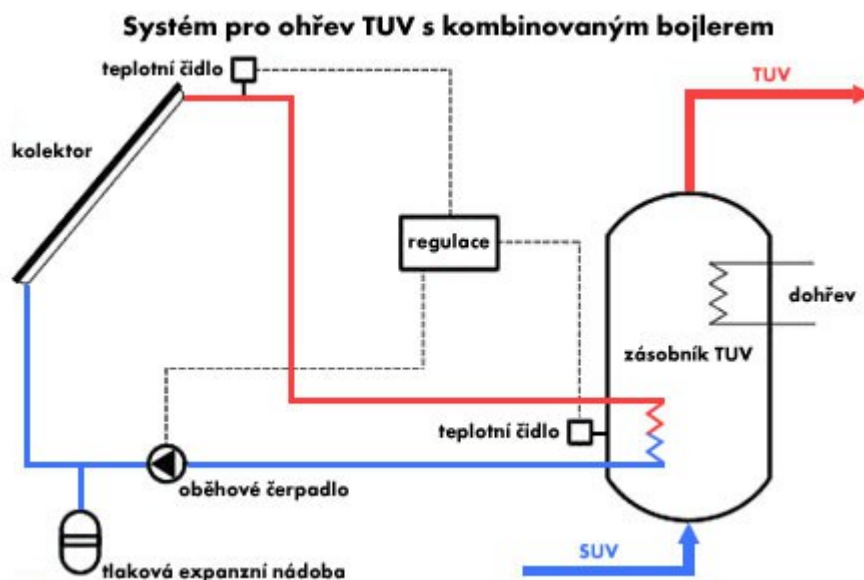
tab 3.3 Návratnost

Životnost fotovoltaických panelů se pohybuje v rozmezí 20 – 30 let a během provozu dochází ke snižování jejich účinnosti [10], systém tedy z finančního hlediska není zajímavý.

4 Návrh solárního systému pro ohřev teplé užitkové vody

4.1 Princip solárního systému

Možností, jak využít sluneční energii přímo, je instalace solárního tepelného systému. Sluneční paprsky dopadají na solární kolektor a tím ohřívají protékající teplotnosné médium, nejčastěji v kombinaci vody se solární kapalinou, která zamezuje zamrznutí média v zimních měsících provozu. Výměna tepla mezi ohřátým médiem a TUV probíhá pomocí tepelného výměníku v zásobní nádrži TUV. Protože samotný solární ohřev zpravidla v chladném období roku nestačí, je voda v zásobní nádrži ještě dohřívána jinou metodou, například elektrickou energií či přes plynový kotel [16]. Celý okruh systému znázorňuje obrázek [15]:



obr. 4.1 Systém pro ohřev TUV

Solární kolektory lze rozdělit na dva základní typy, a to ploché a trubcový. Při dopadu slunečních paprsků kolmo se jejich odrazivost neliší, při dopadu paprsků pod větším úhlem ale plochý kolektor vykazuje větší odrazivost a tím je méně účinný. Z hlediska finanční efektivity je ovšem plochý kolektor upřednostňován. Účinnosti se zvyšují při použití selektivní dopadové vrstvy na povrchu kolektoru a použití tepelné izolace v podobě vakua. [16]

4.2 Technické řešení

System bude umístěn na střeše objektu s orientací 83° jihozápadní. Protože nejvyšší účinnost ze získá při jižní orientaci systému, konstrukce pro montáž kolektorů bude uzpůsobená pro orientaci na jih pod úhlem 45°.

Zásobní nádrž je dimenzována na 200 litrů, který dostačuje pro tříčlennou rodinu se spotřebou cca 50-65 litrů TUV na osobu denně. System bude dohříván stávajícím plynovým kotlem.

Návrh solárního systému je proveden v programu Solar 2.10, který navrhne optimální typ a počet kolektorů a vypočte celkovou energetickou úsporu[17].

Zadané hodnoty:

orientace = 0°

sklon = 45°

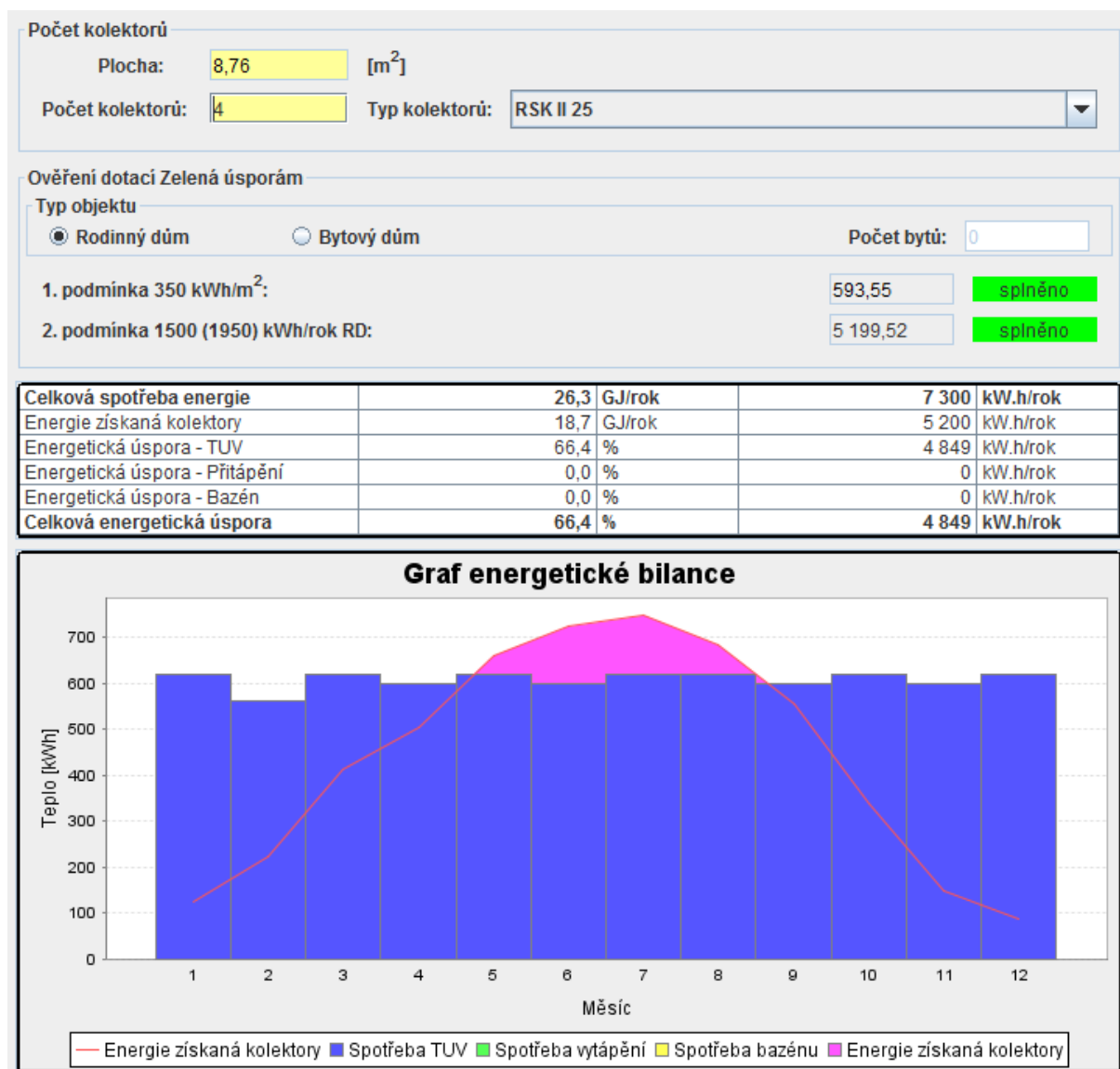
lokality Plzeň-Valcha

skutečná spotřeba energie pro ohřev TUV: 7 300 kWh/rok

teplota studené vody = 10°C

teplota teplé vody = 55°C

Pro tyto hodnoty vyšlo:



obr. 4.2 Výstup programu SOLAR 2.10

Systém se tedy bude skládat ze 4 kolektorů RSK II 25. Tyto kolektory jsou deskového typu a jako tepelná izolace je použita minerální vata. Pro teponosné médium se kombinuje voda s propylenglykolem [18]. Bude schopen ročně vyrobit tepelnou energii o výkonu 5200 kWh, ovšem při roční spotřebě 7300 kWh uspoří pouze 4849 kWh. Poměr výroby a spotřeby znázorňuje graf energetické bilance na obr. 4.2.

4.3 Finanční kalkulace

Cenový návrh systému:

Položka	Cena [Kč]
Kolektor RSK II 25 4x	55 076
Montážní sada pro 4 kolektory	8 321
Připojení kolektorového pole	1 961
Dvoutrubková hnací sada	7 409
Regulace systému	3 498
Expanzní nádoba	1 259
Zásobník TUV 200l	16 843
CELKEM (včetně DPH)	94 367

tab 4.1 Cenový návrh

Pro rok 2014 platí program "Nová zelená úsporám 2014" kdy je solární systém na přípravu TUV dotován až do výše 35 000 Kč, maximální míra podpory je 40%. [19]

Navrhovaný systém splňuje požadavky podpory a je tedy možné získat 35 000 Kč.

Celková cena po odečtení podpory činí **59 367 Kč** s DPH.

Při uvažování ceny plynu společnosti RWE 1,42 Kč za 1 kWh [20] je tedy **výsledná roční úspora 6 886 Kč**. Finanční návratnost se pohybuje okolo 9 let.

Životnost solárního systému se udává zhruba 25 – 30 let [21], uvažování instalace je tedy z finančního hlediska výhodné.

5. Technická zpráva

5.1 Úvod

Účel zprávy: Projekt kompletní rekonstrukce elektroinstalace rodinného sídla

Předmětem projektu je řešení inteligentní elektroinstalace iNELS BUS System a její zapojení v hlavním a podružném rozvaděči, silnoproudých rozvodů zásuvek, světel, motorů a dalších spotřebičů, slaboproudých rozvodů internetové přípojky, telefonní přípojky, televizní antény, požární signalizace (EPS) a elektronická zabezpečovací signalizace (EZS). Dále je řešeno napojení na distribuční soustavu nízkého napětí, měření odběru elektrické energie a ochrana před atmosférickému přepětí formou bleskosvodu a svodičů přepětí.

Obecné údaje:

Objekt: Dvoupodlažní rodinný dům + suterén + půdní prostory + zahradní rozvody

Místo objektu: Sedlákova 17, Plzeň-Valcha

Datum zpracování: květen 2014

5.2 Základní technické informace

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

Prostředí v 1.NP a 2.NP: AA5

Prostředí v suterénu a na půdě: AB4 - vyžaduje stupeň krytí alespoň IP21 a pro rozvaděč alespoň IPx3

Prostředí na zahradě: AB7 - Pod střechou, stupeň krytí alespoň IP21
AD4 – Venku, stupeň krytí proti stříkající vodě IPx4

Způsob kompenzace účinníku: Charakter zátěže nevyžaduje přídatnou kompenzaci.

Stupeň důležitosti dodávky elektrické energie: Dodávka el. energie pro běžný provoz bude ve stupni č. 3, tj. bez zajištění zvláštních opatření pro napájení.

Instalovaný příkon:

<i>Spotřebič</i>	<i>Příkon [kW]</i>
Elektrická trouba	3,3
Myčka nádobí	1,9
Mikrovlnná trouba	1,1
Rychlovarná konvice	2,1
Pračka	2,3
Plynový kotel	0,2
Osvětlení	0,8
Motory a el. pohony	1,9
Elektrická nářadí	10,0
Ostatní spotřebiče	10,0
Celkem	33,6

tab 5.1 Instalovaný příkon

Instalovaný příkon: 33,6 kW

Činitel soudobosti: $\beta = 0,77$

Soudobý příkon: $P\beta = P_i * \beta = 33,6 * 0,77 = 25,9 \text{ kW}$ (5.1)

Stupeň elektrizace: B

Hlavní jistič před elektroměrem: třípólový 25 A

5.3 Dimenzování a kontroly

5.3.1 Dimenzování kabelu hlavní přípojky objektu

Soudobost:	$\beta = 0,77$
Příkon	
- celkový instalovaný příkon:	$P = 33,6 \text{ kW}$
- celkový instalovaný soudobý příkon:	$P_{\beta} = 25,9 \text{ kW}$
Sdružené napětí:	$U_s = 400 \text{ V}$
Účinnost:	$\cos \varphi = 0,98$
Teplota okolí:	$t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$\text{Celkový proud přípojky: } I_p = \frac{P_{\beta}}{\sqrt{3} * U_s * \cos \varphi} = \frac{25900}{\sqrt{3} * 400 * \cos 0,98} = 37,37 \text{ A} \quad (5.2)$$

K připojení objektu na rozvodnou síť bude použit 5-žilový celoplastový kabel CYKY 5Jx10mm². Dle ČSN IEC 33 2000-5-523 ed.2 pro způsob uložení C (v kanálku ve zdi) je maximální dovolený proud pro kabel Cu 54 A. Celkový proud přípojky je 37,4 A, kabel tedy **VYHOVUJE**.

5.3.2 Kontrola přípojky na úbytek napětí

Připojení objektu z pojistkové skříně představuje kabel CYKY 5Jx10 mm² o délce 3 m. Úbytek napětí by neměl překročit v rozvodu mezi přípojkovou skříní a rozvaděčem 2% U_s.

délka kabelu	$l = 3 \text{ m}$
průřez kabelu	$S = 10 \text{ mm}^2$
měrná el. vodivost jádra vodiče	$\gamma_{Cu} = 56,06 \text{ Sm/mm}^2$

$$\Delta U_s = \frac{l * P_{\beta}}{\gamma * S * U_s} = \frac{3 * 25900}{56,06 * 10 * 400} = 0,35 \text{ A} \quad (5.3)$$

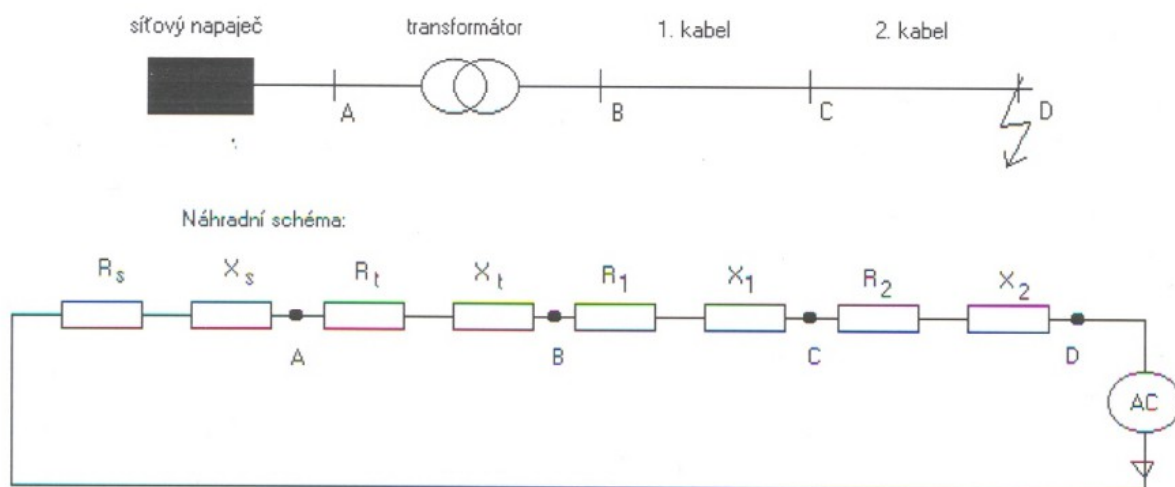
$$400 * 0,02 = 8 \text{ A} \quad \text{vodič tedy } \mathbf{VYHOVUJE} \quad (5.4)$$

5.3.3 Návrh na jištění přípojky objektu

Hlavní jistič je umístěn před elektroměrem v elektroměrovém rozvaděči. Tento jistič vypíná nadproudy a zkratový proud. Hodnota zkratového proudu jističe musí být menší, než je dovolený proud. Hodnota tohoto jističe bude $I_j = 25 A$. Dále v přípojnicové skříni budou nožové výkonové pojistky o jmenovité hodnotě proudu $I_p = 32 A$.

Výpočet zkratových proudů v rozvaděči

Je uvažován 3f zkrat, který může dosáhnout nejvyšších hodnot zkratového proudu zkratového proudu. Skutečné a náhradní schéma zkratu je uvedeno na obr. 6.1.



obr. 6.1 Schéma obvodu pro výpočet zkratových proudů

a) síť

Zkrat se nachází v síti nn na straně nižšího napětí transformátoru a známe pouze souměrný počáteční zkratový výkon, vypočte se ekvivalentní impedance Z_s , vztažená na stranu vyššího napětí:

$$Z_s = \frac{c * U_n^2}{S_k * p^2}, \text{ kde konstanta } c = 1,1 \text{ a } p = \frac{22}{0,4} = 55 \text{ (převod transformátoru).}$$

Zkratový výkon na straně 22kV/0,4kV $S'_k = 50 MVA$

$$Z_s = \frac{c * U_n^2}{S_k * p^2} = \frac{1,1 * 22000^2}{50 * 10^6 * 55^2} = 3,52 \text{ m}\Omega \quad (5.5)$$

$$X_s = 0,995 * Z_s = 3,50 \text{ m}\Omega \quad (5.6)$$

$$R_s = 0,1 * Q_s = 0,35 \text{ m}\Omega \quad (5.7)$$

b) transformátor

$U_1 = 22 \text{ kV}$ primární napětí

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

$u_{kr} \% = 6\%$ napětí nakrátko

$U_{RR} \% = 3,2\%$ ohmická složka uk

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

$$Z_t = \frac{u_{kr} * U_2^2}{S_{RT}} = \frac{0,06 * 400^2}{4 * 10^5} = 24,0 \text{ m}\Omega \quad (5.8)$$

$$R_t = \frac{u_{rr} * U_2^2}{S_{RT}} = \frac{0,032 * 400^2}{4 * 10^5} = 12,8 \text{ m}\Omega \quad (5.9)$$

$$X_t = \sqrt{Z_t^2 - R_t^2} = \sqrt{0,024^2 - 0,0128^2} = 20,3 \text{ m}\Omega \quad (5.10)$$

c) kabelové vedení

přívodní kabel L1 - AYKY 3x120+70mm²

$R = 0,4423 \Omega / \text{km}$

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

$l = 420 \text{ m}$

$$R_1 = R * l = 0,4423 * 420 = 185,8 \text{ m}\Omega \quad (5.11)$$

$$X_1 = X * l = 0,15 * 420 = 63,0 \text{ m}\Omega \quad (5.12)$$

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_1^2} = \sqrt{185,8^2 + 63,0^2} = 196,2 \text{ m}\Omega \quad (5.13)$$

přívodní kabel L2 -CYKY 5Jx10mm²

$$R=0,76\Omega/km$$

$$X=0,9\Omega/km$$

$$l=3m$$

$$R_2=R*l=0,76*3=2,28m\Omega \quad (5.14)$$

$$X_2=X*l=0,9*3=2,7m\Omega \quad (5.15)$$

$$Z_2=\sqrt{R_2^2+X_2^2}=\sqrt{2,28^2+2,7^2}=3,53m\Omega \quad (5.16)$$

d) celková impedance zkratové smyčky

$$Z_K=Z_S+Z_t+Z_1+Z_2=3,52+24,0+196,2+3,53=227,3m\Omega \quad (5.17)$$

Výpočet zkratového proudu

$$I_k''=\frac{c*U_2}{\sqrt{3}*Z_K}=\frac{1,1*400}{\sqrt{3}*0,2273}=1,12kA \quad (5.18)$$

Ekvivalentní oteplovací proud

nejméně příznivá doba vypnutí = 1s → dle ČSN 33 3015: $k_E = 1$

$$I_{KE}=I_k''*k_E=1,12kA \quad (5.19)$$

Kontrola na minimální průřez:

- teplota jádra, která nesmí být překročena při normálním provozu: $v_{DOV} = 70^\circ\text{C}$

- teplota jádra, která nesmí být nikdy překročena (poškození izolace) $v_K = 180^\circ\text{C}$

Pro tyto teploty z normy ČSN 33 3015 koeficient $k = 200$

$$S_{min} = \frac{I_{KE} * \sqrt{t_k}}{k} = \frac{1120 * \sqrt{1}}{200} = 5,6 \text{ mm}^2 \quad (5.20)$$

$5,6 \text{ mm}^2 < 10 \text{ mm}^2$, kabel CYKY 5Jx10 mm² **VYHOVUJE.**

5.4 Technický popis rozvodů

Přípojka nízkého napětí bude provedena kabelem CYKY 5Jx10 mm² ze stávající pojistkové skříně umístěné na fasádě ve výšce 2,5 m nad zemí.

Elektroměrový rozvaděč je umístěn ve fasádě pod pojistkovou skříní. Tento rozvaděč slouží k přímému měření el. energie. Před elektroměrem bude umístěn třífázový 25A jistič a jednofázový 6A jistič pro přijímač HDO. Přívodní vedení k hlavnímu domovnímu rozvaděči bude provedeno kabelem CYKY 5Jx10 mm².

Hlavní rozvaděč (RH) tvoří nástěnná modulová rozvodná skříň DIDO ECM 36 umístěná pod omítkou na chodbě, č. místnosti 14 dle výkresové dokumentace. Rozvaděč má stupeň krytí IP30 při zavřených a IP20 při otevřených dvířkách. Na rozvodnou skříň je připojené ochranné pospojování kovových konstrukcí a jiných vodivých částí.

Podružný rozvaděč (RP) tvoří nástěnná modulová rozvodná skříň DIDO ECH 24PT umístěná na omítce v dílně, č. místnosti 03 dle výkresové dokumentace. Rozvaděč má stupeň krytí IP65 při zavřených a IP20 při otevřených dvířkách. Na rozvodnou skříň je připojené ochranné pospojování kovových konstrukcí a jiných vodivých částí.

Hlavní ochranné pospojování je tvořeno vodičem typu CY minimálního průřezu 6. Na ochranné pospojování na rozpojitelné svorky se připojí hlavní uzemňovací vodič, ochranný vodič, rozvodná potrubí, kovové konstrukční části budovy, ochranné pospojování rozvodných skříní. V koupelnách č. místnosti 15 a č. místnosti 25 dle výkresové dokumentace bude ochranné pospojování svedené do krabice na rozpojitelné svorky.

Přepět'ová ochrana elektrických zařízení spočívá v připojení kombinovaného 3-fázové svodiče přepětí SVBC-12,5-4-MZ do rozvaděče RH, který zajišťuje ochranu stupně B a C. Jako doplňková ochrana typu D je použit modul přepět'ové ochrany PODA-275 ve vybraných typech zásuvek. Slaboproudá zařízení musejí být chráněna samostatnou ochranou podle mezní frekvence vedení. Slaboproudá vedení jsou chráněna ochranou typu D umístěnou přímo v instalačních krabicích.

Hromosvod realizovaný dle souboru norem ČSN EN 62305 chrání objekt před účinky atmosférických výbojů. Skládá se ze sběrné, svodové a uzemňovací soustavy. Sběrnou soustavu tvoří 5 jímáčů 0,4m Fe-Zn 8mm, svodová soustava je navržena jako hřebenová a bleskosvod je uzemněn 2 zemnicími tyčemi Fe-Zn 26/2000. Kovový okap je ke svodové soustavě připojen okapovou svorkou. Revize hromosvodu podle norem ČSN EN 62305 bude prováděna každých 5 let.

Centrální jednotka CU3-01M je základem inteligentní elektroinstalace iNELS BUS System. Je umístěná v rozvaděči RH a řídí všechny okruhy napojené do rozvaděčů RH a RP. S dalšími moduly inteligentní elektroinstalace komunikuje po sběrnici CIB, která je navržena doporučeným kabelem J-Y 2x2x0,8.

Napájecí zdroj PS3-100 nepřetržitě napájí moduly inteligentní elektroinstalace iNELS BUS System. Záložní napájení zajišťují 2 7Ah baterie po 12V. Při výpadku napájení bude zaslána SMS zpráva na přednastavená telefonní čísla.

GSM brána GSM2-01 připojená k centrální jednotce CU3-01M je schopná se systémem zabezpečeně komunikovat přes pevnou IP adresu a tak ho ovládat na dálku.

Zásuvkové obvody jsou tvořeny kabelem CYKY-3Jx2,5 pro 1f a CYKY-5Jx2,5 pro 3f zásuvky, které jsou rozmístěny dle výkresové dokumentace. Všechny zásuvkové obvody jsou jištěny 16A jističem a 30 mA proudovým chráničem, tyto obvody pak lze jednotlivě spínat spínacími aktory SA3-04M systému iNELS. Každý zásuvkový okruh je navíc chráněn doplňkovou přepět'ovou ochranou typu D. Ve venkovních prostorách a suterénu jsou použity zásuvky s vyšším krytím IP44.

Osvětlení je kompletně navrženo pro použití LED zdrojů do převážně stropních a nástěnných svítidel kabely CYKY-3Jx1,5. Zahradní osvětlení má vyšší krytí IP67. Vybrané světelné okruhy je možné stmívat na 0 – 100 % výkonu pomocí stmívacího aktoru iNELS DA3-22M, ostatní jsou spínané spínacími aktory iNELS. Světelné okruhy jsou jištěny 10A jističi. Detailní projekt osvětlení včetně jednotlivých výkonů je patrný z výkresové dokumentace.

Ovládání osvětlení je realizováno spínacími tlačítky napojenými do systému iNELS přes jednotku binárních vstupů IM3-140M prostorech suterénu a v 1. a 2. nadzemním podlaží nástěnnými ovladači iNELS připojenými do systému přímo sběrnici CIB. Automatické spínání vybraných světel ovládané snímači pohybu je podmíněno vnější intenzitou světla. Vypínače a nástěnné ovladače jsou umístěny ve výšce 1,2m od podlahy a snímače pohybu 2,2m od podlahy. Ovládání je rozmístěno dle výkresové dokumentace.

Žaluziové jednotky jsou instalovány v 1. a 2. nadzemním podlaží u oken na jižní a západní straně. Ovládání zajišťují spínací aktory řady SA3 chráněný 10A jističem v hlavním rozvaděči RH kabelem CYKY-5Jx1,5. Ovládat jednotky lze přes nástěnné ovladače iNELS.

Větrání koupelen zajišťují dva ventilátory s časovým doběhem, které jsou napojeny na spínací aktor SA3-04M v hlavním rozvaděči RH. Dle nastavení systému se ventilátor sepne při rozsvícení světla v koupelně.

Vratový a garážový motor pro vjezdovou bránu a garážovou bránu ovládá jednotka SA3-04M chráněná 10A jističem a umístěná v podružném rozvaděči RP přes kabel CYKY-5Jx1,5. Tyto motory lze spouštět dálkově přes aplikaci iNELS Home Control.

Vytápění objektu není předmětem řešení. Rekonstrukce vytápění plynovým kotlem proběhla v roce 2010 a je řízena vlastním systémem termostatů. Nástěnné ovladače iNELS řady WSB obsahují teplotní čidlo pro snímání pokojové teploty, takže budoucí rekonstrukci vytápění lze řešit systémově přes sběrnici CIB.

Slaboproudé rozvody TV antény, telefonní přípojky a internetové přípojky jsou řešeny v projektových výkresech a vybaveny svodiči proti atmosférickému přepětí. Souběh slaboproudých kabelů spadá pod splňování normy ČSN EN 50174-2 ed. 2.

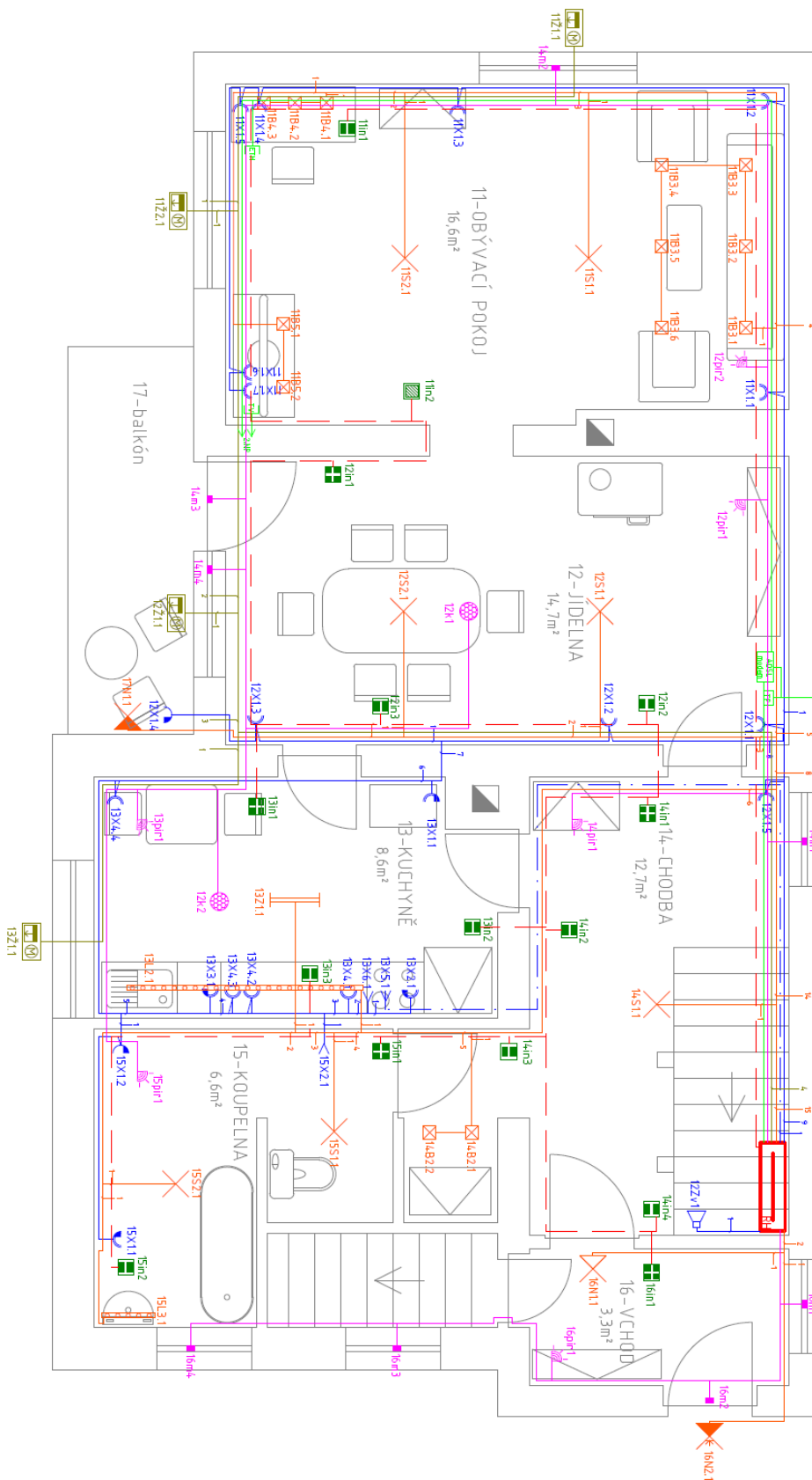
Závlahový systém lze napojit na čerpadlo ovládané 1 fázovým vývodem kabelem CYKY-3Jx2,5 přes spínací aktor SA3-04M. Automatický chod je řízen signálem z meteostanice.

Pro **bazénovou techniku** je vyhrazen jeden 1 fázový a jeden 3 fázový vývod kabely CYKY-3Jx2,5 a CYKY-5Jx2,5 ovládaný spínacími aktory SA3-03M umístěnými v podružném rozvaděči RP.

Elektrická požární signalizace je řešena v systému iNELS. Požární čidla umístěná v kuchyni č. místnosti 13, jídelně č. místnosti 12 a dílně č. místnosti 03 dle výkresové dokumentace jsou napojena na jednotku binárních vstupů IM3-140M v hlavním rozvaděči RH a podružném rozvaděči RP a komunikují přes GSM bránu.

Elektronický zabezpečovací systém skládající se z magnetických kontaktů otevíratelných oken a dveří, PIR čidel sledujících pohyb osob a PIR čidel s detektory rozbití skla je řešen systémově přes jednotku binárních vstupů IM3-140M v hlavním rozvaděči RH a podružném rozvaděči RP. Simulaci klávesnice EZS zajišťuje dotyková jednotka EST3 a mobilní aplikace iNELS Home Control.

Rozvodnou soustavu je třeba vyhotovit v každém prostředí s těsností vyhovující normě ČSN EN 60529. Vyhotovení elektromontážních prací musí zodpovídat platným bezpečnostním a provozním předpisům a použitý materiál platným normám.



obr. 5.2 Rozvody 1. nadzemního podlaží

5.6 Cenový návrh

Zde je zpracován kompletní cenový návrh zahrnující veškeré prvky elektroinstalace a ochrany proti atmosférickému přepětí:

Přípojka objektu:

MATERIÁL	POČET [ks];[m]	CENA ZA ks;m [Kč]	CELKOVÁ CENA [Kč]
skříň přípojková SP100/NVP1P ESTA do zdi	1	1 008	1 008
rozsaděč elektroměrový ER112/NVP7P ESTA	1	3 445	3 445
HDO přijímač a spínač DIN	1	1 777	1 777
3f dvousazbový elektroměr ETD	1	490	490
Pojistka nožová 32A	3	54	162
Jistič 3f 25A	1	239	239
Jistič 1f 6A	1	109	109
		CELKEM	7 230

tab 5.2 Materiál - přípojka

Hlavní rozvaděč:

MATERIÁL	POČET [ks];[m]	CENA ZA ks;m [Kč]	CELKOVÁ CENA [Kč]
Skříň DIDO ECM 36	1	594	594
Svodič přepětí SVBC-12,5-4-MZ	1	3 164	3 164
Napájecí zdroj PS3-100/iNELS	1	3 376	3 376
Centrální jednotka CU3-02M	1	15 609	15 609
Oddělovač sběrnice BPS3-02M	1	666	666
GSM komunikátor - GSM2-01M	1	11 858	11 858
Jednotka binárních vstupů IM3-140M	1	4 707	4 707
Spínací 12kanálový aktor SA3-012M	2	7 970	15 940
Spínací 2kanálový aktor SA3-02M	1	3 497	3 497
Spínací 4kanálový aktor SA3-04M	6	4 472	26 832
D/A převodník DAC3-04M	2	4 707	9 414
Stmívací 2kanálový aktor DA3-22M	5	5 793	28 965
Jistič 10A 1f	9	99	891
Jistič 16A 1f	17	120	2 040
Proudový chránič 30mA 1f	17	379	6 443
Jistič 16A 3f	1	395	395
Proudový chránič 30mA 3f	1	771	771
Baterie CTM 12 V / 7 Ah	2	389	778
		CELKEM	135 940

tab 5.3 Materiál - RH

Podružný rozvaděč:

MATERIÁL	POČET [ks];[m]	CENA ZA ks;m [Kč]	CELKOVÁ CENA [Kč]
Skříň DIDO ECH 24PT	1	595	595
Jednotka binárních vstupů IM3-140M	1	4 707	4 707
Spínací 4kanálový aktor SA3-04M	7	4 472	31 304
Stmívací 2kanálový aktor DA3-22M	2	5 793	11 586
Jistič 10A 1f	4	99	396
Jistič 16A 1f	7	120	840
Proudový chránič 30mA 1f	7	379	2 653
Jistič 16A 3f	2	395	790
Proudový chránič 30mA 3f	2	771	1 542
		CELKEM	54 413

tab 5.4 Materiál – RP

Zásuvkové a silové obvody:

MATERIÁL	POČET [ks];[m]	CENA ZA ks;m [Kč]	CELKOVÁ CENA [Kč]
Zásuvka jednoduchá	3	75	225
Zásuvka dvojitá	30	114	3 420
Zásuvka jednoduchá IP44	8	155	1 240
Zásuvka dvojitá IP44	11	179	1 969
Zásuvka třífázová	2	150	300
Přepěťová ochrana typu D PODA-275	36	898	32 328
Žaluziový pohon	7	5 296	37 072
Vratový pohon	1	7 784	7 784
Garážový pohon	1	7 760	7 760
Reproduktor zvonku + kryt	2	541	1 082
Koupelnový ventilátor s doběhem	2	1 444	2 888
		CELKEM	96 068

tab 5.5 Materiál - zásuvkové a silové obvody

Svítlidla:

MATERIÁL	POČET [ks];[m]	CENA ZA ks;m [Kč]	CELKOVÁ CENA [Kč]
Svítlidlo stropní přisazené	15	971	14 565
Bodové svítlidlo vestavěné	28	582	16 296
Svítlidlo na LED trubici	2	542	1 084
Svítlidlo na 2 LED trubice	3	670	2 010
Venkovní svítlidlo IP67	4	952	3 808
Nástěnné svítlidlo	3	480	1 440
Nástěnné svítlidlo IP44	4	765	3 060
Nástěnné svítlidlo IP44 s PIR čidlem	2	1 475	2 950
LED pásek + profil + zdroj	3	349	1 047
LED žárovka	17	350	5 950
LED žárovka stmívatelná	9	515	4 635
LED bodovka	2	300	600
LED bodovka stmívatelná	26	408	10 608
LED trubice	8	1 003	8 024
		CELKEM	76 077

tab 5.6 Materiál - Svítlidla

Slaboproudé obvody:

MATERIÁL	POČET [ks];[m]	CENA ZA ks;m [Kč]	CELKOVÁ CENA [Kč]
Spínač nástěnný	10	182	1 820
Ovládací jednotka EST3	2	7 248	14 496
Nástěnný ovladač WSB-20	13	1 693	22 009
Nástěnný ovladač WSB-40	10	2 108	21 080
Zvonkové tlačítko IP44	1	99	99
Magnetický kontakt	11	65	715
Čidlo kouře	3	551	1 653
PIR čidlo	3	338	1 014
PIR čidlo s detektorem rozbití skla	9	893	8 037
Ethernetová zásuvka	4	133	532
Telefonní zásuvka dvojitá	1	151	151
Televizní zásuvka	2	153	306
Meteostanice Clima sensor D WTF	1	24 551	24 551
		CELKEM	83 454

tab 5.7 Materiál - Slaboproudé obvody

Kabeláž:

MATERIÁL	POČET [ks];[m]	CENA ZA ks;m [Kč]	CELKOVÁ CENA [Kč]
CYKY 3Jx1,5	800	11	8 800
CYKY 5Jx1,5	170	18	3 060
CYKY 3Jx2,5	450	17	7 650
CYKY 5Jx2,5	60	29	1 740
AYKY 3J 120+70	20	180	3 600
CY6	30	16	480
KOAXIÁLNÍ KABEL 75 Ω	50	10	500
cat5e UTP 4x2x24 AWG	350	7	2 450
SYKFY 5x2x0,5	200	11	2 200
JY(St)Y 2x2x0,8 sběrnice	150	9	1 350
		CELKEM	31 830

tab 5.8 Materiál - kabeláž

Ostatní elektroinstalační materiál:

MATERIÁL	POČET [ks];[m]	CENA ZA ks;m [Kč]	CELKOVÁ CENA [Kč]
Elektroinstalační krabice	160	7	1 120
Elektroinstalační krabice IP67	20	79	1 580
Wago svorka	400	3	1 200
Trubka Kopoflex 40 ohebná	250	12	3 000
Trubka FFKUS venkovní	70	79	5 530
		CELKEM	12 430

tab 5.9 Ostatní materiál

Hromosvod:

MATERIÁL	POČET [ks];[m]	CENA ZA ks;m [Kč]	CELKOVÁ CENA [Kč]
Fe-Zn 8mm ²	45	36	1 620
Fe-Zn 10mm ²	5	45	225
Okapová svorka	2	19	38
Spojovací svorka	5	22	110
Křížová svorka	2	22	44
Ochranný úhelník	2	125	250
Zkušební svorka	2	39	78
Zemnicí tyč 26/2000	2	339	678
		CELKEM	3 043

tab 5.10 Materiál - hromosvod

Výsledná cena elektroinstalace se tedy pohybuje okolo **500 485 Kč** s DPH.

Z předchozí analýzy možností využití solární energie lze uvažovat o systému pro ohřev TUV v ceně 59 367 Kč s DPH po odečtení získané podpory. Celková cena takto navrženého projektu činí **559 852 Kč** s DPH.

Závěr

Ke zpracování návrhu rekonstrukce elektroinstalace v rodinném sídle byl využit inteligentní sběrníkový systém iNELS BUS System.

Byla provedena kalkulace nákladů na elektroinstalaci. Cena samotné elektroinstalace činí 500 485 Kč s DPH, což odpovídá předpokládaným nákladům na inteligentní elektroinstalaci ve výši 10 – 15 % odhadní ceny objektu. Cena montážních prací není zahrnuta v kalkulaci.

S ohledem na životní prostředí je navrhován fotovoltaický systém pro výrobu elektrické energie a solární systém pro ohřev teplé vody.

Fotovoltaický systém je schopen vyprodukovat 3,35 MWh elektrické energie ročně. Jeho cena dosahuje výše 252 300 Kč a při předpokládané finanční úspoře méně jak 12 000 Kč ročně se finanční návratnost odhaduje na více jak 20 let.

Solární systém pro ohřev teplé vody je při skutečné současné spotřebě teplé vody v objektu schopen uspořit energii 4,85 MWh ročně. Cena dosahuje výše 94 367Kč. Na instalaci systému je možno využít dotaci Nová zelená úsporám 2014 a snížit tak investiční náklady na 59 367Kč. Návratnost s dotací je odhadována na 9 let.

Porovnáním úspory a finanční návratnosti vychází jako vhodnější instalace systému pro ohřev teplé vody.

Seznam použitých norem

ČSN 33 2000-1 ed. 2	Základní ustanovení pro elektrická zařízení
ČSN 33 2000-5-54 ed. 3	Uzemnění a ochranné vodiče
ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, ČSN 33 2000-4-473, ČSN 33 2000-7-729	Opatření k zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem
ČSN 33 2000-4-43 ed. 2	Ochrana proti nadproudům
ČSN 33 2000-5-523 ed. 2	Předpisy pro dimenzování a jištění vodičů a kabelů
ČSN 33 2000-1 ed. 2	Druhy prostředí
ČSN 33 2000-5-51 ed. 3	Předpisy pro zařízení v různých prostředích
ČSN 33 2130 ed. 2	Vnitřní elektrické rozvody
ČSN 37 5245	Kladení elektrických vedení do stropů a podlah
ČSN 34 2300	Předpisy pro vnitřní rozvody sdělovacího zařízení
ČSN EN 62305	Předpisy pro ochranu před bleskem
ČSN EN 62305	Ochrana před úderem blesku, instalace přepět'ových ochran
ČSN EN 60445 ed. 4, ČSN 33 0165, ČSN 33 0166 ed. 2, ČSN 33 0167	Předpisy pro značení vodičů barvami nebo číslicemi
ČSN 33 2180	Předpisy pro připojování elektrických přístrojů a spotřebičů
ČSN 33 2000-7-701 ed. 2 prostory	Předpisy pro prostory s vanou, nebo sprchou a umývací

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] DVORÁČEK, Karel, Ing.: Správná a bezpečná elektroinstalace, 6. aktualizované vydání, nakladatelství CPress, Brno, 2012, ISBN 978-80-264-0013-4
- [2] KUNC, Josef, Ing.: Elektroinstalace krok za krokem, 2., zcela přepracované vydání, nakladatelství Grada Publishing a.s., Praha, 2010, ISBN 978-80-247-3249-7
- [3] Kolektiv autorů: Elektroinstalace – Plánování a realizace, nakladatelství Jan Vašut s.r.o., Praha, 2005, ISBN 80-7236-403-0
- [4] Klasická versus inteligentní elektroinstalace, 2014 [online], dostupný z: <http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace> [cit. 28.3.2014]
- [5] KYLLER, Jaromír, STÝSKALÍK, Jiří: Inteligentní elektroinstalace budov - systém INELS, Kompletní průvodce – Příručka pro systémové partnery, 2006
- [6] Elektroinstalace, 2014 [online], dostupný z: <http://www.iqeлектро.cz/elektroinstalace.html> [cit. 28.3.2014]
- [7] Katalog Sběrníková inteligentní elektroinstalace iNELS BUS System – Technický katalog, 2014, dostupný z: http://www.elkoep.cz/downloads/promotion_materials/katalog_iNELS_2014_cz_web_02.pdf
- [8] Nabídka systémů inteligentních elektroinstalací, 2014 [online], dostupný z: <http://www.inteligentni-elektroinstalace.eu/systemy.html> [cit. 2.4.2014]
- [9] Katalog Bezdrátová inteligentní elektroinstalace iNELS RF Control – Technický katalog, 2014, dostupný z: http://www.elkoep.cz/downloads/promotion_materials/katalog_iNELS_RF_2014_CZ_web.pdf
- [10] WALDSTEIN, Martin: Životní cyklus fotovoltaických systémů, bakalářská práce, 2011
- [11] Systémy připojené na síť, 2014 [online], dostupný z: <http://www.solarenavi.cz/slunecni-elektrarny/typy-instalaci/fve-pripojene-na-sit/> [cit. 20.4.2014]
- [12] PVGIS, 2014 [online], dostupný z: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php> [cit. 21.4.2014]
- [13] ELKO EP, 2014 [online], dostupný z: <http://www.elkoep.cz/o-nas/> [cit. 8.4.2014]
- [14] Přehled cen elektrické energie, 2014 [online], dostupný z: <http://www.tzb-info.cz/prehled-cen-elektricke-energie> [cit. 1.5.2014]
- [15] Systém pro ohřev TUV s kombinovaným bojlerem, 2014 [online], dostupný z: http://www.solarenavi.cz/assets/img-content/img_sk_schema_TUV-kombinovany-bojler.jpg [cit. 23.4.2014]
- [16] Konstrukční principy slunečních kolektorů, 2014 [online], dostupný z: <http://www.asb-portal.cz/tzb/solarni-kolektory/konstrukcni-principy-slunecnich-kolektoru> [cit. 23.4.2014]
- [17] Stažení programů, 2014 [online], dostupný z: <http://www.reflexcz.cz/cz/stazeni-programu> [cit. 24.4.2014]
- [18] Katalog Reflex - Solární kolektory RSK II, dostupný z: [www.reflexcz.cz/?download=solary/kolektory/reflex_rsk_ii.pdf](http://www.reflexcz.cz/download=solary/kolektory/reflex_rsk_ii.pdf) [cit. 24.4.2014]

[19] Nová zelená úsporám 2014, 2014 [online], dostupný z: <http://www.solarni-system.eu/dotace> [cit. 1.5.2014]

[20] Přehled cen zemního plynu, 2014 [online], dostupný z: <http://www.tzb-info.cz/prehled-cen-zemniho-plynu> [cit. 1.5.2014]

[21] Jaká je životnost solárního kolektoru?, 2014 [online], dostupný z: <http://www.solarnispolecnost.cz/cz/21.jaka-je-zivotnost-solarniho-kolektoru> [cit. 1.5.2014]

[22] Vliv orientace střechy na energetický výnos elektrárny, 2014 [online], dostupný z: <http://www.solarenavi.cz/slunecni-elektrarny/technicke-informace/vliv-orientace-strechy-na-energeticky-vynos-elektrarny/> [cit. 20.4.2014]

Přílohy

K práci je volně přiloženo celkem 12 listů výkresové dokumentace formátu A3:

- [1] Rozvody suterén
- [2] Rozvody 1. NP
- [3] Rozvody 2. NP
- [4] Rozvody půda
- [5] Rozvody zahrada
- [6] Hlavní rozvaděč list č. 1
- [7] Hlavní rozvaděč list č. 2
- [8] Hlavní rozvaděč list č. 3
- [9] Podružný rozvaděč list č. 1
- [10] Podružný rozvaděč list č. 2
- [11] Přípojka objektu
- [12] Hromosvod