

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



# 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 FVE BYTOVÉHO DOMU

DESIGN OF PHOTOVOLTAIC POWER PLANT FOR FLAT HOUSE

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Holuša

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Morávek, Ph.D.

BRNO 2021

# Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

**Student:** Martin Holuša

**ID:** 209383

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2020/21

**NÁZEV TÉMATU:**

## Návrh FVE bytového domu

**POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:**

Cílem práce je realizace návrhu FVE bytového domu, která bude s ohledem na návratnost investic optimální pro předložený bytový dům. Součástí práce bude i vytvoření parametrizovatelného formuláře, který umožní investorovi zhodnotit návratnost investice FVE s ohledem na aktuální stav cenové politiky silové elektřiny a ceny za distribuci.

Úkoly:

- zmapování a popis současného stavu bytového domu a zvyklostí obyvatel (analýza spotřeby elektřiny a zvyklostí, zmapování potenciálu pro umístění FVE)
- návrh několika konceptů využití FVE (s přetokem do DS a bez přetoku) s výkony FVE odvozenými od potřeby vybrané bytové jednotky
- zhodnocení návratnosti investic a výběr nejvhodnějšího konceptu FVE (zjednodušený výpočet pro konzervativní scénář)
- zpracování projektové dokumentace elektroinstalace na úrovni realizace stavby zvoleného konceptu FVE a položkového rozpočtu
- detaillnější výpočet návratnosti investic pro několik pravděpodobných scénářů vývoje cen dotací, elektřiny a dostupných tarifů – pro tento účel bude připraven parametrizovatelný formulář

**DOPORUČENÁ LITERATURA:**

podle pokynů vedoucího bakalářské práce

**Termín zadání:** 8.2.2021

**Termín odevzdání:** 1.6.2021

**Vedoucí práce:** Ing. Jan Morávek, Ph.D.

**doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.**  
předseda rady studijního programu

**UPOZORNĚNÍ:**

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské 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.

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je vypracování návrhu fotovoltaické elektrárny pro zadaný bytový dům. Teoretická část se zabývá základními komponentami fotovoltaické elektrárny, její legislativou, možnostmi dodávky vyrobené el. energie dalším subjektům a vytvoření variantních konceptů samotné fotovoltaické elektrárny. V praktické části jsou koncepty ekonomicky zhodnoceny pomocí parametrizovatelného formuláře a u vybrané varianty je vytvořena projektová dokumentace pro její realizaci.

## **Klíčová slova**

fotovoltaika, FV elektrárna, prvky FV elektrárny, lokální distribuce, legislativa, návrh, ekonomické zhodnocení

## **Abstract**

The aim of this bachelor thesis is to develop a design of a photovoltaic power plant for a given flat house. The theoretical part deals with the basic components of a photovoltaic power plant, its legislation, the possibilities of supplying electricity to other entities and the creation of variant concepts of the photovoltaic power plant itself. In the practical part, the concepts are economically evaluated using a parameterizable form and for the selected variant is created project documentation for its implementation.

## **Keywords**

photovoltaic, PV power plant, elements of PV power plant, local distribution, legislation, design, economic evaluation

## **Bibliografická citace**

HOLUŠA, Martin. *Návrh FVE bytového domu* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-28]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/133351>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Jan Morávek.

# Prohlášení autora o původnosti díla

<b>Jméno a příjmení studenta:</b>	Martin Holuša
<b>VUT ID studenta:</b>	209383
<b>Typ práce:</b>	Bakalářská práce
<b>Akademický rok:</b>	2020/21
<b>Téma závěrečné práce:</b>	Návrh FVE bytového domu

Prohlašuji, že svou závěrečnou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí/ho závěrečné 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 závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné 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: 1. června 2021

-----  
podpis autora

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Morávkovi, Ph.D za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne: 1. června 2021

-----  
podpis autora

# Obsah

<b>1. ZÁKLADNÍ KOMPONENTY A TYPY FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN .....</b>	<b>14</b>
1.1 FV PANELY .....	14
1.1.1 Monokrystalický panel .....	14
1.1.2 Polykrystalický panel .....	15
1.1.3 Amorfni panely.....	16
1.2 STŘÍDAČ .....	17
1.2.1 Střídače podle počtu MPPT .....	18
1.2.2 Symetrie střídačů .....	18
1.2.3 Rozdělení střídačů.....	19
1.2.3.1 1f a 3f střídače .....	19
1.2.3.2 Ostrovní a hybridní střídač a módy hybridního střídače .....	19
1.3 MOŽNOSTI UMÍSTĚNÍ FV PANELŮ.....	19
1.3.1 Panely umístěné na střeše .....	19
1.3.2 Panely umístěné na fasádě.....	20
1.3.3 Panely na volné ploše .....	20
1.4 VYUŽITÍ VYROBENÉ EL. ENERGIE Z FVE .....	20
1.4.1 Dodávka do distribuční soustavy .....	21
1.4.1.1 Možnosti pro vykupování přebytků.....	21
Povinný výkup přebytků .....	21
ČEZ .....	21
BezDodavatele .....	21
Bohemia Energy .....	22
E.ON .....	22
1.4.2 Zvýšení energetické nezávislosti formou akumulace.....	23
1.4.2.1 Akumulace do baterií .....	23
1.4.2.2 Akumulace do tepla - Ohřev vody a následné vytápění .....	23
<b>2. LOKÁLNÍ DISTRIBUCE .....</b>	<b>25</b>
2.1 LOKÁLNÍ DISTRIBUČNÍ SOUSTAVA.....	25
2.1.1 Licence pro provoz LDS.....	26
2.1.2 Další povinnosti provozovatele LDS.....	26
2.1.3 Výhody a nevýhody LDS .....	26
2.1.3.1 Výhody.....	26
2.1.3.2 Nevýhody .....	27
2.2 SPOLEČNÉ ODBĚRNÉ MÍSTO .....	27
2.2.1 Podmínky pro provoz .....	28
2.3 PŘÍMÉ VEDENÍ .....	28
2.3.1 Povinnosti výrobce elektřiny.....	29
<b>3. LEGISLATIVA .....</b>	<b>31</b>
3.1 ZÁKON Č. 183/2006 SB. (STAVEBNÍ ZÁKON) .....	31
3.2 VYHLÁŠKA Č. 501/2006 SB. ....	31
3.3 VYHLÁŠKA Č. 268/2009 SB. ....	31
3.4 ZÁKON Č. 458/2000 SB. (ENERGETICKÝ ZÁKON) .....	31
3.4.1 FVE do 10 kW (pro vlastní spotřebu) .....	31
3.4.2 FVE nad 10 kW pro vlastní spotřebu .....	32



3.5	ZÁKON Č. 165/2012 SB. ....	32
3.6	VYHLÁŠKA Č. 9/2016 SB. ....	32
3.7	VYHLÁŠKA Č. 408/2015 SB. ....	33
3.8	VYHLÁŠKA Č. 16/2016 SB. ....	33
3.9	VYHLÁŠKA Č. 145/2016 SB. ....	33
<b>4.</b>	<b>VÝCHOZÍ STAV .....</b>	<b>34</b>
<b>5.</b>	<b>NÁVRH FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY.....</b>	<b>38</b>
5.1	KONCEPT I. - FVE POUZE PRO BYTOVOU JEDNOTKU S 1F STŘÍDAČEM .....	38
5.1.1	<i>Varianta A</i> .....	38
5.1.1.1	Střídač .....	39
5.1.1.2	FV panely.....	39
5.1.1.3	Kabely a bezpečnostní prvky .....	39
5.1.2	<i>Varianta B</i> .....	39
5.1.2.1	Střídač .....	39
5.1.2.2	FV panely.....	40
5.1.2.3	Kabely a bezpečnostní prvky .....	40
5.1.3	<i>Varianta C</i> .....	40
5.1.3.1	FV panely.....	40
5.1.3.2	Střídač .....	41
5.1.3.3	Kabely a bezpečnostní prvky .....	41
5.2	KONCEPT II. - FVE PRO CELÝ BYTOVÝ DŮM.....	41
5.2.1	<i>Varianta A</i> .....	41
5.2.1.1	FV panely.....	41
5.2.1.2	Střídač .....	42
5.2.1.3	Kabely a bezpečnostní prvky .....	42
5.2.2	<i>Varianta B</i> .....	42
5.2.2.1	Střídač .....	42
5.2.2.2	FV panely.....	42
5.2.2.3	Baterie .....	42
5.2.2.4	Kabely a bezpečnostní prvky .....	43
5.3	KONCEPT III. - KRYTÍ SPOTŘEBY A PRODEJ DO SÍTĚ .....	43
5.3.1	<i>FV panely</i> .....	43
5.3.2	<i>Střídač</i> .....	43
5.3.3	<i>Kabely a bezpečnostní prvky</i> .....	43
<b>6.</b>	<b>EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ .....</b>	<b>45</b>
6.1	KONCEPT I.....	45
6.1.1	<i>Varianta A (kap. 5.1.1)</i> .....	45
6.1.1.1	Výdaje .....	45
6.1.1.2	Příjmy.....	46
6.1.2	<i>Varianta B (kap. 5.1.2)</i> .....	47
6.1.2.1	Výdaje .....	47
6.1.2.2	Příjmy.....	48
6.1.3	<i>Varianta C (kap. 5.1.3)</i> .....	50
6.1.3.1	Výdaje .....	50
6.1.3.2	Příjmy.....	51
6.2	KONCEPT II. ....	52
6.2.1	<i>Varianta A (kap. 5.2.1)</i> .....	52
6.2.1.1	Výdaje .....	52
6.2.1.2	Příjmy.....	53

6.2.2	<i>Varianta B (kap. 5.2.2)</i> .....	55
6.2.2.1	Výdaje .....	55
6.2.2.2	Příjmy.....	56
6.3	KONCEPT III. (KAP. 5.3) .....	57
6.3.1	<i>Výdaje</i> .....	57
6.3.2	<i>Příjmy</i> .....	59
<b>7.</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>61</b>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1-1 Monokrystalický panel SHARP 300 Wp celočerný [13] .....	15
Obr. 1-2 FV články polykrystalického panelu [12] .....	16
Obr. 1-3 Tvar modifikované sinusoidy a čisté sinusoidy [18] .....	18
Obr. 2-1 Schéma LDS [3] .....	25
Obr. 2-2 Společné odběrné místo [8] .....	28
Obr. 2-3 Přímé vedení propojené se SOM .....	29
Obr. 4-1 Zobrazení aktuálního stavu jižní stěny .....	35
Obr. 4-2 Jižní strana bytového domu s možným umístěním FV panelů .....	36
Obr. 4-3 Jižní mansarda s rozměry .....	37
Obr. 5-1 Schématické zapojení FVE s limiterem [43].....	40

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1-1 Shrnutí FV panelů .....	17
Tabulka 1-2 Shrnutí možností pro výkup přetoků .....	22
Tabulka 6-1 Pořizovací náklady u varianty s 1f střídačem .....	45
Tabulka 6-2 Ekonomická návratnost varianty s 1f střídačem .....	46
Tabulka 6-3 Pořizovací náklady u varianty s Grid-Free střídačem .....	48
Tabulka 6-4 Ekonomická návratnost varianty s Grid-Free střídačem .....	49
Tabulka 6-5 Pořizovací náklady u varianty s 1f střídačem se zvýšeným počtem FV panelů .....	50
Tabulka 6-6 Ekonomická návratnost varianty s 1f střídačem .....	51
Tabulka 6-7 Pořizovací náklady u varianty Bytový dům s 3f střídačem .....	52
Tabulka 6-8 Ekonomická návratnost varianty Bytový dům s 3f střídačem .....	54
Tabulka 6-9 Pořizovací náklady u první varianty .....	55
Tabulka 6-10 Ekonomická návratnost varianty Bytový dům s hybridním střídačem.....	56
Tabulka 6-11 Pořizovací náklady u varianty Důraz na prodej el. energie .....	58
Tabulka 6-12 Ekonomická návratnost varianty Důraz na prodej el. energie .....	59
Tabulka 6-13 Souhrnná tabulka pořizovacích nákladů a prosté návratnosti jednotlivých variant ..	60

# ÚVOD

Fotovoltaické elektrárny (FVE) se řadí mezi obnovitelné zdroje elektrické energie. Při výrobě elektrické energie neprodukují žádné emise, které by mohly způsobit znečištění přírody. Obnovitelný zdroj znamená, podle §7 odst. 2 zákona č. 17/1992 Sb. Zákon o životním prostředí, zdroj, který se bude postupně spotřebovávat, ale má schopnost, se sám nebo s lidskou pomocí úplně nebo z části obnovovat [1]. Zde můžeme zařadit i energii slunečního záření.

V současné době jsou FVE masivně rozšířené a podporovaný trend, z důvodu, že se Evropa snaží stát uhlíkově neutrální, a FVE jsou jedním ze směrů jak vyrobit čistou el. energii.

Lidé si však instalují FVE hlavně z důvodu výroby vlastní el. energie, čímž si sníží spotřebovanou el. energii ze sítě a díky tomu ušetří peníze. Pro zvětšení spotřeby vyrobené el. energie z FVE se mohou instalovat bateriová uložení (pokud zásadně neprodlouží její ekonomickou návratnost), které umožní prodloužit nezávislost na dodávce elektrické energie ze sítě a tudíž ušetřit více peněz.

Tato bakalářská práce se věnuje návrhu FVE pro bytový dům, který se nachází v Brně. Práce má dvě části, teoretickou a praktickou. Teoretická část se zaměřuje na základní informace o hlavních částech FVE, základní znalosti zákonů pro její vybudování a provozování, a jak vyrobenou el. energii využít. Dále také řeší možnosti, jak vyrobenou el. energii distribuovat dalším lidem bez využití distribuční nebo přenosové soustavy České republiky. V závěru teoretické části je navrženo několik konceptů FVE pro zadaný bytový dům splňující investorovy požadavky.

Praktická část je zaměřena na cenové zhodnocení vytvořených konceptů a vybrání nejlepšího konceptu. Pro tento koncept bude dále vytvořena projektová dokumentace potřebná k realizaci FVE. V rámci praktické části bude také vytvořen parametrizovatelný formulář. V tomto formuláři je možné zadávat hodnoty předefinovaných parametrů jako např. výkon panelů, počet panelů, spotřeba el. energie domácnosti, atd. Ze zadaných údajů se následně vypočítá množství vyrobené el. energie a návratnost FVE.

# 1. ZÁKLADNÍ KOMPONENTY A TYPY FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN

Fotovoltaická elektrárna (FVE) přeměňuje energii slunečního záření na elektrickou energii. Přeměna může probíhat díky objevu fotoelektrického jevu, který byl objeven koncem 19. století. Ale až v roce 1905 dokázal Albert Einstein tento jev objasnit. [9]

Základními komponenty FVE jsou fotovoltaické panely (FV panely) a DC/AC střídač. Vše je vzájemně propojené kabeláží.

## 1.1 FV panely

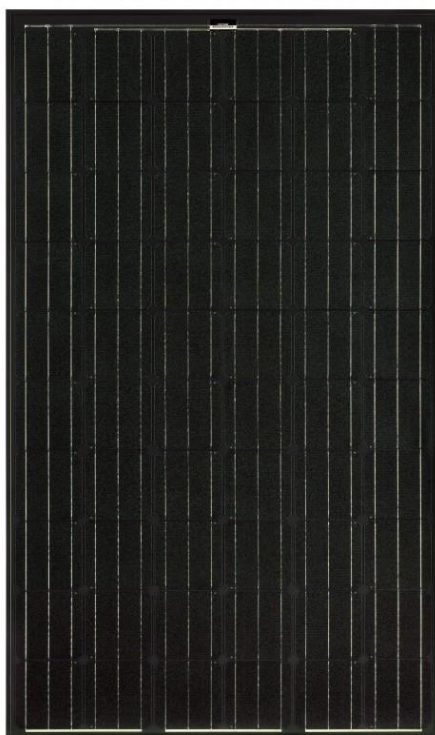
FV panel se skládá z FV článků. FV články mohou být v panelu zapojeny v sérii, paralelně nebo v sérioparalelní kombinaci. Toto určuje výstupní napětí a proud panelu. Obvykle FV panel obsahuje 60, 72 nebo 96 FV článků [10].

Existují 3 základní typy FV panelů, které se dělí podle typu FV článků na: monokrystalické, polykrystalické a amorfní (thin-film). Základním materiálem mono a polykrystalických panelů je křemík. U amorfních panelů jsou nejčastěji používané materiály: CdTe (sloučeniny kadmia a teluru), amorfní křemík (a-Si) a CIGS (sloučenina mědi, india galia a selenu). [11]

FV panely mohou být zapojeny v sérii, paralelně anebo v kombinaci předešlých dvou. Záleží to hlavně na maximálních přípustných hodnotách napětí a proudu na vstupu (vstupech) střídače. Pokud chceme zvětšovat proud, budou se panely řadit paralelně a pokud chceme zvětšovat napětí, řadíme panely do série. [10]

### 1.1.1 Monokrystalický panel

FV článek je vyroben řezáním jednoho jediného krystalu křemíku na tenké plátky. Toto jim propůjčuje největší účinnost (v současnosti až 22 %), dále pak mají nižší teplotní koeficient, což znamená, že výkon panelů s narůstající teplotou klesá pomaleji, a v důsledku vyrobí více el. energie než polykrystalické panely. A navíc díky větší účinnosti mají větší výkonovou výtěžnost ze stejné plochy a jejich ztráta výkonosti se projevuje o něco pomaleji než u ostatních druhů panelů. Ale kvůli výrobě z jednoho monokrystalu je panel o něco dražší než polykrystalický panel.[12][13]



**Obr. 1-1 Monokrystalický panel SHARP 300 Wp celočerný [13]**

### **1.1.2 Polykrystalický panel**

FV článek je vyroben z roztavených kusů křemíku, které se následně slisují do formy, ze které se posléze řežou tenké plátky. Polykrystalický panel jde na první pohled rozeznat od monokrystalického, neboť má modrou barvu a jednotlivé články mají ostré rohy. Kdežto monokrystalický panel je tmavých odstínů hnědé až černý, a jeho články mají oblé rohy. Toto jde vidět při porovnání monokrystalického panelu na Obr. 2-1 a polykrystalického panelu na Obr. 2-2. Výhodou oproti monokrystalickým panelům je jejich nižší cena, která je vykoupena menší účinností - do 20 %. Ale protože jsou tvořené z více kusů křemíku, mají zhruba o 1% lepší zpracování difusního světla, které může vznikat například odrazem slunečního záření od okolních budov, průchodem slunečního záření mraky a mlhou anebo tím, že sklon panelů není ideální. [12][14]



**Obr. 1-2 FV články polykrystalického panelu [12]**

### **1.1.3 Amorfni panely**

Amorfni panely jsou tvořeny tenkou vrstvou polovodivé látky, která je nanášena na pevný podklad (sklo, plast, kov). Jejich největší výhodou je jejich minimální tloušťka, hmotnost a nízká cena. Amorfni panely jsou také více citlivé na difúzní světlo, a proto je jejich celoroční výnos vyšší až o 10% oproti mono a polykrystalickým panelům. Tyto panely je možné použít tam, kde není možné použít ostatní druhy panelů. Uvedené výhody jsou vykoupeny nízkou efektivitou pohybující se do 11 % a dále pro stejný výkon jako mají mono- a polykrystalické panely potřebují 2,5 x větší plochu. [12][15][16]



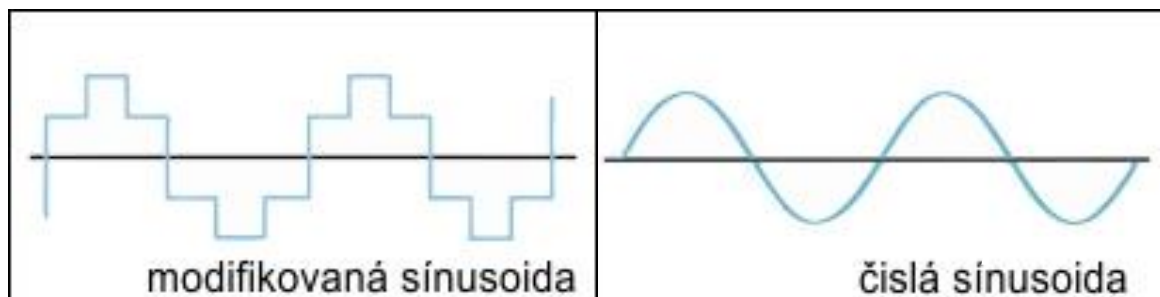
**Tabulka 1-1 Shrnutí FV panelů**

<b>Typy panelů</b>	<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>	<b>Použití</b>
Monokrystalické	Vyšší účinnost Nižší teplotní koeficient	Vyšší pořizovací cena	Rodinné domy, bytové domy, panelové domy, chaty, volné prostranství
Polykrystalické	Nižší pořizovací cena vůči monokrystalickým panelům	Nižší účinnost	Rodinné domy, bytové domy, panelové domy, chaty
Amorfní	Vysoká citlivost na difúzní světlo Použití na místa, kde se ostatní panely nedají instalovat	Nízká účinnost Na stejný výkon jako poly- a monokrystalické panely potřebuje 2,5 násobek plochy	Tam, kde se nedají použít mono a polykrystalické panely

## 1.2 Střídač

Střídač je u FVE zařízení, který mění stejnosměrné napětí z panelů na střídavé napětí sítě. I střídač sám o sobě spotřebovává při svém provozu el. energii a to i v případě, že zrovna nepracuje. To se projeví nejvíce v noci, kdy FVE nevyrábí el. energii, a proto se tato hodnota nejčastěji označuje jako Night time consumption neboli noční spotřeba. Tato hodnota není velká, pohybuje se v řádech jednotek wattů.

Střídače jde dělit podle různých kritérií. Nejdůležitější jsou podle množství nezávislých vstupů, podle symetrie střídačů, podle typu střídače atd. Na rozdíl od panelů nejdou typy střídačů rozeznat na první pohled. Někdy se může stát, že některé spotřebiče nebude možné napájet el. energií z některých střídačů. Je to z důvodu, že některé střídače mají trapézový průběh (modifikovaná sinusoida) napětí zobrazený na Obr. 2-3. Ostatní mají na výstupu čistou sinusoidu. Střídače s trapézovým průběhem napětí nejsou určeny k paralelnímu provozu se sítí. Tyto střídače se vyskytují v ostrovních instalacích. [17]



**Obr. 1-3 Tvar modifikované sinusoidy a čisté sinusoidy [18]**

### 1.2.1 Střídače podle počtu MPPT

Zkratka MPPT znamená Maximum Power Point Tracker. Český překlad je sledovač maximálního bodu výkonu. Tato funkce zajišťuje, že FV panely vždy pracují v oblasti maximálního pracovního bodu, který je závislý na meteorologických podmínkách v okolí panelu. Panel v maximálním pracovním bodě bude vždy dodávat maximální výkon. Počet MPPT se zvětšuje s výkonem střídače. Aktuálně se instalují na rodinné a bytové domy střídače do 10 kW, a to z důvodu, že na FVE do 10kW není potřeba licence na výrobu elektřiny (viz kap. 3.4.1). Tyto střídače obvykle mají 1 – 2 MPPT. Což může být problém zejména, když je zapotřebí napojit 3 a více větví FVE, které jsou např. obráceny na různé světové strany. [19]

K vyřešení problému napojení např. 3 větví FVE existují 3 varianty. První variantou je mít dva střídače. Jeden střídač se 2 MPPT, který bude dostatečný pro 2 strany střechy (2 větve FV panelů) a druhý střídač, u kterého stačí, aby byl dimenzován na výkon třetí strany střechy (zbývající větev FV panelů) a měl 1 MPPT. Tento střídač pak bude zapojen paralelně s prvním střídačem. Druhou možností je mít 3 střídače, každý bude dimenzovaný na obsluhování větve na jedné straně střechy. Všechny střídače pak budou zapojeny paralelně k sobě. Třetí variantou může být použití modulových střídačů. Modulový střídač je připojen pouze k jednomu FV panelu a sleduje jeho MPP [20]. Při této variantě se modulový střídač připojí ke každému FV panelu, nebo se modulové střídače připojí jen FV panely jedné větve a zbylé 2 větve budou připojené na střídač se 2 MPPT.

### 1.2.2 Symetrie střídačů

Střídač může pracovat jako symetrický anebo asymetrický. Toto rozdělení je podstatné pouze u 3f střídačů, neboť symetrický střídač dodává do každé fáze 1/3 svého aktuálního výkonu. Např. pokud má střídač 6 kW a bude fungovat na plný výkon, tak do 1., 2. a 3. fáze dodává 2 kW. V případě kdyby v 1. fázi byl odběr 1,5 kW, do 2. fáze by se zapojen spotřebič, který má odběr 2,5 kW a 3. fáze má odběr 2 kW, bude střídač do 2. fáze dostávat 2 kW z FVE a 0,5 kW se bude brát ze sítě. V 1. fázi se bude nacházet přetok 0,5 kW do sítě a ve 3. fázi se odběr vyrovná s výrobou. Pokud by zde byl nainstalován asymetrický střídač, který umí dodávat el. energii tak, aby byl co nejmenší přetok, dodal by do 1. fáze 1,5 kW, do 2. fáze 2,5 kW a do 3. fáze by dodával 2 kW. [21]

### 1.2.3 Rozdělení střídačů

Základním dělení střídačů je, zda střídač dodává vyrobenou el. energii do jedné (1f) nebo do tří fází (3f). Dále lze rozdělit střídače podle funkce jejich použití na síťové, ostrovní a hybridní střídače.

#### 1.2.3.1 1f a 3f střídače

1f a 3f střídače jsou jedním ze základních typů střídačů. Jejich funkcí je pouze přeměnit DC el. energii na AC el. energii, jednofázovou nebo trojfázovou podle typu střídače, která se dále využije v domácnosti nebo se pošle do sítě.

#### 1.2.3.2 Ostrovní a hybridní střídač a módy hybridního střídače

Ostrovní střídače jsou schopné přepínat mezi provozem z baterií a provozem ze sítě. V jednom okamžiku jsou schopné provozovat pouze jednu možnost.

I hybridní střídač dokáže přepínat mezi provozem z baterií a provozem ze sítě. Ale rozdíl mezi ostrovním a hybridním střídačem spočívá v tom, že hybridní střídač dokáže plynule a v reálném čase regulovat množství el. energie odebírané z baterií a ze sítě.

Hybridní střídač může fungovat ve dvou módech, v hybridním a back-up módu. Hybridní střídače si dokáží tyto módy přepínat samy, ale mají samozřejmě možnost i ručního přepnutí [22].

Pokud je střídač přepnutý do back-up módu dokáže v případě výpadku proudu dodávat el. energii z baterií anebo přímo z FVE do elektrických rozvodů v domě. Pokud bude k dispozici el. energie ze sítě, ale střídač zůstane v back-up módu, střídač bude dále dodávat el. energii z FVE do domu, ale pokud bude výroba el. energie z FVE nižší než spotřeba objektu, bude se využívat připojení ze sítě, aby se dorovnal spotřeba, i když budou baterie nabitě. Při detekci výpadku el. energie zahájí vybíjení baterií, aby v domě zůstala el. energie. [23]

Pokud je střídač přepnutý do hybridního módu, tak při nedostatečném výkonu FVE, se bude potřebná el. energie čerpat nejprve z baterií, a v případě vybití baterií se bude čerpat z DS.

Při výběru střídače se doporučuje zohlednit tyto 2 kritéria:

1. aby vybraný střídač podporoval co nejvíce typů baterií od co nejvíce výrobců. Je to z důvodu možného pozdějšího přikupování baterií v případě, klesnutí jejich ceny.
2. aby vybraný střídač měl co nejnižší vlastní spotřebou.

[24]

## 1.3 Možnosti umístění FV panelů

FV panely lze umístit na 3 základní místa. Je to střecha, fasáda a panely na volné ploše. Každá z těchto variant má své výhody i nevýhody.

### 1.3.1 Panely umístěné na střeše

Instalace na střeších je nejčastější pro rodinné či bytové domy, které mají nainstalované malé FVE (do 10 kWp). První důvod je estetický, kdy panely na šikmých střeších rodinných domů působí přirozeně a nenarušují vzhled domu, protože mají stejný sklon jako střecha. Rovněž na střeších velkých bytových či panelových domů a na kancelářských budovách, které mají většinou rovnou střechu, na kterých musí být panely postaveny na speciálních stacionárních konstrukcích, zajišťující ideální úhel

panelů vůči Slunci, nejsou panely významně viditelné, pokud pozorovatel stojí na úrovni přízemí. Druhým důvodem je, že panely na střechách nezabírají místo na pozemcích, které může být využito k ostatním účelům. Další výhodou střechy je to, že je nejvýše a proto má nejlepší sluneční osvit z celého pozemku a stíny na ní vytváří minimum objektů.

Nevýhodou panelů na střeše je namáhání střechy vlastní vahou panelů a v zimě i tíhou sněhu. Další nevýhodou je to, že na střeše mohou být umístěna střešní okna, které možnou využitelnou plochu zmenšují a na střechách bývají také umístěné antény či satelity, které mohou vytvářet na panelech stíny a tak panel/-y vyřadit z provozu.

### **1.3.2 Panely umístěné na fasádě**

Umístění panelu na fasádu je další možností, většinou zvažovanou až po střeše.

Největší výhodou je podobně jako u panelů na střeše to, že nezabírají další místo na pozemku. V některých případech je možná vhodná plocha pro montáž panelů větší než vhodná plocha střechy.

Podobně jako u panelů na rovných střechách se zde využívají stacionární konstrukce pro panely, u kterých se dá před instalací nastavit sklon.

Jednou z nejběžnějších výhrad asi je, že provrtáním se skrze zateplení mohou vzniknout tepelné mosty a tím se stane zateplení méně efektivní. Dalším negativem může být estetická stránka domu. Dalším problémem může být ukotvení panelů, kdy je riziko, že při nesprávné montáži/projektu se panely i s jejich konstrukcí vytrhnou ze zdi kvůli své hmotnosti nebo kvůli povětrnostním podmínkám. A protože panely budou níž, než ty na střeše, budou hůře zachytávat difúzní sluneční záření a zároveň je větší možnost zastínění. [25]

### **1.3.3 Panely na volné ploše**

Při instalaci na volnou plochu jsou panely uchyceny ke konstrukci, která je připevněna k zemi. Konstrukce může být stacionární nebo se může natáčet. Stacionární konstrukce jsou levnější, ale před instalací se musí vypočítat ideální sklon a azimut panelů a na tyto parametry konstrukci nastavit. Natáčecí konstrukce je dražší, neboť musí obsahovat osvětlovací senzory a natáčecí mechanismus, které také zároveň spotřebují část vyrobené el. energie. Ale jejich výkon je vyšší, neboť slunce na ně svítí v optimálním úhlu po celý den. Výhodou oproti ostatním výše zmíněným umístěním rovněž je, že není omezena nosnost stěny či střechy.

Při použití vhodné technologie, která obsahuje speciální čočky, speciální tvar panelů, chlazení panelů a velice přesné nastavení optimálního úhlu, je možné dosáhnout účinnosti panelů až 41 %.

Největší nevýhodou tohoto typu umístění panelů je, že je nutné mít volný prostor na pozemku, který po instalaci panelů není možné jinak využívat. [26]

## **1.4 Využití vyrobené el. energie z FVE**

Jak využít vyrobenou el. energii je jedno z nejdůležitějších rozhodnutí před výstavbou FVE. Tento výběr má vliv na návratnost peněz/investice, které byly využity při její výstavbě, a v současné době má vliv i na získání dotace.

### 1.4.1 Dodávka do distribuční soustavy

Při této metodě je vyrobená el. energie dodávána do distribuční soustavy (DS) a výrobce dostává zaplacenou buď od povinně vykupujícího, nebo od překupníka s elektřinou. Pokud je FVE instalována na rodinném domě či firmě, bývá vyrobená el. energie nejdříve využita na pokrytí vlastní spotřeby domu či firmy a až zbylá el. energie je dodána do sítě.

Ale pokud se jedná o FVE, která je postavena na volné ploše či poli, tak ve velké většině případů se všechna vytvořená el. energie z FV panelů prodává do DS za nasmlouvanou výkupní cenu nebo za cenu el. energie na dohodnutém trhu. Nyní by se tato metoda prodeje do DS využila pouze u velkých FVE, o velikostech v řádu 100kWp ~ 1MWp

Tato metoda se hojně používala v období od r. 2005 do konce r. 2013. V této době byly státem dotovány výkupní ceny vyráběné el. energie. Podle zákona č. 165/2012 Sb. § 7 odst. 2 je dotovaná cena na dobu životnosti výrobní elektřiny, která byla stanovena provádějícím právním předpisem účinným ve dnu uvedení výrobní do provozu. A dle § 12 odst. 1 písm. a) téhož zákona se dotovaná cena každý rok se zvyšuje o 2%. [35]

#### 1.4.1.1 Možnosti pro vykupování přebytků

Někteří dodavatelé el. energie nabízejí pro majitele FVE různé tarify či služby, které mají zvýšit cenu vykupovaných přebytků nad cenu povinně vykupujícího a tím i zlepšit návratnost vložené investice. Zde jsou někteří dodavatelé a jejich možnosti:

##### Povinný výkup přebytků

Zákon 165/2012 Sb. ustanovuje povinně vykupujícího na daném území a jeho práva a povinnosti. Povinně vykupující musí vykupovat el. energii z obnovitelných zdrojů z vyrobené elektřiny na vymezeném území [35]. Cena povinného výkupu je přibližně 600 Kč/MWh.

##### ČEZ

Společnost ČEZ nabízí speciální tarif „Elektřina pro soláry“ pro majitele FVE. V tomto tarifu nabízí snížení platby za el. energii o hodnotu přetoků. Cena za tento přetok je dána cenou za silovou el. energii. Ale tato zvýhodněná cena je jen za přetoky do velikosti vlastní spotřeby el. energie. Distribuční a další poplatky z vyúčtování nejde odečíst. Dále si ČEZ nárokuje odmítnutí sjednání tohoto tarifu. Zákazník je také vázán touto smlouvou na 3 roky [63].

##### BezDodavatele

Tento StartUp nabízí, možnost výkupů přetoků za ceny, které jsou na velkoobchodním trhu. Přesněji se tento trh jmenuje Krátkodobý trh a je spravován firmou OTE a představuje obchodování s el. energií na burze. Cena energie je na něm vždy zobrazena i na následující den. Za službu musí zákazník platit denní poplatek ve výši 7,26 Kč s DPH. Dále také požadují, že od nich musí zákazník také odebírat el. energii a její cena je také závislá na ceně el. energie na krátkodobém trhu [64].

Při pohledu na krátkodobý trh s el. energií lze zjistit, že nejvyšší cena el. energie za hodinu je v pracovní den zhruba kolem 8 a 9 hodiny, kde FVE může či nemusí pokrývat celou spotřebu, a také od 20 do 21 hodiny, které FVE nemůže výrobně pokrýt. V období,

kde FVE dodává el. energii do sítě, je cena el. energie zhruba o 30% menší než v době nejvyšší ceny [65]. Dále je zde také možnost, že se trh dostane do situace, kde cena bude v záporných hodnotách. V tomto případě dodavatel/výrobce el. energie musí platit za přetoky do sítě. Tato situace může být i výhodná pro odběratele, neboť za spotřebovanou el. energii dostává zapláceno.

Tato možnost zlepšení návratnosti je velmi výhodná pro výrobní s velkými přetoky a malou spotřebou el. energie [64].

### Bohemia Energy

Tento dodavatel nabízí podobnou možnost jako StartUp BezDodavatele (viz výše), s určitými změnami. První změnou je, že se zde neplatí denní poplatek, ale platí se poplatek za dodanou el. energii do sítě ve výši 303 Kč/MWh včetně DPH. A druhou velkou změnou je, že se tato možnost dá zkombinovat s jakoukoliv jinou nabídkou dodávání el. energie od toho dodavatele [66].

Tato možnost zlepšení návratnosti je velmi výhodná pro výrobní s malými přetoky el. energie.

### E.ON

Společnost E.ON nabízí produkt „Virtuální baterie“, do které si zákazník s FVE „ukládá“ přetoky. Ve skutečnosti zákazník posílá přetoky do sítě zadarmo, ale v době, kdy bude spotřebovávat více el. energie než vyrobí, mu E.ON tuto potřebnou silovou el. energii bude dodávat zdarma do výše přetoků. Další poplatky jako např. poplatek za distribuci, ale zůstávají.

Aby si mohl zákazník požádat o virtuální baterii, musí splňovat podmínky dotačního programu Nová Zelená Úsporám, FVE musí být do 10 kWp a musí být nainstalována společností E.ON.

Virtuální baterie jsou odstupňovány podle celkového množství el. energie, kterou si do nich zákazník může za jeden cyklus uložit. Jeden cyklus má 12 měsíců, vždy od 1.4 do 31.3 dalšího roku. Kapacita virtuální baterie začíná od 1MWh. Cena za 1 MWh je 49 Kč/měsíc včetně DPH [67].

**Tabulka 1-2 Shrnutí možností pro výkup přetoků**

<b>Produkt</b>	<b>Elektřina pro soláry</b>	<b>BezDodavatele</b>	<b>Bonus S-Power</b>	<b>Virtuální baterie</b>	<b>Povinný výkup</b>
<b>Dodavatel</b>	ČEZ	BezDodavatele	Bohemia Energy	E.ON	ČEZ, E. ON, Pražská energetika
<b>Velikost FVE</b>	Max 10 kWp, bez licence	Max 10 kWp, bez licence	Max 10 kWp, bez licence	Max 10 kWp, bez licence	Neomezená

<b>Omezení</b>	není	Cena spotřebované el. energie dle krátkodobého trhu	není	Pouze FVE od E.ON	Pouze obnovitelné zdroje
<b>Doba trvání</b>	Min. 3 roky	Doba neurčitá	Doba neurčitá	Min. 1 rok	Podle trvání smlouvy
<b>Poplatky</b>	Nejsou	7,26 Kč/den	303 Kč/MWh	Podle velikosti virtuální baterie	Nejsou

#### 1.4.2 Zvýšení energetické nezávislosti formou akumulace

Další možností je, že část nebo celou spotřebu el. energie si člověk hraří sám ze svých zdrojů, to má význam pro zvýšení energetické nezávislosti. Vyrobená el. energie je většinou spotřebována ihned (tzv. přímá spotřeba, přebytky mohou být akumulovány do akumulátorů nebo se při detekci nadbytku el. energie sníží její výroba). Při její nedostatečné výrobě se prvotně spotřebovává naakumulovaná el. energie z akumulátorů a až následně se chybějící el. energii vezme ze DS. Existují následující možnosti akumulace:

##### 1.4.2.1 Akumulace do baterií

Při akumulaci do baterií se přebytečná el. energie z FVE, která se nemůže spotřebovat pro elektrické spotřebiče, ukládá do baterií. Takto uložená el. energie se využívá v době, kdy FV panely nevyrábějí dostatek el. energie na pokrytí spotřeby. Nejprve se používaly olověné akumulátory (autobaterie), které poskytovaly velký proud po krátkou dobu, což není vhodné. Nyní se používají LiFePO<sub>4</sub> a v menší míře Li-Ion baterie. [27]

Li-ion baterie mají větší energetickou hustotou 150/200 Wh/kg, a jejich jmenovité napětí je 3,6 V. Jejich C index, tj. za jak dlouho se vybije či nabije 1 A, je pro nabíjení 0,7 až 1 C a vybíjení je 1 C (např. pokud baterie dodává 0,5 A dvě hodiny její C index je 0,5; a pokud dokáže dodávat 2 A za 30 minut má index 2 C). Životnost Li-ion baterií je okolo 1000 cyklů.

LiFePO<sub>4</sub> je baterie tvořená z lithia, železa a fosfátu. Má menší energetickou hodnotu a než Li-ion baterie, okolo 90/120 Wh/kg, a jejich jmenovité napětí se pohybuje okolo 3,3 V. Tyto své nevýhody vynahrazuje delší životností, až 10 000 cyklů, a vyšší C indexem vybíjení (1-25 C). Nabíjecí index C je podobný jako u Li-ion baterie. [28]

##### 1.4.2.2 Akumulace do tepla - Ohřev vody a následné vytápění

Při tomto využití se el. energie použije k ohřevu místností domu.

Lze ji použít k pohonu tepelného čerpadla, které v sobě ohřívá vzduch či vodu, které jsou následně využity na vytápění místností. Tepelné čerpadlo se dá využít i opačným způsobem, kdy místnost ochlazuje. Vyrobená el. energie pohání části tepelného čerpadla. [29]

Další možností je tzv. akumulace do vody. Vyrobená el. energie se spotřebuje v topných spirálách, které ohřívají vodu v nádobě, která se následně rozvádí do topení, které vyhřívá místnosti v domě. [30]



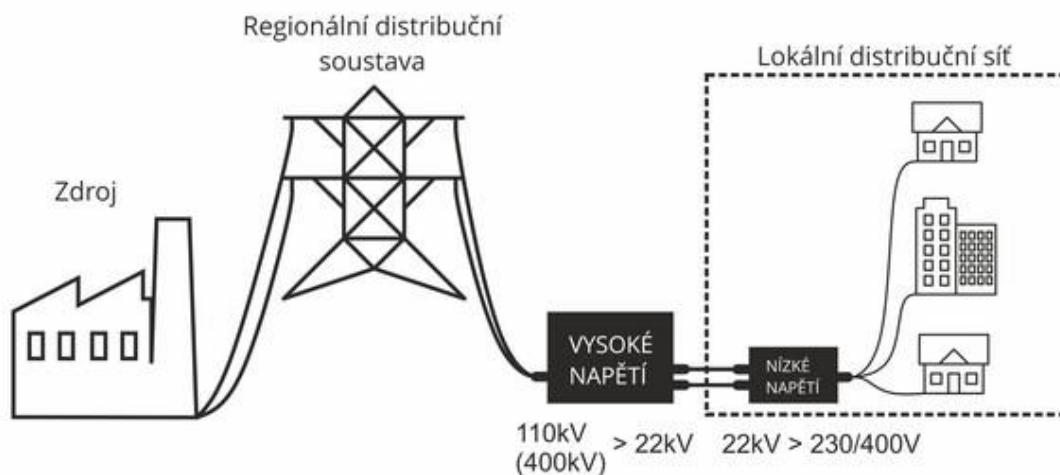
## 2. LOKÁLNÍ DISTRIBUCE

Lokální distribucí se rozumí distribuce el. energie či plynu na daném území (dům, sídliště nebo část města) bez využití distribuční soustavy vlastněné velkými distributory (ČEZ, PRE, EGD). V České republice je možné provozovat dva modely lokální distribuce (společné odběrné místo a lokální distribuční soustava), které mohou být doplněny o přímé vedení, které zajišťuje propojení výroby el. energie se systémem lokální distribuce [1].

### 2.1 Lokální distribuční soustava

Lokální distribuční soustava (LDS) je soustava, která propojuje regionální distribuční soustavu (RDS) nebo nadřazenou distribuční soustavu s koncovými odběrateli. Může rozvádět buď zemní plyn anebo elektrickou energii. Princip funkce je v obou případech stejný. Regionální distribuční soustava je definovaná ve vyhlášce č. 408/2015 Sb. jako distribuční soustava, která je přímo připojená k přenosové soustavě [37].

El. energie vyrobená v elektrárně se pomocí přenosové a distribuční sítě přivede na vstupní připojovací bod, většinou je jen jeden (např. transformátor, elektroměr), a odtud je pak dále rozvedena pomocí LDS ke koncovým odběratelům viz Obr. 1-1. LDS lze najít v obchodních centrech, sídlištích, průmyslových či komerčních areálech atd. [3]



Obr. 2-1 Schéma LDS [3]

Pokud chce fyzická či právnická osoba provozovat LDS, tak si ji nejprve musí vystavět, koupit či pronajmout. Základní vybavení, které provozovatel buď musí vlastnit, nebo k nim musí mít nakládací práva, jsou: trafostanice, kabely, rozvaděče a sloupy elektrického vedení. Dále také potřebuje mít vypracované a schválené podmínky pro provozování lokální distribuční soustavy, které mimo jiné také obsahují, jak se budou fakturovat poplatky za distribuci, bezpečnost provozu i omezení distribuce v mimořádných případech. Také potřebuje uzavřené smlouvy s odběrateli, s provozovatelem RDS, s obchodníky s elektřinou a získat licenci na distribuci elektřiny. [1]

### **2.1.1 Licence pro provoz LDS**

Pro získání licence je potřeba vyplnit žádost a přesnou specifikaci LDS. Žádost a dokumenty, které je nutné doložit, jsou k dispozici na stránkách Energetického regulačního úřadu (ERÚ) [www.eru.cz](http://www.eru.cz) → sekce licence → informace pro žadatele. Specifikace obsahuje např.: na jaké napěťové hodnotě se daná LDS provozuje, její délku, kde se budou dané části vedení nacházet (venkovní nebo kabelové), jakou má přenosovou kapacitu (v MW) a na jakých katastrálních územích se bude rozkládat. V přílohách žadatel přikládá např. revizní zprávu k LDS, podklady ke stavebnímu řízení, potvrzení o neexistenci nedoplatků od finančního úřadu, Celní správy České republiky a České správy sociálního zabezpečení. Dále pak krátký podnikatelský plán a finanční bilanci s výhledem na 6 let do budoucna. Žadatel také musí splňovat odbornou způsobilost, kterou je vzdělání technického směru + praxe v oboru (VŠ a nejméně 3 roky praxe, SŠ a nejméně 6 let praxe). Pokud tuto podmínku žadatel nesplňuje, musí ustanovit odpovědného zástupce, k tomuto doloží formulář o ustanovení odpovědného zástupce a jeho prohlášení, ve kterém potvrdí potřebnou praxi v oboru a zároveň toto prohlášení musí být úředně ověřeno. A v neposlední řadě je také potřeba uhradit správní poplatek ve výši 1 000 Kč - pokud je to LDS do kapacity 1 MW; pokud je kapacita nad 1 MW - činí poplatek 10 000 Kč. ERÚ má podle zákona na vyřízení licence 30 – 60 dnů. Po obdržení licence se musí provozovatel LDS do 30 dní registrovat u operátora trhu. [1][6][7]

### **2.1.2 Další povinnosti provozovatele LDS**

Provozovatel má povinnost zajišťovat bezpečný provoz LDS, její pravidelnou údržbu a případné opravy v případě poruchy. Další důležitou povinností provozovatele je dodržování kvality dodávek el. energie, která je stanovena právními předpisy. Provozovatel musí na vlastní náklady instalovat elektroměry pro každé odběrné místo, jenž je připojeno k LDS. Musí rovněž zajistit pravidelné měření el. energie, které pak předává operátorovi trhu v intervalu 1x měsíčně. Výsledek měření se předává na speciálním formuláři, který je určen vyhláškou č. 408/2015 Sb., o trhu s elektřinou. Provozovatel je povinen zpracovávat a poskytovat informace pro rozhodování ERÚ o cenách a také musí předkládat ERÚ regulační výkazy alespoň 1x ročně.

### **2.1.3 Výhody a nevýhody LDS**

#### **2.1.3.1 Výhody**

Připojení v LDS se promítá do ceny el. energie, protože jedna její část je platba za distribuci, kterou má možnost provozovatel nastavit, ale jen v rámci, který stanovuje ERÚ svým cenovým rozhodnutím. Poplatky za distribuci jsou schopny vrátit investici za 1 - 2 roky. Kvůli tomu, že v LDS je skoro vždy pouze jedna hlavní přípojka a jeden transformátor, promítne se cena jejich nákupu a provozu do platby za distribuci. Z tohoto důvodu může být platba menší než při připojení na RDS.

Odběratelé si mohou svobodně vybrat dodavatele silové el. energie bez nutnosti řešit toto s provozovatelem LDS.

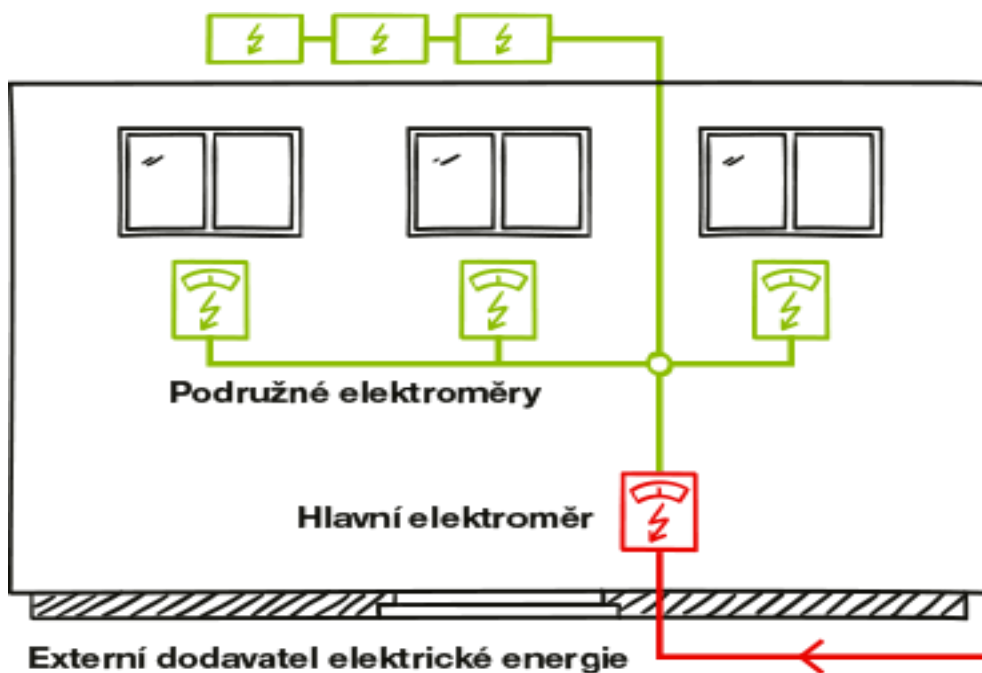
### 2.1.3.2 Nevýhody

Počáteční investice do LDS je velmi nákladná a riziková. Návratnost může být do 2 let, ale také do 5 nebo 10 let. Záleží na cenách el. energie na trhu, počtu odběrných míst a cen částí LDS. Cena připojení odběrného místa k LDS může být stejná či dokonce vyšší než při připojení k RDS, pokud si chce provozovatel urychlit návratnost investice. Nevýhodou může také být pouze jedno připojovací místo. Když dojde k závadě, která je před napojením či v samotném napojení, není možné síť napojit z jiné větve pomocí zokruhování a rychle odběratele napojit na rozvodnou síť.

Pokud je LDS malá, může mít pouze jeden malý opravárenský tým a v případě více poruch či poruch většího rázu (např. přetřhané kabely na dvou místech či spadlé kabely) se opravy vykonávají za sebou, protože není dostatek lidí, což vede k delší době, kdy lidé nemají elektrickou energii. A oproti RDS oprava může být dražší, neboť provozovatel RDS může kupovat náhradní díly či celé nové kusy v množstevních slevách. Kdežto provozovatel malé LDS kupuje za plnou cenu. [1]

## 2.2 Společné odběrné místo

Společné odběrné místo (SOM) je odběrné místo, které je jako jediné v domě nebo areálu připojeno na distribuční soustavu, a další odběratelé jsou následně připojeni přes toto odběrné místo (Obr. 2-2). Odběratelé mají pouze podružný elektroměr. Podružný elektroměr slouží ke zjištění, kolik el. energie čerpal daný odběratel z celkového množství el. energie, které prošlo přes hlavní elektroměr. Hlavní elektroměr je vlastněn provozovatelem, který může být fyzickou i právnickou osobou a následní odběratelé jsou jeho zákazníci. Odběratelem a tudíž i zákazníkem může být i sám provozovatel. Odběratelé nemají možnost si zvolit dodavatele silové el. energie, protože si ho vybírá majitel odběrného místa - provozovatel. Provozovatel s odběrateli uzavírá smlouvu o dodávání el. energie. Pak také uzavírá smlouvu s provozovatelem distribuční soustavy a s obchodníkem s elektřinou. Pro odběratele je SOM výhodné, protože nehradí celé poplatky za distribuci a další regulované složky, nýbrž jen jejich poměrnou část. Velikost a způsob určování jejich poměrné části jsou určeny ve smlouvě s provozovatelem. SOM je nejvíce využíváno v bytových či panelových domech a v areálu firem. [1][4][5]



Obr. 2-2 Společné odběrné místo [8]

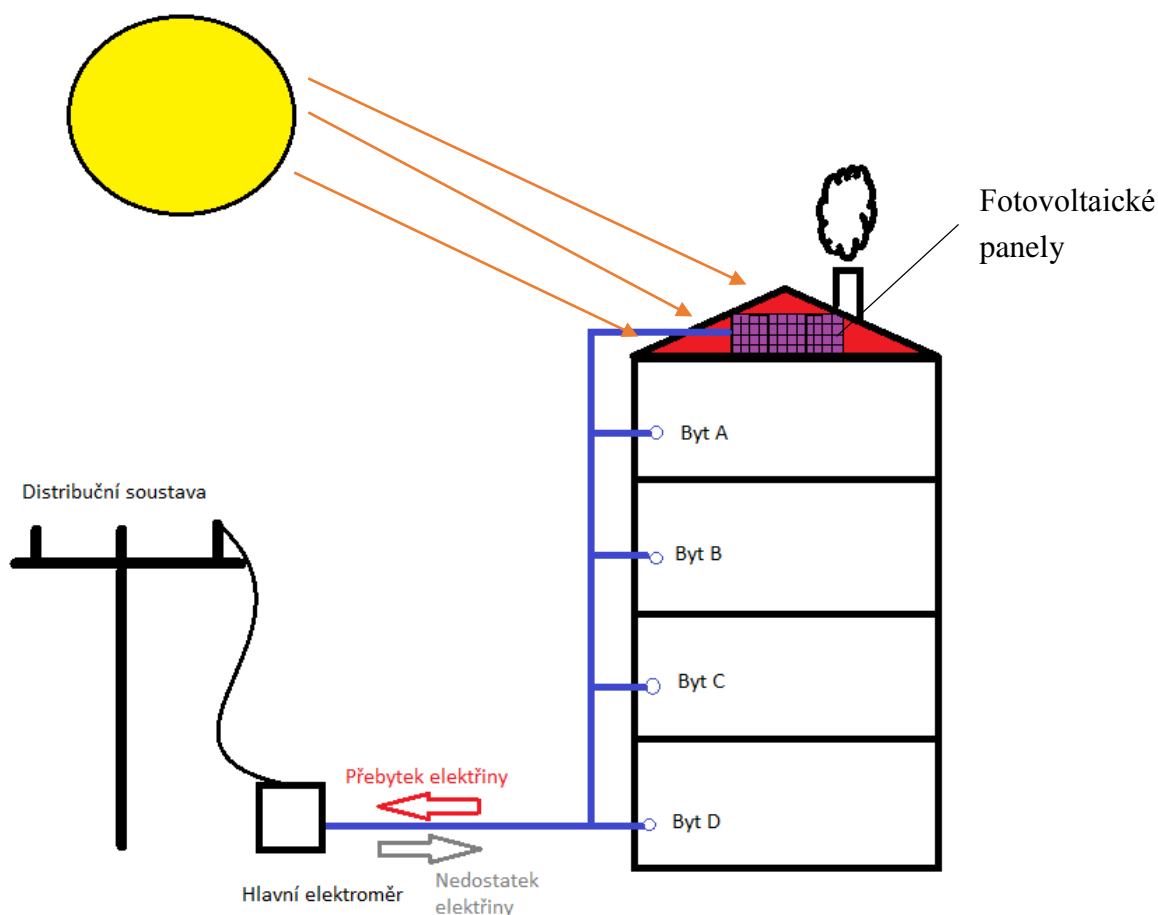
### 2.2.1 Podmínky pro provoz

Aby lidé mohli využít SOM, je nutné mít vystavěnou infrastrukturu. Části infrastruktury mohou být transformátory, kabely či rozvaděče nebo alespoň k nim musí mít provozovatel smluvní práva (pronájem). Pro provoz SOM není potřeba licence na distribuci elektřiny a ani licence na obchod s elektřinou. Na provozovatele SOM se vztahují práva a povinnosti zákazníka (pokud pouze přeprořádá), a pokud dodává/prodává v SOM vlastní vyrobenou el. energii, vztahují se na něj také práva a povinnosti výrobce elektřiny a zároveň také musí respektovat některá pravidla týkající se obchodníků z el. energií (viz 2.3.1). Ale provozovatel musí rozpočítat odběratelům pouze částku, kterou za el. energii skutečně zaplatil. Nesmí si k ní připočítat žádnou svoji marži, neboť by se tím stával obchodníkem s elektřinou a na toto je už potřeba licence. Ale je dovoleno naúčtovat odběratelům přiměřenou náhradu za výstavbu a provoz SOM. Ale toto nesmí být součástí rozúčtování nákladů na nákup el. energie, musí být stanovena odděleně - musí být stanovena ve smlouvě mezi nimi [5].

## 2.3 Přímé vedení

Přímým vedením se rozumí vedení el. energie od jejího výrobce k odběrateli bez využití přenosové či distribuční soustavy. Respektive využívá se vedení, které není vlastněno majiteli přenosové či distribuční soustavy. Přímého vedení se využívá i v samotných elektrárnách, kdy se vlastní vyrobená el. energie rozvádí po celém areálu či přilehlých provozovnách. Výrobce musí být vlastníkem přímého vedení nebo alespoň k němu musí mít užívací práva. Pro provoz přímého vedení není potřeba žádné další speciální licence, je dostačující již vlastněná licence na výrobu elektřiny.

S přímým vedením se můžeme setkat v kombinaci se SOM. Je to především kvůli tomu, že výrobce ve většině případů nebude schopen plně pokrýt celou spotřebu a zbývající část bude potřeba přivést z distribuční sítě. Což je díky SOM schopen udělat. V opačném případě, kdy je el. energie přebytek, je schopen přes odběrné místo tuto el. energii prodat do sítě. Pro odběratele je přímé vedení výhodné, i když bude cena za dodaný výkon větší, než je běžná tržní cena, protože u dodané el. energie z přímého vedení se neplatí distribuční poplatky a regulované položky.



**Obr. 2-3 Přímé vedení propojené se SOM**

### 2.3.1 Povinnosti výrobce elektřiny

Povinnosti pro výrobce elektřiny, který chce dodávat el. energii přímým vedením, jsou dány v zákonu č. 458/2000 Sb. Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon) (Viz kap 3.4) v §23 odst. 2, kde jsou definovány obecné povinnosti výrobce a dále podle písm. n), které odkazuje na §30 odst. 2. kde jsou definované povinnosti obchodníka s elektřinou [34]. Některé požadavky z §30 odst. 2 však není výrobce schopen splnit. Jedná se například o povinnost poskytovat provozovateli distribuční soustavy identifikační údaje o zákaznících. Zde by mohlo patřit také vykonávat činnost dodavatele poslední instance. Na tento bod se názory právníků, kteří se zabývají energetickým zákonem, různí. Někteří říkají, že výrobce elektřiny nenaplnuje definici dodavatele poslední

instance a tudíž nemůže vykonávat tuto činnost. Druzí tvrdí, že je nutné, aby výrobce zajistil dodávku poslední instance. [1][4][5]

### **3. LEGISLATIVA**

Protože tématem této práce je návrh FVE pro bytový dům, budou v této kapitole probírány pouze části zákonů a vyhlášek, které jsou pro tuto oblast závazné. Závazné zákony jsou: zákon č. 183/2006 Sb., zákon č. 165/2012 Sb. a zákon č. 458/2000 Sb. Vyhlášky, které, jsou pro tuto práci závazné: Vyhláška č. 268/2009 Sb., Vyhláška č. 501/2006 Sb., Vyhláška č. 9/2016 Sb., Vyhláška č. 408/2015 Sb., Vyhláška č. 16/2016 Sb. a Vyhláška č. 145/2016 Sb. [27]

#### **3.1 Zákon č. 183/2006 Sb. (Stavební zákon)**

Zde je nejdůležitější si uvědomit, že pokud se rozhodneme pro vybudování FVE pro bytový dům, jedná se o stavbu. Ve stavebním zákonu je stavba definovaná v §2 odst. 3 a odst. 4. Co dalšího zákon považuje za stavbu, je napsáno v §2 odst. 5. Pro každou stavbu je potřeba stavební povolení, ale existují zde výjimky. Ty jsou vyjmenované v § 103 a § 104. V §104 jsou výjimky, u kterých je nutné při jejich budování jen ohlášení stavebnímu úřadu (např. stavby pro bydlení a pro rodinnou rekreaci s jedním podzemním podlažím do hloubky 3 m a nejvýše s dvěma nadzemními podlažními a podkrovím). Na výjimky v §103 není nutné oznámení ani povolení - v tomto paragrafu se nachází i stavba fotovoltaické elektrárna, přesněji v odstavci e) bod 9. Po dokončení stavby FVE není nutná její kolaudace, neboť není zmíněná v § 119. [31]

#### **3.2 Vyhláška č. 501/2006 Sb.**

V této vyhlášce je definováno, jak se liší bytový dům od rodinného domu. Přesné definice se nachází v §2 písm. a). [32]

Toto je podstatné z důvodu, že některé dotační programy lze získat pouze na rodinné domy.

#### **3.3 Vyhláška č. 268/2009 Sb.**

Výstavba FVE se řídí §8 této vyhlášky. Ten říká, že stavba musí být navržena a provedena hospodárně a navíc musí splňovat základní požadavky, kterými jsou: mechanická odolnost a stabilita, požární bezpečnost, ochrana zdraví osob a zvířat, zdravých životních podmínek a životního prostředí, ochrana proti hluku, bezpečnost při užívání, úspora energie a tepelná ochrana. [33]

#### **3.4 Zákon č. 458/2000 Sb. (Energetický zákon)**

Před zahájením stavby je důležité rozhodnout se, zda výkon FVE bude větší či menší než 10 kWp, má to totiž vliv na paragrafy tohoto zákona, které se budou FVE týkat.

Zároveň pro obě varianty platí, že účastníci trhu s elektrickou energií hradí cenu za činnost operátora trhu, ve které je zahrnut zvláštní poplatek za činnost ERÚ.

##### **3.4.1 FVE do 10 kW (pro vlastní spotřebu)**

Pro výrobu do 10 kW, která je určena pro vlastní spotřebu, není nutná licence na výrobu elektrické energie. Vychází to z § 3 odst. 3 s podmínkou, že v odběrném místě

už není nainstalovaná jiná výrobní elektrická energie, kterou vlastní stejný majitel, který už vlastní licenci. Provoz výrobní se řídí podle § 28 odst. 5 a 6. Podle odst. 5 stačí pro provoz výrobní pouze uzavřená smlouva o připojení, ve které je zahrnuto připojení výrobní elektrické energie. V tomto případě vznikají provozovateli výrobní práva podle § 23 odst. 1 písm. a) a povinnosti podle § 23 odst. 2 písm. a), c), e), i) a j). V odst. 6 jsou definovány povinnosti provozovatele výrobní před a během provozu.

V § 46 odst. 7 je stanoveno, že u výrobní elektrické energie do 10 kW se nestanovuje ochranné pásmo.

### **3.4.2 FVE nad 10 kW pro vlastní spotřebu**

Pro výrobní nad 10 kW je potřeba licence na výrobu elektrické energie podle § 3 odst. 1 a 3. Co je to licence a postup jejího získání je uveden v §§ 4, 5, 6, 7, 7a, 8 a 9. Její zánik je popsán v § 10. Obecná práva a povinnosti držitelů licence jsou popsána v § 11.

Držitel licence je povinen podle § 15a poskytnout na písemnou žádost ministerstva a ERÚ úplné, správné a pravdivé podklady a informace nezbytné pro výkon jejich působnosti podle tohoto zákona. V písemné žádosti musí ministerstvo a ERÚ uvést právní důvod a účel vyžadovaných podkladů.

Pro držitele licence také platí veškerá práva a povinnosti pro výrobce el. energie, které jsou vyjmenované v § 23.

V § 46 odst. 7 písm. e) je uvedeno, že u výrobní elektrické energie nad 10 kW připojené k distribuční soustavě s napětovou hodnotou do 1 kV umístěné na budově, je nutné vymezit ochranné pásmo. Ochranné pásmo výrobní elektrické energie je souvislý prostor vymezený svislými rovinami vedenými v kolmé vzdálenosti 1 m od vnějšího líce obvodového zdiva budovy, na kterém je výrobní elektrická umístěna. Definice ochranného pásma je v § 46 odst. 1. [34]

## **3.5 Zákon č. 165/2012 Sb.**

V tomto zákonu se udávají podmínky podpory pro výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů. V § 4 odst. 10 se udává, že podpora se vyplácí pouze pro výrobní, které byly uvedeny do provozu do 31. 12. 2013 včetně. [35]

## **3.6 Vyhláška č. 9/2016 Sb.**

Pokud by FVE dodávala jakkoliv velkou elektrickou energii do sítě, je nutné, aby se její majitel registroval u operátora trhu. Postup registrace, který je uveden v § 2, má 3 kroky.

První krok, který je uveden v § 3, je zaevidování v systému operátora trhu, pro které je potřeba elektronický podpis. Po zaevidování dostane majitel registrační číslo, které mu umožňuje vstup do systému operátora trhu. Druhým krokem je zaevidování výrobní elektrické energie (dle § 4). Výrobní i výrobní zdroj má přidělené jednoznačný identifikátor. Třetím krokem, který je popsán v § 6, je výběr formy podpory.

Protože se tato práce zabývá výstavbou FVE po datu 31. 12. 2012, není možné již žádat žádnou podporu na výkupní ceny el. energie. (viz kap 3.5). Majitel může nabídnout vyrobenou elektrickou energii povinně vykupujícímu. Nabídku mu musí oznámit skrz systém operátora trhu a to nejméně 30 dní před požadovaným datem výkupu. (§ 6 odst. 3)



Operátor trhu si ověří údaje vložené při registraci. V případě, že zjistí chybu, neprodleně informuje přes jeho systém žadatele. Pokud neshledá žádnou chybu, registrace se dokončí. (§7) [36]

### **3.7 Vyhláška č. 408/2015 Sb.**

Nejdůležitější částí této vyhlášky pro nás je § 17, ve kterém se řeší registrace odběrného a předávacího místa, ve kterém je umístěna výrobná elektrická energie. Hraje zde roli, zda výrobná elektrická energie splňuje § 28 odst. 5 energetického zákona.

Pokud ano, postupuje se podle §17 odst. 3, kde provozovatel distribuční soustavy registruje pouze odběrné místo s příznakem „výroba do 10 kW“.

Pokud se podle § 28 odst. 5 energetického zákona nepostupuje, tak se vytváří jedno odběrné místo pro odběr a jedno předávací místo pro dodávku elektrické energie (§ 17 odst. 1 či 2 a odst. 7.) [37]

### **3.8 Vyhláška č. 16/2016 Sb.**

Tato vyhláška stanovuje podmínky připojení FVE k distribuční síti. Výčet podmínek je v § 3 odst. 1. V jeho odst. 2 písm. f) je daná výjimka pro mikro zdroje (výrobná elektrická energie do 10 kW).

Podmínky připojení mikro zdroje jsou popsány v § 16. Podmínky jsou:

- Mikro zdroj lze připojit pouze na hladinu nízkého napětí
- Mikro zdroj nesmí dodávat elektrickou energii do distribuční soustavy
- Impedance jeho proudové smyčky musí být menší než limitní hodnoty

Pokud nejde splnit jakoukoliv z podmínek, anebo se jedná o FVE nad 10 kW, musí majitel FVE zažádat o připojení podle § 3 odst. 1. [38]

### **3.9 Vyhláška č. 145/2016 Sb.**

Z této vyhlášky nás zajímá § 8, který popisuje způsob a postup uvedení výrobní elektrické energie do provozu. Před prvním paralelním připojením výrobní musí být splněny podmínky v § 8 odst. 1. Pro první paralelní připojení je potřeba podat žádost. Její obsah je popsán v § 8 odst. 2. Po ověření úplnosti žádosti provede provozovatel DS v součinnosti s výrobcem první paralelní připojení. Následně provozovatel DS sepíše protokol a do 5 pracovních dnů ho odevzdá výrobcí a zároveň musí ve stejném časovém úseku nainstalovat příslušné měřicí zařízení v předávacím místě výrobce elektrické energie. [39]

## 4. VÝCHOZÍ STAV

Zadaný bytový dům, na který se FVE má projektovat, leží na ulici Preslova č. p. 294/11 v Brně – Pisárkách. Jeho jižní zeď je natočena o 24° od jihu směrem na západ. Bytový dům obsahuje 5 bytových jednotek, z nichž pouze investorova má 3f rozvod. Dle investora lze FV panely umístit na jižní stěnu, a v případě, kdy by byla elektrická energie z FVE využita pro celý bytový dům, i případně na jižní část střechy.

Na jižní stěně jsou už instalované 4 FV panely (obr. 3-1), každý o výkonu 285 Wp. Tyto panely jsou připojené skrz 1f střídač a limitér do jedné fáze bytu a pohání dlouhodobě 4 mrazáky, které odebírají celkově v průměru 250 W, a případně krátkodobě elektrické nářadí.

Roční spotřeba bytové jednotky, v níž bydlí investor, je 3,55 MWh (údaj poskytnutý investorem, z r. 2017). Investor také tvrdí, že má největší odběr z celého domu a tudíž v případě, že by FVE byla projektována na celý bytový dům, tak lze jeho spotřebu vynásobit počtem bytových jednotek. Dále také má každá bytová jednotka vlastní plynový bojler.



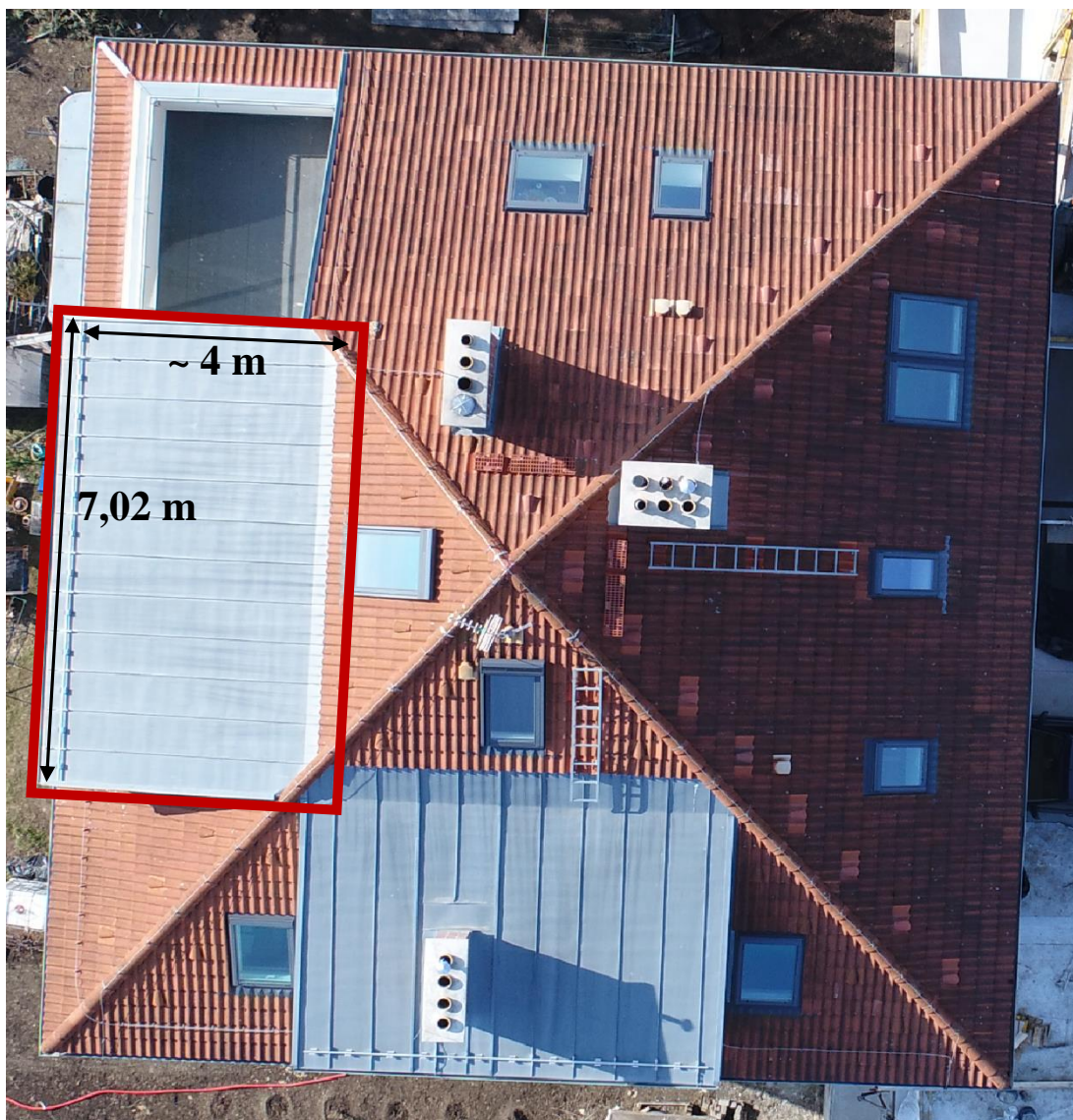
**Obr. 4-1** Zobrazení aktuálního stavu jižní stěny

Volná plocha jižní stěny, na kterou lze dát panely, je  $64,5 \text{ m}^2$ . Investor nechce žádné speciální konstrukce na stěnu a tudíž budou panely mít sklon  $90^\circ$ . Kde přesně lze panely umístit, je zobrazeno šrafováním na Obr 4-2.



**Obr. 4-2 Jižní strana bytového domu s možným umístěním FV panelů**

Jediné místo na jižní střeše, kde má smysl umístit FV panely, je mansarda. Materiálem střechy mansardy je falcovaný plech. Její plocha je  $27,6 \text{ m}^2$  a se sklonem  $6^\circ$ .



**Obr. 4-3 Jižní mansarda s rozměry**

Investor má také k dispozici místnost, kde by se mohl umístit střídač a další potřebná zařízení. Jednalo by se o místnost v suterénu budovy.

## 5. NÁVRH FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

Podle informací z kapitoly 4. a s pomocí parametrizovaného formuláře jsou navrženy 3 koncepty FVE:

- I. FVE, s 1f střídačem pouze pro bytovou jednotku investora.
- II. FVE, která bude dodávat elektrickou energii pro celý bytový dům.
- III. FVE, která pokrývat spotřebu bytové jednotky investora a zbytek vyrobené el. energie se bude prodávat do sítě.

Pro všechny koncepty se uvažují monokrystalické panely. Jejich výhody jsou popsány v kap. 1.1.1. Jediným omezením při výběru panelů je, že jejich výška musí menší než 1,85 m z důvodu, aby je bylo možné nainstalovat mezi okna budovy. A proto jsou vybrány panely Canadian solar 365 Wp. Každý panel obsahuje 120 FV článků. Jak už mají napsané ve svém názvu - výkon panelu je 365 Wp, s účinností přeměny sluneční energie na elektrickou energii 19,73 %. Rozměry panelu jsou 1765x1048 mm. Výrobce dává záruku 10 let na funkčnost panelu, zaručený výkon po 10 letech je 90 % a po 25 letech 80 % [40].

Ve vytvořeném parametrizovatelném formuláři je možné navrhnout teoretickou FVE pro bytový dům. Ve formuláři jde zvolit počet FV panelů, jejich rozměry a účinnost (toto mění špičkový výkon FV panelu), jde navolit zda FVE bude mít bateriové uložení a parametrizovatelný formulář umí taktéž vypočítat z roční spotřeby el. energie nejvyšší špičkový odebíraný výkon a podle něj dokáže vypočítat hodinový odběr v každé hodině v roce. Toto je možné díky tomu, že v něm zakomponován typový diagram dodávky (TDD) č. 4. Ten je používán jen pouze pro domácnosti, které mají odběr bez tepelného využití el. energie.

Formulář dokáže vypočítat množství vyrobené el. energie z FVE za rok, procento jejího využití v bytovém domě, pro zvolený den v roce zobrazí průběh spotřeby el. energie v bytové jednotce/bytového domu a průběh výroby FVE. Dokáže také vypočítat návratnost FVE. Této vlastnosti bude poté využito při ekonomickém zhodnocení konceptů.

### 5.1 Koncept I. - FVE pouze pro bytovou jednotku s 1f střídačem

Pro tento koncept jsou vytvořeny 3 varianty. První variantou je, že FVE bude pokrývat nejvyšší špičkový odebíraný výkon a případné přebytky se budou prodávat do sítě. Druhá varianta je podobná první s rozdílem, že v této variantě nebudou vznikat přetoky. To bude možné díky Grid-Free střídači, který omezuje výkon FVE na maximální hodnotu odběru. Třetí varianta případně bude optimalizace první varianty pro zlepšení návratnosti okolo 10 let.

#### 5.1.1 Varianta A

Tato varianta se zaměřuje na pokrytí špičkové hodnoty odebíraného výkonu. V parametrizovatelném formuláři bylo vypočteno, že špičková hodnota odebíraného výkonu bytové jednotky činí 918 W. Toto číslo nemusí být přesné a to hned z několika důvodů. Prvním důvodem je, že celková roční spotřeba, ze které byl proveden výpočet, byla z roku 2017 a bylo uvažováno, že se od té doby se spotřeba nezměnila. Dalším

důvodem je, že hodnoty TDD jsou průměrné hodnoty pro skupinu odběratelů stejného typu, a proto nemusí odpovídat skutečným hodnotám zadané bytové jednotky. Případné přetoky el. energie by se prodávaly do sítě pomocí některé z možností uvedené v kap. 1.4.1.1.

#### **5.1.1.1 Střídač**

Z důvodu, že panely mají vysoké hodnoty jmenovitých proudů, bylo nutné vybrat střídač s 2,5 násobně vyšším vstupním DC výkonem než by byl výkon panelů, které by byly schopné pokrýt špičkový výkon. A proto byl zvýšen počet panelů na dvojnásobek. Jako střídač je navržen střídač GoodWe NS – 2,5 kW. Jedná se o síťový 1f střídač, který musí být připojen na DS (tzv. Grid-on). Jeho vstupní napětí se může pohybovat od 80 V od 450 V. Je vybaven 1 MPP trackerem. Jmenovitý vstupní výkon je 2700 W (maximální krátkodobý výkon je 3250 W) a výstupní výkon je 2500 W s jmenovitý proud je 12,5 A. Maximální účinnost je až 97 %.

#### **5.1.1.2 FV panely**

Z důvodu, který byl popsán v předchozí kapitole Střídač, byl zvýšen počet panelů z 3 na 6 FV panelů. Panely budou zapojeny do série z důvodu, aby jejich napětí při jmenovitém zatížení bylo možné lépe regulovat pomocí MPP trackeru. Celkový instalovaný výkon bude 2190 Wp.

#### **5.1.1.3 Kabely a bezpečnostní prvky**

Pro propojení FV panelů se střídačem a ochranami bude v první variantě použit kabel 2x4mm<sup>2</sup>. Spojení mezi panely a kabelem bude provedeno pomocí MC4 konektorů. Pro propojení střídače s rozvodnou sítí bude použit kabel se třemi žilami a s minimální průřezem žil 2,5 mm<sup>2</sup>.

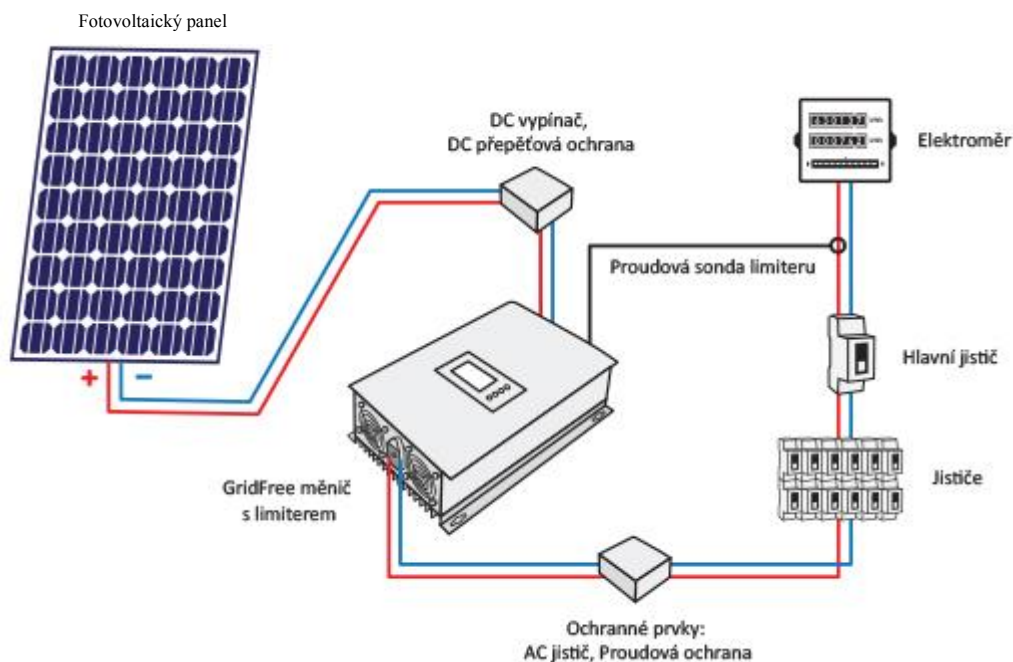
Jako bezpečnostní prvky v obou variantách se použijí na DC straně: DC vypínač a DC přepěťová ochrana (svodič přepětí). Na AC straně se použije jističochránič typu A, proudová ochrana a jistič. Použije se také ochranné pospojování a ochranné uzemnění.

### **5.1.2 Varianta B**

Tato varianta se také zaměřuje na pokrytí špičkové hodnoty odebíraného výkonu, ale v této variantě nebudou vznikat žádné přetoky el. energie do sítě z důvodu, že vybraný střídač je Grid-Free, což znamená, že má v sobě zabudovaný limitér, který s pomocí proudové sondy, umístěné na jedné fázi na vstupu do hlavní rozvaděče, umí omezit výkon FVE na aktuální hodnotu spotřebovávaného výkonu v domácnosti. Toto značně ulehčí registraci FVE=registrace jako mikrodroj (viz kap. 3.8).

#### **5.1.2.1 Střídač**

Ve druhé variantě se pro transformaci z DC na AC napětí se bude používat střídač GWL/POWER GF-SUN-2000G2. Tento střídač je typu Grid-Free, ale pro své fungování potřebuje být tzv. Grid-on (musí být připojen k DS). Regulaci výkonu FVE se provádí pomocí MPP trackeru. Vstupní stejnosměrné napětí se může pohybovat od 45 do 90 V a jmenovitý stejnosměrný výkon je 1800W. Jedná se o 1f střídač s výstupním výkonem 1800 W, ale maximálně je schopen krátkodobě dodávat 2000 W. Střídač, má účinnosti až 92 %. [42]



**Obr. 5-1 Schématické zapojení FVE s limiterem [43]**

### 5.1.2.2 FV panely

U této varianty budou na stěnu osazeny 4 FV panely, které budou zapojeny do kombinace 2S2P (dva panely do série a dvě série paralelně). Tímto budou dodrženy parametry střídače. Celkový výkon panelů bude 1460 Wp.

### 5.1.2.3 Kabely a bezpečnostní prvky

Pro propojení panelů se střídačem bude použit kabel  $2 \times 6 \text{ mm}^2$ . Pro propojení střídače s rozvodnou sítí bude použito kabelu střídače. Pro zapojení panelů do kombinace 2P2S jsou nutné MC4-T konektory a pro propojení této kombinace FV panelů s kabelem jsou nutné MC4 konektory.

Jako bezpečnostní prvky se použijí na DC straně: DC vypínač a DC přepětová ochrana (svodič přepětí). Na AC straně se jištění provede domovními pojistkami a jističem. Použije se také ochranné pospojování a ochranné uzemnění.

### 5.1.3 Varianta C

Tato varianta je upravená první varianta tak, aby se zlepšila návratnost oproti první variantě. Pro úpravu první varianty byl použit parametrizovatelný formulář, který dokáže spočítat návratnost FVE na základě vložených údajů

#### 5.1.3.1 FV panely

Pro zlepšení návratnosti této varianty byl zdvojnásoben počet FV panelů. To vede ke zvýšení přetoků el. energie, za které dostane investor zapláceno. Panely budou zapojeny do série, aby jejich napětí při jmenovitém zatížení bylo možné lépe regulovat pomocí MPP trackeru. Celkový instalovaný výkon bude 4380 Wp.



### 5.1.3.2 Střídač

Protože došlo ke zvýšení celkového výkonu počtu FV panelů, musí dojít ke změně střídače. Jako střídač pro tuto variantu je navržen střídač Solární měnič ABB UNO-DM-4.6-TL-PLUS-B. Jedná se o síťový 1f střídač, který musí být připojen na DS (tzv. Grid-on). Jeho vstupní napětí se může pohybovat od 150 V od 530 V. Je vybaven 2 MPP trackery. Jmenovitý vstupní výkon je 4750 W a výstupní výkon je 4600 W s jmenovitý proude je 20 A. Maximální účinnost je až 97 %.

### 5.1.3.3 Kabely a bezpečnostní prvky

Pro propojení FV panelů se střídačem a ochranami bude v první variantě použit kabel  $2 \times 6 \text{ mm}^2$ . Spojení mezi panely a kabelem bude provedeno pomocí MC4 konektorů. Pro propojení střídače s rozvodnou sítí bude použit kabel se třemi žilami a s minimální průřezem žil  $4 \text{ mm}^2$ .

Jako bezpečnostní prvky v obou variantách se použijí na DC straně: DC vypínač a DC přepěťová ochrana (svodič přepětí). Na AC straně se použije proudový chránič typu A, s  $\Delta I=30 \text{ mA}$ , nadproudová ochrana a jistič. Použije se také ochranné pospojování a ochranné uzemnění.

## 5.2 Koncept II. - FVE pro celý bytový dům

Pro tento koncept není k dispozici roční spotřeba elektrické energie a tudíž je potřeba se spoléhat na údaje sdělené investorem (viz kap 4.). Pokud bude použita hodnota nejvyšší špičkové hodnoty odebíraného výkonu zjištěného z TDD a bude vynásobena 5 (což odpovídá počtu bytových jednotek), bude činit nejvyšší špičková hodnota odebíraného výkonu 4590 W. Pro tento koncept jsou navrženy dvě varianty. Obě varianty se soustředí na pokrytí špičkové hodnoty odebíraného výkonu. V první variantě bude nainstalovaný 3f střídač a přetoky el. energie se budou prodávat jednou z možností z kap. 1.4.1.1. V druhé variantě bude nainstalovaný hybridní střídač, který bude přetoky el. energie ukládat do bateriového uložení, pokud budou baterie plné, přetok se bude prodávat do sítě podle možností z kap. 1.4.1.1.

V tomto konceptu se uvažuje pouze s panely umístěnými na zdi, z důvodu problematického svodu kabelů z mansardy

### 5.2.1 Varianta A

V této variantě bude použit síťový 3f střídač a většina vyrobená el. energie se použije ke snížení spotřeby el. energie a případné přetoky se prodají do sítě podle jedné z možností z kap. 1.4.1.1.

#### 5.2.1.1 FV panely

Pro pokrytí max. špičkové hodnoty odebíraného výkonu bude využito 13 FV panelů s celkovým výkonem 4745 Wp. Všechny panely budou zapojeny v sérii z důvodu zvýšení napětí na MPP trackeru, který je umístěn na vstupech střídače.

### 5.2.1.2 Střídač

Jako střídač byl zvolen síťový třífázový střídač (viz kap. 1.2.3.1) Solární měnič Fronius SYMO 5.0 3- M. Tento střídač obsahuje 2 MPP trackery, jejich rozsah napětí je od 163 V do 800 V. Maximální proud, který může téct trackerem, je 16 A. Maximální možné vstupní napětí střídače je 1 000 V a maximální vstupní výkon FV panelů je 6 000 W. Jmenovitý výstupní výkon je 6 000 W se jmenovitým proudem 7,2 A. Střídač má účinnost 98%. [45]

### 5.2.1.3 Kabely a bezpečnostní prvky

Pro propojení jednotlivých panelů mezi sebou a pro propojení celé větve FV panelů se střídačem bude využit kabel s průřezem 4 mm<sup>2</sup>. Dále jsou také potřeba pro propojení panelů s kabely konektory MC4, které budou nalisovány na konci kabelu. Pro propojení střídače s rozvodnou sítí bude použit kabel se pěti žilami a s minimální průřezem žil 2,5 mm<sup>2</sup>.

Jako bezpečnostní prvky v obou variantách se použijí na DC straně: DC vypínač a DC přepěťová ochrana (svodič přepětí). Na AC straně se použije jističochránič typ A, proudová ochrana a jistič. Použije se také ochranné pospojování a ochranné uzemnění.

## 5.2.2 Varianta B

V této variantě se použije hybridní 3f střídač, který bude nejprve ukládat vyrobenou el. energii do baterií a v případě plně nabitých baterií se budou přetoky prodávat do sítě podle jedné z variant z kap. 1.4.1.1. Problém pro tuto variantu je, že není možné vymezit stejnou část uložené el. energie pro každou bytovou jednotku a tudíž se může stát, že některé bytové jednotky budou mít levnější el. energii na úkor ostatních, protože budou doma a budou odebírat většinu el. energie z FVE a následně z baterií, zatím co ostatní lidé z dalších bytových jednotek budou např. v práci.

### 5.2.2.1 Střídač

V této variantě byl zvolen hybridní střídač Solární měnič Fronius SYMO HYBRID 5.0-3-S. Jedná se o beztransformátorový třífázový střídač s jedním MPP trackerem schopným ukládat vyrobenou elektrickou energii do baterií. Vstupní napětí trackeru se pohybuje od 150 do 800 V. Maximální proud v MPP trackeru je 16 A. Střídač je možné zatížit ze vstupní strany maximální výkonem je 8 kW. Maximální výstupní výkon (AC) je 5 000 W a výstupní proud je 7,2 A. Střídač má max. účinnost 97,9 %. [44]

### 5.2.2.2 FV panely

Pro pokrytí max. špičkové hodnoty odebíraného výkonu a pro akumulaci el. energie do baterií bude využito 19 FV panelů s celkovým výkonem 6935 Wp. Přidání 6 FV panelů oproti první variantě je, aby se baterie mohla dostatečně rychle přes den nabít. Všechny panely budou zapojeny v sérii z důvodu zvýšení napětí na MPP trackeru, který je umístěn na vstupech střídače.

### 5.2.2.3 Baterie

Pokud bude vybrána varianta s hybridním střídačem, musí se k němu být zakoupen kompatibilní typ lithiových baterií. Byla vybrána baterie LG Chem Resu 10H, která má jmenovitou kapacitu 9,8 kWh se jmenovitým výkonem 5 kW. Ta je nabíjena střídavým

napětím o velikosti 350-450 V [46] a proto je nutné nainstalovat zařízení Fronius checkbox, který zaručí její spolehlivý provoz. Pro optimalizaci a řízení spotřeby je také potřeba nainstalovat Fronius Smart meter. Ten bude řídit, kdy se má baterie vybíjet a kdy nabíjet.

#### **5.2.2.4 Kabely a bezpečnostní prvky**

Pro propojení jednotlivých panelů mezi sebou a pro propojení celé větve FV panelů se střídačem bude využit kabel s průřezem 4 mm<sup>2</sup>. Dále jsou také potřeba pro propojení panelů s kabely konektory MC4, které budou nalisovány na konci kabelu. Pro propojení střídače s rozvodnou sítí bude použit kabel se pěti žilami a s minimální průřezem žil 2,5 mm<sup>2</sup>.

Jako bezpečnostní prvky v se v této variantě se použijí na DC straně: DC vypínač a DC přepěťová ochrana (svodič přepětí). Na AC straně se použije jističochránič typu A, proudová ochrana a jistič. Použije se také ochranné pospojování a ochranné uzemnění.

### **5.3 Koncept III. - Krytí spotřeby a prodej do sítě**

U této varianty je důraz kladen na co největší výkon FVE, který se bude prodávat jednou z variant popsaných v kap. 1.4.1.1., (kromě varianty Elektřina pro soláry - zvýhodněná cena zde platí pouze pro celkový přetok do hodnoty spotřebované el. energie). Z vyrobené el. energie se před jejím odesláním do DS odčerpá část, která bude krýt aktuální spotřebu domácnosti investora.

#### **5.3.1 FV panely**

Jelikož tento návrh bude krýt pouze spotřebu bytové jednotky investora, musí být FV panely instalovány na stěně bytového domu.

Celkem bude umístěno 27 FV panelů s celkovým výkonem 9 855 W. FV panelů by šlo umístit více, ale z důvodu nepřekročení hranice instalovaného výkonu 10 kWp jich bude nainstalován pouze tento počet. FV panely budou seřazeny do dvou skupin z důvodu nepřekročení maximálních hodnot střídače. Každá skupina bude zapojena sériově a bude mít vlastní MPP tracker.

#### **5.3.2 Střídač**

Pro tuto variantu byl vybrán jako střídač GoodWe GW10KT-DT. Jedná se o třífázový síťový beztransformátorový střídač. Maximální celková velikost připojených FV panelů je 15 kWp. Disponuje 2 MPP trackery. Rozsah napětí každého MPP trackeru je 185-850 V. Maximální proudové zatížení jednoho trackeru je 12,5 A. Maximální výstupní výkon je 11 000 VA při  $\cos \varphi = 1$ . Střídač pracuje s účinností 97,7 %. Noční spotřeba je udávána pod 1 W [47]

#### **5.3.3 Kabely a bezpečnostní prvky**

Pro propojení jednotlivých panelů mezi sebou a pro propojení celé větve FV panelů se střídačem bude využit kabel s průřezem 4 mm<sup>2</sup>. Dále budou také potřeba pro propojení panelů s kabely konektory MC4, které budou nalisovány na konci kabelu. Pro propojení střídače s rozvodnou sítí bude použit kabel se pěti žilami a s minimální průřezem žil 4 mm<sup>2</sup>.

Jako bezpečnostní prvky v obou variantách se použijí na DC straně: DC vypínač a DC přepěťová ochrana (svodič přepětí). Na AC straně se použije proudový chránič typu A, proudová ochrana a jistič. Použije se také ochranné pospojování a ochranné uzemnění.

## 6. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

V kapitolách výdaje se jedná pouze o rámcové rozpočty. Podrobný rozpočet je proveden pro realizovanou variantu. Výsledky uvedené v kapitolách příjmy ekonomického zhodnocení, jsou vypočítány v parametrizovatelném formuláři, který se nachází v příloze A. Cena na denním trhu s el. energií, použitá v parametrizovatelném formuláři, je získána z portálu společnosti OTE .

### 6.1 Koncept I

V tomto konceptu je FVE vybavena 1f střídačem, el. energie se bude spotřebovávat pouze v bytové jednotce investora, která má roční spotřebu 3,55 MWh a špičkový odebraný výkon je 918 W.

#### 6.1.1 Varianta A (kap. 5.1.1)

##### 6.1.1.1 Výdaje

Veškeré výdaje za postavení FVE jsou uvedeny v Tabulce 6-1.

**Tabulka 6-1 Pořizovací náklady u varianty s 1f střídačem**

Číslo položky (ČP)	Položka	Množství	Cena za jedn.	Cena [Kč]
	Půjčovné za lešení* [48]	116 m <sup>2</sup>	1 Kč/m <sup>2</sup> /den	116
	Doba půjčení	14 dní		
1	Půjčovné celkem [48]			1 624
2	Stavba lešení [48]	1 x	40 Kč/m <sup>2</sup>	4640
3	Demontáž lešení [48]	1 x	35 Kč/m <sup>2</sup>	4060
4	Doprava lešení [49].	18 km	25 Kč/m <sup>2</sup>	500
5	FV panely [40]	6 ks	3 160,65 Kč/ks	18 963,9
6	Střídač	1 ks	14 900 Kč/ks	14 900
7	Nosné konstrukce [50]			5800
8	Elektroinstalační práce	1 x	20 000 Kč	20 000
9	DC kabel - Solární kabel 4 mm <sup>2</sup> [51]	2 x 12,72 m	25 Kč/m	636
10	Instalační materiál			500
11	Propojovací kabel CYKY 3x2,5 mm <sup>2</sup> [53]	22 m	24 Kč/m <sup>2</sup>	858
12	Rozvaděč u střídače [54]	1 ks	542 Kč/ks	542
13	Rozvaděč u panelů [55]	1 ks	1 223 Kč/ks	1 223
14	Přepěťová ochrana DC [56]	2 ks	5 341 Kč/ks	10 682
15	Přepěťová ochrana AC	1 ks	3 200 Kč/ks	3 200

Číslo položky (ČP)	Položka	Množství	Cena za jedn.	Cena [Kč]
16	Jistič	1 ks	960,50 Kč/ks	960,50
17	Jističochránič	1 ks	993 Kč/ks	993
18	Odpínač	5 ks	65,78 Kč/ks	328,90
19	Pojistky	5 ks	109 Kč/ks	545
20	Elektroměr vyrobené el. energie	1 ks	2045 Kč/ks	2045
21	Revizní technik [57]	1x	2 000 Kč/revize	2 000
22	Licence ERÚ [58]	1x	1 000 Kč	1 000
	Celkové náklady			96 001,3

\* Pouze pokud bude lešení postaveno a demontováno firmou, která půjčuje lešení. Jinak je cena za půjčení 1,5 Kč/m<sup>2</sup>/den.

Příklad výpočtu z tabulky 6-1:

$$Celkem = \sum_{i=1}^{23} \check{C}P_i = 1624 + 4640 + \dots + 1000 = 96001,3 \text{ Kč}$$

### 6.1.1.2 Příjmy

Pro výpočet vyrobené el. energie je použito dat z kalkulátoru PVGIS (Photovoltaic Geographical Information), který dokáže ze zadané polohy, instalovaného výkonu, sklonu panelů a azimutu vypočítat vyrobenou el. energii, neboť v sobě obsahuje databázi hodnot intenzity slunečního záření na celé planetě. V parametrizovatelném formuláři jsou použity hodnoty intenzity dopadajícího slunečního záření pro průměrný den v každém měsíci [59].

**Tabulka 6-2 Ekonomická návratnost varianty s 1f střídačem**

Instalovaný výkon	P <sub>ins</sub>	2,19 kWp
Vyrobena el. energie z FVE [59]	E <sub>v</sub>	1 999,43 kWh
Podíl spotřeby z vyrobené energie	PS	83,63 %
Tarif	T	D02d
Cena za distribuci a silovou el. energii dle ceníku	C <sub>D</sub>	4589,98 Kč/MWh
cena „A“ na podporu el. energie z podporovaných zdrojů energie*	C <sub>A</sub>	1367,25 Kč/měsíc
cena „B“ na podporu el. energie z podporovaných zdrojů energie*	C <sub>B</sub>	598,95 Kč/MWh

Výkupní cena el. energie-PV	Výkup-PV	600 Kč/MWh
Výkupní cena el. energie - EPS	Výkup-EPS	Cena silové el. energie/MWh
Výkupní cena el. energie - BD	Výkup-BD	Cena dle denního trhu s el. energií
Výkupní cena el. energie - BE	Výkup-BE	Cena dle denního trhu s el. energií
Celková roční úspora s PV	CRÚ-PV	8 873,13 Kč
Celková roční úspora s EPS	CRÚ-EPS	8 512,98 Kč
Celková roční úspora s BD	CRÚ-BD	Kč
Celková roční úspora s BE	CRÚ-BE	8 374,66 Kč
Prostá návratnost s PV	PN-PV	10,82 let
Prostá návratnost s EPS	PN-EPS	11,28 let
Prostá návratnost s BD	PN-BD	42,31 let
Prostá návratnost s BE	PN-BE	11,46 let

\* Počítá se s nižší výslednou částkou z obou hodnot.

Příklad výpočtu pro tabulku 6-2:

$$\begin{aligned}
 CRÚ - PV &= E_V \cdot \frac{PS}{100} \cdot C_D + E_V \cdot \frac{PS}{100} \cdot C_B + \left(1 - \frac{PS}{100}\right) \cdot Výkup - PV \cdot E_V = \\
 &= 1,999 \cdot \frac{83,63}{100} \cdot 4589,98 + 1,999 \cdot \frac{83,63}{100} \cdot 598,95 + \left(1 - \frac{83,63}{100}\right) \cdot 600 \cdot 1,999 = \\
 &= 8 871,01 \text{ Kč}
 \end{aligned}$$

$$PN - PV = \frac{\text{Celk. náklady}}{CRÚ - PV} = \frac{96 001,30}{8 873,13} = 10,82 \text{ let}$$

Rozdíl mezi výsledky z příkladu výpočtu a z parametrizovatelného formuláře vzniká z důvodu zaokrouhlování hodnot v příkladu výpočtu.

### 6.1.2 Varianta B (kap. 5.1.2)

V této variantě je nainstalován Grid-Free střídač a tím nevznikají přetoky do DS.

#### 6.1.2.1 Výdaje

Výdaje na instalaci této varianty FVE jsou popsány v Tabulce 6-3

**Tabulka 6-3 Pořizovací náklady u varianty s Grid-Free střídačem**

Číslo položky (ČP)	Položka	Množství	Cena za jedn. [Kč]	Cena [Kč]
	Půjčovné za lešení [48]	116 m <sup>2</sup>	1 Kč/m <sup>2</sup>	116
	Doba půjčení	14 dní		
1	Půjčovné celkem [48]			1 624
2	Stavba lešení [48]	1	40 Kč/m <sup>2</sup>	4640
3	Demontáž lešení [48]	1	35 Kč/m <sup>2</sup>	4060
4	Doprava lešení [49].	18 km	25 Kč/m <sup>2</sup>	500
5	FV panely [40]	4	3 160,65 Kč/ks	12 642,6
6	Střídač [42]	1	9 411 Kč/ks	9 411
7	Nosné konstrukce [50]			2 108,97
8	Elektroinstalační firma	1x	20 000 Kč	20 000
9	DC kabel - Solární kabel 6 mm <sup>2</sup> [51]	2 x 13,72	33 Kč/m	905,52
10	Instalační materiál			500
11	kabel 2x0,35 mm <sup>2</sup> V03VH-H [61]	22	4,26 Kč/m <sup>2</sup>	93,72
12	Rozvaděč u střídače [54]	1	542 Kč/ks	542
13	Rozvaděč u panelů [55]	1	1 223 Kč/ks	1 223
14	Přepětová ochrana DC [56]	2	5 341 Kč/ks	10 682
15	Odpínač	2	65,78 Kč/ks	131,56
16	Pojistky	2	109 Kč/ks	218
17	Revizní technik [57]	1	2 000 Kč/revize	2 000
	Celkové náklady			71 282,37

\* Pouze pokud bude lešení postaveno a demontováno firmou, která půjčuje lešení. Jinak je cena za půjčení 1,5 Kč/m<sup>2</sup>/den.

Příklad výpočtu z tabulky 6-3:

$$Celkem = \sum_{i=1}^{23} \check{C}P_i = 1624 + 4640 + \dots + 1000 = 71\,282,37 \text{ Kč}$$

### 6.1.2.2 Příjmy

Pro výpočet vyrobené el. energie je použito dat z kalkulátoru PVGIS (Photovoltaic Geographical Information), který dokáže ze zadané polohy, instalovaného výkonu, sklonu panelů a azimutu vypočítat vyrobenou el. energii, neboť v sobě obsahuje databázi



hodnot intenzity slunečního záření na celé planetě. V parametrizovatelném formuláři jsou použity hodnoty intenzity dopadajícího slunečního záření pro průměrný den v každém měsíci [59].

**Tabulka 6-4 Ekonomická návratnost varianty s Grid-Free střídačem**

Instalovaný výkon	$P_{ins}$	1,46 kWp
Vyrobena el. energie z FVE [59]	$E_V$	1 332,95 kWh
Podíl možné z vyrobené energie	PS	83,63 %
Tarif	T	D02d
Cena za distribuci a silovou el. energii dle ceníku	$C_D$	4589,98 Kč/MWh
cena „A“ na podporu el. energie z podporovaných zdrojů energie*	$C_A$	1367,25 Kč/měsíc
cena „B“ na podporu el. energie z podporovaných zdrojů energie*	$C_B$	598,95 Kč/MWh
Výkupní cena el. energie-PV	Výkup-PV	600 Kč/MWh
Celková roční úspora s PV	CRÚ-PV	6465,62 Kč
Prostá návratnost s PV	PN-PV	11,02 let

\* Počítá se s nižší výslednou částkou z obou hodnot.

Příklad výpočtu pro tabulku 6-4:

$$CRÚ - PV = E_V \cdot \frac{PS}{100} \cdot C_D + E_V \cdot \frac{PS}{100} \cdot C_B + 0 =$$

$$= 1,33295 \cdot \frac{93,48}{100} \cdot 4589,98 + 1,33295 \cdot \frac{93,48}{100} \cdot 598,95 + 0 = 6465,62 \text{ Kč}$$

$$PN - PV = \frac{\text{Celk. náklady}}{CRÚ - PV} = \frac{71\,282,37}{6465,62} = 11,02 \text{ let}$$

Rozdíl mezi výsledky z příkladu výpočtu a z parametrizovatelného formuláře vzniká z důvodu zaokrouhlování hodnot v příkladu výpočtu.

### 6.1.3 Varianta C (kap. 5.1.3)

#### 6.1.3.1 Výdaje

Veškeré výdaje za výstavbu FVE jsou uvedeny v Tabulce 6-5.

**Tabulka 6-5 Pořizovací náklady u varianty s 1f střídačem se zvýšeným počtem FV panelů**

Číslo položky (ČP)	Položka	Množství	Cena za jedn.	Cena [Kč]
	Půjčovné za lešení* [48]	116 m <sup>2</sup>	1 Kč/m <sup>2</sup> /den	116
	Doba půjčení	14 dní		
1	Půjčovné celkem [48]			1 624
2	Stavba lešení [48]	1 x	40 Kč/m <sup>2</sup>	4640
3	Demontáž lešení [48]	1 x	35 Kč/m <sup>2</sup>	4060
4	Doprava lešení [49].	18 km	25 Kč/m <sup>2</sup>	500
5	FV panely [40]	12 ks	3 160,65 Kč/ks	37 927,8
6	Střídač	1 ks	26 059,6 Kč/ks	26 059,6
7	Nosné konstrukce [50]			8 000
8	Elektroinstalační práce	1 x	35 000 Kč	35 000
9	DC kabel - Solární kabel 6 mm <sup>2</sup> [51]	2 x 12,72 m	34 Kč/m	864,96
10	Instalační materiál			1 000
11	Propojovací kabel CYKY 3x4 mm <sup>2</sup> [53]	22 m	24 Kč/m <sup>2</sup>	858
12	Rozvaděč AC [54]	1 ks	542 Kč/ks	542
13	Rozvaděč DC [55]	1 ks	1 223 Kč/ks	1 223
14	Přepěťová ochrana DC [56]	1 ks	5 341 Kč/ks	10 682
15	Přepěťová ochrana AC	1 ks	3 200 Kč/ks	3 200
16	Jistič	1 ks	960,50 Kč/ks	960,50
17	Proudový chránič	1 ks	993 Kč/ks	993
18	Odpínač	2 ks	65,78 Kč/ks	328,90
19	Pojistky	2 ks	109 Kč/ks	545
20	Elektroměr vyrobené el. energie	1 ks	2045 Kč/ks	2045
21	Revizní technik [57]	1x	2 000 Kč/revize	2 000
22	Licence ERÚ [58]	1x	1 000 Kč	1 000
	Celkové náklady			144 053,76

\* Pouze pokud bude lešení postaveno a demontováno firmou, která půjčuje lešení. Jinak je cena za půjčení 1,5 Kč/m<sup>2</sup>/den.

Příklad výpočtu z tabulky 6-5:

$$Celkem = \sum_{i=1}^{23} \check{C}P_i = 1624 + 4640 + \dots + 1000 = 144\,053,76 \text{ Kč}$$

### 6.1.3.2 Příjmy

Pro výpočet vyrobené el. energie je použito kalkulátoru PVGIS (Photovoltaic Geographical Information), který dokáže ze zadané polohy, instalovaného výkonu, sklonu panelů a azimutu vypočítat vyrobenou el. energii, neboť v sobě obsahuje databázi hodnot intenzity slunečního záření na celé planetě. V parametrizovatelném formuláři jsou použity hodnoty intenzity dopadajícího slunečního záření pro průměrný den v každém měsíci [59].

**Tabulka 6-6 Ekonomická návratnost varianty s 1f střídačem**

Instalovaný výkon	P <sub>ins</sub>	4,38 kWp
Vyrobena el. energie z FVE [59]	E <sub>v</sub>	3 998,86 kWh
Podíl spotřeby z vyrobené energie	PS	63,32 %
Tarif	T	D02d
Cena za distribuci a silovou el. energii dle ceníku	C <sub>D</sub>	4589,98 Kč/MWh
cena „A“ na podporu el. energie z podporovaných zdrojů energie*	C <sub>A</sub>	1367,25 Kč/měsíc
cena „B“ na podporu el. energie z podporovaných zdrojů energie*	C <sub>B</sub>	598,95 Kč/MWh
Výkupní cena el. energie-PV	Výkup-PV	600 Kč/MWh
Výkupní cena el. energie - EPS	Výkup-EPS	Cena silové el. energie/MWh
Výkupní cena el. energie - BD	Výkup-BD	Cena dle denního trhu s el. energií
Výkupní cena el. energie - BE	Výkup-BE	Cena dle denního trhu s el. energií
Celková roční úspora s PV	CRÚ-PV	14 018,39 Kč
Celková roční úspora s EPS	CRÚ-EPS	13 473,06 Kč
Celková roční úspora s BD	CRÚ-BD	5 608,1Kč
Celková roční úspora s BE	CRÚ-BE	13 878,2 Kč
Prostá návratnost s PV	PN-PV	10,28 let

Prostá návratnost s EPS	PN-EPS	10,69 let
Prostá návratnost s BD	PN-BD	10,38 let
Prostá návratnost s BE	PN-BE	11,46 let

\* Počítá se s nižší výslednou částkou z obou hodnot.

Příklad výpočtu pro tabulku 6-6:

$$\begin{aligned}
 CR\acute{U} - PV &= E_V \cdot \frac{PS}{100} \cdot C_D + E_V \cdot \frac{PS}{100} \cdot C_B + \left(1 - \frac{PS}{100}\right) \cdot V\acute{y}kup - PV \cdot E_V = \\
 &= 3,998 \cdot \frac{63,32}{100} \cdot 4589,98 + 3,998 \cdot \frac{63,32}{100} \cdot 598,95 + \left(1 - \frac{63,32}{100}\right) \cdot 600 \cdot 3,998 = \\
 &= 14\,018,39 \text{ Kč}
 \end{aligned}$$

$$PN - PV = \frac{Celk. \text{ náklady}}{CR\acute{U} - PV} = \frac{144\,053,76}{14\,018,39} = 10,28 \text{ let}$$

Případný rozdíl mezi výsledky z příkladu výpočtu a z parametrizovatelného formuláře vzniká z důvodu zaokrouhlování hodnot v příkladu výpočtu.

## 6.2 Koncept II.

V tomto konceptu se uvažuje FVE, která bude vyrábět el. energii pro celý bytový dům. Tato varianta bude mít buď síťový 3f střídač nebo hybridní 3f střídač.

### 6.2.1 Varianta A (kap. 5.2.1)

#### 6.2.1.1 Výdaje

Výdaje na instalaci této varianty jsou popsány v Tabulce 6-7

**Tabulka 6-7 Pořizovací náklady u varianty Bytový dům s 3f střídačem**

Číslo položky (ČP)	Položka	Množství	Cena za jedn.	Cena [Kč]
	Půjčovné za lešení* [48]	116 m2	1 Kč/m <sup>2</sup> /den	116
	Doba půjčení	14 dní		
1	Půjčovné celkem [48]			1 624
2	Stavba lešení [48]	1 x	40 Kč/m <sup>2</sup>	4640
3	Demontáž lešení [48]	1 x	35 Kč/m <sup>2</sup>	4060
4	Doprava lešení [49].	18 km	25 Kč/m <sup>2</sup>	500
5	FV panely [40]	13 ks	3 160,65 Kč/ks	53 731,05

Číslo položky (ČP)	Položka	Množství	Cena za jedn.	Cena [Kč]
6	Střídač [45]	1 ks	39 562,13 Kč/ks	39 562,13
7	Nosné konstrukce [50]			12 315,18
8	Elektroinstalační práce	1 x	80 000 Kč	80 000
10	DC kabel - Solární kabel 4 mm <sup>2</sup> [51]	21,29 m	25 Kč/m	532,25
11	Instalační materiál			500
12	Propojovací kabel CYKY 5x2,5 mm <sup>2</sup> [52]	22 m	39 Kč/m <sup>2</sup>	858
13	Rozvaděč u střídače [54]	1 ks	542 Kč/ks	542
14	Rozvaděč u panelů [55]	1 ks	1 223 Kč/ks	1 223
15	Přepěťová ochrana DC [62]	2 ks	6 153 Kč/ks	12 306
16	Přepěťová ochrana AC	1 ks	3 200 Kč/ks	3 200
17	Jistič	1 ks	960,50 Kč/ks	960,50
18	Jističochránič	1 ks	993 Kč/ks	993
19	Odpínač	5 ks	65,78 Kč/ks	328,90
20	Pojistky	5 ks	109 Kč/ks	545
21	Elektroměr vyrobené el. energie	1 ks	2 045 Kč/ks	2045
22	Revizní technik [57]	1x	2 000 Kč/revize	2 000
23	Licence ERÚ [58]	1x	1 000 Kč	1 000
	Celkové náklady			223 582,01

\* Pouze pokud bude lešení postaveno a demontováno firmou, která půjčuje lešení. Jinak je cena za půjčení 1,5 Kč/m<sup>2</sup>/den.

Příklad výpočtu z tabulky 6-7:

$$Celkem = \sum_{i=1}^{23} \check{C}P_i = 1624 + 4640 + \dots + 1000 = 223\,582,01 \text{ Kč}$$

### 6.2.1.2 Příjmy

Pro výpočet vyrobené el. energie je použito kalkulátoru PVGIS (Photovoltaic Geographical Information), který dokáže ze zadané polohy, instalovaného výkonu, sklonu panelů a azimutu vypočítat vyrobenou el. energii, neboť v sobě obsahuje databázi hodnot intenzity slunečního záření na celé planetě. V parametrizovatelném formuláři jsou použity hodnoty intenzity dopadajícího slunečního záření pro průměrný den v každém měsíci [59].

**Tabulka 6-8 Ekonomická návratnost varianty Bytový dům s 3f střídačem**

Instalovaný výkon	P <sub>ins</sub>	4,745 kWp
Vyrobená el. energie z FVE [59]	E <sub>V</sub>	4332,1 kWh
Podíl spotřeby z vyrobené energie	PS	99,30%
Tarif	T	D02d
Cena za distribuci a silovou el. energii dle ceníku	C <sub>D</sub>	4589,98 Kč/MWh
cena „A“ na podporu el. energie z podporovaných zdrojů energie*	C <sub>A</sub>	1367,25 Kč/měsíc
cena „B“ na podporu el. energie z podporovaných zdrojů energie*	C <sub>B</sub>	598,95 Kč/MWh
Výkupní cena el. energie-PV	Výkup-PV	600 Kč/MWh
Výkupní cena el. energie - EPS	Výkup-EPS	Cena silové el. energie/MWh
Výkupní cena el. energie - BD	Výkup-BD	Cena dle denního trhu s el. energií
Výkupní cena el. energie - BE	Výkup-BE	Cena dle denního trhu s el. energií
Celková roční úspora s PV	CRÚ-PV	22 339,54 Kč
Celková roční úspora s EPS	CRÚ-EPS	21 413,04 Kč
Celková roční úspora s BD	CRÚ-BD	6 227,29 Kč
Celková roční úspora s BE	CRÚ-BE	20 164,21 Kč
Prostá návratnost s PV	PN-PV	10,01 let
Prostá návratnost s EPS	PN-EPS	10,44 let
Prostá návratnost s BD	PN-BD	35,90 let
Prostá návratnost s BE	PN-BE	11,09 let

\* Počítá se s nižší výslednou částkou z obou hodnot.

Příklad výpočtu pro tabulku 6-8:

$$\begin{aligned}
 CRÚ - PV &= E_V \cdot \frac{PS}{100} \cdot C_D + E_V \cdot \frac{PS}{100} \cdot C_B + \left(1 - \frac{PS}{100}\right) \cdot Výkup \cdot E_V = \\
 &= 4,3321 \cdot \frac{99,3}{100} \cdot 4589,98 + 4,3321 \cdot \frac{99,3}{100} \cdot 598,95 + \left(1 - \frac{99,3}{100}\right) \cdot 600 \cdot 4,3321 = \\
 &= 22\,339,54 \text{ Kč}
 \end{aligned}$$

$$PN - PV = \frac{\text{Celk. náklady}}{\text{CRÚ} - \text{PV}} = \frac{223\,582,01}{22\,339,54} = 10,01 \text{ let}$$

Případný rozdíl mezi výsledky z příkladu výpočtu a z parametrizovatelného formuláře vzniká z důvodu zaokrouhlování hodnot v příkladu výpočtu.

## 6.2.2 Varianta B (kap. 5.2.2)

V této variantě je uvažován hybridní střídač a bateriové uložení.

### 6.2.2.1 Výdaje

Výdaje na instalaci této variant FVE jsou popsány v Tabulce 6-9

**Tabulka 6-9 Pořizovací náklady u první varianty**

Číslo položky (ČP)	Položka	Množství	Cena za jedn.	Cena [Kč]
	Půjčovné za lešení* [48]	116 m <sup>2</sup>	1 Kč/m <sup>2</sup> /den	116
	Doba půjčení	14 dní		
1	Půjčovné celkem [48]			1 624
2	Stavba lešení [48]	1 x	40 Kč/m <sup>2</sup>	4640
3	Demontáž lešení [48]	1 x	35 Kč/m <sup>2</sup>	4060
4	Doprava lešení [49].	18 km	25 Kč/m <sup>2</sup>	500
5	FV panely [40]	17 ks	3 160,65 Kč/ks	53 731,05
6	Střídač	1 ks	50 393,78Kč/ks	50 393,78
7	Nosné konstrukce [50]			12 315,18
8	Elektroinstalační práce	1 x	80 000 Kč	80 000
9	DC kabel - Solární kabel 6 mm <sup>2</sup> [51]	21,29 m	34 Kč/m	723,86
10	Instalační materiál			500
11	Propojovací kabel CYKY 5x2,5 mm <sup>2</sup> [52]	22 m	39 Kč/m <sup>2</sup>	858
12	Rozvaděč u střídače [54]	1 ks	542 Kč/ks	542
13	Rozvaděč u panelů [55]	1 ks	1 223 Kč/ks	1 223
14	Přepět'ová ochrana DC [62]	2 ks	6 153 Kč/ks	10 682

15	Přepět'ová ochrana AC	1 ks	3 200 Kč/ks	3 200
16	Jistič	1 ks	960,50 Kč/ks	960,50
17	Jističochránič	1 ks	993 Kč/ks	993
18	Odpínač	5 ks	65,78 Kč/ks	328,90
20	Pojistky	5 ks	109 Kč/ks	545
21	Elektroměr vyrobené el. energie	1 ks	2045 Kč/ks	2045
22	Bateriový set**	1x	170 805,21 Kč/ks	170 805,21
24	Revizní technik [57]	1x	2 000 Kč/revize	2 000
25	Licence ERÚ [58]	1x	1 000 Kč	1 000
	Celkové náklady			403 786,48

\* Pouze pokud bude lešení postaveno a demontováno firmou, která půjčuje lešení. Jinak je cena za půjčení 1,5 Kč/m<sup>2</sup>/den.

\*\* Součástí bateriového setu jsou Fronius checkbox, smart meter a potřebná kabeláž

Příklad výpočtu z tabulky 6-9:

$$Celkem = \sum_{i=1}^{23} \check{C}P_i = 1624 + 4640 + \dots + 1000 = 403\,786,48 \text{ Kč}$$

### 6.2.2.2 Příjmy

Pro výpočet vyrobené el. energie je použito kalkulátoru PVGIS (Photovoltaic Geographical Information), který dokáže ze zadané polohy, instalovaného výkonu, sklonu panelů a azimutu vypočítat vyrobenou el. energii, neboť v sobě obsahuje databázi hodnot intenzity slunečního záření na celé planetě. V parametrizovatelném formuláři jsou použity hodnoty intenzity dopadajícího slunečního záření pro průměrný den v každém měsíci [59]

**Tabulka 6-10 Ekonomická návratnost varianty Bytový dům s hybridním střídačem**

Instalovaný výkon	P <sub>ins</sub>	6,935 kWp
Vyrozená el. energie z FVE [59]	E <sub>v</sub>	6331,53 kWh
Podíl spotřeby z vyrobené energie	PS	99,45 %
Tarif	T	D02d
Cena za distribuci a silovou el. energii dle ceníku	C <sub>D</sub>	4589,98 Kč/MWh
cena „A“ na podporu el. energie z podporovaných zdrojů energie*	C <sub>A</sub>	1367,25 Kč/měsíc



cena „B“ na podporu el. energie z podporovaných zdrojů energie*	$C_B$	598,95 Kč/MWh
Výkupní cena el. energie-PV	Výkup-PV	600 Kč/MWh
Výkupní cena el. energie - EPS	Výkup-EPS	Cena silové el. energie/MWh
Výkupní cena el. energie - BD	Výkup-BD	Cena dle denního trhu s el. energií
Výkupní cena el. energie - BE	Výkup-BE	Cena dle denního trhu s el. energií
Celková roční úspora s PV	CRÚ-PV	32 505,53 Kč
Celková roční úspora s EPS	CRÚ-EPS	31 149,28 Kč
Celková roční úspora s BD	CRÚ-BD	13 072,65 Kč
Celková roční úspora s BE	CRÚ-BE	30 038,21 Kč
Prostá návratnost s PV	PN-PV	12,42 let
Prostá návratnost s EPS	PN-EPS	12,96 let
Prostá návratnost s BD	PN-BD	30,89 let
Prostá návratnost s BE	PN-BE	13,44 let

\* Počítá se s nižší výslednou částkou z obou hodnot.

Příklad výpočtu pro tabulku 6-10:

$$\begin{aligned}
 CRÚ - PV &= E_V \cdot \frac{PS}{100} \cdot C_D + E_V \cdot \frac{PS}{100} \cdot C_B + \left(1 - \frac{PS}{100}\right) \cdot Výkup \cdot E_V = \\
 &= 22,58738 \cdot \frac{99,45}{100} \cdot 4589,98 + 22,58738 \cdot \frac{99,45}{100} \cdot 598,95 + \\
 &+ \left(1 - \frac{99,45}{100}\right) \cdot 600 \cdot 22,58738 = 32\,505,53 \text{ Kč}
 \end{aligned}$$

$$PN - PV = \frac{\text{Celk. náklady}}{CRÚ} = \frac{403\,786,48}{32\,505,53} = 12,42 \text{ let}$$

Případný rozdíl mezi výsledky z příkladu výpočtu a z parametrizovatelného formuláře vzniká z důvodu zaokrouhlování hodnot v příkladu výpočtu.

### 6.3 Koncept III. (kap. 5.3)

V tomto konceptu je umístěno na stěnu maximum možných FV panelů. Z těchto panelů se vykrývá spotřeba bytové jednotky, ale hlavní výdělek této varianty je v prodávání vyrobené el. energie do sítě pomocí jedné z variant z kap. 1.4.1.1

#### 6.3.1 Výdaje

Výdaje na instalaci této varianty FVE jsou popsány v Tabulce 6-11

**Tabulka 6-11 Pořizovací náklady u varianty Důraz na prodej el. energie**

Číslo položky (ČP)	Položka	Množství	Cena za jedn.	Cena [Kč]
	Půjčovné za lešení* [48]	189 m <sup>2</sup>	1 Kč/m <sup>2</sup> /den	116
	Doba půjčení	14 dní		
1	Půjčovné celkem [48]			2 646
2	Stavba lešení [48]	1 x	40 Kč/m <sup>2</sup>	4 640
3	Demontáž lešení [48]	1 x	35 Kč/m <sup>2</sup>	4 060
4	Doprava lešení [49].	18 km	25 Kč/m <sup>2</sup>	500
5	FV panely [40]	27 ks	3 160,65 Kč/ks	85 337,55
6	Střídač [47]	1 ks	38 497,25 Kč/ks	38 497,25
7	Nosné konstrukce [50]			5 800
8	Elektroinstalační práce	1 x	130 000 Kč	130 000
9	DC kabel - Solární kabel 4 mm <sup>2</sup> [51]	16,71 m	25 Kč/m	417,75
10	Instalační materiál			500
11	Propojovací kabel CYKY 5x2,5 mm <sup>2</sup> [52]	22 m	39 Kč/m <sup>2</sup>	858
12	Rozvaděč u střídače [54]	1 ks	542 Kč/ks	542
13	Rozvaděč u panelů [55]	1 ks	1 223 Kč/ks	1 223
14	Přepět'ová ochrana DC [62]	4 ks	6 153 Kč/ks	24 612
15	Přepět'ová ochrana AC	1 ks	3 200 Kč/ks	3 200
16	Jistič	1 ks	960,50 Kč/ks	960,50
17	Proudový chránič	1 ks	993 Kč/ks	993
18	Odpínač	7 ks	65,78 Kč/ks	460,46
19	Pojistky	7 ks	109 Kč/ks	763
20	Elektroměr vyrobené el. energie	1 ks	2045 Kč/ks	2045
21	Revizní technik [57]	1x	2 000 Kč/revize	2 000
22	Licence ERÚ [58]	1x	1 000 Kč	1 000
	Celkové náklady			311 055,51

\* Pouze pokud bude lešení postaveno a demontováno firmou, která půjčuje lešení. Jinak je cena za půjčení 1,5 Kč/m<sup>2</sup>/den.

Příklad výpočtu z tabulky 6-11:

$$Celkem = \sum_{i=1}^{23} \check{C}P_i = 1624 + 4640 + \dots + 1000 = 311\,055,51 \text{ Kč}$$

### 6.3.2 Příjmy

Pro výpočet vyrobené el. energie je použito kalkulátoru PVGIS (Photovoltaic Geographical Information), který dokáže ze zadané polohy, instalovaného výkonu, sklonu panelů a azimutu vypočítat vyrobenou el. energii, neboť v sobě obsahuje databázi hodnot intenzity slunečního záření na celé planetě. V parametrizovatelném formuláři jsou použity hodnoty intenzity dopadajícího slunečního záření pro průměrný den v každém měsíci [59]

**Tabulka 6-12 Ekonomická návratnost varianty Důraz na prodej el. energie**

Instalovaný výkon	P <sub>ins</sub>	9,855 kWp
Vyrobena el. energie z FVE [59]	E <sub>V</sub>	8 997,43 kWh
Podíl spotřeby z vyrobené energie	PS	40,79%
Tarif	T	D02d
Cena za distribuci a silovou el. energii dle ceníku	C <sub>D</sub>	4589,98 Kč/MWh
cena „A“ na podporu el. energie z podporovaných zdrojů energie*	C <sub>A</sub>	1367,25 Kč/měsíc
cena „B“ na podporu el. energie z podporovaných zdrojů energie*	C <sub>B</sub>	598,95 Kč/MWh
Výkupní cena el. energie-PV	Výkup-PV	600 Kč/MWh
Výkupní cena el. energie - EPS	Výkup-EPS	Cena silové el. energie/MWh
Výkupní cena el. energie - BD	Výkup-BD	Cena dle denního trhu s el. energií
Výkupní cena el. energie - BE	Výkup-BE	Cena dle denního trhu s el. energií
Celková roční úspora s PV	CRÚ-PV	22 241,98 Kč
Celková roční úspora s EPS	CRÚ-EPS	-
Celková roční úspora s BD	CRÚ-BD	11 878,41 Kč
Celková roční úspora s BE	CRÚ-BE	23 180,05 Kč
Prostá návratnost s PV	PN-PV	13,99 let
Prostá návratnost s EPS	PN-EPS	-
Prostá návratnost s BD	PN-BD	26,19 let
Prostá návratnost s BE	PN-BE	13,42 let

\* Počítá se s nižší výslednou částkou z obou hodnot.

Příklad výpočtu pro tabulku 6-12:

$$CR\acute{U} - PV = E_V \cdot \frac{PS}{100} \cdot C_D + E_V \cdot \frac{PS}{100} \cdot C_B + \left(1 - \frac{PS}{100}\right) \cdot V\acute{y}kup \cdot E_V =$$

$$= 8,99743 \cdot \frac{40,79}{100} \cdot 4589,98 + 8,99743 \cdot \frac{40,79}{100} \cdot 598,95 + \\ + \left(1 - \frac{40,79}{100}\right) \cdot 600 \cdot 8,99743 = 22\,241,98 \text{ Kč}$$

$$= 22\,241,98 \text{ Kč}$$

$$PN = \frac{\text{Celk. náklady}}{CR\acute{U} - PV} = \frac{311\,055,51}{22\,241,98} = 13,99 \text{ let}$$

Případný rozdíl mezi výsledky z příkladu výpočtu a z parametrizovatelného formuláře vzniká z důvodu zaokrouhlování hodnot v příkladu výpočtu.

**Tabulka 6-13 Souhrnná tabulka pořizovacích nákladů a prosté návratnosti jednotlivých variant**

	Koncept I. Varianta A	Koncept I. Varianta B	Koncept I. Varianta C	Koncept II. Varianta A	Koncept II. Varianta B	Koncept III.
Náklady (Kč)	96 001,3	73 327,37	144 053,76	223 582,01	403 786,48	311 055,51
Prostá návratnost s PV	10,82 let	11,34 let	10,28 let	10,01 let	12,42 let	13,99 let
Prostá návratnost s EPS	11,28 let	-	10,69 let	10,44 let	12,96 let	-
Prostá návratnost s BD	42,31 let	-	10,38 let	35,90 let	30,89 let	26,19 let
Prostá návratnost s BE	11,46 let	-	11,46 let	11,09 let	13,44 let	13,42 let

## 7. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo seznámit se s daným bytovým domem a dále také navrhnout realizaci některých konceptů využití FVE, které byly navrženy podle spotřeby el. energie obyvatel bytového domu/bytové jednotky a vzhledem k možnostem, které nabízí daný bytový dům/bytová jednotka.

Z důvodu, že se jedná o bytový dům, není na výstavbu FVE možné žádat dotaci Nová Zelená úsporám. V závislosti na vyhlášení nových dotačních programů je však možné, že se tyto podmínky změní a bude možné o dotaci požádat.

Z informací od investora vyplynulo, že FVE má být hlavně pro jeho bytovou jednotku, ale zajímala ho i možnost FVE pro celý bytový dům. Investor má povolení umístit panely pouze na jižní zeď. S umístěním na jiné části budovy (střechu) bylo možné uvažovat pro koncept FVE pro bytový dům, ale nebylo technicky přijatelné z důvodu problematického vedení kabeláže vnitřkem cizí bytové jednotky.

V bakalářské práci bylo pro každou variantu provedeno zhodnocení návratnosti investice. Následně se vybral ekonomicky nejvýhodnější koncept a varianta pro realizaci. Pro tuto vybranou variantu byla zpracována projektová dokumentace pro realizaci stavby.

Byl také vypracován parametrizovatelný formulář, do kterého se vyplní základní informace a z nich je vypočítána návratnost investice. Ve formuláři nejsou uvažovány výkonové ztráty ve vedení. Parametrizovatelný formulář je umístěn v příloze A.

Z důvodu nedostupnosti exaktních dat z hodinové spotřeby el. energie a intenzity dopadajícího slunečního záření, bylo zavedeno několik zjednodušení. Jako hodinová spotřeba el. energie je vzata přepočtená hodnota z TDD a hodnota intenzity dopadající slunečního záření za měsíc je brána jako 30-násobek průměrného dne v měsíci. Pro zpřesnění výsledků by bylo nutné nainstalovat měřicí přístroje pro odečet hodinové spotřeby el. energie, a pro zaznamenávání intenzity dopadajícího slunečního záření na požadované ploše.

Jak je z ekonomické bilance vidět, nejvýhodnější je varianta FVE pro celý bytový dům bez baterií, koncept II. varianta A, (návratnost této varianty je 10,01 let). Jedná se o vedlejší typ konceptu, ale z důvodu, že investor tento koncept nepreferoval a z důvodu mezilidských vztahů v bytovém domě a nutnosti vytvořit SOM, u kterého je nejasný výklad zákona, byla vybrána druhá nejvýhodnější varianta. Jedná se o variantu A konceptu I. – v tabulce 6-13 vyznačenou zelenou barvou (FVE s 1f střídačem a se 12 FV panelů o celkovém výkonu 4380 Wp s výkupem přebytků pomocí jedné z možností z kapitoly 1.4.1.1.). Nejlepší návratnost této varianty byla vypočtena na 10,28 let.

Projektová dokumentace k této variantě je umístěna v příloze B a datasheety pro jednotlivé střídače a panely jsou v příloze C.

## LITERATURA

- [1] ČESKO. Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 28. 5. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17>
- [2] MAŇÁK, Martin a Jan ŠRYTR. Prezentace z veletrhu Amper - Lokální distribuční soustavy a možnosti jejich využití v decetralizované energetice. Frank Bold Advokáti [online]. Brno, 25. 3. 2019 [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.fbadvokati.cz/cs/novinky/2560-prezentace-z-veletrhu-amper-lokalni-distribucni-soustavy-a-moznosti-jejich-vyuziti-v-decetralizovane-energetice>
- [3] Lokální distribuční soustava. Frank Bold Advokáti [online]. Brno [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.fbadvokati.cz/cs/sluzby/2525-lokalni-distribucni-soustava>
- [4] NEČAS, Filip. Jak legálně dodávat elektřinu z vlastní elektrárny sousedům? Frank Bold Advokáti [online]. Brno, 29. 3. 2018 [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.fbadvokati.cz/cs/clanky/597-jak-legalne-dodavat-elektrinu-z-vlastni-elektrarny-sousedum>
- [5] VARGIC, Mikuláš. Podmínky přímého prodeje vlastní vyrobené elektřiny. TZB-info [online]. Praha, c2001-2020, 23. 1. 2017 [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/15280-podminky-primeho-prodeje-vlastni-vyrobene-elektriny>
- [6] Informace pro žadatele. ERÚ Energertický regulační úřad [online]. Jihlava, c2014-2020 [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/licence/informace-pro-zadatele>
- [7] Seznam dokumentů - výroba elektřiny méně než 200 kW. Jihlava. Dostupné také z: <https://www.eru.cz/cs/licence/informace-pro-zadatele>
- [8] Sloučení odběrných míst elektroinstalace. In: ČEZ Solární [online]. Praha [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.cezsolarni.cz/sloucení-odběrných-míst-elektriny/>
- [9] FENDT, Walter a Miroslav PANOŠ. Vnější fotoelektrický jev. Homepage Walter Fendt [online]. Stadtbergen, 28. ledna 2018 [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: [https://www.walter-fendt.de/html5/phcz/photoeffect\\_cz.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phcz/photoeffect_cz.htm)
- [10] VOJÁČEK, Antonín. Začínáme s fotovoltaickými panely. TZB-info [online]. Praha, c2001-2021, 30.7.2007, 31. 3. 2021 [cit. 2020-5-27]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/6068-zaciname-s-fotovoltaickymi-panely>
- [11] Types of solar panels. EnergySage [online]. © 2009-2020, 15. 7. 2020 [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: <https://www.energysage.com/solar/101/types-solar-panels/>
- [12] 3 typy fotovoltaických panelů – jaké jsou jejich výhody? Fotovoltaické elektrárny na klíč[BCE.cz [online]. Brno, © 2020, 13. října 2019 [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: <https://www.bce.cz/3-typy-fotovolatických-panelu/>

- [13] Monokrystalické panely - iTECH s.r.o. Solární panely, konstruk...oltaika - ifTECH s.r.o. [online]. Olomouc, © 2020 [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: <https://shop.iftech.cz/13-monokrystalicke-panely>
- [14] Polykrystalické panely - iTECH s.r.o. Solární panely, konstruk...oltaika - ifTECH s.r.o. [online]. Olomouc, © 2020 [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: <https://shop.iftech.cz/14-polykrystalicke-panely>
- [15] Typy solárních panelů – co bychom o nich měli vědět? Innogy [online]. Praha, © 2020 [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: <https://www.elektřinazeslunce.cz/faq-typy-solarnich-panelu>
- [16] Amorfni panely. David Štička - Fotovoltaické systémy [online]. Radslavice, © 2015 - 2020 [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: <http://www.sticka.cz/kategorie/fotovoltaicke-panely/amorfni-panely/>
- [17] Ostrovní solární měniče - iTECH s.r.o. Solární panely, konstruk...oltaika - ifTECH s.r.o. [online]. Olomouc, © 2020 [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: <https://shop.iftech.cz/7-ostrovní>
- [18] Měníče napětí - Jaký typ koupit? In: Obchod 77 [online]. Praha, © 2020 [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: <https://www.obchod77.cz/menice-napeti-prehled-typu-tabulka-doporucujici-vhodne-menice-s-ohledem-na-odber-a-charakter-spotrebice.html>
- [19] BECHNÍK, Bronislav. Nejpoužívanější pojmy ve fotovoltaice. TZB-info [online]. Praha, c2001-2020, 29. 9. 2014 [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/11772-nejpouzivanejsi-pojmy-ve-fotovoltaice>
- [20] Fotovoltaická elektrárna - pojmy. *FVESYSTEMY.CZ: Specialista na fotovoltaiky* [online]. Praha [cit. 2021-5-28]. Dostupné z: [https://www.fvesystemy.cz/Terminologie-a5\\_0.htm](https://www.fvesystemy.cz/Terminologie-a5_0.htm)
- [21] BIOLKOVÁ, Jitka. Jaký máte střídač? Třeba vám fotovoltaika nešetří tolik, kolik může. S-POWER - Váš dodavatel fotovoltaických elektráren [online]. Praha, © 2020, 27. 3. 2018 [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: <https://www.s-power.cz/jaky-mate-stridac-treba-vam-fotovoltaika-nesetri-tolik-kolik-muze/>
- [22] ZILVAR, Jiří. Co byste měli znát před instalací domácí fotovoltaické elektrárny. *TZB-info* [online]. Praha, c2001-2021, 14. 4. 2021 [cit. 2020-5-27]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/22068-co-byste-meli-znat-pred-instalaci-domaci-fotovoltaicke-elektrarny>
- [23] Jak fotovoltaika a baterie pomáhají přečkat výpadky proudu. S-POWER - Váš dodavatel fotovoltaických elektráren [online]. Brandýs nad Labem - Stará Boleslav, 2006-, 1. Listopadu 2017 [cit. 2020-11-16]. ISSN 1802-5323. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/jak-fotovoltaika-baterie-pomahaji-preckat-vypadky-proudu>
- [24] Hybridní solární měniče - iTECH s.r.o. Solární panely, konstruk...oltaika - ifTECH s.r.o. [online]. Olomouc, © 2020 [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: <https://shop.iftech.cz/6-hybridni>
- [25] PURKERT, Miroslav, Jiří BERANOVSKÝ, Karel SRDEČNÝ, Petr VOGEL, Lucie ŠANCOVÁ a Jan ANTONÍN. Lze využít fotovoltaické panely pro

- panelový dům? *TZB-info* [online]. Praha, c2001-2021, 11. 10. 2010 [cit. 2020-5-27]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/6840-lze-vyuzit-fotovoltaicke-panely-pro-panelovy-dum>
- [26] 7 Different Types of Solar Panels Explained. Greenmatch [online]. London, 10 March 2020 [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2015/09/types-of-solar-panels>
- [27] FOTOVOLTAIKA: metodická pomůcka Ministerstva pro místní rozvoj k umístování, povolování a užívání fotovoltaických staveb a zařízení. Praha, 2019. Dostupné také z: [https://www.mmr.cz/cs/ministerstvo/stavebni-pravo/stanoviska-a-metodiky/uzemni-rozhodovani-a-stavebni-rad/fotovoltaika-\(1\)](https://www.mmr.cz/cs/ministerstvo/stavebni-pravo/stanoviska-a-metodiky/uzemni-rozhodovani-a-stavebni-rad/fotovoltaika-(1))
- [28] BECK, Anton. Lithium Iron Phosphate Vs. Lithium-Ion: Differences and Advantages. Epec Engineered Technologies [online]. New Bedford (Massachusetts), © 2020, 20 September 2019 [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: <https://blog.epectec.com/lithium-iron-phosphate-vs-lithium-ion-differences-and-advantages>
- [29] Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch princip. Abeceda tepelných čerpadel : Tepelná čerpadla [online]. [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: <https://www.abeceda-cerpadel.cz/cz/tepelne-cerpadlo-vzduch-vzduch>
- [30] FOTOVOLTAIKA S VYUŽITÍM PŘEBYTKŮ VÝROBY PRO OHŘEV VODY! Terms Energy [online]. Planá, © 2020 [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: <http://www.termsenergy.cz/fve-c34>
- [31] ČESKO. Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 14. 12. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>
- [32] ČESKO. Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 19. 5. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-501>
- [33] ČESKO. Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 14. 12. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-268>
- [34] ČESKO. Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 14. 12. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-458>
- [35] ČESKO. Zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 14. 12. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-165>
- [36] ČESKO. Vyhláška č. 9/2016 Sb., o postupech registrace podpor u operátora trhu a provedení některých dalších ustanovení zákona o podporovaných zdrojích energie (registrační vyhláška). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 14. 12. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-9>



- [37] ČESKO. Vyhláška č. 408/2015 Sb., o Pravidlech trhu s elektřinou. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 14. 12. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-408>
- [38] ČESKO. Vyhláška č. 16/2016 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 14. 12. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-16>
- [39] ČESKO. Vyhláška č. 145/2016 Sb., o vykazování elektřiny a tepla z podporovaných zdrojů a k provedení některých dalších ustanovení zákona o podporovaných zdrojích energie (vyhláška o vykazování energie z podporovaných zdrojů). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 14. 12. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-145>
- [40] Solární panel Canadian solar 365Wp POLY stříbrný rám. *Solární panely, konstruk...oltaika - ifTECH s.r.o.* [online]. Olomouc, © 2020 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://shop.iftech.cz/monokrystalicke-panely/2498-solarni-panel-canadian-solar-365wp-mono-stribrny-ram.html>
- [41] Solární měnič Fronius SYMO 3.0-3-M. *Solární panely, konstruk...oltaika - ifTECH s.r.o.* [online]. Olomouc, © 2020 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: [https://shop.iftech.cz/trifazove/331-solarni-menic-fronius-symo-30-3-m.html?search\\_query=SYmo%203.0-3&fast\\_search=fs](https://shop.iftech.cz/trifazove/331-solarni-menic-fronius-symo-30-3-m.html?search_query=SYmo%203.0-3&fast_search=fs)
- [42] Konvertor napětí GWL/POWER GF-SUN-2000G2. *I4wifi* [online]. Brno: 100MEGA Distribution s.r.o, © 2020 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.i4wifi.cz/cs/210725-konvertor-napeti-gwl-power-gf-sun-2000g2>
- [43] Solární elektrárna GWL/POWER GridFree 1000. *I4wifi* [online]. Brno: 100MEGA Distribution s.r.o, © 2020 [cit. 2020-12-14]. Dostupné z: <https://www.i4wifi.cz/cs/211193-solarni-elektrarna-gwl-power-gridfree-1000>
- [44] Solární měnič Fronius SYMO HYBRID 5.0-3-S. *Solární panely, konstruk...oltaika - ifTECH s.r.o.* [online]. Olomouc, © 2020 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: [https://shop.iftech.cz/hybridni/136-solarni-menic-fronius-symo-hybrid-50-3-s.html?search\\_query=SYmo%205.0-3&fast\\_search=fs](https://shop.iftech.cz/hybridni/136-solarni-menic-fronius-symo-hybrid-50-3-s.html?search_query=SYmo%205.0-3&fast_search=fs)
- [45] Solární měnič Fronius SYMO 5.0-3-M. *Solární panely, konstruk...oltaika - ifTECH s.r.o.* [online]. Olomouc, © 2020 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://shop.iftech.cz/trifazove/343-solarni-menic-fronius-symo-50-3-m.html>
- [46] Baterie LG Chem Resu 10H. *Solární panely, konstruk...oltaika - ifTECH s.r.o.* [online]. Olomouc, © 2021 [cit. 2021-3-19]. Dostupné z: <https://shop.iftech.cz/baterie/659-baterie-lg-chem-resu-10h.html>
- [47] Solární měnič GoodWe GW10KT-DT. *Solární panely, konstruk...oltaika - ifTECH s.r.o.* [online]. Olomouc, © 2021 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: [https://shop.iftech.cz/trifazove/2922-solarni-menic-goodwe-gw10kt-dt.html?search\\_query=GW10KT&fast\\_search=fs](https://shop.iftech.cz/trifazove/2922-solarni-menic-goodwe-gw10kt-dt.html?search_query=GW10KT&fast_search=fs)
- [48] Půjčovna. *MADstav: Stavební firma Brno a okolí* [online]. Jiříkovice, © 2019 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <http://www.madstav.cz/pujcovna/>

- [49] Kontejnerová doprava Brno. *MADstav: Stavební firma Brno a okolí* [online]. Jiříkovice, © 2019 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <http://www.madstav.cz/kontejnerova-preprava>
- [50] Konstrukce. *Solární panely, konstruk...oltaika - ifTECH s.r.o.* [online]. Olomouc, © 2021 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://shop.iftech.cz/21-konstrukce>
- [51] Solární kabel @4mm<sup>2</sup>, pro solární aplikace odolný-černý, metráž 1m. *Hofman elektro* [online]. Uherské Hradiště [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.elektro-hofman.cz/solarni-kabel-4mm2-pro-solarni-aplikace-odolny-cerny-metraz-1m/>
- [52] Kabel CYKY 5 x 2,5 J. *Světla ONLINE.cz* [online]. Libochovice [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: [https://www.svetla-online.cz/kabely-cyky/16390-kabel-cyky-5-x-25-j.html?gclid=CjwKCAjw9MuCBhBUEiwAbDZ-7qOfxg9foVZWmn7m3hOQjOWxb-FcNAHjHN8Jb6K19NsYPTLWW0rRzxoCfCIQAvD\\_BwE](https://www.svetla-online.cz/kabely-cyky/16390-kabel-cyky-5-x-25-j.html?gclid=CjwKCAjw9MuCBhBUEiwAbDZ-7qOfxg9foVZWmn7m3hOQjOWxb-FcNAHjHN8Jb6K19NsYPTLWW0rRzxoCfCIQAvD_BwE)
- [53] Kabel CYKY 3 x 2,5 J. *Světla ONLINE.cz* [online]. Libochovice [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.svetla-online.cz/kabely-cyky/16197-kabel-cyky-3-x-25-j.html>
- [54] Rozvodnice pod omítku EATON KLV-36UPS-F /KLV-U-3/42-F/ 178818. *K&V Elektro* [online]. Praha [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.e1.cz/produkt/1250259-rozvodnice-pod-omitku-eaton-klv-36ups-f-klv-u-3-42-f-178818?t=popis>
- [55] Rozvodnice na omítku NOARK PHS 12T IP65 101494. *K&V Elektro* [online]. Praha [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.e1.cz/produkt/1161821-rozvodnice-na-omitku-noark-phs-12t-ip65-101494?t=popis>
- [56] Saltek A06145 FLP-PV550 V/U. *Shopelektro.cz* [online]. Přelouč, c2012 - 2021 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.shopelektro.cz/svodice-a-prepetove-ochrany/saltek/fotovoltaika/spd-typ-1-a-2/saltek-a06145-flp-pv550-v-u>
- [57] REVIZE fotovoltaiických elektráren. *All4el service s.r.o.* [online]. Ostrava [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.all4el.cz/homepage/detail/11?title=REVIZE+fotovoltaick%C3%BDch+elektr%C3%A1ren>
- [58] *Metodický návrh ERÚ*. Jihlava. Dostupné také z: <https://www.eru.cz/cs/licence/informace-pro-zadatele>
- [59] Photovoltaic Geographical Information System. *European Commission* [online]. Brusel [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html)
- [60] Solární kabel @6mm<sup>2</sup>, pro solární aplikace odolný-černý, metráž 1m. *Hofman elektro* [online]. Uherské Hradiště [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.elektro-hofman.cz/solarni-kabel-6mm2-pro-solarni-aplikace-odolny-cerny-metraz-1m/>

- [61] Kabel V03VH-H 2x0,35 dvojlínka černorudá (CYH). *K&V Elektro* [online]. Praha [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.e1.cz/produkt/1189012-kabel-v03vh-h-2x0-35-dvojlínka-cernoruda-cyh-?t=prislusentvi#detailTabs>
- [62] Saltek A04059 FLP-PV1000 V/Y. *Shopelektro.cz* [online]. Přelouč, c2012 - 2021 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.shopelektro.cz/svodice-a-prepetove-ochrany/saltek/fotovoltaika/spd-typ-1-a-2/saltek-a04059-flp-pv1000-v-y>
- [63] *Elektrína pro soláry: Pro území EG.D.* Praha, 2021. Dostupné také z: <https://www.cez.cz/cs/podpora/ceniky.html?commodity=ele>
- [64] Výkup. *BezDodavatele* [online]. Praha, © 2020 [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://www.bezdodavatele.cz/vykup/>
- [65] Krátkodobé trhy: Vnitrodenní trh. *OTE* [online]. Praha, © 2018 [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs/kratkodobe-trhy/elektrina/vnitrodenni-trh?date=2021-04-16>
- [66] Fotovoltaická řešení. *Bohemia Energy* [online]. Praha, © 2021 [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://www.bohemiaenergy.cz/reseni-fve/#bonus-s-power>
- [67] *EON Virtuální baterie - specifikace.* České Budějovice, 2021. Dostupné také z: <https://www.eon-solar.cz/nase-reseni>

# SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratky:

1f	...	jednofázový
3f	...	třífázový
°	...	stupeň
§	...	paragraf
A	...	ampér
AC	...	střídavý proud
BD	...	BezDodavatele
BE	...	Bohemia Energy
C	...	vybíjecí/nabíjecí index baterií
C <sub>A</sub>	...	cena „A“ na podporu el. energie z podporovaných zdrojů
energie		
C <sub>B</sub>	...	cena „B“ na podporu el. energie z podporovaných zdrojů
energie		
C <sub>D</sub>	...	Cena za distribuci a silovou el. energii
CdTe	...	sloučenina kadmia a teluru
CIGS	...	sloučenina mědi, india galia a selenu
CRÚ	...	Celková roční úspora
ČP	...	Číslo položky
č. p.	...	číslo popisné
DC	...	stejnoseměrný proud
DS	...	distribuční soustava
el. energie	...	elektrická energie
EPS	...	Elektřina pro Soláry
ERÚ	...	Energetický regulační úřad
E <sub>v</sub>	...	Vyrobená el. energie z FVE
FEKT	...	Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
FV	...	fotovoltaický
FV panely	...	fotovoltaické panely
FVE	...	Fotovoltaická elektrárna
Kč	...	korun českých
Kg	...	kilogram
kV	...	kilovolt
kVh	...	kilowatt hodina
kWp	...	kilowatt peak
kW	...	kilowatta
LDS	...	lokální distribuční soustava
Li-Ion	...	lithium-iontový

LiFePO4	...	lithium-železo-fosfát	
m	...	metr	
mm	...	milimetr	
m <sup>2</sup>	...	metr čtvereční	
mm <sup>2</sup>	...	milimetr čtvereční	
MPP	...	Maximum Power Point	
MPPT	...	Maximum Power Point tracker	
MW	...	megawatt	
MWh	...	megawattodina	
MWp	...	megawatt peak	
Odst.	...	odstavec	
OZE	...	obnovitelný zdroj energie	
Písm.	...	písmeno	
Pins	...	instalovaný výkon	
PN	...	Prostá návratnost	
PS	...	Podíl spotřeby z vyrobené el. energie	
PRE	...	Pražská energetika	
PV	...	Povinně vykupující	
r.	...	rok	
RDS	...	regionální distribuční síť	
Sb.	...	sbírka	
SOM	...	společné odběrné místo	
SŠ	...	střední škola	
TDD	...	typový diagram dodávky	
VŠ	....	vysoká škola	
VUT	...	Vysoké učení technické v Brně	
V	...	volt	
VA	...	voltampér	
Vdc	...	stejnoseměrný volt	
Vh	...	watt hodina	
Výkup	...	Výkupní cena el. energie	
Wp	...	watt peak	
Symboly:			
S	...	sdužený výkon	[VA]
U	...	napětí	[Ω]
I	...	proud	[A]

## **SEZNAM PŘÍLOH**

<b>PŘÍLOHA A - PARAMETRIZOVATELNÝ FORMULÁŘ JE ULOŽEN NA PŘILOŽENÉM CD71</b>	
<b>PŘÍLOHA B - PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE .....</b>	<b>75</b>
<b>PŘÍLOHA C - DATASHEETY FV PANELŮ A STRÍDAČŮ .....</b>	<b>76</b>

# Příloha A - Parametrizovatelný formulář je uložen na přiloženém CD

## A.1 Ukázka z parametrizovatelného formuláře

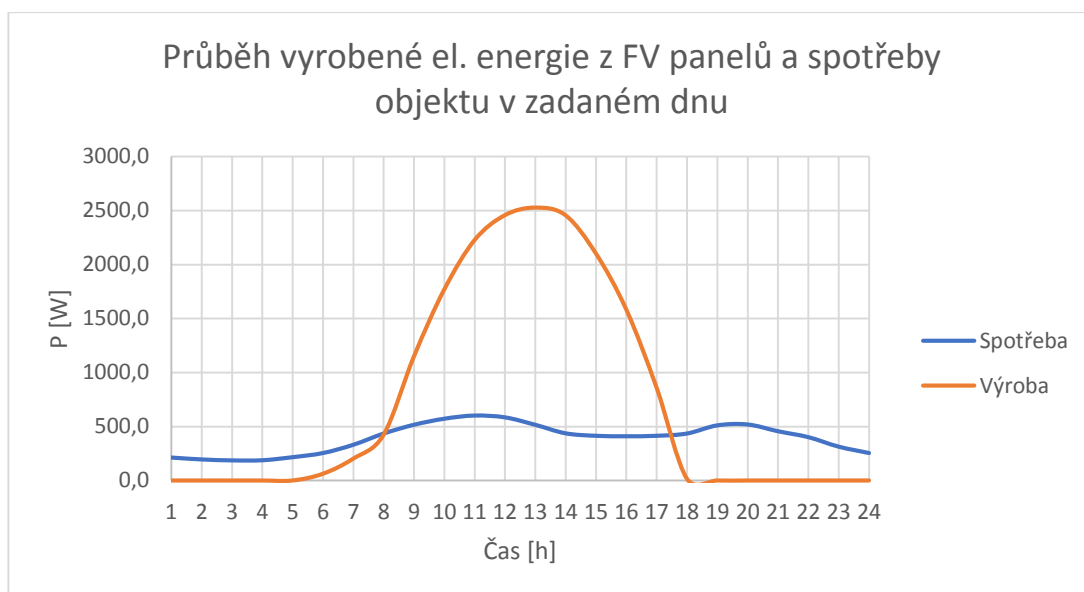
### i. Stránka zadávání hodnot

DC strana		
Cena panelu	3 160,00	Kč/ks
Výkon panelu	365	Wp
Výška panelu	1 765	mm
Šířka panelu	1 048	mm
max. účinnost panelu	19,73	%
Počet panelů	15	ks
Cena střídače	80 000,00	Kč/ks
Počet střídačů	1	ks
Účinnost střídače		%
Počet fází střídače	1	
Konstrukce pro panely	5 800,00	Kč
DC kabeláž	25	Kč/m
Metráž DC kabeláže	25	m
Pojistkový odpínač	100,00	Kč
Pojistka	25,00	Kč
DC rozvaděč	542,00	Kč
Panel. přepět. ochrana	5 350,00	Kč/ks
Počet stringů (větví)	1	

AC strana		
AC kabeláž	39,00	Kč/m
Metráž AC kabeláže	40,00	m
Jistič	1 000,00	Kč
DC/AC Rozvaděč	1 000,00	Kč
Pojistkový odpínač	200,00	Kč
Pojistky	25,00	Kč
Přepětová ochrana	6 100,00	Kč
Proudový chránič	952,00	Kč

### ii. Stránka výsledky

Cena výstavby (Kč)	269 478,00
Vyrobená energie z FVE (Wh/den)	17 832,14
Spotřeba vyrobené el. energie (%)	56,58
Spotřebovaná el. energie kWh/den	9 387,65
Roční vyrobená el. energie FVE (kWh)	4 998,57
Roční výnos FVE (Kč)	15 976,55
Návratnost (rok)	16,87
Projekt je:	Výhodný



### iii. Strana TDD + Cena na denním trhu

Typový diagram dodávky č. 4

	Den	Hodina	Poř. č. hod. v roce	TDD4 ČR	Pm	$W_h = O_s^h$
					kW	kWh
43466	01.01.2019	1	1	0,43024	0,9186	0,3952
43466	01.01.2019	2	2	0,38253	0,9186	0,3514
43466	01.01.2019	3	3	0,31016	0,9186	0,2849
43466	01.01.2019	4	4	0,3	0,9186	0,2756
43466	01.01.2019	5	5	0,27733	0,9186	0,2547
43466	01.01.2019	6	6	0,2746	0,9186	0,2522
43466	01.01.2019	7	7	0,27804	0,9186	0,2554
43466	01.01.2019	8	8	0,33986	0,9186	0,3122
43466	01.01.2019	9	9	0,40873	0,9186	0,3754
43466	01.01.2019	10	10	0,53989	0,9186	0,4959

#### Cena na denním trhu

Den	01.01.2019	01.01.2019	01.01.2019	01.01.2019	01.01.2019	01.01.2019	01.01.2019	01.01.2019	01.01.2019	01.01.2019
Hodina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Marginální cena ČR (Kč/MWh)	218,66	102,13	120,91	23,92	100,33	204,51	300,98	128,88	25,98	2,83



## iv. Stránka tarify

Tarif	číslo	stálý plat	cena energie ve VT	Cena sil. energie v NT	Jistič (3x25 A)	OTE	daň	podpor. zdroje A	podpor. zdroje B	Cena přetoků
		Kč	Kč	Kč	Kč	Kč	Kč	Kč	Kč	Kč/kWh
D01d	1	74,00	5108,47	0,00	35,00	3,91	28,30	16407,00	2993,90	0,60
D02d	2	74,00	4589,98	0,00	104,00	3,91	28,30	16407,00	2993,90	0,60
D25d	3	74,00	0,00	1986,20	131,00	3,91	28,30	16407,00	2993,90	0,60

## v. Stránka výroba

Celková vyrobená el. energie v daném měsíci (Wh)	
výroba leden	217 918,25
výroba únor	313 099,52
výroba březen	456 162,93
výroba duben	572 429,35
výroba květen	492 000,63
výroba červen	493 908,95
výroba červenec	513 760,76
výroba srpen	549 179,68
výroba září	534 964,15
výroba říjen	404 191,53
výroba listopad	265 253,51
výroba prosinec	185 703,41

hod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
spotřeba (Wh)	213,8	196,4	187,5	188,8	217,1	255,3	331,4	435,3	516,2	572,2
výroba (Wh)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,4	202,3	422,4	1148,3	1768,9
El. energie odebraná ze sítě	213,8	196,4	187,5	188,8	217,1	192,9	129,2	12,9	-632,1	1196,7
Využití vyrobené el. energie (%)	-	-	-	-	-	100,00	100,00	100,00	44,96	32,35

	Pořadí měsíce	hodina					
		1	2	3	4	5	6
Leden							
Únor	1	0	0	0	0	0	0
Březen	2	0	0	0	0	0	0
Duben	3	0	0	0	0	0	0,68
Květen	4	0	0	0	0	0,92	23,4

Červen	5	0	0	0	0	14,31	37,86
Červenec	6	0	0	0	0	19,67	41,42
Srpen	7	0	0	0	0	15,58	40,25
Září	8	0	0	0	0	3,58	27,61
Říjen	9	0	0	0	0	0	11,39
Listopad	10	0	0	0	0	0	0,04
Prosinec	11	0	0	0	0	0	0
Leden	12	0	0	0	0	0	0

hodina	1	2	3	4	5	6	7	8
spotřeba (Wh)	395,2	351,4	284,9	275,6	254,7	252,2	255,4	312,2
výroba (Wh)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,9
Využití vyrobené el. energie (%)	-	-	-	-	-	-	-	100,00
Rozdíl mezi spotřebovanou a vyrobenou el. energií	395,2	351,4	284,9	275,6	254,7	252,2	255,4	268,3
Spotřeba vyrobené el. energie za den (%)	68,07							
Spotřeba vyrobené el. energie (%)	56,58							
Cena odebrané el. energie na denním trhu (Kč)	0,09	0,04	0,03	0,01	0,03	0,05	0,08	0,03
Cena za přetoky el. energie z denního trhu (Kč)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Platba za el. energii bez FVE	0,09	0,04	0,03	0,01	0,03	0,05	0,08	0,04
El. energie odebraná ze sítě	395,21	351,38	284,90	275,57	254,75	252,24	255,40	268,28
El. energie dodaná do sítě	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkem odebrané el. energie ze sítě s FVE (kWh)	1879,12							
Celkem dodané el. energie do sítě (kWh)	3400,79							

## **Příloha B - Projektová dokumentace**

**B.1 Technická zpráva**

**B.2 Situační schéma FVE**

**B.3 Elektrotechnické schéma FVE**

**B.4 Rozpočet**

## **Příloha C - Datasheety FV panelů a střídačů**