



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

**NÁVRH SYSTÉMOVÉ ELEKTROINSTALACE RODINNÉHO
DOMU S FV SYSTÉMEM A JEHO EKONOMICKÉ
ZHODNOCENÍ**

DRAFT OF INTELLIGENT WIRING FOR A HOUSE WITH A PV SYSTEM AND ITS ECONOMIC EVALUATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Pavel Brtnický

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

BRNO 2017

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor Elektroenergetika
Ústav elektroenergetiky

Student: Bc. Pavel Brtnický

ID: 145973

Ročník: 2

Akademický rok: 2016/17

NÁZEV TÉMATU:

Návrh systémové elektroinstalace rodinného domu s FV systémem a jeho ekonomické zhodnocení

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Systémové instalace pro RD
2. Návrh silových a datových rozvodů pro rekonstrukci elektroinstalace RD včetně rozvaděče s řídicími prvky
3. Návrh malé fotovoltaické elektrárny na střeše RD
4. Ekonomické zhodnocení návrhu
5. Zpracování projektovou dokumentace pro provedení stavby s rozpočtem

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 6.2.2017

Termín odevzdání: 22.5.2017

Vedoucí práce: Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

Konzultant:

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Bibliografická citace práce:

BRTNICKÝ, P. *Návrh systémové elektroinstalace rodinného domu s FV systémem a jeho ekonomické zhodnocení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2017. 52 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Branislav Bátora, Ph.D..

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Branislavovi Bátorovi, Ph.D. za účinnou pedagogickou, metodickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování diplomové práce.

.....

„Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma návrh systémové elektroinstalace rodinného domu s FV systémem a jeho ekonomické zhodnocení jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.“

V Brně dne: 22. 5. 2017

.....

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se věnuje problematice návrhu silových a datových rozvodů řízených systémovou elektroinstalací. Cílem práce je seznámit s danou problematikou a vytvořit projekt elektroinstalace pro rodinný dům, jenž zahrnuje fotovoltaickou elektrárnu.

Úvod práce popisuje systémové elektroinstalace, jejich možnosti, topologie, výhody či nevýhody oproti standardním elektroinstalacím, uvádí přehled hojně používaných sběrníkových systémů a to zejména zvoleného systému Foxtrot. Následně pokračuje představením samotného objektu, pro který je projekt určen. Navazuje návrh kompletní elektroinstalace a fotovoltaické elektrárny. Na závěr je uvedeno ekonomické zhodnocení projektu.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Systémová elektroinstalace, Foxtrot, centralizovaný systém, aktor, senzor, FV systém

ABSTRACT

This master's thesis applies to design of power and data wiring controlled by an intelligent wiring. The aim is to get to know the issue and design a project for family house that includes photovoltaic power station.

In the introduction is a description of the intelligent wirings, its potential, topology, advantages or disadvantages towards standard electroinstallations, it also presents an overview of widely used intelligent wiring, especially Foxtrot. What follows is the subject itself for what is the project designated for. The next topic will be a presentation of complete electroinstallation and photovoltaic power station. It all ends with an economic evaluation of the whole project.

KEY WORDS:

Intelligent wiring, Foxtrot, centralized system, actuator, sensor, PV system

OBSAH

Seznam obrázků	I
Seznam tabulek.....	II
Seznam symbolů a zkratek.....	III
1. Úvod	1
1.1. Cíle práce	1
2. Klasické a systémové elektroinstalace	2
2.1.1. Výhody a nevýhody klasické elektroinstalace	2
2.1.2. Výhody a nevýhody systémové elektroinstalace	3
2.1.3. Výběr vhodné elektroinstalace.....	3
3. Systémová elektroinstalace.....	5
3.1. Typy sběrnicových systémů.....	5
3.1.1. Centralizovaný systém	5
3.1.2. Decentralizovaný systém	6
3.1.3. Hybridní systém	6
3.2. Topologie sběrnicových vedení	6
3.2.1. Lineární struktura.....	6
3.2.2. Stromová struktura.....	7
3.3. Druhy systémových instalací	7
3.3.1. Systémová elektroinstalace KNX	8
3.3.2. Systémová elektroinstalace Ego-n	9
3.3.3. Systémová elektroinstalace iNELS	10
3.3.4. Systémová elektroinstalace Foxtrot	11
3.3.4.1. Sběrnice CIB (Common Instalation Bus).....	12
3.3.4.2. Sběrnice TCL2.....	13
3.3.4.3. Foxtrot a komunikační protokoly	13
3.3.4.4. Základní moduly systému	15
3.3.4.5. Periferní moduly systému.....	17
3.3.4.6. Napájecí zdroje	19
3.3.4.7. Přepětřová ochrana	21
3.3.4.8. GSM modul	22
4. Návrh systémové elektroinstalace.....	23
4.1. Ukládání kabelů a kabelových tras	24
4.2. Základní elektrické parametry objektu.....	24

4.3.	Silnoproudá instalace	25
4.3.1.	Zásuvkové obvody a vývody pro spotřebiče	25
4.3.2.	Stínící technika.....	25
4.3.3.	Světelné obvody	25
4.3.4.	Vytápění a ohřev vody	26
4.3.5.	Systémová elektroinstalace Foxtrot	26
4.4.	Slaboproudá instalace	26
4.4.1.	Zabezpečovací systém	26
4.4.2.	Internet.....	28
4.4.3.	Video vrátňý	28
4.5.	Rozváděč.....	28
4.6.	Jištění	28
4.7.	Ochrana před úrazem elektrickým proudem.....	29
4.8.	Hlavní ochranné pospojování	29
4.9.	Rozpočet instalace.....	29
5.	Návrh fotovoltaické elektrárny:	30
5.1.	Dotační programy	30
5.1.1.	Nová zelená úsporám	30
5.1.2.	Zelená domácnostiam	30
5.1.3.	Porovnání dotačních programů pro FVE	30
5.2.	Základní parametry	32
5.2.1.	Fotovoltaické panely	33
5.2.2.	Střídač	35
5.2.3.	Zapojení, jištění a ochrany.....	36
5.2.4.	Rozpočet a ekonomické zhodnocení	37
6.	Závěr:.....	39
7.	Použitá literatura	40
	Seznam příloh.....	42

Seznam obrázků

Obr. 2-1: Závislost výkonosti elektroinstalace na pořizovacích nákladech.....	4
Obr. 3-1: Princip zapojení centralizovaného řídicího systému	5
Obr. 3-2: Princip zapojení decentralizovaného systému.....	6
Obr. 3-3: Princip zapojení hybridního systému.....	6
Obr. 3-4: Lineární struktura sběrnice.....	7
Obr. 3-5: Stromová struktura sběrnice.....	7
Obr. 3-6: Topologie systému KNX	8
Obr. 3-7: Topologie systému Ego-n	9
Obr. 3-8: Funkční diagram iNELS RF Control	11
Obr. 3-9: Zapojení sběrnice TCL2 bez napájení	13
Obr. 3-10: Topologie hvězda a mesh.....	15
Obr. 3-11: Základní jednotka CP-1000.....	17
Obr. 3-12: Základní zapojení CF-1141 se zálohováním.....	18
Obr. 3-13: Popis prvků periferního modulu IB-1301	19
Obr. 3-14: Příklad zálohového napájení základního modulu CP-1004	20
Obr. 3-15: Příklad zapojení přepětové ochrany	21
Obr. 3-16: Zapojení GSM modulu	22
Obr. 4-1: Instalační zóny ve stěnách.....	24
Obr. 4-2: Připojení modulu JA-121T k základnímu modulu CP-1000.....	27
Obr. 5-1: Předpokládaná roční produkce FVE.....	33
Obr. 5-2: Navrhované rozložení panelů - pohled shora.....	35
Obr. 5-3: Navrhované rozložení panelů - boční pohled.....	35
Obr. 5-4: Blokové schéma fotovoltaické elektrárny.....	37
Obr. 5-5: návratnost investice fotovoltaické elektrárny.....	38

Seznam tabulek

Tab 3-1: Parametry sběrnice CIB	12
Tab 3-2: Protokoly podporující systém Foxtrot	14
Tab 3-3: Přehled základních modulů Foxtrot.....	15
Tab 3-4: Základní parametry zdroje PS2-60/27	20
Tab 4-1: Soupis místností rodinného domu	23
Tab 4-2: Rozpočet elektroinstalace	29
Tab 5-1: Podmínky dotačních programů.	31
Tab 5-2: Předpokládaná výroba fotovoltaické elektrárny	33
Tab 5-3: Přehled parametrů běžně dostupných panelů.....	34
Tab 5-4: Dostupné 1-fázové střídače	36
Tab 5-5: Soupis materiálu pro fotovoltaickou elektrárnu	37

Seznam symbolů a zkratek

<i>AC</i>	Střídavý proud
<i>AI</i>	Analogový vstup
<i>AO</i>	Analogový výstup
<i>CFL</i>	Z angl. (Compact fluorescent lamp), kompaktní zářivka
<i>CIB</i>	Z angl. (Common Installation Bus)
<i>DC</i>	Stejnoseměrný proud
<i>DI</i>	Digitální vstup
<i>DO</i>	Digitální výstup
<i>EPS</i>	Elektrická požární signalizace
<i>FV</i>	Fotovoltaický
<i>FVE</i>	Fotovoltaická elektrárna
<i>PZS</i>	Elektronický zabezpečovací systém
<i>GSM</i>	Z angl. (Global System for Mobile), globální systém pro mobilní komunikaci
<i>HDO</i>	Hromadné dálkové ovládání
<i>HDS</i>	Hlavní domovní skříň
<i>HOP</i>	Hlavní ochranné pospojování
<i>l</i>	Vzdálenost m
<i>LED</i>	Z angl. Light Emitting Diode), Svítivá dioda
<i>NP</i>	Nadzemní podlaží
<i>P</i>	Výkon W
<i>PLC</i>	Z angl. (Programmable Logic Controller), programovatelný logický automat
<i>R_k</i>	Odpor na kilometr Ω
<i>RO</i>	Reléový výstup
<i>SELV</i>	Z angl. Safety Extra-Low Voltage, způsob ochrany před úrazem elektrickým proudem
<i>TN-C</i>	Rozvodná síť sdružující ochranný a nulový vodič
<i>TN-S</i>	Rozvodná síť s odděleným ochranným vodičem
<i>TUV</i>	Teplá užitková voda
<i>U</i>	Napětí V
<i>u%</i>	Procentuální úbytek napětí
<i>ΔU</i>	Úbytek napětí V

1. Úvod

První náznaky využití elektrické energie se datují již více jak 200 let zpět, ovšem od té doby skromných aplikací se již mnohé změnilo, a právě dnešní moderní doba se vyznačuje velkým rozmachem moderních technologií, které nás doslova obklopují, ať už formou mobilních telefonů, tabletů, počítačů, či chytrých spotřebičů. Všechny tyto technologie by měli sloužit pro usnadnění a zpříjemnění našich životů. V oblasti domovních aplikací tomu není jinak, proto v domech vznikají systémové elektroinstalace.

Systémová instalace je schopna nejen nahradit klasickou elektroinstalaci, ale nabízí široké meze využití v ovládání jednotlivých prvků, které jsou v instalaci zařazeny, dohromady tedy vytvoří celek, který poskytuje nejenom komfort užívání, ale v neposlední řadě je také schopna energiemi šetřit. Další velkou výhodou systémové elektroinstalace je její modulárnost, tedy poměrně jednoduchá rozšiřitelnost, již dokončené funkční instalace, bez nutnosti větších stavebních úprav. Z těchto důvodů se systémová elektroinstalace stává vyhledávanější, i když to většinou pro investora znamená vyšší pořizovací náklady.

1.1. Cíle práce

Cílem této diplomové práce je v prvním kroku teoretické seznámení s danou problematikou systémových elektroinstalací, zejména s instalací Foxtrot, kde budou představeny možnosti ovládání, jednotlivé prvky, ze kterých se systémová elektroinstalace skládá a následně bude vypracován projekt, který bude obsahovat projektovou dokumentaci silnoproudých i slaboproudých rozvodů, návrh rozváděče a malé fotovoltaické elektrárny, která bude do systému zapojena.

2. Klasické a systémové elektroinstalace

Pro stále rostoucí nároky na elektrickou instalaci, kdy se u klasické koncepce ukládání vnitřních elektrických rozvodů stává instalace hodně složitá a při vysokých požadavcích na úroveň komfortu, či velké počty funkcí spojených s řízením provozu místností, nebo i celého objektu již naráží na hranice svých možností, je vhodné využít systémovou elektroinstalaci [1].

Jako dobrý příklad pro principiální představu funkčnosti elektroinstalace může posloužit ovládání osvětlení místnosti z více míst. Když začneme s klasickou elektroinstalací, tak pro ovládání jednoho světelného zdroje ze čtyř míst musíme použít dva křížové spínače (řazení 7) a dva střídavé spínače (řazení 6), které je potřeba propojit přes silový obvod světelného zdroje, k čemuž je potřeba i poměrně velké množství silových vodičů. Veškeré ovládání nám tu supluje tedy již zmíněné čtyři spínače. Chceme-li tedy v klasické instalaci dosáhnout požadovaných funkcí, je nezbytné vzájemně propojovat spínací přístroje a následně ovládané spotřebiče silovým vedením [1].

Dostane-li projektant úkol, vytvořit v budově se samostatně spínanými svítidly, nebo skupinami svítidel, za pomoci klasické elektroinstalace funkci na centrální vypínání svítidel, při které se ovšem nesmí zabránit možnosti případnému lokálnímu zapnutí některého svítidla. Nestačí tedy vypnutí jističů příslušných světelných obvodů, nepomůže ani vložení stykačů či relé do silových obvodů. V instalaci s klasickými spínači řazení 1, 5, 6, 7 apod. se tedy úloha pro projektanta jeví jako neřešitelná [1].

V systémové elektroinstalaci se sběrnici nejsou daná jednotlivá silová spojení mezi ovládacími prvky, které supluje povětšinou tlačítkové spínače a jimi ovládané světelné zdroje. Ovládání je tu realizováno pomocí softwaru, který přiřazuje jednotlivé spínače k ovládaným prvkům, jenž vykonávají předem naprogramované příkazy. Veškerá vzájemná komunikace tedy neprobíhá spínáním silového vedení, na němž je spotřebič napojený, ale předáváním tzv. telegramů s potřebnými informacemi, ty se nesou po sběrnici systému, zajištěnou sdělovacím kabelem se dvěma pracovními vodiči. Tento systém využívá například KNX/EIB. Díky tomu je pak snadné nejen ovládání jednotlivých světelných zdrojů, ale i vytváření centrální funkce [1].

Vrátíme-li se k udávanému příkladu ovládání světelného zdroje ze čtyř míst, stačí použít čtyři tlačítkové spínače propojené sběrnici a světelný zdroj napojit na akční člen. V tomto případě je použití systémové instalace pouze ukázkové a ekonomicky nerentabilní. Pokud se vrátíme k funkci centrálního vypnutí samostatně spínaných svítidel s možností libovolného opětovného zapnutí, tak právě zde a v mnoha dalších funkcích najde systémová elektroinstalace svoje opodstatnění [1].

2.1.1. Výhody a nevýhody klasické elektroinstalace

Klasická instalace je tedy vhodná pro jednoduché aplikace jako obsluha jednoho, dvou světelných zdrojů bez dalších doplňkových funkcí [2].

Výhody klasické elektroinstalace:

- finanční nenáročnost,
- velké množství realizačních firem,

Nevýhody klasické elektroinstalace:

- nevhodná pro složité instalace,

- finanční náročnost pro složité projekty,
- nepřehlednost při rozsáhlé kabeláži,
- problémy se vzájemným propojením,

2.1.2. Výhody a nevýhody systémové elektroinstalace

Systémová instalace vyniká v ovládání různorodých technologií a procesů, se kterými se již v moderních budovách běžně setkáváme [2].

Výhody systémové elektroinstalace:

- Automatizace:
 - funkce běží automaticky na základě definované veličiny (čas, teplota, ...),
 - možnost párovat funkce k jednotlivým povelům (při setmění systém zatáhne žaluzie, rozsvítí světla atd.),
 - příchodové/odchodové funkce po identifikaci uživatele,
 - systém automaticky nastaví spotřebiče dle rozpoznávaného uživatele,
- Komfort:
 - stmívací funkce (postupný náběh/doběh, soft start, světelné scény),
 - ovládání dotykovým displejem poskytující kompletní přehled,
 - ovládání klasickým dálkovým ovladačem,
 - možnost hlasového ovládání,
 - regulace teploty dle předem nastavených dat,
 - možnost ovládání přes mobilní telefon, počítač a internet,
- Bezpečnost:
 - součástí systému je alarm s rozšiřitelnými funkcemi,
 - systém je vybaven vlastní klávesnicí pro přístupový kód,
 - veškeré nastavení a přístupy jsou chráněny heslem,
 - ochrana domu při špatném počasí, nečekaných událostech (přepětí, přetížení),
 - dotykové části senzorů jsou napájené bezpečným 24 V napětím,
- Úspory:
 - regulace vytápění, nebo klimatizace,
 - časové, nebo časově omezené spínání,
 - regulace osvětlení,
 - závislé spínání při definovaných podmínkách (teplota, intenzita osvětlení),
 - blokování vybraných spotřebičů, při vysokém tarifu elektroměru,
 - eliminace nechtěně zapnutých spotřebičů,

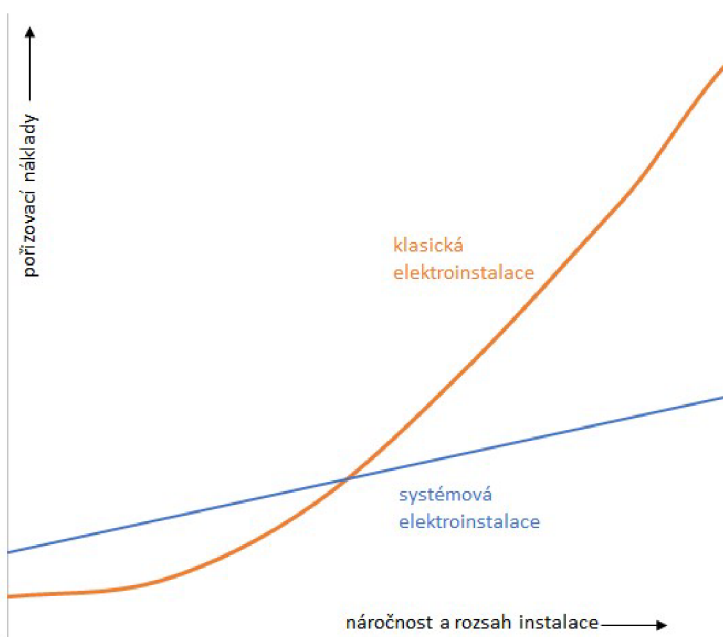
Nevýhody systémové elektroinstalace:

- vyšší pořizovací cena,
- menší množství realizačních firem,

2.1.3. Výběr vhodné elektroinstalace

Výběr klasické, nebo systémové elektroinstalace je při návrhu potřeba dobře zvážit, chceme-li finančně výhodnější a jednodušší instalaci pro malý, nebo středně velký dům, je klasická instalace ideálním řešením, Pro rozsáhlejší projekty a větší domy už je klasická instalace vhodná jen tehdy, pokud se nepožadují složitější funkce. V případě, že se od instalace čeká univerzálnost, jednoduchá rozšiřitelnost do budoucna, nebo se klade důraz na vysokou hospodárnost s energiemi, kdy za použití regulačních systémů může instalace dosahovat až 30 % úspory provozních nákladů, je určitě vhodnější zvolit systémovou

elektroinstalaci, která těmto požadavkům vyhoví lépe, než instalace klasická. Obr. 2-1 zobrazuje závislost pořizovací ceny instalace a její výkonnost, podle které je jasně patrné, že jednoduché instalace jsou formou klasické elektroinstalace finančně mnohem výhodnější, jak ovšem na vodorovné ose narůstají požadavky na instalaci a následný komfort, pořizovací cena se začíná přibližovat systémové elektroinstalaci, až se dostáváme k bodu, kde se křivky protínají a dále už by se klasická elektroinstalace díky své složitosti finančně prodražila více jak systémová [2], [3].



Obr. 2-1: Závislost výkonnosti elektroinstalace na pořizovacích nákladech [2]

3. Systémová elektroinstalace

Systémová, nebo také hojně nazývaná inteligentní elektroinstalace dostala svoje pojmenování z důvodu značné automatizace, kterou se po uvedení do provozu vyznačuje, díky řídicí jednotce, respektive řídicím jednotkám, jež zvládají obsluhu celého domovního objektu i bez lidského zásahu. Jedná se tedy o automatické ovládání na základě předem definovaných funkcí, vykonávaných na základě senzorů a aktorů, jež jsou společně s řídicí částí propojeny pomocí sběrnice [3].

3.1. Typy sběrnicevých systémů

Sběrnicevých systémy můžeme rozdělit na tři základní skupiny:

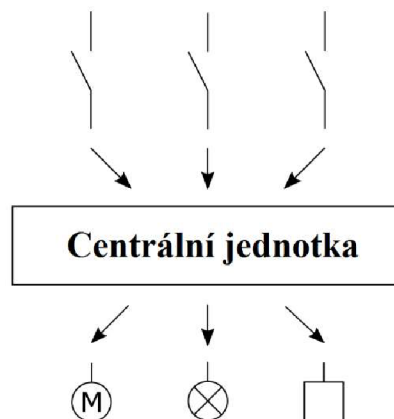
- centralizované systémy,
- decentralizované systémy,
- hybridní systémy,

Krom tohoto základního dělení se v těchto skupinách setkáme ještě s podružným dělením na komplexní, vyznačující se umístěním aktorů u každého okruhu zvlášť, tedy mimo rozvaděč a modulární, kdy jsou aktory umísťovány zpravidla do rozvaděče. Pod pojmem aktory jsou zahrnuty všechny akční členy, vykonávající předem naprogramované funkce na základě vstupní informace od senzoru, který má za úkol snímat vstupní hodnoty a přes sběrnici předávat informace [4].

3.1.1. Centralizovaný systém

Centralizovaný systém znamená pouze jednu centrální řídicí jednotku, jež obsluhuje všechny připojené vstupní obvody, zajišťující sběr informací od senzorů a výstupní obvody, jimiž jsou obsluhovány aktory. Všichni účastníci systému tedy komunikují prostřednictvím jediné centrální jednotky. Na Obr. 3-1 je znázorněn princip centralizovaného systému v hvězdicovém uspořádání, což znamená, že každý účastník instalace je přímo propojen s centrální jednotkou. Kromě hvězdicového uspořádání může být propojení účastníků řešeno také lineárně, nebo stromově [5].

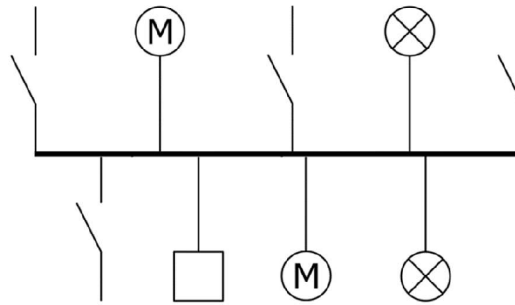
Centralizovaný systém je výhodný pro menší projekty, z důvodu ekonomické úspory vyplývající pouze z jedné centrální jednotky, ovšem to s sebou nese jednu nevýhodu, v případě že dojde k poruše řídicí jednotky, celý systém se najednou stává nefunkčním [5], [6].



Obr. 3-1: Princip zapojení centralizovaného řídicího systému [5]

3.1.2. Decentralizovaný systém

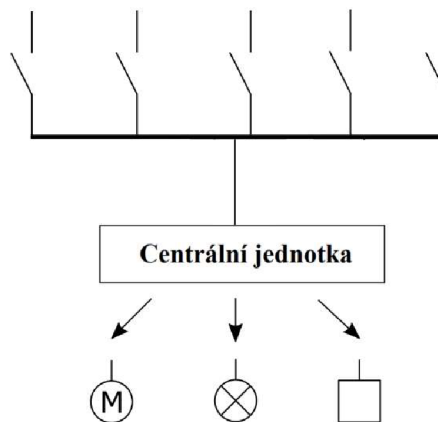
Pro decentralizovaný sběrniceový systém není zvolena žádná centrální jednotka, ale každý z účastníků v instalaci má svůj vlastní mikroprocesor, tedy svoji vlastní inteligenci. Všechny takovéto prvky jsou opět napojeny na komunikační sběrnici, která jim umožňuje komunikovat. Tato instalace tedy nabízí mnohem větší spolehlivost, kdy dojde-li k poruše na nějakém mikroprocesoru, dojde k výpadku pouze jednoho účastníka a zbytek instalace je nadále funkční. Na obr. 3-2 je znázorněna topologie tohoto systému [5], [6].



Obr. 3-2: Princip zapojení decentralizovaného systému [5]

3.1.3. Hybridní systém

Hybridní systém, jak už název napovídá, sdružuje oba již dříve zmiňované systémy. Využívá se zde kombinace zapojení vstupů na sběrnici a výstupů zapojených hvězdicově na řídicí jednotku, jak je znázorněno na Obr. 3-3 [7].



Obr. 3-3: Princip zapojení hybridního systému [7]

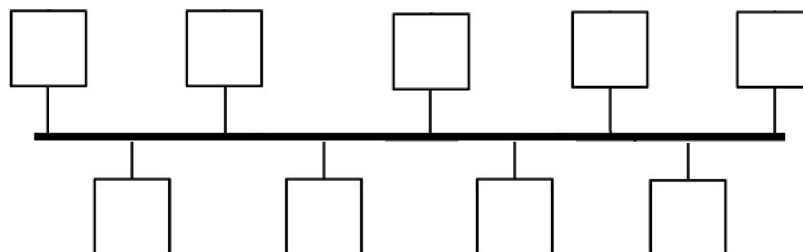
3.2. Topologie sběrniceových vedení

Topologie sběrniceového vedení udává profil provedení sběrnice, propojující všechny účastníky, kteří jsou mezi sebou schopni komunikovat. Sběrnice ovšem neslouží k napájení samotných spotřebičů, a proto může být provozována na bezpečném napětí SELV. Aby se jednotliví účastníci mezi sebou spolehlivě rozlišili, jsou vybaveny řídicími elektronickými obvody, zajišťujícími adresnou komunikaci [5].

3.2.1. Lineární struktura

Lineární struktura sběrnice je provedená systémem průběžného vedení, na který jsou postupně připojovány jednotlivé prvky. Telegram vyslaný libovolnou stanicí se šíří po celé

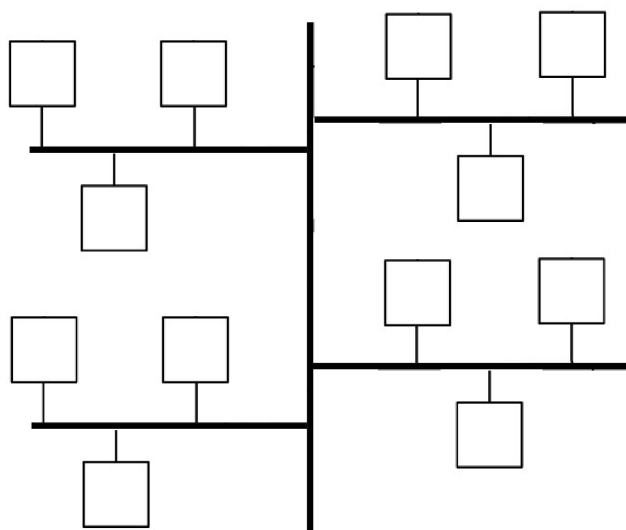
sběrnici, a tak ji může adresovaná stanice přímo přijmout. Mezi výhody tohoto provedení patří nižší spotřeba propojovacího vedení, naopak nevýhoda je zpravidla fragmentování sběrnice, kdy konektorové spoje mohou tvořit potenciální závady. Při přerušení sběrnice bývá velká pravděpodobnost odpojení více než jen jedné stanice. Topologie lineární struktury je zobrazena na Obr. 3-4 [5].



Obr. 3-4: Lineární struktura sběrnice [5]

3.2.2. Stromová struktura

Stromová struktura sběrnice využívá hlavní sběrnici, která vede středem systému a následně se větví na další úseky. Systém vychází z hvězdicového uspořádání spojením aktivních síťových prvků, které jsou v centru jednotlivých hvězdicových uspořádání. Dojde-li k výpadku větve, nebo prvku, není ohrožen chod celého systému, ale pouze postižené části. Struktura je schematicky znázorněna na Obr. 3-5 [5].



Obr. 3-5: Stromová struktura sběrnice [5]

3.3. Druhy systémových instalací

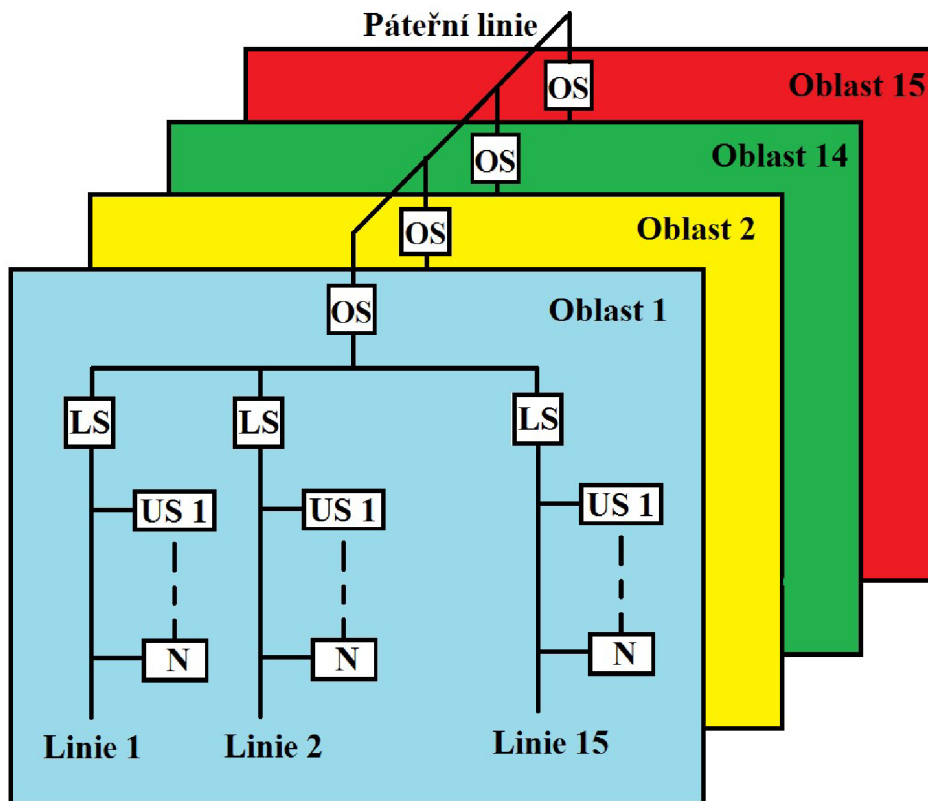
V dnešní době na trhu disponuje více variant sběrniceových systémů, poskytující základ pro systémovou elektroinstalaci. Každý nabízený systém má svá určitá specifika a hodí se pro určitý styl použití. Mezi nejznámější patří tyto systémy:

- KNX,
- Ego-n,
- iNELS,
- Foxtrot,

3.3.1. Systémová elektroinstalace KNX

Systémová elektroinstalace KNX vznikla na přelomu tisíciletí z původní asociace EIBA. Řadí se mezi největší, celosvětově rozšířený normalizovaný systém pro řízení budov. Na Systémové instalaci se standardem KNX se podílí již přes 360 výrobců komponent, jedná se tedy o systém plně otevřený, což umožňuje spolupráci mezi produkty všech výrobců a zároveň se jedná o systém plně decentralizovaný [8].

Z důvodu úplné decentralizace systému je potřeba dodržovat stanovené podmínky pro komunikaci po sběrnici a její topologii. V celém systému není definovaný žádný master, který by řídil komunikaci, a proto musí mít každé zařízení přidělenou jedinečnou adresu, s tím souvisí i vyšší náklady na jednotlivá zařízení, protože musí disponovat řídicí částí. Adresace každého zařízení následně probíhá podle umístění v oblasti a linii systému, celá topologie systému je znázorněna na Obr. 3-6 [8].



Obr. 3-6: Topologie systému KNX [9]

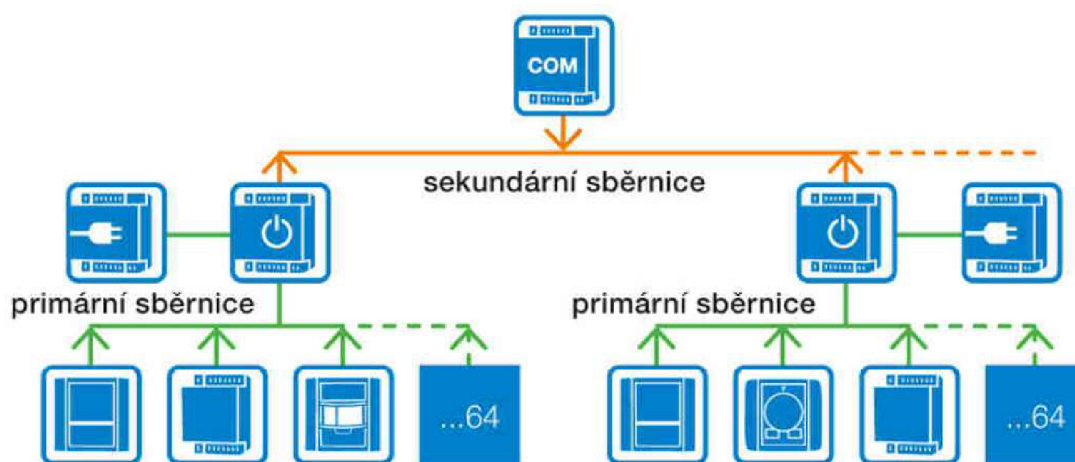
Rozebereme-li si tedy oblast jedna, může být složena až z 15 linií, které jsou připojeny na hlavní linii přes liniové spojky (LS), ty zajišťují galvanické oddělení jimi svázaných větví a současně zabezpečují možnost oboustranného přenosu telegramů, plus v sobě mají vloženu filtrační tabulku, vymezující rozsah propustitelné komunikace tak, aby přes ni neprošly telegramy určené pouze pro komunikaci uvnitř linie. Každá linie pojme až 64 zařízení (US) a je napájena svým zdrojem (N). V případě rozsáhlých instalací lze linii rozšířit až pro 256 přístrojů, ovšem je nezbytné linii rozdělit na čtyři samostatně napájené větve, vzájemně oddělené liniovými spojkami, V tomto případě se použijí jako liniové opakovače (zesilovače). Liniové spojky zůstávají hardwarově shodné, ovšem jsou vybaveny jiným softwarem, který neobsahuje filtrační tabulku, propouštějí tedy obousměrně všechny telegramy. V případě plného využití jedné oblasti

tedy mluvíme o počtu přes 3800 zařízení a v případě, že by to bylo málo, celý systém může být rozšířen až na 15 oblastí, což znamená přes 57 000 zařízení. Jednotlivé oblasti se připojují pomocí oblastních spojů (OS) na páteřní linii [9], [10].

Další specifikum sběrnice u systému KNX je její nemožnost zapojení do uzavřeného kruhu, maximální délka sběrnice jedné linie je 1000 m, používá se kabel tzv. krouceného páru a pro zakončení sběrnice není potřeba zakončovací odpor. Pro návrh a konfiguraci se používá software ETS (Engineering Tool Software), dostupný na oficiálních webových stránkách systému KNX [9], [10].

3.3.2. Systémová elektroinstalace Ego-n

Systém Ego-n je centralizovaný sběrnicevý systém od firmy ABB, který umožňuje vzájemně propojení až 512 prvků, tedy senzorů a aktorů. Jeho uplatnitelnost se nachází z tohoto důvodu hlavně pro menší projekty. Topologie systému Ego-n je znázorněna na Obr. 3-7 [11].



Obr. 3-7: Topologie systému Ego-n [11]

Podle topologie systému je vidět, že primární sběrnicevým vedením obstarává propojení základních komponent systému, tedy snímače a akční členy. Akční členy jsou tu ovládány pomocí digitálních telegramů, tzv. paketů, směřujících od vysílačů, podle předem naprogramované funkce, nebo naměřené veličiny. Provoz primární sběrnice je řízen pomocí řídicího modulu, kdy každý řídicí modul s primární sběrnici zvládne obsluhovat až 64 zařízení. Většina z těchto zařízení se k sběrnici připojuje pomocí bez šroubových svorek, provedených pro svoji jednoduchou rozeznatelnost ve stejných barvách, jako jsou barvy sběrnicevých vodičů [11].

Primární sběrnice je prováděna v liniové topologii, pro kterou platí maximální délka sběrnicevého vedení s jedním řídicím modulem v délce 700 m a délky jedné odbočky do 30 m. Takto lze do systému zakomponovat maximálně osm primárních sběrnic. Sekundární sběrnice se využívá obvykle mezi rozváděči, kdy zajišťuje komunikaci mezi řídicími moduly, moduly logických funkcí a s moduly pro vzdálenou komunikaci. Pro obě sběrnice je doporučený kabel KSE224, složený ze čtyř vodičů. Dva vodiče pro napájení tlačítek s LED, snímačů pohybu a termostatů. Dva vodiče pro komunikaci prvků primární sběrnice [11].

Pro základní nastavení funkcionality systémových prvků stačí použití tlačítek, které jsou na komponentech osazeny, není tu tedy nutnost použití počítače. V případě složitější instalace s náročnějšími funkcemi už samotná tlačítka na prvcích nestačí a je potřeba využít volně dostupný software Ego-n Asistent. Systém Ego-n rovněž využívá uložení naprogramovaných

funkcí pro jednotlivé komponenty na jednoduše měnitelné paměťové karty. Dojde-li tedy k potřebě jednotlivý komponent vyměnit, vložením původní paměťové karty se prvek stává okamžitě funkční a není potřeba opětovné programování. Nevýhodou systému je nekompatibilita s výrobky jiných výrobců, je tedy nutné používat prvky pouze od ABB a momentální stagnace ve vývoji. [11].

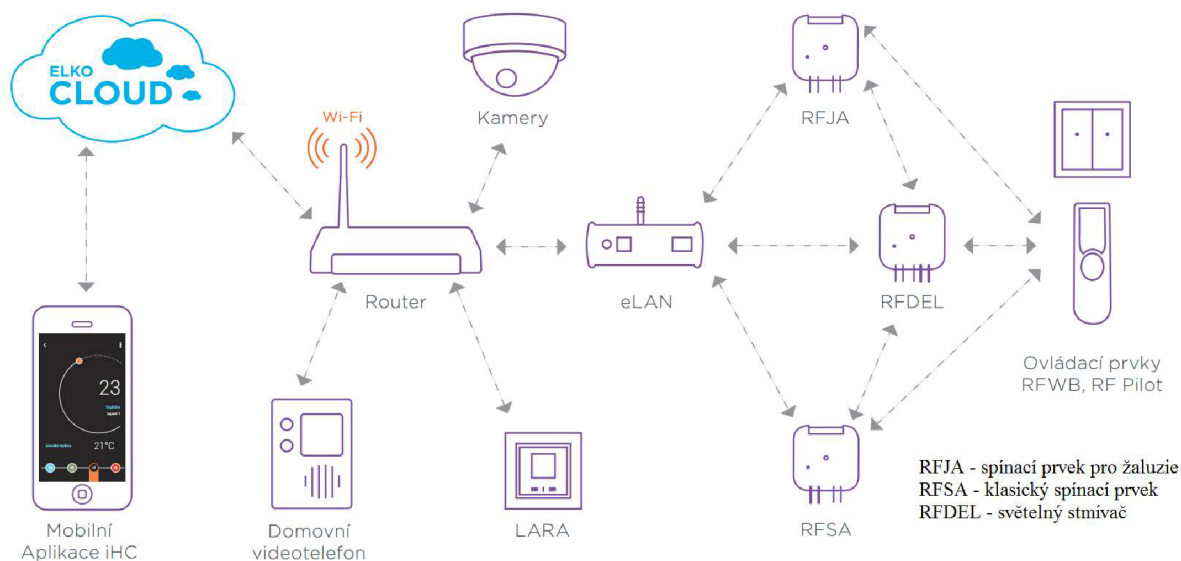
3.3.3. Systémová elektroinstalace iNELS

Systémová elektroinstalace iNELS je produkt české firmy Elko ep s.r.o., který se dá instalovat ve sběrnice variantě řízený centrální jednotkou, kdy komunikaci s jednotlivými prvky obstarává CIB sběrnice realizovaná nejčastěji krouceným stíněným kabelem s průměrem žil minimálně 0,6 mm, nejlépe 0,8. Topologie sběrnice je volitelná, pouze nesmí být uzavřená ve fyzický kruh a je schopná pojmout na jedné větvi maximálně 32 jednotek iNELS.

Systém iNELS dále nabízí také svoji bezdrátovou variantu pod názvem iNELS RF Control, který je velmi vhodný při rekonstrukci klasické instalace, kdy se dá obejít bez stavebních úprav a instalaci nových rozvodů. Jednotlivé prvky se mohou umístit do stávajících instalačních krabic, do krytu osvětlení a rozváděče. Velká variabilita je také při použití vypínačů, ty jsou bezdrátové a napájené baterií. Mohou být tedy umístěny takřka kdekoli a jsou jednoduše přemístitelné [12], [13].

Bezdrátová komunikace systému probíhá na frekvenci 868 MHz s obousměrným protokolem iNELS RF Control. Dosah komunikace ve volném prostranství je 200 m, v zastavěném prostoru se dosah pochopitelně zmenšuje, záleží na stavebním a materiálovém provedení objektu, obecně se dosah pohybuje kolem 40 až 50 m. Typičtěji nejvíce rušivým materiálem je železobeton, naopak nejméně rušivým je sádkartón. Pro případ, že by nastali komunikační problémy, lze použít repeater, ten je také velmi vhodný, pokud požadujeme přenášení signálu mezi patry skrze strop. V případě nedostatečného signálu lze využít tzv. mesh komunikaci, kdy se využívá routování povelů z ovladače přes ostatní prvky, někdy je ovšem nutnost upravovat sw dráhu signálu, z důvodu zpoždění [12], [13].

V předešlých systémových instalacích, je standard použití poměrně vysokého počtu účastníků, to pro bezdrátové aplikace úplně neplatí. Z praxe je ověřené, že pro bezproblémový chod systému je vhodné použít 40 až 50 prvků, kdy nejsou potřeba softwarově upravovat dráhy sw, při vyšším počtu zařízení by pak mohlo docházet k ztracení signálu a to je přímo v souvislosti se spolehlivostí systému. Funkční diagram bezdrátového systému je zobrazen na Obr. 3-8 [13].



Obr. 3-8: Funkční diagram iNELS RF Control [13]

3.3.4. Systémová elektroinstalace Foxtrot

Systémová elektroinstalace Foxtrot je vyvíjena a vyráběna společností Teco a.s., která se řadí mezi přední české výrobce průmyslových řídicích systémů PLC. Samotný systém se nespécializuje pouze na domovní instalace, nachází využití také v průmyslu, dopravě, měření a řízení spotřeby apod. To předurčuje systém k takřka neomezeným možnostem ovládání a řízení všech využitelných aplikací, ve výše uvedených oblastech [14].

Systém Foxtrot je modulární řídicí a regulační centralizovaný systém utvořen dvěma částmi, první je tvořená výkonnou centrální jednotkou obsahující hlavní procesor systému, sériové kanály pro sběrnici CIB, rozhraní Ethernet a systémovou sběrnici TCL2, zajišťující komunikaci s periferními moduly. Druhá část je utvořená z periferních modulů CFox a RFox. Pro elektroinstalaci systému Foxtrot je v sortimentu také velké množství nástěnných prvků jiných výrobců, např. ABB, Schneider Electric apod., sdružující podporované senzory. Všechny se vyznačují vysokou robustností, a tedy i spolehlivostí, jelikož vycházejí z prvků průmyslové automatizace [14], [15].

Pro projekt systémové elektroinstalace, který bude řešen dále v této práci, je vybrán systém Foxtrot zejména z těchto důvodů:

- výkonná procesorová jednotka,
- základ systému Tecomat Foxtrot je průmyslový,
- systém je otevřený a modulární,
- disponuje značnými komunikačními schopnostmi,
- možnost jednoduchého parametrizování i bez znalosti programování,
- dlouhodobé postavení na trhu a stálý vývoj nových prvků zaručuje dostupnost náhradních prvků, případně možnosti pozdějšího rozšiřování instalace,
- příznivý poměr ceny a výkonu instalace oproti standardu KNX,

Systém foxtrot bude tedy z důvodu využití pro návrh projektu představen detailněji.

Systém foxtrot je vhodný zejména pro instalaci v rodinných domech, kancelářích a podobných objektech, kde umožňuje ovládat [16]:

- světla a světelné scény,
- topení, ventilace, klimatizace a ohřev vody,
- žaluzie, rolety a markýzy,
- garážová vrata a brány,
- zavlažování zahrady,
- vířivku a bazén,
- bezpečnostní systém a řízení přístupu,
- kamerový systém
- elektrické spotřebiče a zásuvky,
- vzdálený přístup,
- měření spotřeby elektrické energie,
- propojení multimédií a dalších systémů.

3.3.4.1. Sběrnice CIB (Common Instalation Bus)

Sběrnice CIB je dvou vodičová sběrnice, vyvinutá firmou Teco a.s. Sběrnice je primárně určená pro velmi odolné a flexibilní připojení periferních modulů k základnímu modulu Foxtrot. Lze použít také k připojení periferních modulů vyráběných pod označením CFox, jenž jsou určené především pro oblast řízení budov, zdrojů a rozvodů tepla. Topologie připojení je přizpůsobivá potřebám instalace, dá se tedy použít více struktur, vyjma kruhové [17].

Samotná komunikace po sběrnici je namodulovaná na stejnosměrném napětí a napájení sběrnice tvoří standardní zdroj stejnosměrného napětí 27,2 V DC, nebo 24 V DC, připojený na sběrnici skrze interní oddělovací obvody. Sběrnice krom vlastního přenosu dat zvládá napájet i připojené moduly, pouze je nutné brát ohled na maximální odběry jednotek a vzdálenost mastera od nejvzdálenější jednotky. Vzdálenost je přednostně daná počtem prvků a jejich maximálním příkonem, je tedy nutné vypočítat úbytek napětí podle rovnice 3.1 a ověřit, zda pro udanou délku odchylka napětí vyhovuje, nebo ne. Podle rovnice 3.2 si určíme procentuální odchylku napětí a tu už porovnáme s udanými hodnotami od výrobce, které jsou shrnuté v Tab 3.1. Pro určení součtu maximálních příkonů zařízení je záhodné dle reálného využití vynásobit činitelem soudobosti, což nám dodá přibližnější hodnotu, která bude po sběrnici skutečně vyžadována [17].

Úbytek napětí je určen rovnicí [18]:

$$\Delta U = R_K \cdot l \cdot \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{U} \quad (V) \quad (3.1)$$

Procentuální odchylku napětí je určena rovnicí [18]:

$$u_{\%} = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100 \quad (\%) \quad (3.2)$$

Tab 3-1: Parametry sběrnice CIB [17]

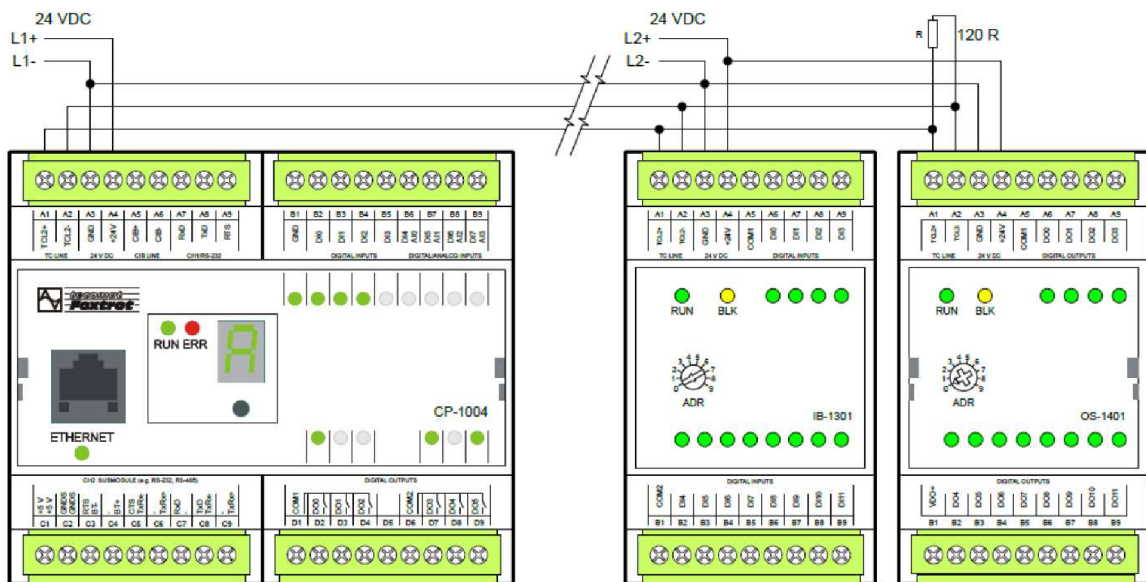
Parametr	Hodnota	Dovolená odchylka
Jmenovité napětí napájené sběrnice (se zálohováním)	27,2 VDC	+10 %, -25 ,%
Jmenovité napětí napájené sběrnice (bez zálohování)	24 VDC	+25 %, -15 ,%
Max. vzdálenost mastera od nejvzdálenější jednotky	500 m	-
Maximální počet použitých periferních modulů	32 ks	-

Pro instalaci sběrnice CIB lze použít libovolné dvou vodičové kabely, kdy výrobce doporučuje použití krouceného stíněného páru s průměrem žil minimálně 0,6 mm, nejlépe 0,8 mm a dodržení základních pravidel pro instalaci CIB [17]:

- libovolná topologie sběrnice, ovšem nesmí se uzavřít do kruhu,
- je vhodné omezit souběh vedení se silovým vedením 230 V AC,
- zohlednit galvanické propojení vstupních a výstupních obvodů,
- kabel sběrnice CIB nesmí mít chybně zapojené stínění,

3.3.4.2. Sběrnice TCL2

Systémová sběrnice TCL2 zajišťuje napájení a propojení všech periferních modulů, ovládané jedním základním modulem. Propojení modulů musí být provedeno lineárně, tedy sériově jeden za druhým, bez žádné odbočky. Centrální modul musí přitom být na jednom konci sběrnice a na druhý konec se musí umístit zakončovací odpor 120 Ω, nebo zakončovací modul sběrnice. Jednotlivé moduly propojujeme kabely určenými pro sběrnici RS-485, tedy minimálně dva páry (propojení pouze komunikační sběrnice) kvalitně stíněných kabelů, s připojeným stíněním na hlavní zemní svorku vždy na jednom konci kabelu. Zapojení sběrnice TCL2 je na Obr. 3-9 [17].



Obr. 3-9: Zapojení sběrnice TCL2 bez napájení [17]

Moduly je možné propojit kromě uvedeného metalického kabelu také kabelem optickým, je ovšem potřeba optický převodník KB-0552. Následně se moduly propojí pomocí standardních patch kabelů ST-ST. Použití optického kabelu zároveň zaručuje také galvanické oddělení a je proto nutné použít pro napájení následujícího modulu samostatný zdroj [17].

3.3.4.3. Foxtrot a komunikační protokoly

Pro funkční centrální řízení je potřeba, aby byla zaručena komunikace mezi všemi účastníky a také podpora jejich funkce centrální jednotkou. Všechny aplikace podporující systém Foxtrot, včetně protokolů a potřebných modulů či submoduleů jsou zapsány v Tab. 3-2.

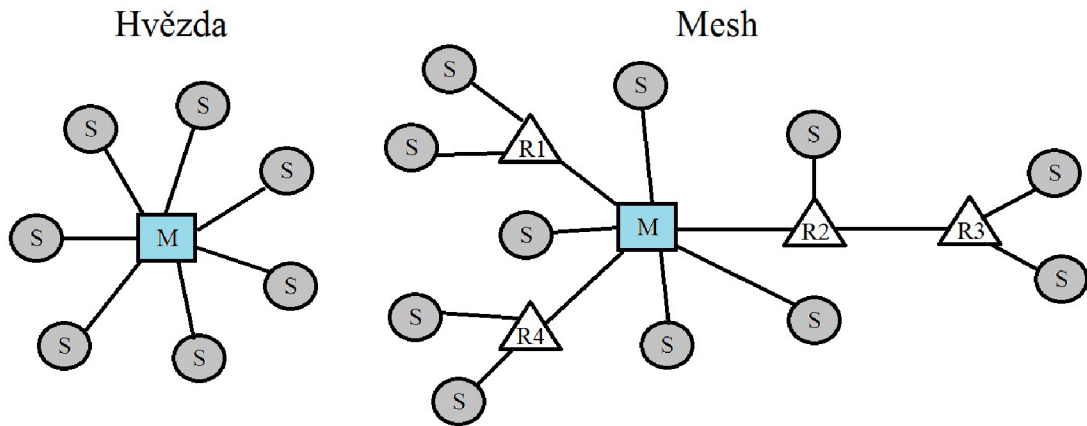
Tab 3-2: Protokoly podporující systém Foxtrot [17], [19], [20]:

Protokol	Funkce	Modul / submodul
Ethernet	propojení síťových prvků	Již v centrální jednotce
Modbus	vzájemná komunikace mezi zařízeními	Již v centrální jednotce
BacNet	protokol pro síť a řízení budov	Již v centrální jednotce
Profibus	vzájemná komunikace mezi zařízeními	MR-0114
CAN	sériový komunikační protokol mezi systémy	SC-1102, MR-0161
DALI	řízení světelné techniky - stmívání	C-DL-0064M, C-DL-0012S
DSI	řízení světelné techniky - stmívání	C-DL-0064M, C-DL-0012S
DMX 512	řízení světelné techniky – stmívání a další	MR-0105, MR-106, MR-0115
KNX	komunikace se systémem KNX	KNX IP BAOS 772
Opentherm	komunikace s kotlem	UC-1204
M-bus	protokol pro tepelné měřiče apod.	SX-1181, MR-0158
MP-bus	ovládání ventilů a servopohonů vytápění	UC-1203

Sběrnice RFox

Pokud z nějakých důvodů nevyhovuje kabelové vedení sběrnice, Foxtrot nabízí možnost vytvořit bezdrátovou sběrnici tvořenou skrze jeden řídicí master, modul RF-1131, umožňující bezdrátově připojit až 64 podřízených periferních modulů RFox. Komunikace probíhá v bezlicenčním rádiovém pásmu na kmitočtu 868 MHz a je navržena tak, aby v co nejmenším měřítku zvyšovala zatížení okolního rádiového prostoru, bývajícího mnohdy už tak hodně zaplněného jinými aplikacemi. Vysílací výkon modulu je cca 3,5 mW, kdy norma udává jako maximum 25mW. Systém má k dispozici 8 kanálů v kmitočtovém pásmu 868 až 868,6 MHz [17].

Forma komunikace mezi masterem a periferním modulem (slave) je podporovaná ve dvou topologiích. První z nich je topologie do hvězdy, to znamená přímou komunikaci master – slave. Druhou možnost tvoří topologie typu mesh, která pracuje na principu přenášení signálu pomocí tzv. routeru, tato varianta se používá z důvodu nemožnosti zajištění přímé komunikace mezi masterem a požadovanou jednotkou. Router tedy přijme paket, zesílí ho a pošle dál. Pro jednu mesh topologii se dají použít až čtyři takovéto routery, protože vyslaný paket musí doptovat k adresované jednotce s maximálním počtem pěti přeskoků. Každý má totiž za následek určité časové zpoždění. Obě topologie komunikace jsou znázorněny na Obr. 3-10 [17].



Obr. 3-10: Topologie hvězda a mesh [17]

3.3.4.4. Základní moduly systému

Základní modul systému tvoří ústřední prvek instalace a pro systém Foxtrot je poměrně velké množství variant jednotek, disponujícími různými počty vstupů, výstupů a dalších funkcionalit. Mezi základní varianty se řadí moduly CP-1000 a pak stejný modul s doplněním pro bezdrátové aplikace RFox CP-1020. Všechny tyto moduly jsou na bázi PLC, disponují tedy digitálními, nebo analogovými vstupy a výstupy, pomocí nichž jednotka získává a následně posílá do systému příkazy. Přehled základních modulů je v Tab. 3-3 [15].

Tab 3-3: Přehled základních modulů Foxtrot [15]

	CP-100y	CP-101y	CP-102y	AI	DI	DI 230V	HDO	AO	RO	DO(SSR)	CIB
CP-10x0	CP-1000	-	CP-1020	4		1	1	-	2	-	2
CP-10x1	CP-1001	-	-	4		1	1	-	2	-	2
CP-10x3	CP-1003	CP-1013	-	8	8	-	-	4	7	4+1	-
CP-10x4	CP-1004	CP-1014	-	4	4	-	-	-	6	-	1
CP-10x5	CP-1005	CP-1015	-	6		-	-	2	6	-	1
CP-10x6	CP-1006	CP-1016	-	13+1HSC		-	1	2	10	2	1
CP-10x8	CP-1008	CP-1018	-	10+2		-	1	4	6	2+2	1
LED ind.	ANO	-	ANO								
RF master	-	ANO	-								
LCD	-	-	ANO								

Vysvětlení použitých zkratk z Tab 3-3:

- x definuje indikační část (horní panel),
- y definuje periferní část (dolní část s konektory), velikost modulu,
- AI analogové vstupy,
- DI digitální vstupy,
- HDO vstup pro připojení HDO,
- AO analogové obvody,
- RO reléové výstupy,
- DO výstup spínaný pomocí SSR relé,

Podle Tab. 3-3 je vidět, že výběr modulu bude záležet hlavně na velikosti instalace, její topologii a na vlastních řízených technologiích. Budeme-li mít v systému zařazený solární ohřev vody, řízení zdroje tepla apod., je výhodně použít základní modul CP-1006, nebo CP-1008, protože mají větší množství vstupů, záleží ovšem zase na umístění, pokud bude základní modul od těchto technologií daleko a v jejich přítomnosti větší množství modulů na CIB sběrnici, je lepší využít model CP 1000. Pro velké aplikace s předpokládanou složitější funkcionalitou, obsluhou více zařízení skrze komunikační rozhraní, je výhodnější modul CP-1001, má totiž dvojnásobnou programovou a trojnásobnou registrovou paměť. Z hlediska vstupů a výstupů jsou moduly CP-1000 a CP-1001 shodné [17].

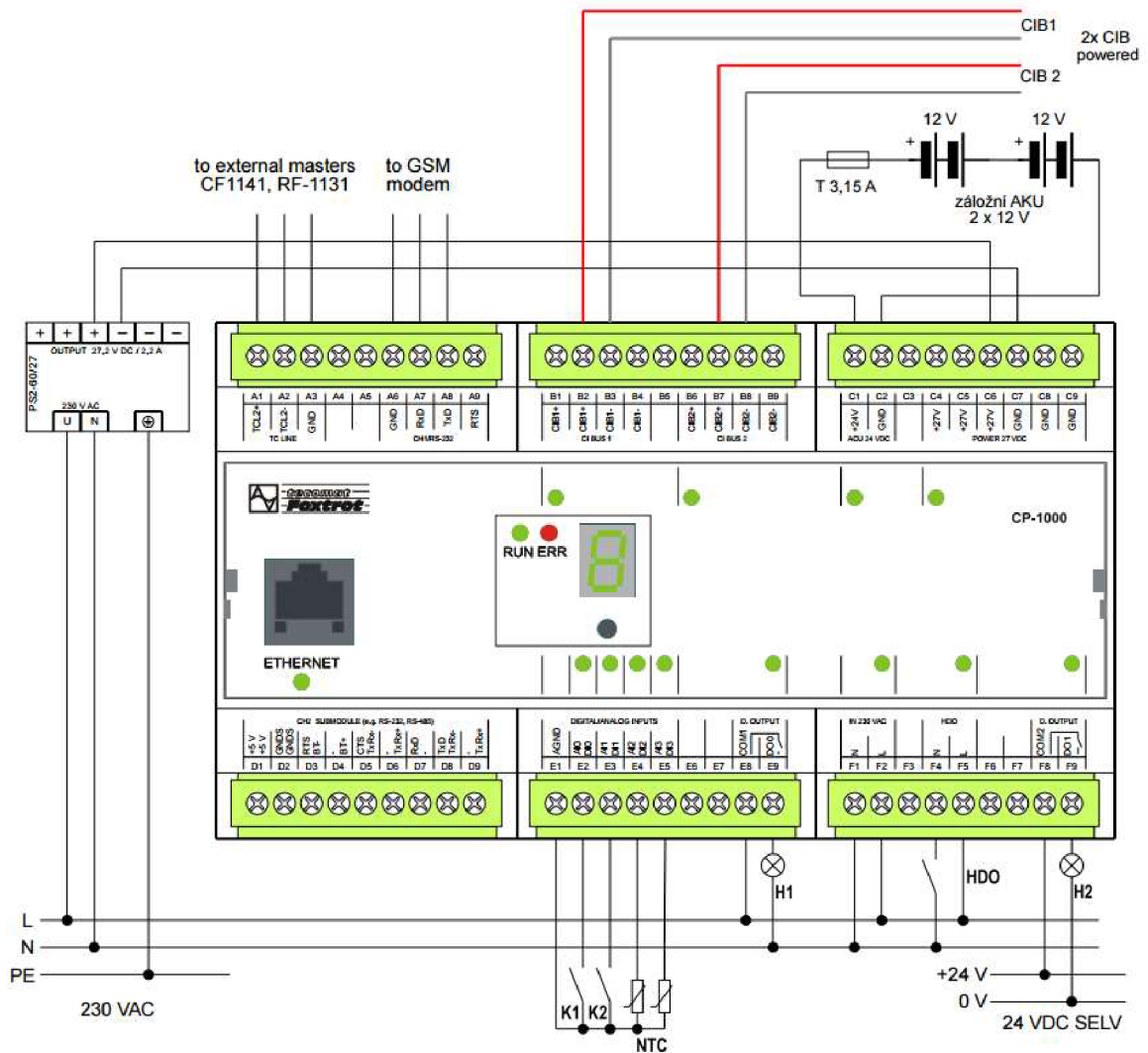
Základní jednotka CP-1000

Centrální jednotka CP-1000 je jednotka nejnižší řady pro zařízení kategorie CFox a RFox. Na předním panelu, který je na Obr. 3-11 je umístěné ethernetové rozhraní 10/100 Mb/s sloužící pro připojení k internetu s následnou možností ovládní přes webové rozhraní. Jednotka je osazena informujícími LED diodami, které indikují stavy jednotlivých funkcí jednotky. Segmentový displej slouží jako indikátor přednastavených pracovních režimů [17].

Pro případy, kdy by nastal výpadek napájení, je jednotka vybavena vnitřní Li-Ion baterií, která je schopna udržet zálohu vnitřních dat a času až na 500 hodin bez napájení, navíc jednotka obsahuje ještě slot na klasickou externí baterii CR 2032, díky níž se prodlužuje zálohovací schopnost jednotky až na 20 000 hodin. Na levém boku modulu jednotky je umístěný slot pro paměťovou kartu typu SD a MMC, kterou se dá rozšířit základní paměť jednotky pro archivaci projektu. Uvedení jednotky do provozu, a tedy její naprogramování se provádí pomocí softwarového nástroje MOSAIC [17].

Centrální jednotka dále disponuje:

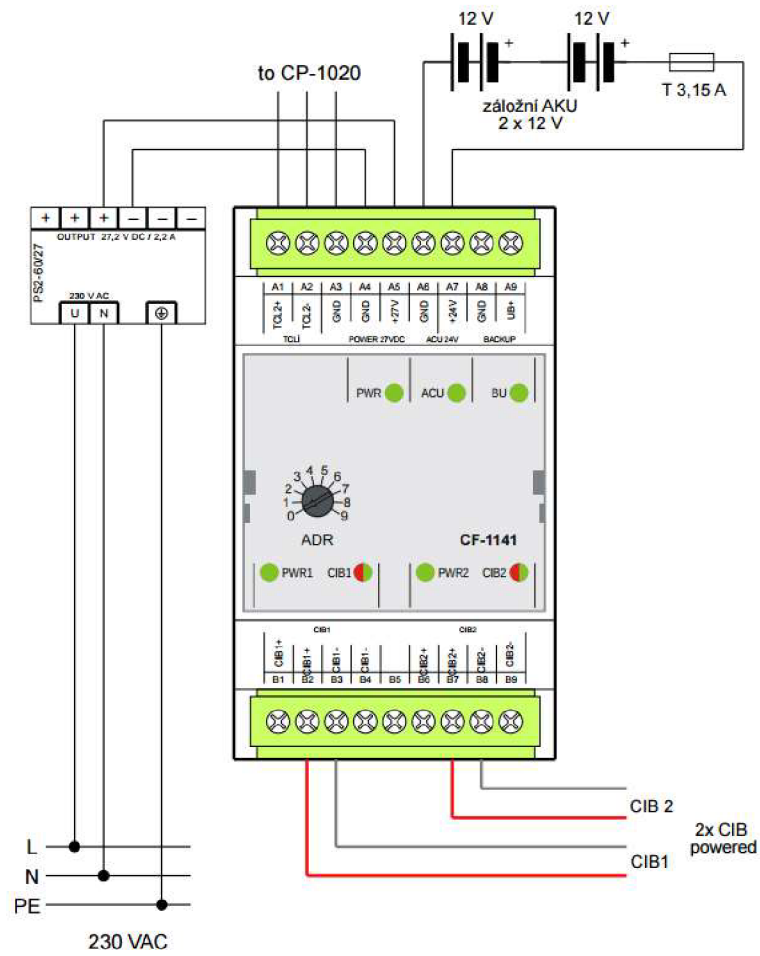
- čtyřmi vestavěnými univerzálními vstupy,
- dvěma vstupy 230 VAC,
- dvěma reléovými výstupy,
- vstupem pro signál z HDO,
- obvodem reálného času (RTC),
- dvěma výstupy pro sběrnici CIB,
- sběrnici TCL2 pro připojení rozšiřujících modulů,
- sériovým kanálem RS 232 pro GSM modul,
- sériovým kanálem pro připojení submodulu,
- dvěma sériovými kanály,
- dvěma sériovými kanály získanými díky modulu SC-xxxx,
- šesti sériovými kanály získanými díky submodulu MR-xxxx,
- počtem 8192 čítačů,
- počtem 4096 časovačů,
- paměti 64 KB uživatelských registrů,
- paměti dat DataBox 512 KB pro zápis úkonů provedených systémem,
- paměti uživatelského programu 192 KB a tabulek 64 KB,



Obr. 3-11: Základní jednotka CP-1000 [21]

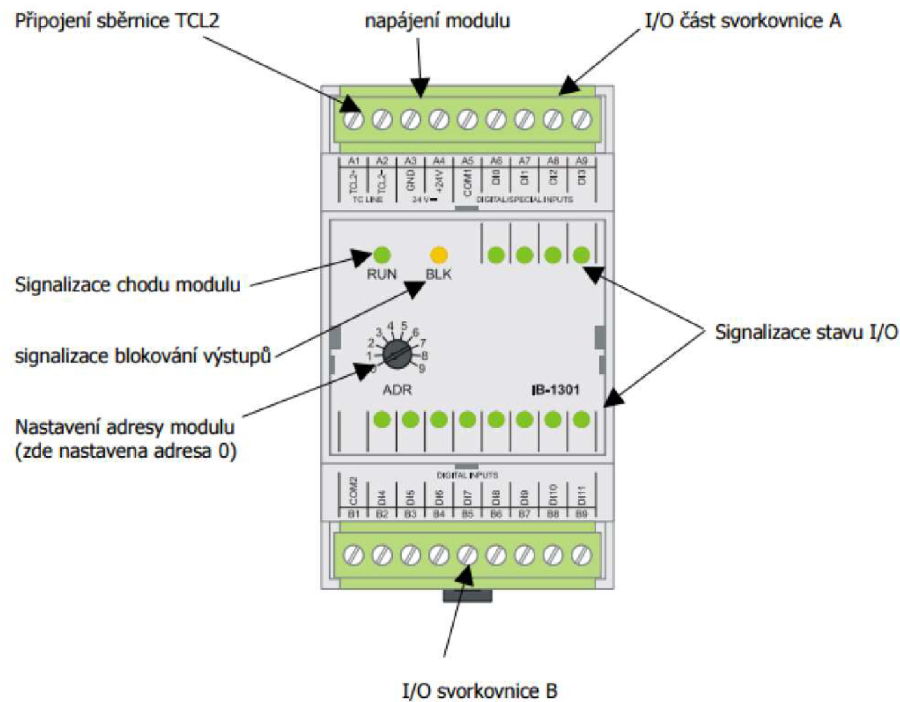
3.3.4.5. Periferní moduly systému

Samotné centrální jednotky CP-1000 a CP-1020 jsou schopné připojit maximálně 4 moduly externích master sběrnic (CIB) libovolné kombinace. Nieméně obsloužit zvládnou jednotky až 10 rozšiřujících modulů, opět libovolné kombinace. Moduly plní úlohu identifikace, adresace, následnou obsluhu periferních modulů a zpracovávají data pro centrální jednotku. Moduly s centrální jednotkou komunikují pomocí přísně lineární systémové sběrnice TCL2. Může to být například rozšiřující modul CF-1141 s příkladem zapojení na Obr. 3-12 [17].



Obr. 3-12: Základní zapojení CF-1141 se zálohováním [17]

Modul má možnost na sebe připojit 2 x 32 periferních prvků a každá větev je schopna pracovat do zatížení 1 A. Jednotlivé větve jsou odděleně od napájení, není tedy nutné používat další externí oddělovací moduly. Na čelním panelu modulu jsou osazeny signalizační LED diody a otočný přepínač, sloužící pro nastavení adresy v rozsahu 0-9, každá modulová skupina má svůj adresový prostor, aby se adresy nepřekrývali. Prvky periferního modulu jsou zobrazeny na Obr. 3-13. [17].



Obr. 3-13: Popis prvků periferního modulu IB-1301 [17]

Do systému můžeme zakomponovat tyto periferní moduly [15]:

- IB-1301 12 binárních vstupů 24 V, z toho 4 využitelné jako vstupy čítačů,
- OS-1401 12 binárních tranzistorových výstupů 24 V,
- IR-1501 4 binární vstupy 24 V, 8 reléových výstupů,
- IT-1602 8 analogových vstupů (nízkonapěťové – termočlánky),
- IT-1604 8 analogových vstupů (pasivní odporové snímače),
- UC-1203 připojení sběrnice MP-BUS pro prvky Belimo,
- UC-1204 připojení sběrnice Open Therm,
- OT-1651 4 analogové unipolární napěťové a proudové výstupy (12 bitů),
- SC-1101 1 sériový kanál RS-232 / RS-485 (režimy PC a UNI),
- SC-1102 1 linka sběrnice CAN (režim CSJ),

3.3.4.6. Napájecí zdroje

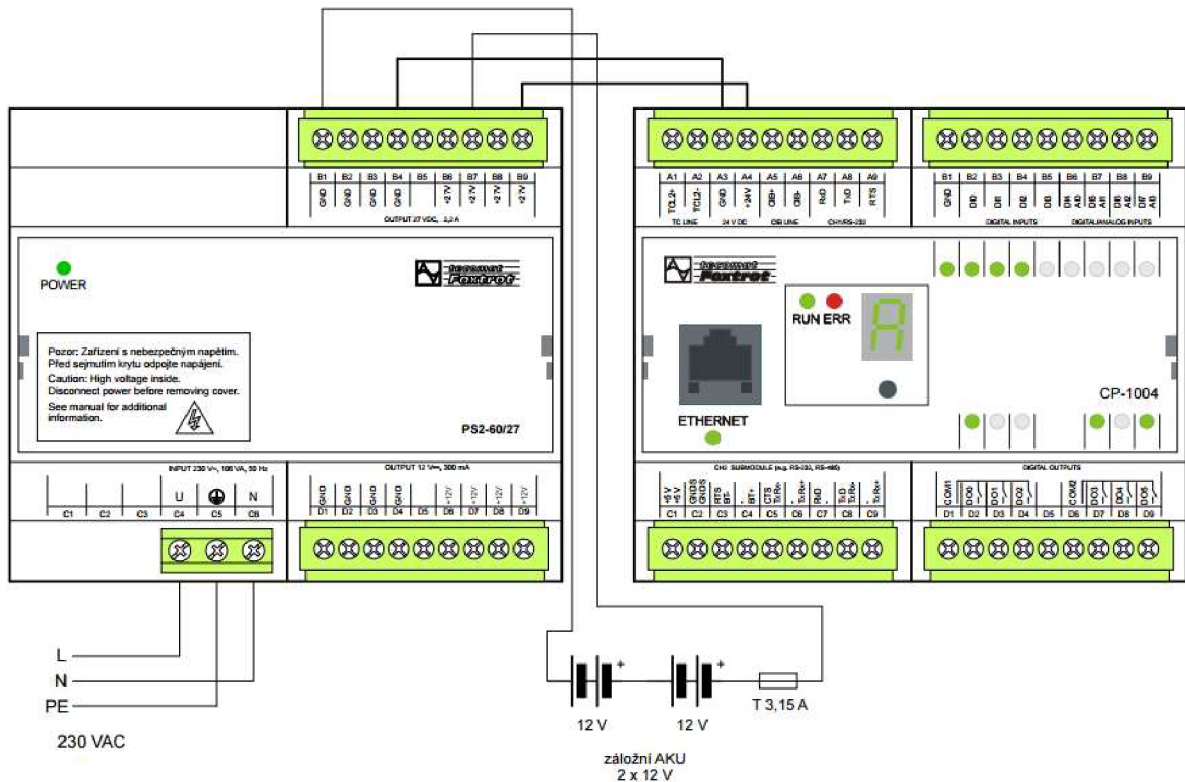
Jak už bylo napsáno výše, systém Foxtrot a sběrnice CIB jsou napájeny stejnosměrným napětím 24 V, případně 27,2 V pro případ se zálohováním pomocí akumulátorů. Výrobce doporučuje použít vlastní zdroje pod označením PS2-60/27 v případě zálohování, nebo DR-60-24 bez využití zálohování, ovšem lze použít i zdroje od jiných výrobců s výstupním stabilizovaným napětím 27,2 V, nebo 24 V. Použitý zdroj musí splňovat podmínky SELV a zdroj s výstupním napětím 27,2 V musí být výslovně určený pro přímé nabíjení akumulátorů. Je možnost použití i nestabilizovaného zdroje 24 V, tedy bez zálohování, je potřeba ovšem správně zvolit výkon zdroje, při nadbytečném výkonu může výstupní napětí překročit povolenou hodnotu [17].

Pro napájení samotné centrální jednotky CP-1000 bez sběrnic CIB, lze použít zdroj od výkonu 15 W, například DR-15-24. Je-li instalace rozsáhlejší a zdroj zajišťuje napájení dalších

obvodů, je potřeba výkon zdroje úměrně instalaci navýšit a použít například zdroje DR-60-24 (60 W), nebo DR-100-24 (100 W) [17].

Napájecí zdroj PS2-60/27

Jedná se o síťový spínaný zdroj s pevným výstupním napětím 27,2 V / 2,2A a 12 V / 0,3 A s celkovým výkonem 60 W. Parametry zdroje jsou uvedené v Tab. 3-4 a čelní panel společně s ukázkou zapojení zálohového napájení je na Obr. 3-14. Výstupní napětí 12 V slouží pro napájení prvků PZS, EPS a je aktivní i při výpadku napájecího napětí, pokud jsou ke zdroji připojeny akumulátory. Modul zdroje nevyžaduje nucené chlazení a je napájen klasicky z rozvodné sítě TN-C, nebo TN-S 230 V AC [17].



Obr. 3-14: Příklad zálohového napájení základního modelu CP-1004 [17]

Tab 3-4: Základní parametry zdroje PS2-60/27 [17]

Vstupní napětí	230 VAC +15 %, -25 %
Příkon	max. 106 VA
Výstupní napětí – hladina 1	27,2 V DC ± 0,5 %
Výstupní proud – hladina 1	max. 2,2 A
Výstupní napětí – hladina 2	12 V DC ± 0,5 %
Výstupní proud – hladina 2	max. 0,3 A
Celkový výstupní výkon	max. 60 W
Ochrana výstupů proti zkratu	elektronická
Elektrická odolnost izolace	3000 V AC

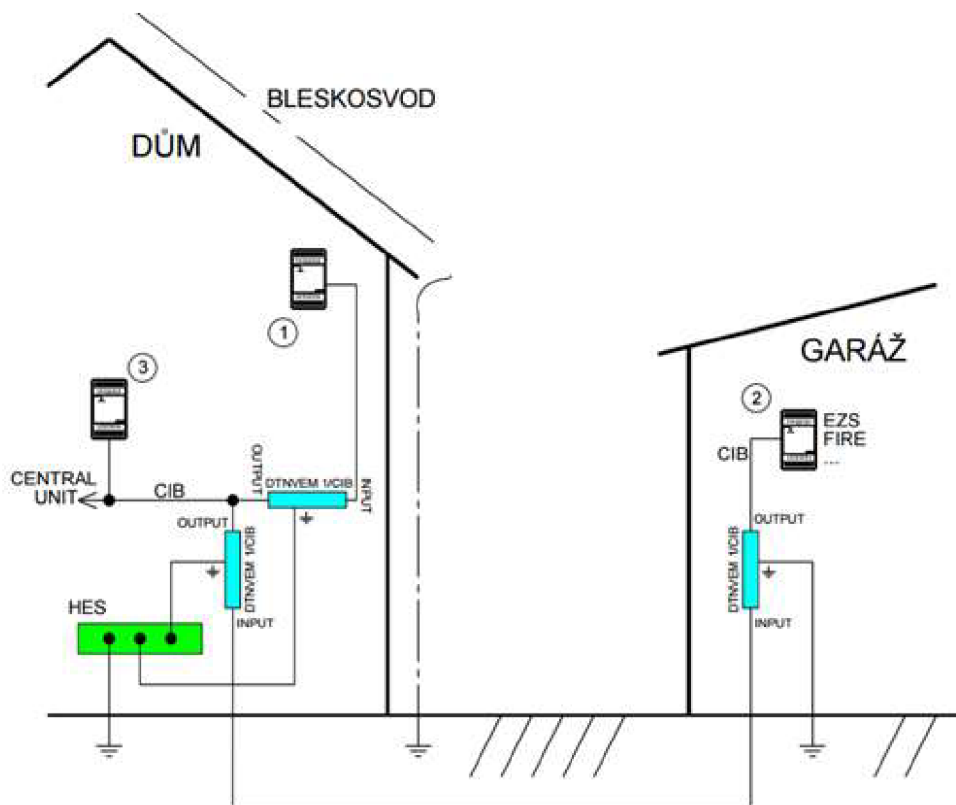
3.3.4.7. Přepět'ová ochrana

Pro případy, kdy je sběrnice CIB instalovaná způsobem, kdy je pravděpodobné, že může nastat vznik přepětí na vlastní sběrnici, nebo na připojených prvcích, např. částečná instalace mimo objekt, či částečný souběh s hromosvodem, je nutné zakomponovat do systému správným způsobem přepět'ové ochrany. Pro ochranu sběrnice se smí využít pouze speciální ochrana předepsaná od výrobce, při použití jakékoli jiné, hrozí výrazné snížení spolehlivosti a funkčnosti aplikace. Výrobce doporučuje dvě přepět'ové ochrany, mající shodné elektrické parametry, přičemž se liší pouze provedením [17]:

- DTNVEM 1/CIB provedení na DIN lištu se šroubovými svorkami (1M),
- DTNVE 1/CIB vestavné provedení do instalační krabice apod.,

Přepět'ové ochrany slouží tedy jako základní prvek pro ochranu vlastní sběrnice, ovšem chrání pouze proti přepětí, které se do vlastní sběrnice může dostat. Žádným způsobem nenahrazuje hlavní ochranu celého řídicího systému, ta je vždy řešena u každé aplikace ochranou napájecích zdrojů, tedy ochranou napájecího napětí 230 V AC. Vhodné umístění přepět'ové ochrany je na vstupu vedení z venkovního prostředí do stavby, na rozrání dalších LPZ a v blízkosti chráněného zařízení tak, aby vzdálenost mezi chráněným zařízením a přepět'ovou ochranou nebyla větší jak 10 m [17].

Přepět'ová ochrana DTNVEM 1/CIB je kompletována ze dvou prvků, základny a výměnného modulu obsahující vlastní ochranu. Výhoda spočívá v tom, že základna je stále připojena, a i bez výměnného modulu, se kterým se může manipulovat z důvodu revize, či výměny za nepoškozený kus je obvod nepřerušen. Ochrana je dimenzovaná na trvalý procházející proud maximálně 0,5 A, který je nutné zabezpečit při tvorbě projektu. Příklad aplikace přepět'ové ochrany je uveden na Obr. 3-15 [17].



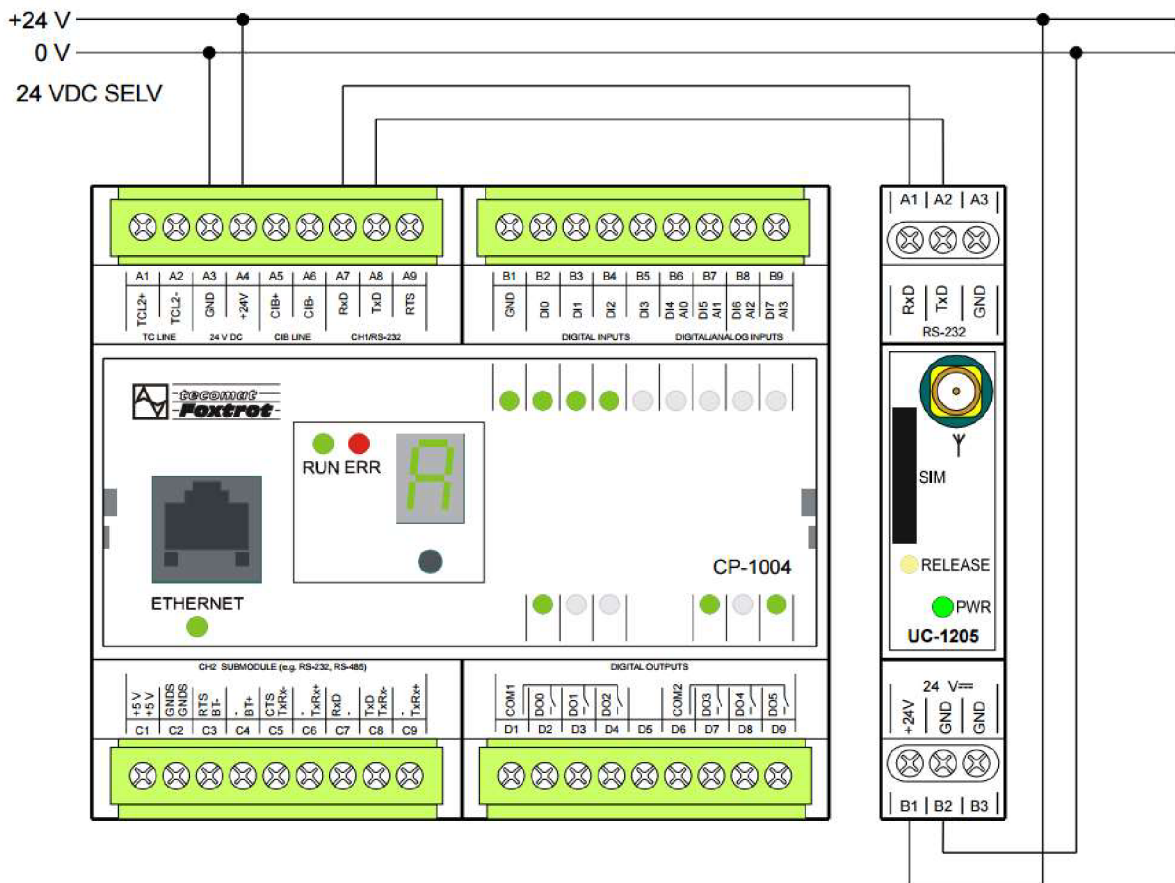
Obr. 3-15: Příklad zapojení přepět'ové ochrany [17]

Část instalace (2) je umístěno ve vedlejší budově, kam je přivedena sběrnice kabelem uloženým v zemi. Je tedy nutné instalovat přepět'ové ochrany vždy na vstupu do objektu tak, aby byly obě části chráněny proti přepětí, které se může objevit na zemním vedení [17].

Jednotka (1) je připojena sběrnici vedoucí v souběhu s hromosvodem, V tomto provedení je umístěná přepět'ová ochrana pouze na konci souběhu, na straně centrální jednotky. Jednotka (1) je tedy bez ochrany, ale zbytek instalace už je správně ochráněn [17].

3.3.4.8. GSM modul

GSM modul zakomponovaný v systému vhodně poslouží například k odesílání alarmových upozornění, jako narušení objektu, požární nebezpečí, výpadek napájení apod., nebo naopak můžeme pomocí SMS zpráv systém ovládat, zapnout topení, dálkově aktivovat PZS atd. Všechno toto zvládne standardně dodávaný modul UC-1205 vyráběný v provedení 1M na DIN lištu, aby ho bylo možné umístit hned vedle základního modulu. UC-1205 je na čelní straně osazen slotem pro SIM kartu a standardním SMA konektorem pro připojení antény. Příklad zapojení modulu je uveden na Obr. 3-16 [17].



Obr. 3-16: Zapojení GSM modulu [17]

4. Návrh systémové elektroinstalace

Návrh systémové elektroinstalace je pro rodinný dům, nacházející se na Slovensku, v Trenčinském kraji ve městě Handlová, na parcele číslo 2112. Jedná se o rekonstrukci stávajícího objektu, doposud vybaveného klasickou elektroinstalací. Dům disponuje přízemím a dalšími dvěma patry. Soupis místností je uveden v Tab 4-1.

Tab 4-1: Soupis místností rodinného domu

Přízemí	1. NP	2. NP
Sklad	Veranda	Hala
Chodba	Hala	Koupelna
Spíž	Obývací pokoj	Pokoj
WC	Kuchyň, obývací pokoj	Pokoj
Letní místnost	Kuchyň	Ložnice
Prádelna, koupelna	WC	
Letní kuchyně		

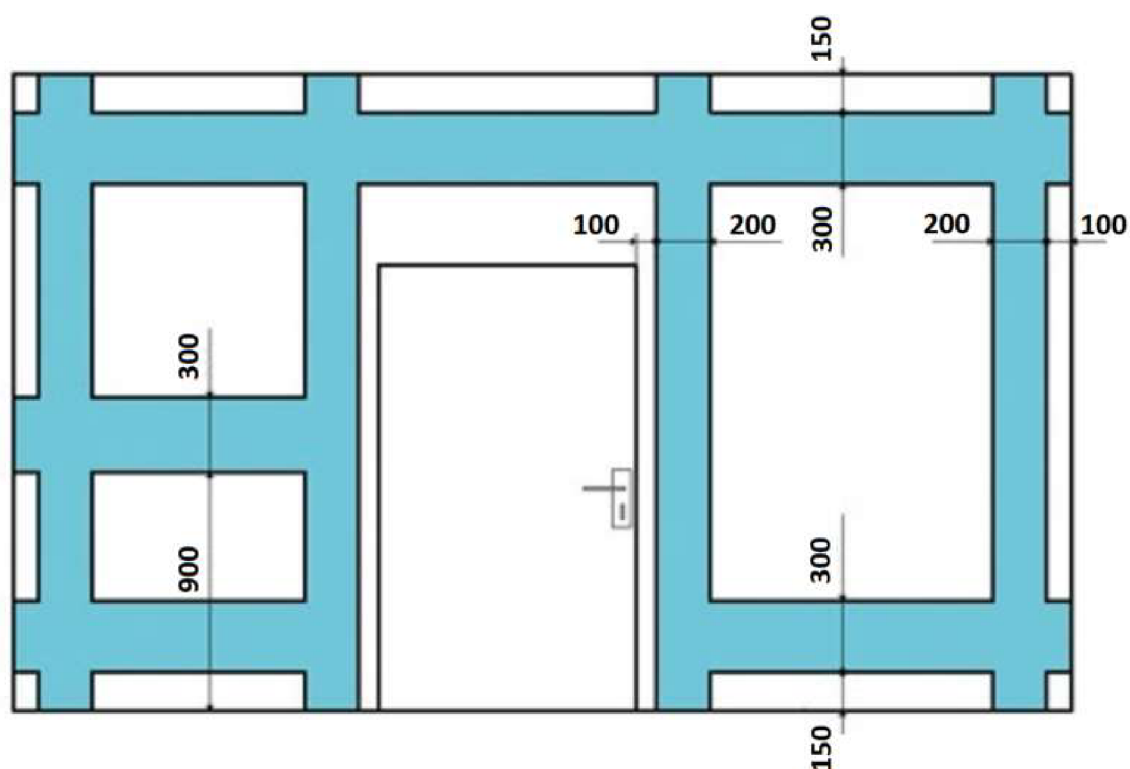
Systémová elektroinstalace Foxtrot bude v domě obsluhovat:

1. Zásuvkové obvody
 - Samostatné zásuvkové obvody pro jednotlivé spotřebiče, u kterých je vhodné zajistit odpojení od napájení.
2. Světelné obvody
 - Světelné okruhy budou mít instalované ovládací tlačítka vždy v blízkosti dveří na otevírací straně.
 - Stmívání světelných zdrojů bude možné v obou pokojích v 2. NP a v 1. NP v obývacích pokojích a kuchyni.
3. Stínící technika
 - Stínící technika bude realizována pomocí předokenních žaluzií.
 - Stínící technika bude osazena na všech oknech, kromě severní strany domu.
 - Řízení bude pracovat na základě klimatických podmínek okolí tak, aby se ušetřilo množství vynaložených energií, ale zároveň byl zachován komfort používání.
4. Vytápění
 - Vytápění objektu je řešeno plynovým kotlem.
 - Regulace vytápění bude řešena automatickými radiátorovými hlavicemi a spínacím aktorem, namísto termostatu plynového kotle.
5. Ohřev TUV
 - Ohřev teplé vody je obstarán pomocí bojleru, který má svůj vlastní jištěný obvod spínaný systémovou elektroinstalací tak, aby se využil v co největší míře potenciál FVE elektrárny instalované na střeše. V případě že teplota vody v bojleru klesne pod stanovenou minimální teplotu, bude napájení sepnuto i v případě, že FVE elektrárna nebude vyrábět energii.
6. Zabezpečení domu
 - Realizované ústřednou PZS+EPS s napojením na systém Foxtrot.

4.1. Ukládání kabelů a kabelových tras

Pro ukládání kabelů a kabelových tras pod omítku se využívá tzv. instalačních zón, tak jak je uvedeno na Obr 4-1. Jedná se o svislé a vodorovné pásy na stěnách, do nichž se umísťují vodiče, chráničky pro vodiče a vývody pro elektrická zařízení. Zóny se používají zejména pro sjednocení cest vedení a předcházejí chaotickému uložení [22].

Instalační zóna v podstropním prostoru je určena zejména pro přívody ke svítidlům a propojení mezi rozváděči. Naopak většina kabelů zásuvkových obvodů se ukládá do zóny nad podlahou. Svislé zóny se využívají pro propojení mezi zónami a umístění nástěnných ovládacích prvků. Vodorovná zóna ve výšce cca 0,9 až 1,2 m nad podlahou je určena pro uložení vedení a následných elektroinstalačních zařízení v prostoru kuchyňských linek, pracovních dílen apod. V případě, že je objekt vybaven stropními podhledy, lze s výhodou použít i tento prostor [22].



Obr. 4-1: Instalační zóny ve stěnách [22]

4.2. Základní elektrické parametry objektu

Základní elektrické parametry objektu udávají energetickou náročnost objektu, v tomto konkrétním případě budeme uvažovat tyto hodnoty:

- Instalovaný výkon: 40,5 kW
- Koeficient soudobosti: 0,35
- Výpočtový proud: 14,1 A, s 20 % rezervou cca 17A
- Hlavní jistič: 3 x 25 A
- Zdroj energie 1: HDS s jištěním 40 A napojená na distribuční soustavu
- Zdroj energie 2: Fotovoltaická elektrárna na střeše s jištěním 16 A

4.3. Silnoproudá instalace

Návrh silnoproudé instalace je zhotoven v programu ElproCad a zhotovené výkresy jsou k práci přiloženy pod označením E-503 v počtu deseti listů. Výkresy jsou členěné zvlášť po jednotlivých patrech a dále jsou rozděleny na zásuvkové a silové obvody, světelné obvody, ovládací část systémové elektroinstalace a poslední výkres je věnován topologii systému Foxtrot.

4.3.1. Zásuvkové obvody a vývody pro spotřebiče

Zásuvkové obvody jsou členěny po jednotlivých patrech, kdy v přízemí jsou obvody 12, 13, 14 a 15. V letní místnosti je osazena spínaná zásuvka s označením 14.1. V chodbě jsou instalované samostatné obvody pro plynový kotel (7) a bojler (8), který má opět spínané napájení z důvodu možnosti co největšího využití získané energie z fotovoltaické elektrárny. V prádelně jsou instalované samostatné vývody pro pračku (5) a sušičku (6). Po přízemí je ještě jeden obvod EH.01, poskytující volné vývody pro napájení automatických radiátorových hlavíc.

V prvním patře jsou zásuvkové obvody 21, 22 a 23, u kuchyňské linky jsou odpínané zásuvky 23.1 a 23.2, v obývacím pokoji 22.1. V kuchyni jsou dále samostatné vývody pro sporák (2), myčku (3) a lednici (4). Ve verandě je počítáno se samostatným vývodem pro napájení centrální jednotky zabezpečovacího systému. Po prvním patře jsou umístěny volné vývody pro napájení automatických radiátorových hlavíc s označením EH.02.

V druhém patře jsou zásuvkové obvody 31, 32, 33 a 34, na terase je vyvedená odpínaná zásuvka s minimálním krytím IP44 pod označením 31.1. V pokojích jsou odpínané zásuvky s označením 32.1 a 34.1. Pro napájení radiátorových hlavíc je v tomto patře počítáno s volnými vývody pod označením EH.03.

4.3.2. Stínící technika

Pro stínící techniku je počítáno s variantou předokenních žaluzií, které budou poháněny pohony řady J4WT, jenž jsou asynchronní motory pracující na napětí 230 V AC. Ovládání pohonů bude zajišťovat systémová elektroinstalace, konkrétně prvky C-OR-0008M, tedy prvky osazené v rozváděči. Motory jsou v přízemí označeny pod čísly 11.1 až 11.5, v prvním patře 12.1 až 12.3 a v druhém patře 13.1 a 13.2.

Ovládání žaluzií je možné ručně pomocí tlačítek osazených v místnostech, mající vyšší prioritu, než automatický režim. Automatický režim bude pracovat na základě vnějších klimatických podmínek, o kterých bude systémová elektroinstalace získávat informace prostřednictvím meteostanice umístěné na střeše. Automatický režim bude naprogramován na tyto funkce:

- Pro případ bouřek a silného větru vytažení rolet, zabraňující jejich poškození.
- Zatažení /vytažení rolet na základě času pro noční období.

4.3.3. Světelné obvody

Světelné obvody byly navrženy podle výpočtů v programu ElproCad tak, aby bylo dosaženo požadovaných hodnot osvětlenosti v jednotlivých místnostech, jak je uvedeno v technické zprávě. V každém patře je osvětlení řešeno pomocí dvou samostatně jištěných obvodů, což v případě poruchy a vybavení jednoho z obvodů zaručí aspoň některé světelné obvody v patře funkční. V přízemí jsou to obvody 16 a 17, v prvním patře 25 a 26, v druhém patře 36 a 37. Venkovní osvětlení jsou obvody 25.1 nad vchodovými dveřmi a 36.1 nad vstupem na terasu, obě svítidla budou realizována s minimálním krytím IP 44. Osvětlení nad vchodovými dveřmi bude

navíc spínáno kromě tlačítek také čidlem pohybu, umístěným vedle hlavního vstupu. Spínání světelných obvodů zabezpečují jednotky C-OR-0011M-800 a C-DM-0402-RLC, jenž umožňuje i stmívání použité pro světelné obvody 25.3, 25.4, 37.1 a 37.2. Spínání světel bude ovládáno na základě podnětů od tlačítkových snímačů.

4.3.4. Vytápění a ohřev vody

Objekt je vytápěný pomocí plynového kotle a následně deskových radiátorů. Radiátory budou osazeny automatickými hlavici AA2004/230 V NC ovládané na základě systémové elektroinstalace, regulující podle teplot v místnostech. Teploty bude systém získávat za pomoci čidel teploty v tlačítkových ovladačích C-WS-0200R a C-WS-0400R. Tímto stylem tedy budou řízeny radiátory, pro plynový kotel bude na ovládání využit spínací aktor C-OR-0202B, zapojený na vstup místo termostatu.

Ohřev teplé vody je obstarán pomocí bojleru, mající svůj vlastní jištěný obvod spínaný systémovou elektroinstalací tak, aby se využil v co největší míře potenciál FVE elektrárny instalované na střeše. V případě že teplota vody v bojleru klesne pod stanovenou minimální teplotu snímanou analogovým čidlem AI1, zapojeným do hlavní jednotky CP-1000, bude napájení sepnuto i v případě, že FVE elektrárna nebude vyrábět energii, aby byl zabezpečen dostatek teplé vody.

4.3.5. Systémová elektroinstalace Foxtrot

Jako centrální jednotka systému Foxtrot je zvolena CP-1000. Na tuto jednotku jsou napojeny Dvě CIB sběrnice, kdy CIB1 obsluhuje prvky v prvním patře a CIB 2 prvky v rozvaděči. Další dvě CIB sběrnice obsluhující přízemí a druhé patro jsou připojeny pomocí CIB masteru CF-1141, komunikující s CP-1000 přes sběrnici TCL2.

Sběrnice CIB bude tažena kabelem J-Y(St)Y3x2x0,8 v plastových chráničkách, s minimálním odstupem 20 cm od silnoproudých rozvodů.

Na centrální jednotku bude dále také připojena ústředna zabezpečovacího systému JA-101K, pomocí univerzálního sběrnicevého rozhraní RS-485 a modulu JA-121T. Modul JA-121T vyžaduje napájení 12 V DC, to bude zabezpečeno napájecím zdrojem PS2-27/60.

Na komunikační modul UC-1205 bude osazena GSM anténa a investorem dodána SIM karta.

Jako zdroj informací o klimatických podmínkách je použita meteostanice GIOM3000, která komunikuje přes ethernetové rozhraní s napájením POE. K systému foxtrot tedy bude připojen switch, zabezpečující komunikaci s meteostanicí a dále se s ním do budoucna počítá pro připojení komunikace střídače fotovoltaické elektrárny.

4.4. Slaboproudá instalace

Návrh slaboproudé instalace je zhotoven v programu ElproCad a zhotovené výkresy jsou k práci přiloženy pod označením E-303 v počtu tří listů. Výkresy jsou členěné zvlášť po jednotlivých patrech.

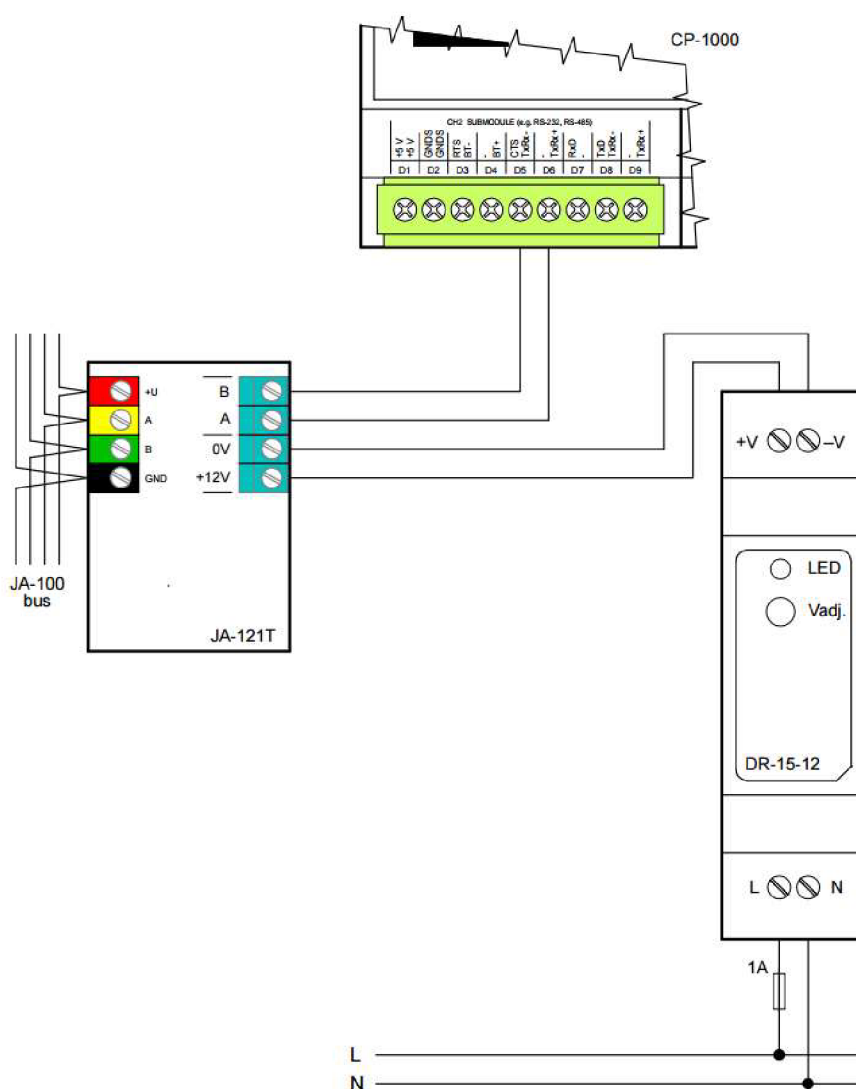
4.4.1. Zabezpečovací systém

Zabezpečovací systém počítá v celém přízemí, kromě spíže a WC s instalací PIR detektorů, další PIR detektor je osazen u vstupních dveří hlavního vchodu. Venkovní prostor je hlídán čtyřmi kombinovanými (PIR + mikrovlnnými) snímači, aby se eliminoval počet planých poplachů. Systém je dále doplněn požárními opticko-kouřovými hlásiči, mimo kuchyně, tam je plánován hlásič tepelný. Hlásiče opět nejsou umístěny na WC a ve spíži. Zabezpečovací systém

má vyvedenou venkovní sirénu na severní straně domu, která je nejbližší místní komunikaci. Upozornění na nebezpečí je tedy řešeno venkovní signalizací na fasádě domu a dále také díky propojení se systémovou elektroinstalací, přes GSM modul na mobilní telefon.

Zabezpečovací systém nabízí systémová elektroinstalace Foxtrot také, nicméně systém není certifikovaný, a to je problém zejména kvůli pojišťovnám atd., proto byl zvolen certifikovaný systém Jablotron 100, s možností napojení na systémovou elektroinstalaci.

Zabezpečovací systém není pro koncového zákazníka prodejní a je nutné jej realizovat pomocí certifikovaných montážních firem, proto bude stavbou provedeno pouze trubkování a rozvod kabeláže s přípravou pro instalaci centrální jednotky a senzorů uvedených v technické dokumentaci. Na Obr. 4-2 je znázorněna integrace základní jednotky zabezpečovacího systému JA-101K přes modul JA-121T do systému Foxtrot přes rozhraní RS-485.



Obr. 4-2: Připojení modulu JA-121T k základnímu modulu CP-1000 [17]

4.4.2. Internet

Objekt je připojen na pevnou telefonní síť, z které se bude využívat pouze ADSL připojení k internetu, bez využití telefonu. Přívod do objektu bude realizován kabelem SYKFY 2x2x0,5 končící ve WIFI ADSL routeru, ten je umístěn ve společném prostoru kuchyně a obývacího pokoje. Z routeru je následně vyveden přes UTP kabel WIFI opakovač do druhého patra. V prvním a druhém patře jsou dále ještě vyvedeny ethernetové zásuvky, pro pevné připojení k internetu a IPTV, Z tohoto důvodu v objektu není počítáno s rozvody STA.

4.4.3. Video vrátný

K vstupní brance na pozemek bude osazené zvonkové tlačítko s tablem, ze kterého bude dále napájen elektronický zámek. Uvnitř objektu v hale na stěně bude k této sestavě osazen videotelefon, pro jednoho účastníka.

4.5. Rozváděč

Návrh rozváděče (RZB-Z-6S144) je zhotoven v programu ElproCad a zhotovené výkresy jsou k práci přiloženy pod označením E-504 v počtu osmi listů. Na prvních dvou listech je vyřešený přívod elektrické energie, kde je hlavní vedení z elektroměrového rozváděče s jistištěm 25 A a druhý přívod elektrické energie od fotovoltaické elektrárny, přivedený z rozváděče fotovoltaiky umístěného v přízemí na chodbě, přívod bude odjištěn na 16 A. Dále jsou na těchto listech zakresleny neodpínané zásuvkové obvody a vývody pro samostatné spotřebiče jako lednice, pračka, atd.

Z důvodu, že do rozváděče bude jako zdroj elektrické energie připojen výstup z fotovoltaické elektrárny, který bude jednofázový, nebude rozváděč dimenzován na souměrné zatížení fází, ale fáze, kterou elektrárna napájí, bude oproti dvěma zbývajícím zatížena více, z důvodu většího využití získané energie. Finální rozfázování rozváděče bude stanoveno až na místě, při změření jednotlivých skutečných odběrů a bude stanoveno tak, aby nesymetrie zatížení nebyla větší, než 4,6 kVA mezi fázemi.

Na dalších listech je následně zakresleno rozmístění modulů systémové elektroinstalace. Moduly jsou kresleny podle reálného provedení ze značek, získaných od firmy Teco a.s. Centrální jednotka CP-1000 má přivedené zálohované napájení, realizované bateriemi, ty budou uloženy na dně rozváděče, aby nebyli vystavováni zbytečnému teplu.

Rozváděč RFE, bude nástěnný, umístěn v přízemí na chodbě pro potřeby fotovoltaické elektrárny. Specifikace rozváděče bude upřesněna později, podle konkrétního návrhu FVE, stavba provede přivedení kabelu WL9 a plastové chráničky, která bude druhým koncem zakončena v rozváděči RD, pro budoucí propojení komunikace střídače a případných dalších kabelů. Do stejného místa bude svedena ještě další plastová chránička, která bude zakončena ve střešním průchodu, pro DC kabeláž od fotovoltaických panelů.

4.6. Jištění

Jištění vychází z celkového instalovaného výkonu, pro tento objekt počítáme s instalovaným výkonem cca 40,5 kW, jemuž odpovídá výpočtový proud cca 17 A s 20 % rezervou a soudobostí 0,35. Pro tento proud je tedy navržen hlavní jistič charakteristiky B, 3 x 25 A (LTN-25B-3). K tomu náleží návrh pojistek do hlavní domovní skříně (HDS), ty se volí o 2 stupně vyšší, než hlavní jistič, v tomto případě tedy 3 x 40 A.

Jištění všech zásuvkových obvodů a samostatných vývodů pro spotřebiče bude realizováno jističi 16 A (LTN-16B-1). Pouze samostatný vývod pro sporák bude zhotoven třífázově, a proto bude jištěn třífázovým jističem 16 A (LTN-16B-3). Pohony žaluzií budou jištěny jističi o jmenovitém proudu 10 A (LTN-10B-1), stejně jako všechny světelné obvody. Všechny světelné obvody, stejně jako zásuvky osazené v koupelnách budou navíc doplněny proudovými chrániči, nebo jističi kombinovanými s proudovými chrániči s rozdílovým proudem 30 mA. Napájecí zdroj systému Foxtrot bude odjištěn jističem 6A (LTN-6B-1) a osazen přepětovou ochranou T3 PI-k8. V hlavním rozváděči bude ještě umístěna kombinovaná přepětová ochrana FLP-B+C MAXI VS/3.

4.7. Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Ochrana před dotykem živých částí bude provedena:

- Základní izolací,
- Krytem,

Ochrana před dotykem neživých částí bude provedena:

- Základní - automatickým odpojením od zdroje,
- Doplnková - proudovými chrániči a ochranným pospojováním,

4.8. Hlavní ochranné pospojování

Hlavní ochranné pospojování musí být provedeno podle STN 33 2000-4-41:2007-10 v každé budově, případně musí být provedeno doplňující ochranné pospojování, kdy se musí spojit dohromady ochranný vodič v rozváděči, uzemňovací přívod, kovová potrubí případně jejich místa prostupu do budovy a kovové konstrukční části objektu. Dále bude provedeno doplňující ochranné pospojování v koupelně.

Z dělicího bodu sítí TN-C na TN-S umístěného v elektroměrovém rozváděči se vyvede zemnicí drát CYA 10 mm² pro vyrovnání potenciálu, ten bude zapojen na svorkovnici hlavního pospojování. Tato svorkovnice bude umístěna v oddělené části rozváděče RD a budou na ni spojeny všechny vodivé části. Svorkovnice hlavního pospojování bude uzemněna vodičem DEHN FeZn 10 mm² s PVC izolací na zemnicích v základech objektu. Toto uzemnění musí mít zemní odpor menší jak 5 Ω.

4.9. Rozpočet instalace

Detailní rozpočet instalace je přiložen v přílohách práce. Rozpočet nezahrnuje náklady na svítidla, montáž, dopravu, domácí spotřebiče a uvádí ceny bez DPH. V tab 4-2 jsou uvedeny celkové ceny za hlavní bloky instalace.

Tab 4-2: Rozpočet elektroinstalace

Blok instalace	Cena (Kč)	Cena (€)
Silnoproud	53356	2013,4
Slaboproud	72661	2741,9
Rozváděč	83557	3153,1
Foxtrot- prvky mimo rozváděč	72960	2753,2
Celkem bez DPH	282534	10661,7
Celkem s DPH	341866	12794

5. Návrh fotovoltaické elektrárny:

Solární elektřina je v dnešní době velice často omílaným tématem v oblasti obnovitelných zdrojů energie a s tím souvisí i její postupné rozšiřování v oblasti rodinných domů. Fotovoltaické elektrárny poskytují jistou nezávislost na distributorech elektřiny, u nichž je trend postupného zdražování elektrické energie. Naopak s rostoucím zájmem o fotovoltaické elektrárny se jednotlivé komponenty stávají postupně cenově dostupnějšími a z tohoto odvětví se tak stává pro majitele rodinných domů zajímavá alternativa, jak snížit výdaje za energie.

5.1. Dotační programy

V samotné podpoře pro rozšiřování obnovitelných zdrojů energie mezi obyvatele nezaostávají ani zákonodárci. Ministerstvo životního prostředí České republiky používá dotační program Nová zelená úsporám a podobně je tomu i na Slovensku, kde je rozběhnutý program Zelená domácnostiam. Oba tyto programy mají velmi podobný záměr, kdy cílí na zlepšení stavu životního prostředí a zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie na konečné energetické spotřebě. Oba tyto programy jsou určeny pouze pro rodinné a bytové domy [23], [24].

5.1.1. Nová zelená úsporám

Dotační program pro Českou republiku vypsáný do 31. 12. 2021, nebo do vyčerpání vyčleněných finančních prostředků získaných z prodeje emisních povolenek zahrnuje tyto oblasti podpory [23]:

- a) Snížení energetické náročnosti stávajících rodinných domů (dotace na zateplení obálky domu, střechy, stropu, podlah a výměnu oken, či dveří).
- b) Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností (dotace na výstavbu nových rodinných domů).
- c) Efektivní využití zdrojů energie (dotace na výměnu neekologického zdroje tepla za efektivní, ekologicky šetrné zdroje, instalace solárních termických a fotovoltaických systémů).

5.1.2. Zelená domácnostiam

Dotační program pro Slovensko vypsáný do 31. 12. 2018, nebo do vyčerpání vyčleněných finančních prostředků ve výši 45 mil. eur zahrnuje tyto oblasti podpory [24]:

- a) Fotovoltaické panely (výroba elektřiny).
- b) Větrné turbíny (výroba elektřiny),
- c) Solární kolektory (výroba tepla),
- d) Kotle na biomasu (výroba tepla),
- e) Tepelná čerpadla (výroba tepla),

5.1.3. Porovnání dotačních programů pro FVE

Z hlediska návrhu fotovoltaické elektrárny pro náš objekt je dále zajímavá kategorie C.3.4 zahrnující solární fotovoltaický systém bez akumulace elektrické energie s tepelným využitím přebytků z programu Nová zelená úsporám a kategorie A zahrnující fotovoltaické panely pro výrobu elektřiny z programu Zelená domácnostiam [23], [24].

Slovenský dotační program disponuje základními požadavky, ze kterých vyplývá, že dotační prostředky jsou pouze pro rodinné a bytové domy ve vlastnictví, či spoluvlastnictví pouze fyzických osob a objekt nesmí být používán, ani pronajímán pro podnikatelské činnosti. Český dotační program je v tomto poněkud benevolentnější a poskytuje dotační prostředky i pro rodinné a bytové domy ve vlastnictví právnických osob [23], [24].

Pro oba programy dále platí maximální instalovaný výkon zdroje energie 10 kW, v našem případě fotovoltaické elektrárny připojené do distribuční soustavy. Tento maximální výkon je také hranice, kdy ještě není potřeba vlastnit licenci na provozování zdroje energie [23], [24].

Tab 5-1: Podmínky dotačních programů [23], [24].

	Nová zelená úsporám (CZ)	Zelená domácnostiam (SK)	
FVE panely	$\mu \geq 15\%$ u polykrystalických panelů $\mu \geq 10\%$ u amorfních panelů	Doklad o výkonu od akreditované zkušebny při ozáření 1000 W/m^2 a teplotě panelu $25 \text{ }^\circ\text{C}$.	
Mín. míra využití energie v místě spotřeby	70%	Není dáno	
Kategorie	C.3.4	A	
Celkový využitelný zisk v budově kWh/ rok (CZ) Instalovaný výkon (SK)	$\geq 1700 \text{ kW/rok}$	$\leq 1 \text{ kW}$	$\leq 2,5 \text{ kW}$
Akumulace teplé vody	povinná	nepovinná	nepovinná
Akumulace akumulátory	nepovinná	nepovinná	nepovinná
Maximální výše dotace	55 000 Kč	1100 € + bonus na akumulaci	2450 € + bonus na akumulaci
	Max. 50% nákladů		

Dotační program Zelená domácnostiam rozděluje výši maximálního příspěvku u systému nad jeden kilowatt instalovaného výkonu na základních 1100 €, každý další kilowatt navíc znamená 900 €, maximálně však 2450 €. Dále k tomu připadá bonus za akumulaci energie ve výši 180 €/kWh kapacity akumulátoru. Kapacita akumulátoru je ovšem podporována jen do rozsahu výroby elektřiny za 2 hodiny ideálního provozu elektrárny, maximálně však 5 kWh na instalaci [24].

Zelená domácnostiam poskytuje finanční prostředky formou poukázek, která v případě schválení dojde žadateli do 30 kalendářních dnů od podání žádosti. Žadatel zaslaný návrh na uzavření smlouvy ve dvou vyhotoveních podepíše, jedno si ponechá a druhé spolu se všemi potřebnými dokumenty předá zhotoviteli u sepsání smlouvy na zhotovení instalace, případně v průběhu instalace, maximálně však při platbě za zhotovené dílo. Pokud žadatel o podporu nedodá poukázku zhotoviteli do 30 dnů od jejího vydání, poukázka propadá. O následné proplacení poukázky žádá zhotovitel, kdy dokládá samotnou poukázku a další dokumenty, specifikující provedenou instalaci. SIEA (Slovenská inovační a energetická agentúra) před proplacením poukázky následně ověří oprávněnost poukázky a určí skutečnou výši, která bude na poukázku proplacena [24].

Nová zelená úsporám je oproti slovenské verzi trochu jiná, neuděluje poukázky a o dotace je možno požádat před zahájením, v průběhu, nebo i do 24 měsíců, po dokončení realizace podporovaných opatření. Společně ovšem zůstává podmínka vyplácení dotací, tedy až po dokončení projektu a řádném předložení výdajů. Následně se žádost přezkoumá a určí se výše prostředků, které budou investorovi vyplaceny. Pro oba dotační programy platí, že realizace celého zařízení musí být prováděna dodavatelsky, a to dodavatelem s příslušnými oprávněními a odbornou způsobilostí pro provádění prací daného typu [23], [24].

5.2. Základní parametry

Základní prvky fotovoltaické elektrárny budou v tomto návrhu zvoleny pouze jako vzorové a to z důvodu využití výše uvedeného dotačního programu. Návrh, který je součástí této práce poslouží jako vzorový a konečné řešení konkrétních typů součástí systému určí oprávněný koncový zhotovitel. Buďto podle dostupnosti materiálu, nebo také cenové politiky sjednané se svými dodavateli.

Mezi základní parametry fotovoltaické elektrárny patří její celkový výkon. V tomto případě navrhujeme systém pro rodinný dům s akumulací do teplé vody, nebude se tedy jednat o elektrárnu disponující maximálním výkonem, jenž umožňují místní podmínky, zároveň se také neočekává plné pokrytí energetické potřeby domu, jenž by vedlo k vytvoření ostrovní instalace.

Jako první věc, je potřeba stanovit vlastní instalovaný výkon elektrárny. Jelikož se jedná o už stojící a fungující objekt, jsou k dispozici údaje o roční spotřebě energie z minulých let, pohybující se okolo 3800 kW ročně. Na tento výkon samozřejmě nemá smysl elektrárnu dimenzovat, protože celková roční spotřeba domu zahrnuje odběr energie i v čase, kdy elektrárna nebude moci vyrábět, tedy večer, v noci a při špatných klimatických podmínkách. Dále je potřeba uvažovat rozdílnou výrobu energie v zimních měsících.

V případě, že výkon elektrárny budeme dimenzovat na pokrytí zhruba 40 % roční spotřeby objektu, dostáváme výslednou spotřebu pro pokrytí elektrárnou cca 1520 kW ročně. To odpovídá instalovanému výkonu elektrárny cca 1,6 kWp. Porovnáme-li tento instalovaný výkon s podmínkami dotačního programu (nad jeden kilowatt instalovaného výkonu 1100 €, každý další kilowatt 900 €), vychází lépe zvýšit instalovaný výkon nad 2 kWp i za cenu, že nespotřebovaná energie bude přetékat do distribuční sítě. Za tuto energii sice majitel elektrárny nedostane žádnou finanční odměnu, ale zároveň přetok do sítě není zakázaný.

Jak už bylo psáno dříve, rodinný dům se nachází na Slovensku, v Trenčínském kraji ve městě Handlová, na parcele číslo 2112. Dům má plochou střechu a s využitím podpěrné konstrukce dosáhneme nastavení panelů s ideální orientací a sklonem. V okolí domu navíc nejsou žádné objekty, které by nám střechu s panely zastiňovaly.

U elektrárny o instalovaném výkonu 2 kWp je v tomto geografickém území pomocí programu PVGIS (photovoltaic geographical information system), určena předpokládaná roční produkce elektrické energie uvedená v Tab 5-2. Grafické znázornění předpokládané roční produkce je uvedeno na Obr. 5-1.

Tab 5-2: Předpokládaná výroba fotovoltaické elektrárny

Pevný systém: sklon = 35°, azimut = 0° (doporučené hodnoty PVGIS)				
Měsíc	E_d	E_m	H_d	H_m
Leden	2,53	78,3	1,46	45,4
Únor	3,97	111	2,33	65,2
Březen	5,52	171	3,38	105
Duben	6,92	207	4,41	132
Květen	7,63	236	4,96	154
Červen	7,59	228	5,01	150
Červenec	8,09	251	5,40	167
Srpen	7,18	223	4,76	148
Září	6,17	185	3,96	119
Říjen	4,90	152	3,02	93,6
Listopad	2,59	77,6	1,55	46,6
Prosinec	1,88	58,4	1,10	34,0
Roční průměr	5,42	165	3,45	105
Celkem za rok	1980		1260	

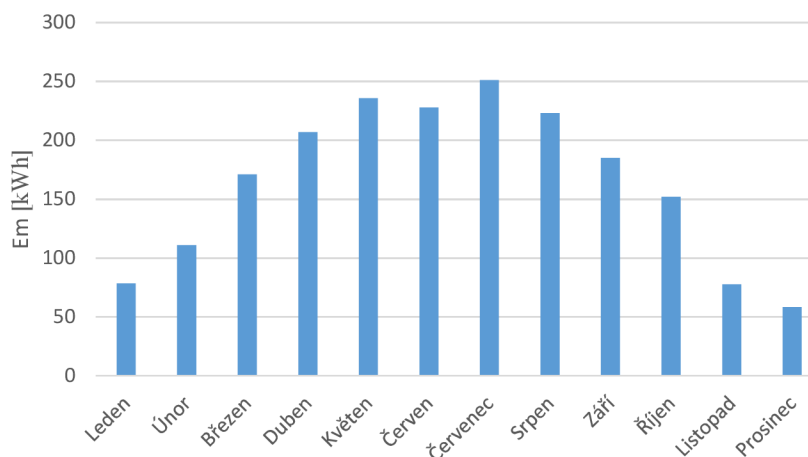
E_d Průměrná denní produkce elektrické energie (kWh),

E_m Průměrná měsíční produkce elektrické energie (kWh),

H_d Průměrná denní intenzita slunečního záření (kWh/m²),

H_m Průměrná měsíční intenzita slunečního záření (kWh/m²),

Předpokládaná roční produkce FVE



Obr. 5-1: Předpokládaná roční produkce FVE

5.2.1. Fotovoltaické panely

Při výběru fotovoltaických panelů se nabízí základní výběr mezi třemi typy používaných panelů. Můžeme vybírat mezi polykrystalickými, monokrystalickými a tenkovrstvými panely. Tenkovrstvé panely vypadávají z výběru jako první, protože disponují malou účinností a pro potřebný výkonový zisk by bylo nutné použít větší množství panelů. Jelikož střecha, na kterou budeme panely umisťovat je rovná a má rozlohu cca 80 m², tak tyto panely nejsou vhodné [25].

Monokrystalické panely se vyznačují lepší účinností, pokud jsou provozovány v ideálních podmínkách, tedy natočeny přímo proti intenzivnímu slunečnímu svitu. Polykrystalické panely

pracují v ideálních podmínkách oproti monokrystalickým s nižší účinností přeměny energie, ovšem pokud nastanou zhoršené podmínky s nižší úrovní osvětlení, dokážou panely pracovat efektivněji. V klimatických podmínkách, které panují v naší oblasti, to znamená, že použití polykrystalických, či monokrystalických panelů za rok provozu může dodat zhruba stejné množství elektrické energie [25].

Hlavní rozdíl je v rovnoměrnosti dodávky, kdy pro celoroční provoz jsou vhodnější polykrystalické panely, které zabezpečí stabilnější dodávku energie. Právě z tohoto důvodu budou zvoleny polykrystalické panely. V následující Tab 5-3 jsou uvedené běžně prodávané panely, ze kterých bude vybrán konkrétní panel, použitý v návrhu [25].

V Tab 5-3 jsou použity tyto zkratky:

P_m	jmenovitý výkon panelu,
μ	účinnost panelu,
U_{oc}	napětí panelu naprázdno,
U_{mp}	napětí při jmenovitém výkonu panelu,
I_{mp}	proud při jmenovitém výkonu panelu,
I_{sc}	zkratový proud panelu,

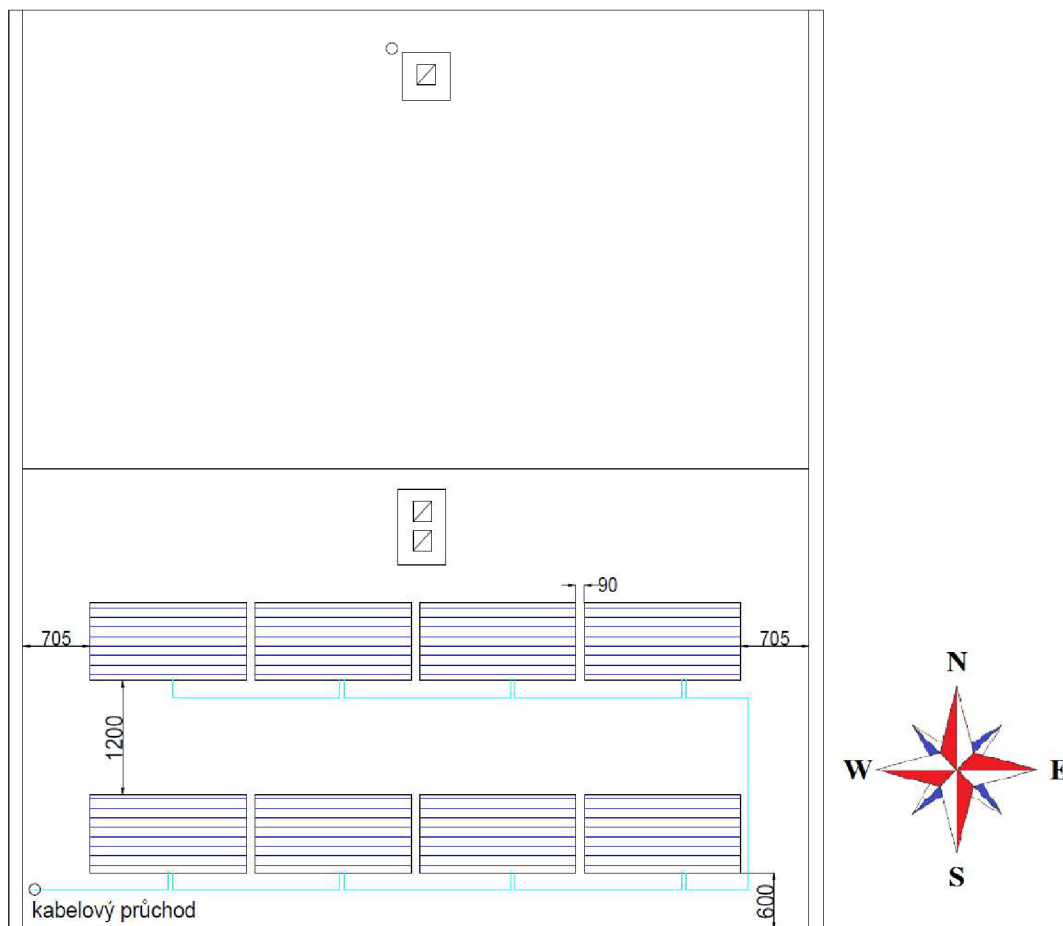
Na většinu panelů je udávána záruka formou záruky na výrobek (výrobní vady), ta je v tabulce uvedena jako první, druhý údaj udává záruku výkonu cca 80 % původního výkonu panelu.

Tab 5-3: Přehled parametrů běžně dostupných panelů

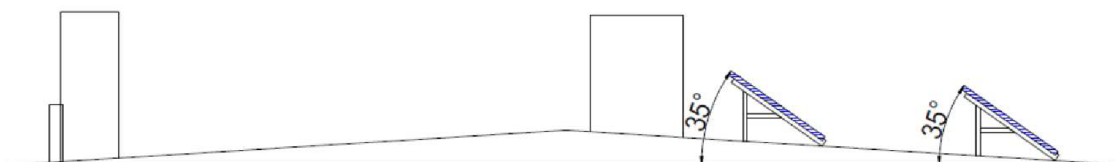
Panel	P_m (W)	μ (%)	U_{oc}/U_{mp} (V)	I_{mp}/I_{sc} (A)	Cena (€)	Cena/Wp (€)	Záruka (roky)
Amerisolar AS-P60 255	255	15,67	38,1/30,5	8,37/8,83	164,0	0,643	12/30
Amerisolar AS-P60 260	260	15,98	38,2/30,7	8,47/8,83	167,4	0,644	12/30
AUO BenQ Green Triplex PM060000	260	16,1	38,3/30,3	8,59/9,11	183,1	0,704	10
IBC PolySol 260 ZL4	260	16	38,1/31,1	8,37/8,59	188,3	0,725	15/25
Kyocera KT265-6MCA	265	16,1	38,3/31	8,55/9,26	263,8	0,995	10/25
Cotech Solar CSP250-60P	250	15,37	36,3/30,6	8,17/8,71	198,9	0,795	10/25
Canadian Solar CS6P	260	15,2	37,92/31,25	8,33/8,67	212,7	0,819	12/25
Solarline-150P	150	15,2	22,2/18,76	8,01/8,32	112,8	0,752	10

Z Tab 5-3 je patrné, že v účinnosti panelů velké rozdíly nejsou, z pohledu ceny (včetně DPH) a udávané záruky pak vycházejí nejlépe panely Amerisolar, jenž by navíc měli být bez problému dostupné, figurují totiž v seznamu registrovaných výrobků pro dotační programy.

Pro navrhovanou elektrárnu budou stačit slabší panely Amerisolar AS-P60 255 v počtu osmi kusů. Špičkový výkon elektrárny tedy bude dosahovat 2040 Wp. Navrhované rozložení panelů na střeše domu je znázorněno na Obr. 5-2 a na Obr. 5-3.



Obr. 5-2: Navrhované rozložení panelů - pohled shora



Obr. 5-3: Navrhované rozložení panelů - boční pohled

5.2.2. Střídač

Fotovoltaické panely nám generují stejnosměrný proud, proto abychom mohli FV elektrárnu připojit do elektrorozvodné sítě, je zapotřebí použít střídač, který nám přemění stejnosměrný proud na střídavý. Důležitý parametr při výběru střídače je schopnost dodávat co nejvyšší výkon s minimalizováním ztrát, k čemu může dopomoci střídač se sledováním bodu maximálního výkonu panelů (MPPT), upravující vstupní odpor a zajišťuje tím ideální provozní vlastnosti střídače. Pro naši elektrárnu je potřeba zvolit střídač, který zvládne výkon 2040 Wp, zapojený do jednoho stringu s napětím cca 310 V DC naprázdno. Podle pravidel provozu distribuční soustavy, je možnost použít jednofázové či třífázové střídače. Pro jednofázové platí maximální výkon 4,6 KVA, při vyšším výkonu už je zapotřebí použít střídač třífázový z důvodu velké nesymetrie sítě, kterou by způsoboval střídač jednofázový. Naše elektrárna tuto podmínku bez

problémů splňuje, bude tedy vybrán střídač jednofázový. V Tab 5-4 je opět uveden přehled dostupných střídačů, ze kterých následně vybereme vhodnou variantu pro návrh. [26], [27].

Tab 5-4: Dostupné 1-fázové střídače

Střídač	μ (%)	DC _{max} (W)	Rozsah MPP (VDC)	I _{vst max} (A)	AC _{max} (W)	I _{výst max} (A)	Cena (€)
Delta Solivia 2.0 TR	93,1	2400	150-480	15	2000	9	912
SMA Sunny Boy 2,5	96,7	2650	260-500	10	2500	11	997,2
Fronius GALVO 2.0-1	96	2140	120-335	17,8	2500	9,7	1024,3

Pro navrhovanou FV elektrárnu bude vhodné zvolit střídač Fronius GALVO 2.0-1. Střídač je osazen MPP trackerem, pracujícím pro naši elektrárnu s velmi vhodným rozpětím napětí 120 - 335 V (panely v jednom stringu při jmenovitém výkonu budou dosahovat napětí 244 V). Střídač navíc disponuje VF transformátorem, čímž zabezpečí galvanické oddělení od sítě a dále nabízí značné možnosti ve směru komunikace. Nabízí otevřený Modbus standardní komunikační protokol, díky kterému informuje o stavu výroby přes ethernet, s výhodou využitelný pro propojení se systémovou elektroinstalací, případně má integrované WLAN rozhraní. Z těchto důvodů je vhodnější i přes svojí nepatrně vyšší cenu oproti ostatním střídačům uvedeným v Tab 5-4.

5.2.3. Zapojení, jištění a ochrany

Fotovoltaické panely v počtu osmi kusů budou zapojeny do jednoho stringu, jak je nakresleno na Obr. 5-2. Panely jsou osazeny konektory MC4 s délkou přípojného kabelu 900 mm, průřezu 4 mm². Propojení mezi řadami panelů a následně spojení do rozváděče fotovoltaiky může být vyřešeno například kabelem Flex-Sol-XL 4mm².

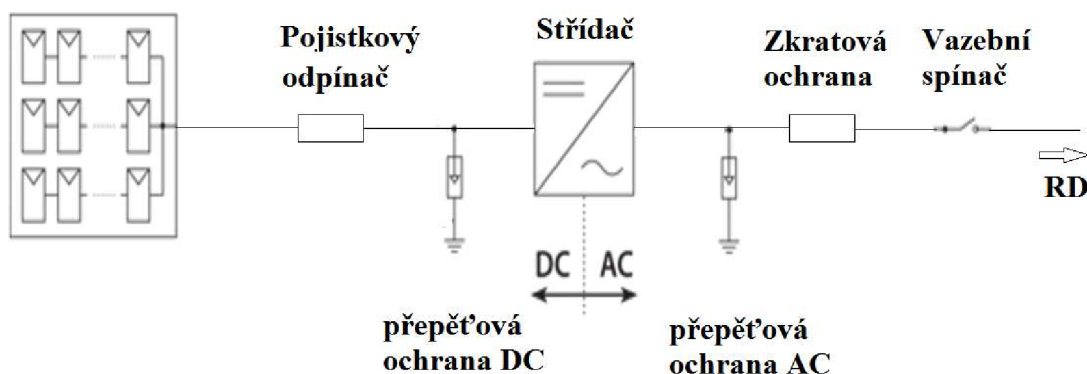
Fotovoltaický rozváděč (v projektu systémové elektroinstalace označovaný RFVE) obsahující střídač je umístěn v přízemí na chodbě. Přívod DC kabeláže bude v rozváděči odjištěn pojistkovým odpínačem OPVP10-1 s válcovou pojistkovou vložkou CH10gPV o jmenovitém proudu I_{np} = 16 A a jmenovitém napětí U_{np} = 1 kV DC, (max. vstupní proud střídače 17,8 A).

Zároveň je potřeba střídač na vstupu DC strany ochránit před indukovaným a atmosférickým přepětím způsobeným úderem blesku. To je vyřešeno přepětovou ochranou CITEL DS240S-350DC s jmenovitém napětím U_{np} = 350 V DC, maximální provozní napětí má přepětová ochrana U_{max} = 460 V DC.

Ze střídače je na AC straně počítáno s vyvedením výkonu pomocí kabelu CYKY-J 3x 2,5 a podle pravidel provozu distribučních soustav, je povinnost zdroj energie před spojením s distribuční soustavou opatřit spínacím zařízením (vazebním spínačem) se schopností vypínání zátěže. Dále musí být spínacímu zařízení předřazena zkratová ochrana. V tomto návrhu funkci zkratové ochrany zastane jistič, dimenzovaný na maximální výstupní proud střídače I_{ACmax} = 10 A. S rezervou tedy bude zvolený jednofázový jistič s hodnotou jmenovitého proudu, I_{nj} = 16 A. Pro výběr stykače (vazebního spínače) platí taktéž maximální výstupní proud střídače, zvolen je stykač s I_{nj} = 16 A, umožňující odpínání elektrárny pomocí HDO. AC stranu stykače je dále také vhodné osadit přepětovou ochranou na jmenovité napětí 230 V AC, např Saltek DA-275 DJ. Pro propojení rozváděče fotovoltaiky a domovní elektroinstalace je počítáno

s kabelem CYKY-J 3x 2,5 (ve výkresové dokumentaci elektroinstalace pod označením WL9). Blokové schéma fotovoltaické elektrárny je uvedeno na Obr. 5-4 [27].

8 x Amerisolar AS-P60 255



Obr. 5-4: Blokové schéma fotovoltaické elektrárny

Při instalaci elektrárny bude dále potřeba upravit elektroměrový rozváděč. Distributor na základě žádosti o připojení elektrárny k síti provede výměnu elektroměru za čtyř - kvadrantový (4-Q), schopný měřit energii ze sítě odebranou, ale také elektrárnou do sítě dodanou. Elektroměrová skříň bude dále osazena hromadným dálkovým odpojením.

5.2.4. Rozpočet a ekonomické zhodnocení

Rozpočet fotovoltaické elektrárny je uvedený v Tab 5-5, ovšem obsahuje pouze materiál, bez instalačních prací, projektu a dopravy.

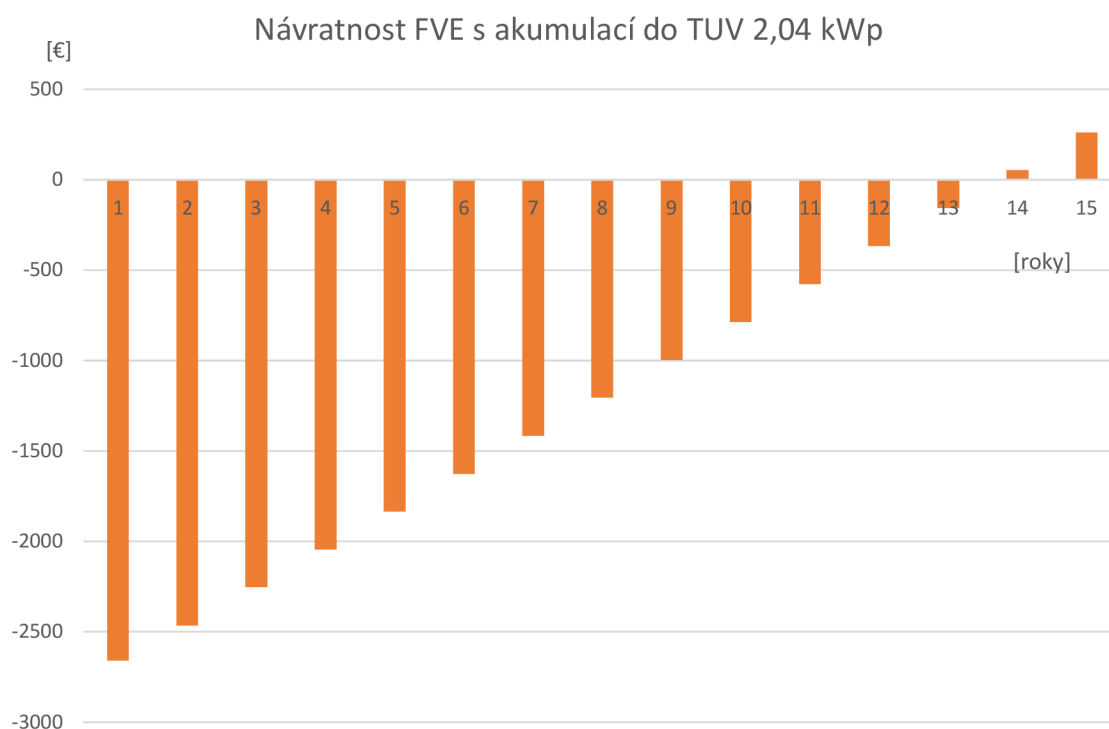
Tab 5-5: Soupis materiálu pro fotovoltaickou elektrárnu

Materiál	Počet (ks)	Cena (€/ks)	Celková cena (€)
Panel Amerisolar AS-P60 255	8	164	1312
Střídač Fronius GALVO 2.0-1	1	1024,3	1024,3
Konstrukce pod panely	8	95	760
DC odpojovač s pojítkou	1	10	10
Přepětová ochrana CITELE DS240S-350DC	1	80	80
Přepětová ochrana Saltek DA-275 DJ	1	50	50
Jistič LTN 16-B-1	1	4	4
Stykač 1 pólový, 16 A, klasik	1	20	20
Rozváděč	1	95	95
Kabeláž	1	130	130
Celkem			3485,3

K Ceně 3485,3 € je dále potřeba připočítat cenu za montáž, dopravu a zpracování projektu. Pro reálný odhad ceny bude tato částka navýšena podle vzorového projektu na klíč, od Firmy Collect Sun, s.r.o. patřící mezi oprávněné zhotovitele pro FV systémy, žádající o podporu z dotačního programu. Vzorový projekt obsahuje elektrárnu s takřka shodnými parametry (výkon FVE 2080 Wp) instalované na ploché střeše, bližší specifikaci bohužel dodavatel přímo neuvádí. Ceniková cena takovéto elektrárny na klíč je 4730 € včetně DPH. Z této ceny dále odečteme podporu z dotačního programu a dostáváme se na výslednou cenu elektrárny cca 2660 €, ze které se určí ekonomická návratnost investice.

Jelikož fotovoltaické elektrárny už nejsou podporované formou výkupu přebytečné energie tekoucí do distribuční soustavy, návratnost investice je závislá pouze na vlastní spotřebě domu, pokrytou fotovoltaickou elektrárnou. Jak je zmíněno výše v samotném návrhu instalovaného výkonu, odhadovaná roční produkce elektrárny se pohybuje kolem 1980 kWh ročně, navíc je lehce předimenzovaná, kvůli dosažení vyššího bonusu dotačního programu. Z hlediska principu funkce fotovoltaické elektrárny a její nestálosti výroby je jisté, že v domě se určitě nepodaří využít všechna vyrobená energie, ani za přispění akumulace energie do teplé vody. Z tohoto důvodu budeme pro návratnost investice kalkulovat s 55 % využitím získané energie, tedy 1090 kWh ročně.

Odběrné místo disponuje jednotarifovým sazebníkem, při kterém se cena za energii pohybuje 0,18 €/kWh. Roční úspora za těchto podmínek vychází na cca 196 €. Budeme-li dále brát v potaz průměrnou roční inflaci 0,7 %, návratnost investice činí necelých 14 let a je vyobrazena na Obr 5-5.



Obr. 5-5: Návratnost investice fotovoltaické elektrárny

6. Závěr:

Úkolem této diplomové práce bylo seznámení se systémovými elektroinstalacemi, jejich porovnání s klasickou elektroinstalací a představení konkrétních systémů instalací na dnešním trhu. Následně vytvoření projektové dokumentace systémové elektroinstalace konkrétního objektu zahrnující silnoproudé a slaboproudé výkresy, návrh rozváděče, rozpočet projektu a návrh malé fotovoltaické elektrárny s ekonomickým zhodnocením.

První část práce se věnuje základní problematice systémových elektroinstalací, kde je uvedené porovnání s klasickou elektroinstalací, shrnutí sběrníkových systémů, jejich topologií a následné představení typů instalací podle výrobců. Podrobněji je v práci představen systém Foxtrot, protože díky své otevřenosti, výkonné procesorové jednotce, vhodnému procesorovému systému vstupně/výstupních periférií je ideální kandidát k využití v návrhu elektroinstalace zvoleného objektu.

V další části je řešený samotný projekt systémové instalace rekonstruovaného rodinného domu, nacházejícího se na Slovensku, v Trenčinském kraji ve městě Handlová, na parcele číslo 2112. Objekt disponuje přízemím a dvěma nadzemními patry, zastřešený je plochou střechou. Systémová elektroinstalace bude v domě řídit žaluziovou techniku, osvětlení, některé zásuvkové obvody, vytápění a ohřev teplé vody. Zabezpečovací systém bude kvůli certifikovanému provedení systému Jablotron 100.

Projektová dokumentace systémové elektroinstalace, která je k práci přiložena je v rozsahu pro provedení stavby a zahrnuje deset silnoproudých výkresů s označením E-503, tři slaboproudé výkresy s označením E-303 a návrh rozváděče na výkresech označených E-504. Výkresová dokumentace byla vytvořena v programu ElproCad.

Systémová elektroinstalace je řízená pomocí centrální řídicí jednotky CP-1000, na kterou jsou připojeny všechny ostatní aktory a senzory tak, jak je uvedeno na Výkresu E-503 - list 10, topologie systému Foxtrot.

Pro systémovou elektroinstalaci je vytvořený rozpočet, který pro zpracovaný projekt počítá s cenou materiálu cca 12794 € včetně DPH, je potřeba ovšem počítat, že rozpočet nekalkuluje se svítidly, které se z části využijí ze stávající instalace a dále nezahrnuje náklady na montáž a dopravu. Rozpočet, včetně technické zprávy a výkresové dokumentace je obsahem přílohy práce.

V poslední části práce je rozebrán návrh fotovoltaické elektrárny. Jsou popsány podmínky dotačních programů a následně hlavní komponenty fotovoltaické elektrárny. Samotný návrh, jenž je v práci zpracovaný bude sloužit jako vzorový a konečné řešení konkrétních typů součástí systému určí oprávněný koncový zhotovitel. Buďto podle dostupnosti materiálu, nebo také cenové politiky sjednané se svými dodavateli. Toto řešení je z důvodu využití dotačních prostředků a to sebou nese zhotovení pomocí certifikovaného dodavatele.

Navrhovaná elektrárna disponuje instalovaným výkonem 2040 Wp získaným pomocí osmi panelů, jednofázovým střídačem, schopným komunikovat se systémovou elektroinstalací z důvodu spínaného ohřevu teplé vody a jisticími a ochrannými prvky, jak je popsáno v kapitole 5.2.3. Pro vzorový projekt je vytvořené ekonomické zhodnocení pomocí podobného projektu dodávaného na klíč. Celková návratnost investice činí necelých 14 let.

7. Použitá literatura

- [1] KUNC, J. *ABB: Principy provozování klasické a systémové instalace*. [online]. 9. 7. 2009, [cit. 2016-10-10]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/principy-provozovani-klasicke-a-systemove-instalace>
- [2] HALUZA, Miroslav a Jan MACHÁČEK. Klasická versus inteligentní elektroinstalace. In: *Tzbinfo* [online]. 2011 [cit. 2016-10-16]. Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>
- [3] ŽÁK, L. *O budovách inteligentních*. [online]. 2014 [cit. 2016-10-16]. Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/inteligentni-budovy/12176-o-budovach-inteligentnich>
- [4] JORDA, M. *Ekonomická efektivnost systémové elektroinstalace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 69 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jan Macháček.
- [5] BOTHE, R. *Inteligentní elektroinstalace budov - systém Nikobus, Uživatelský manuál v.1.0: Příručka pro uživatele, montáž a projektování systému Nikobus*. [online]. 2014, s. 148 [cit. 2016-10-27]. Dostupné z: <http://www.eatonelektrotechnika.cz/pdf/manual%20nikobus.pdf>
- [6] ING. TOMAN, Karel. Decentralizované sběrníkové systémy. In: *Tzb-info* [online]. 2007 [cit. 2016-10-29]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4213-decentralizovane-sbernicove-systemy>
- [7] VANUŠ, J. *Systémová technika budov a bytů* [online]. Ostrava, 2003, s. 17 [cit. 2016-10-29]. Dostupné z: <http://feil.vsb.cz/kat420/vyuka/TZB/systemova%20technika%20budov.pdf>. VŠB – TU Ostrava.
- [8] ING. KUNC, Josef. *Stručně o systémové instalaci KNX*. Brno, 2014.
- [9] MICHALEC, Libor. Topologie KNX. In: *Hw* [online]. 2013 [cit. 2016-11-08]. Dostupné z: <http://www.hw.cz/energetika-a-smart-grids/topologie-knx.html>
- [10] KUNC, Josef. Topologické uspořádání KNX/EIB [online]. 2009, , 1 [cit. 2016-11-08]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/abb-systemove-elektricke-instalace-knx-eib-2013-10-cast>
- [11] Technické info o systému Ego-n. Informační portál o domovní elektroinstalaci [online]. [cit.2016-11-20]. Dostupné z: <http://www117.abb.com/index.asp?thema=10245>
- [12] INELS: RF Control. ELKO ep [online]. [cit. 2017-01-04]. Dostupné z: <http://www.elkoep.cz/produkty/inels-rf-control/>
- [13] Instalační manuál: iNELS RF Control. 1. Dostupné také z: http://www.inels.cz/media/files/file/item/files-170/instalacni_manual_rf_control.pdf
- [14] *Katalog produktů*. [online]. s. 108 [cit. 2016-11-30]. Dostupné z: <http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/PRINTS/Foxtrot-CZ.pdf>
- [15] *Programovatelné automaty Tecomat Foxtrot* [online]. říjen 2014 [cit. 2016-12-16]. 21. vydání. TXV 004 10. Dostupné z: http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00410_01_General_Foxtrot.pdf
- [16] Co lze ovládat? *Ovladejsvujdum.cz* [online]. [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: <http://controlyourhouse.com/cs/co-lze-ovladat/>
- [17] KUBEC, J. *Příručka projektování CFox, RFox a Foxtrot*. [online]. 2016 [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00416_01_CFoxRFoxProjektovani_cz.pdf
- [18] BLAŽEK, Vladimír a Petr SKALA. *Distribuce elektrické energie* [online]. [cit. 2016-12-16]. Skripta. VUT.

- [19] POLÁK, K. *Sběrnice CAN*. [online]. 2003 [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <http://www.elektrorevue.cz/clanky/03021/index.html>
- [20] *Čo je to DALI*. [online]. [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: <http://www.meanwell.co/kontakt/technicke-doporucenia/co-je-to-dali/>
- [21] *PLC Tecomat Foxtrot*. [online]. [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: <http://www.tecomat.com/kategorie-308-tecomat-foxtrot.html>
- [22] KUNC, Josef. Elektroinstalace (2): Nároky na elektrické rozvody [online]. [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://www.infobydleni.cz/news/elektroinstalace-2-naroky-na-elektricke-rozvody/>
- [23] Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory z podprogramu Nová zelená úsporám: RODINNÉ DOMY. 2017. Dostupné také z: http://www.novazelenausporam.cz/file/476/zavazne-pokyny-pro-zadatele-rd_3_vyzva.pdf
- [24] VŠEOBECNÉ PODMIENKY NA PODPORU: využitia obnoviteľných zdrojov energie v domácnostiach. VERZIA 5. 2016. Dostupné také z: <http://zelenadomacnostiam.sk/wp-content/uploads/vseobecne%20podmienky/Vseobecne-podmienky-Zelena-domacnostiam-V5-10112016.pdf>
- [25] HNILICA, Pavel. Jaké fotovoltaické panely použít: 5.díl ze seriálu článků [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <https://www.deramax.cz/5-jake-fotovoltaicke-panely-pouzit-5-dil-ze-serialu-clanku>
- [26] MASTNÝ, Petr, Jiří DRÁPELA, Stanislav MIŠÁK, Jan MACHÁČEK, Michal PTÁČEK, Lukáš RADIL, Tomáš BARTOŠÍK a Tomáš PAVELKA. Obnovitelné zdroje elektrické energie. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011, 254 s. ISBN 978-80-01-04937-2.
- [27] ERU. Pravidla pro paralelní provoz zdrojů se sítí provozovatele distribuční soustavy: Příloha 4. In: *Pravidla provozování distribučních soustav*. 2014. Dostupné z: https://www.eru.cz/documents/10540/462808/P%C5%99%C3%ADloha_4_Sklady+Hodon%C3%ADn.pdf/8818938d-1314-4e1f-af69-3ca7ed61d76b

Seznam příloh

Tištěné přílohy – součást vazby:

- Technická zpráva (6 listů A4)
- Silnoproudé rozvody (10 listů A3)
- Slaboproudé rozvody (3 listy A3)
- Rozváděč (8 listů A3)
- Rozpočet projektu (1 list A4, 3 listy A3)

Elektronické přílohy – vložené na CD-ROM

- 1-E-503-1
- 2-E-503-2
- 3-E-503-3
- 4-E-503-4
- 5-E-503-5
- 6-E-503-6
- 7-E-503-7
- 8-E-503-8
- 9-E-503-9
- 10-E-503-10
- 11-E-303-1
- 12-E-303-2
- 13-E-303-3
- 14-E-504-1
- 15-E-504-2
- 16-E-504-3
- 17-E-504-4
- 18-E-504-5
- 19-E-504-6
- 20-E-504-7
- 21-E-504-8
- Rozpočet
- Technická zpráva