

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra ekonomiky**



**Diplomová práce**

**Návratnost vybraného investičního projektu**

**Bc. Tomáš Kapar**

© 2018 ČZU v Praze



# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Tomáš Kapar

Provoz a ekonomika

Název práce

**Návratnost vybraného investičního projektu**

Název anglicky

**The return on investments into chosen project.**

---

### Cíle práce

Cílem diplomové práce "Návratnost vybraného investičního projektu" bude zjistit výnosnost a návratnost fotovoltaické elektrárny (FVE). V teoretické části diplomové práce bude vysvětlen princip fotovoltaické technologie a podmínky provozu solárních elektráren v České republice. Dále budou popsány použité metody pro výpočty ekonomických a výkonových ukazatelů. V praktické části budou zhodnoceny jednotlivé varianty výstavby solární elektrárny. Všechny výpočty budou vztaženy na modelový rodinný dům s předem danými vlastnostmi, na jehož střeše bude instalována FVE, která bude vyrábět elektrickou energii a tím snižovat náklady domácnosti. Technická data použitá pro výpočty výkonových a ekonomických ukazatelů, budou vycházet z konkrétních návrhů specializovaných firem. V závěru budou získaná data analyzována a následně budou vynesena zhodnocení a doporučení.

### Metodika

V teoretické části bude použita metoda analýzy k zpracování odborné literatury na téma fotovoltaické technologie, solárních elektráren v České republice a metod pro výpočet výnosnosti a návratnosti investic. Pro zjištění konkrétní výnosnosti a návratnosti budou použity statistické a matematické metody odpovídající jednotlivým variantám výstavby solární elektrárny. V praktické části budou tyto varianty nakonec srovnány pomocí metody komparace.

### Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

### Klíčová slova

solární elektrárna, fotovoltaika, obnovitelné zdroje energie, výnosnost, návratnost, rentabilita, solární články, alternativní zdroje energie

---

### Doporučené zdroje informací

- BERANOVSKÝ, J. – EKOWATT (ORGANIZACE), – MURTINGER, K. – TOMEŠ, M. *Fotovoltaika, elektřina ze slunce*. Brno: ERA, 2007. ISBN 978-80-7366-100-7.
- KRAMOLIŠ, P. – REMMERS, K. – STRUŠKA, J. *Velká solární zařízení : úvod k navrhování a provozu*. Brno: ERA group, 2007. ISBN 978-80-7366-110-6.
- LIBRA, M. – POULEK, V. *Fotovoltaika : teorie i praxe využití solární energie*. Praha: ILSA, 2009. ISBN 978-80-904311-0-2.
- LIBRA, M. – POULEK, V. *Solární energie : fotovoltaika – perspektivní trend současnosti i blízké budoucnosti*. V Praze: ČZU, 2006. ISBN 80-213-1488-5.
- MÁČE, M. *Finanční analýza investičních projektů : praktické příklady a použití*. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1557-0.
- MÁLEK, J. – RADOVÁ, J. – DVOŘÁK, P. *Finanční matematika pro každého*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3291-6.
- SCHOLLEOVÁ, H. *Investiční controlling : jak hodnotit investiční záměry a řídit podnikové investice*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2952-7.
- VALACH, J. *Finanční řízení podniku*. Praha: Ekopress, 1999. ISBN 80-86119-21-1.
- WEIß, W. – THEMEßL, A. *Solární systémy : návrhy a stavba svépomocí*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0589-3.
- ŽÍDKOVÁ, D. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA ZEMĚDĚLSKÉ EKONOMIKY. *Investice a dlouhodobé financování*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 978-80-213-1636-2.
- 

### Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – PEF

### Vedoucí práce

Ing. Josef Slaboch, Ph.D.

### Garantující pracoviště

Katedra ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 14. 11. 2017

**prof. Ing. Miroslav Svatoš, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 14. 11. 2017

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 26. 03. 2018

---

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Návratnost vybraného investičního projektu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Josefu Slabochovi, Ph.D. za odborné vedení, profesionální přístup a cenné rady, které mi poskytl k vypracování této diplomové práce.

# Návratnost vybraného investičního projektu

## Abstrakt

Diplomová práce „Návratnost vybraného investičního projektu“ se zaměřuje na obnovitelné zdroje energie využívané v České republice, konkrétně na zjištění výnosnosti a návratnosti solární elektrárny na střeše rodinného domu.

V teoretické části diplomové práce jsou popsány různé typy obnovitelných zdrojů energie, včetně jejich využití a instalovaného výkonu na území České republiky. Detailněji je popsána fotovoltaická technologie a podmínky provozu solárních elektráren v České republice. Dále jsou popsány použité metody pro výpočty výnosnosti a návratnosti investice. Praktická část obsahuje návrh solární elektrárny na základě odborných specifikací získaných od čtyř firem, které se specializují na budování solárních elektráren v České republice. Jednotlivé varianty výstavby solární elektrárny se liší výkonem, cenou a lokalitou, ve které jsou postaveny. V závěru jsou získaná data analyzována a následně jsou vynesena zhodnocení a doporučení.

**Klíčová slova:** solární elektrárna, fotovoltaika, obnovitelné zdroje energie, výnosnost, návratnost, rentabilita, solární články, alternativní zdroje energie.

# The return on investments into chosen project

## Abstract

The thesis „The return on investments into chosen project“ focuses on renewable energy sources used in the Czech republic namely the determination of the efficiency and return of the solar power plant built on the roof of the family house.

The theoretical part describes various types of renewable energy sources, including their utilization and installed capacity in the Czech Republic. The Photovoltaic Technology and Conditions of Operation of Solar Power Plants in the Czech Republic are described in more detail as well as the methods used for calculating return on investment.

The practical part contains the design of a solar power plant on the basis of professional specifications obtained from various companies that specialize in the construction of solar power plants in the Czech Republic. The different options for the construction of a solar power plant differ in performance, price and the location in which they are built. At the end, the obtained data are analyzed and then the evaluation and recommendations are presented.

**Keywords:** solar power station, photovoltaics, renewable energy sources, profitability, return, profitability, solar cells, alternative energy sources.



# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>11</b>
<b>2 Cíl práce a metodika .....</b>	<b>12</b>
2.1 Cíl práce .....	12
2.2 Metodika .....	14
2.2.1 Výkonové ukazatele.....	15
2.2.2 Ekonomické ukazatele .....	19
<b>3 Teoretická východiska .....</b>	<b>23</b>
3.1 Sluneční energie .....	23
3.2 Technologie solárních panelů .....	23
3.2.1 Princip funkce fotovoltaického článku .....	24
3.2.2 Typy fotovoltaických článků .....	25
3.2.3 Komponenty fotovoltaických systémů .....	27
3.2.4 Fotovoltaika na území České republiky.....	28
3.3 Ostatní obnovitelné zdroje energie.....	31
3.3.1 Větrná energie.....	32
3.3.2 Geotermální energie.....	33
3.3.3 Biomasa .....	35
3.3.4 Vodní energie.....	35
3.4 Provoz FVE v České republice .....	38
3.4.1 Podpora fotovoltaických elektráren .....	39
3.4.2 Legislativa před 1. 1. 2014.....	40
3.4.3 Stávající dotace pro rodinné a bytové domy.....	41
3.4.4 Rozvoj obnovitelných zdrojů energie v ČR.....	43
<b>4 Praktická část .....</b>	<b>44</b>
4.1 Vstupní technická data objektu .....	44
4.2 Firemní nabídky .....	46
4.2.1 S-POWER.....	47
4.2.2 Skupina ČEZ.....	48
4.2.3 AEKO .....	49
4.2.4 BCE.....	51
4.2.5 Porovnání služeb jednotlivých firem .....	52
4.3 Výpočet vyrobené energie v průběhu let .....	53
4.4 Výpočet ekonomických ukazatelů pro FVE v Praze.....	55
4.4.1 Cashflow .....	57
4.4.2 Výnosnost a doba návratnosti investice.....	57
4.4.3 Čistá současná hodnota .....	58

4.4.4	Citlivostní analýza.....	59
4.4.5	Financování z cizích zdrojů .....	61
4.5	Výpočet v Hodoníně.....	63
4.5.1	Cashflow .....	64
4.5.2	Výnosnost a doba návratnosti investice .....	64
4.5.3	Čistá současná hodnota .....	64
4.5.4	Citlivostní analýza.....	65
4.5.5	Financování z cizích zdrojů .....	66
<b>5</b>	<b>Zhodnocení výsledků a doporučení .....</b>	<b>69</b>
5.1	Financování s vlastním kapitálem .....	69
5.2	Financování pomocí spotřebitelského úvěru .....	71
5.3	Doporučení .....	73
<b>6</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>76</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>78</b>
<b>8</b>	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>82</b>
<b>9</b>	<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>83</b>
<b>10</b>	<b>Seznam použitých zkratk.....</b>	<b>85</b>
<b>11</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>87</b>

# 1 Úvod

Energie je nedílnou součástí života lidí, zvířat a rostlin na naší planetě. Objevuje se v různých fyzikálních procesech a jevech, které jsou způsobeny například atmosférickou, geologickou nebo lidskou činností. Energie má různé formy a s nimi také různá využití. Lidská civilizace od svého počátku využívala mnohé z těchto forem. Z počátku energii tepelnou, získanou spalováním pevných paliv a užívanou zejména pro zvýšení tělesného tepla nebo pro ochranu před divokou zvěří. Postupem času lidé objevili efektivnější způsoby využití při spalování pevných paliv jako parní stroje a tepelné elektrárny a jejich využití se už neomezovalo pouze na teplo domova, ale na lodní a železniční přepravu či pohánění oracích strojů. Následoval další objev nového zpracování fosilních paliv, a to spalovací motor, který se rychle rozšířil do všech odvětví průmyslu a zejména do dopravy. Dalším velkým milníkem v historii lidstva byl objev jaderné energie a štěpné jaderné reakce, která mimo jiné umožňuje výrobu elektrické energie v jaderných elektrárnách. A právě na elektrické energii je lidská civilizace zcela závislá. Její využití lze pozorovat ve všech oborech lidské činnosti. Při rychlém technologickém a populačním rozvoji však začalo být jasné, že omezená fosilní paliva nevydrží věčně, jejich těžba má často neblahý vliv na faunu a flóru a jejich spalování vypouští do ovzduší velké množství oxidu uhličitého, který následně přispívá ke skleníkovému efektu. Z těchto důvodů se začalo hledat řešení v podobě obnovitelných zdrojů energie, které nepřispívají ke změně klimatu. Vodní, větrné, geotermální a solární elektrárny jsou šetrné k životnímu prostředí a zároveň přispívají k dlouhodobé udržitelnosti. Výroba a zpracování energie poskytuje mnoho prostoru pro zamyšlení z hlediska ekologického, ale také investičního.

A právě využití solární energie je v posledních letech často zmiňovaným řešením například v investičních plánech firem, které jsou schopny, díky solárním panelům, pokrýt nemalou část spotřeby elektrické energie a tím snížit náklady na provoz. Solární panely se však dostaly také do domácností, kde, ač v menším počtu, pomáhají vylepšit domácí rozpočet právě na úsporách ve spotřebě elektrické energie.

## 2 Cíl práce a metodika

Cíle stanoveného pro zpracování diplomové práce bude dosaženo za použití jednotlivých dílčích cílů a metodických postupů, které jsou uvedeny v následující kapitole.

### 2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce “Návratnost vybraného investičního projektu” je zjistit výnosnost a návratnost fotovoltaické elektrárny (FVE) v období od roku 2018 – 2043. V teoretické části diplomové práce je vysvětlen princip fotovoltaické technologie a podmínky provozu solárních elektráren v České republice. Dále jsou popsány použité metody pro výpočty výnosnosti a návratnosti investice. V praktické části jsou zhodnoceny jednotlivé varianty výstavby solární elektrárny. Všechny výpočty budou vztaženy na modelový rodinný dům s předem danými vlastnostmi, důležitými pro stavbu FVE. Tato FVE bude instalována na střeše rodinného domu, kde bude vyrábět elektrickou energii a tím snižovat náklady domácnosti. Technická data, která jsou použita pro výpočty výkonových a ekonomických ukazatelů, pochází z konkrétních návrhu specializovaných firem.

Tohoto cíle bude dosaženo na základě splnění následujících dílčích cílů:

#### 1. Dílčí cíl

- Analýza českého trhu z hlediska společností specializujících se na výstavbu fotovoltaických elektráren a získání konkrétních návrhu na základě předem určené specifikace rodinného domu. Konzultace s technickými poradci zmíněných společností, která povede k získání návrhu FVE odpovídajícímu požadavkům této práce.

#### 2. Dílčí cíl

- Výpočty výkonových ukazatelů a definice způsobu výpočtu spotřebované energie.

### 3. Dílčí cíl

- Vypočet ekonomických ukazatelů. Tyto ukazatele se budou odvíjet od množství vyrobené energie, která bude ve skutečnosti spotřebována v rodinném domě. V analýze budou obsaženy tyto ekonomické ukazatele:
- Výnosnost investice
- Doba návratnosti investice
- Cashflow
- Současná čistá hodnota
- Citlivostní analýza na různých hladinách

### 4. Dílčí cíl

Analýza finančního trhu z hlediska vhodné půjčky na realizaci projektu. Analýza bude obsahovat dvě varianty, z nichž obě počítají se získáním dotace z projektu Nová zelená úsporám:

- Financování projektu z vlastního kapitálu
- Financování z cizího kapitálu

### 5. Dílčí cíl

- Zhotovení několika projektů výstavby fotovoltaické elektrárny za použití získaných odborných návrhů na výstavbu a finančních návrhů na financování.
- Komparace různých projektů výstavby. Jednotlivé projekty budou odlišeny právě kombinací způsobu financování, návrhem zpracovatelské firmy a oblastí výstavby.

## 2.2 Metodika

Fotovoltaika je v dnešní době již velmi rozšířená a vzhledem ke snižujícím se nákladům na výrobu je pořízení fotovoltaické elektrárny dostupnější stále většímu počtu obyvatelstva. Zpracování diplomové práce na podobné téma vyžaduje důkladnou analýzu příslušných odborných materiálů, skript a dalších zdrojů, kterých existuje poměrně velké množství. Některé z nich se zaměřují na obnovitelné zdroje energie, jiné zase na způsob zprovoznění fotovoltaické elektrárny svépomocí. A i přes to, že se jejich datum vydání liší často i o desetiletí, tak informace v nich obsažené se příliš nemění, pokud je pominuto zavádění nových technologií výroby nebo například způsoby zpracování křemíkových krystalů. A i přes velkou rozšířenost fotovoltaiky se ukázalo být problematické získat odbornou literaturu v podobě knih nebo skript, která by se zabývala dnešními hodnotami, jako například aktuálním instalovaným výkonem v jednotlivých oblastech obnovitelných zdrojů energie. Právě hodnoty instalovaných výkonů se mění s každou novou elektrárnou uvedenou do provozu, ať již se jedná o vodní elektrárnu, větrné turbíny nebo fotovoltaiku. Proto bylo v tomto a dalších podobných případech nutné vyhledat odborné internetové zdroje věnující se dané problematice. Často se jedná o státní či polostátní instituci nebo také o soukromou firmu, která tyto informace zpracovává a nabízí je laické veřejnosti. Z tohoto důvodu se v této diplomové práci objevuje mnoho internetových zdrojů, z kterých byly tyto informace zpracovány.

Pro získání technických údajů bylo osloveno šest firem. Těmto firmám byly poskytnuty stejné informace o domě, na jehož střechu bude elektrárna instalována. Z jejich návrhů byly použity parametry FVE jako je výkon, množství panelů, pořizovací cena a podobně. Další údaje byly získány z Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) a Českého statistického ústavu (ČSÚ). Údaje získané od firem, ČHMÚ a ČSÚ jsou použity pro výpočet množství vyrobené a spotřebované energie a následně pro výpočet ekonomických ukazatelů. Ekonomické ukazatele návratnosti projektu jsou vypočteny pro různé varianty, které se liší použitou technologií, různou geografickou oblastí výstavby a způsobem financování. V závěru jsou získaná data analyzována a následně jsou vynesena zhodnocení a doporučení.

V diplomové práci je použita metoda analýzy ke zpracování odborné literatury a dalších zdrojů na téma fotovoltaické technologie a dalších obnovitelných zdrojů energie v České republice. Následně byla provedena analýza legislativní stránky fotovoltaiky. Jedná se hlavně o možnosti a povinnosti zřizovatele fotovoltaické elektrárny, dále o změny v legislativě oproti předchozím rokům a v neposlední řadě možnosti dotací ze strany státu pro zřizovatele fotovoltaické elektrárny. V praktické části jsou použity statistické a matematické metody pro výpočty zaměřené na vyrobenou elektrickou energii, možnosti financování celého projektu, výnosnost a návratnost investic, čistou současnou hodnotu a citlivostní analýzu. Jednotlivé firemní nabídky a výsledky jsou nakonec srovnány pomocí metody komparace.

Aby bylo možné vypočítat jednotlivé ekonomické ukazatele tohoto investičního projektu, bude nejprve nutné vypočítat množství vyrobené elektrické energie za rok a také množství energie, která se skutečně v domácnosti využila.

### **2.2.1 Výkonové ukazatele**

Následují způsoby výpočtu výkonových ukazatelů jako množství vyrobené energie a degradace FV panelů. Nakonec je popsán způsob výpočtu spotřebované energie v domácnosti.

#### **Množství vyrobené elektrické energie**

Výkon vyrobený pomocí FVE se označuje jako kWp neboli kilowatt-peak a jedná se o tzv. špičkový výkon, kterého elektrárna dosahuje za následujících testovacích podmínek (29):

- Energie dopadající na fotovoltaický článek je rovna  $E = 1\text{kW/m}^2$
- Koeficient průzračnosti atmosféry je roven  $A_m = 1,5$
- Provozní teplota článku  $T = 25\text{ }^\circ\text{C}$

Reálný výkon je ve skutečnosti o něco nižší a ovlivňují ho kromě výše uvedených tyto hodnoty:

- Srážky, sníh
- Oblačnost
- Čistota ovzduší

- Nečistoty na ploše panelu
- Celková doba slunečního svitu

Pro výpočet účinnosti fotovoltaických soustav a množství vyrobené energie se v praxi používá tzv. zjednodušená bilanční metoda (30):

$$E_{FV} = 0,9 * \frac{P_{pk}}{G_{ref}} * H_T * \frac{\eta_{FV}}{\eta_{ref}} * \left(1 - \frac{p}{100}\right) \quad (1.1);$$

kde:

- $H_T$  – měsíční dávka slunečního ozáření [kWh/m<sup>2</sup>.měs]
- $A_{FV}$  – činná plocha instalovaných FV modulů [m<sup>2</sup>]
- $P_{pk}$  – špičkový výkon instalovaných modulů [kW]
- $\eta_{FV}$  – měsíční účinnost modulů [%]
- $\eta_{ref}$  – referenční účinnost modulů [%]
- $G_{ref}$  – referenční sluneční ozáření rovné 1 kW/m<sup>2</sup>
- $p$  – srážka vlivem elektrických ztrát [%]

Pro potřeby této diplomové práce byl však zvolen odlišný přístup. Mezi data potřebná k přesným výpočtům patří například dlouhodobá oblačnost, dešťové a sněhové srážky či nečistota ovzduší. Tyto hodnoty je sice možné získat z institucí jako Český hydrometeorologický ústav nebo Český statistický úřad, avšak je velmi obtížné přesně určit jejich dopad na průběh přeměny slunečního záření v elektrickou energii a následně aplikovat do výše uvedené rovnice. Všechny společnosti zabývající se stavbou FVE udávají ve svých návrzích přibližné množství kWh, které FVE vyrobí. Není však jasné, jestli do těchto hodnot již byly započítány například úbytky záření vlivem počasí, popřípadě ztráty v měniči, elektrickém obvodu a tak podobně. A tak je jako zdroj pro výchozí hodnotu vyrobené elektrické energie použita veřejně dostupná webová aplikace PV\*SOL Online (31). Tato aplikace má přístup na rozsáhlou databázi výrobců fotovoltaických systémů a tím umožňuje nakonfigurovat FV systém přesně podle získaných firemních návrhů. Při konfiguraci se zároveň volí konkrétní místo na Zemi, například pomocí GPS souřadnic, kde bude FVE postavena, díky čemuž bude brána v potaz i hodnota množství dopadajícího záření v průběhu celého roku a průměrné ztráty vlivem počasí. Do výsledné hodnoty výkonu získané z této aplikace jsou, kromě výše uvedených vlivů, započítané ještě další důležité hodnoty, jako například ztráty v měničích fotovoltaické elektrárny. Výsledkem je tabulka s průměrným



výkonem, který elektrárna poskytne v průběhu 25 let. Do tohoto výpočtu je potřeba zanést i postupné snižování výkonu fotovoltaického panelu, které je dále označováno jako degradace. To se provede tak, že se procentuální degradace výkonu vynásobí s počtem let, za které výkon počítáme a s reálným výkonem.

Pro pokles výkonu v průběhu let je použit následující vztah:

$$\left(1 - \frac{D}{N_c * 100} * n\right) * P_r = P_d \quad (1.2);$$

Kde:

$D$  – degradace panelů (20 %)

$N_c$  – celkový počet let (25)

$n$  – aktuální rok, pro který se počítá množství energie z intervalu <1;25>

$P_r$  – suma vyrobené energie za celý rok (kWh)

$P_d$  – roční výkon snížený o degradaci panelů (kWh)

Z výsledného množství roční vyrobené elektrické energie, snížené o degradaci se vypočítá výroba za jeden měsíc. Toho bude dosaženo za použití doby slunečního svitu ve vybraných oblastech na území ČR, jelikož doba slunečního svitu je přímo úměrná vyrobené elektrické energii (6, str. 37). Tyto hodnoty byly získány z ČHMÚ a obsahují měření za jednotlivé dny od 1. 1. 1987 až do 1. 1. 2017 a poslouží k vypočtení průměrné hodnoty svítivosti za jednotlivé měsíce. Tyto průměry následně umožní vypočítat přibližnou hodnotu vyrobené elektrické energie na dalších 25 let (2018 – 2043), což je období, na které budou navazovat všechny další výpočty ekonomických ukazatelů. Tento interval byl zvolen hlavně proto, že většina firem a výrobců fotovoltaických panelů garantuje minimální výkon fotovoltaických panelů právě po 25 let.

Pro výpočet průměrné měsíční hodnoty bude použit aritmetický průměr. V případě výpočtu průměru například pro měsíc leden je jako datová základna použita celková doba slunečního svitu v měsíci lednu za posledních 30 let. Analogicky se postupuje i u ostatních měsících.

Použitý vzorec pro aritmetický průměr:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1.3);$$

Kde:

$n$  – číslo měsíce

$x_n$  – doba denního svitu (hod.)

$\bar{x}$  – výsledná průměrná hodnota (hod.)

Pro výpočet vyrobené energie za konkrétní měsíc v poměru k množství slunečního svitu platí vztah:

$$\frac{S_m (hod.)}{S_r (hod.)} * P_r = P_m \quad (1.4);$$

Kde:

$S_m$  – suma slunečního svitu za měsíc (hod.)

$m$  – konkrétní měsíc v roce

$S_r$  – suma slunečního svitu za rok (hod.)

$P_r$  – vyrobená energie za celý rok (kWh)

$P_m$  – vyrobená energie v měsíci  $m$  (kWh)

Vyrobena energie za měsíc se vydělí počtem dní v měsíci a výsledná hodnota udává průměrnou výrobu za jeden den. Tato hodnota je následně porovnána s průměrnou spotřebou elektrické energie v rodinném domě (data získaná z ČHMÚ). Pokud je vyrobená energie za den nižší než průměrná spotřeba za den, znamená to, že vyrobená energie byla ušetřena a nemusí se nakupovat z distribuční sítě (DS). Zbytek energie, až do výše průměrné hodnoty, je nutné nakoupit z DS. Tato situace nastává zejména v zimních měsících, kdy není možné výrobou FVE pokrýt celou spotřebu domu. Když nastane opačná situace, že je výroba vyšší než průměrná spotřeba, pak byla ušetřena celá spotřeba rodinného domu. Tato situace nastává v letních měsících. Energie, která byla vyrobena nad hodnotu průměrné spotřeby, byla uložena do akumulátorů a bude spotřebovaná následující den v ranních hodinách, kdy ještě FVE nevyrobí dostatek energie. Vyrobena a spotřebovaná energie je zároveň energie,

kteřou nebylo nutné nakoupit a je hlavní složkou pro výpočet příjmů v ekonomických ukazatelích. Jednotlivé měsíční sumy spotřebované energie za 25 let se sečtou a výsledná hodnota se vynásobí s cenou za kWh, dle zvoleného distributora elektrické energie.

### 2.2.2 Ekonomické ukazatele

Ekonomické ukazatele jsou vypočítané pomocí statických a dynamických metod. Pro výpočty v praktické části jsou použity ukazatele výnosnosti, doby návratnosti, ČSH a hladiny citlivosti.

#### Metody statické

Pro zhodnocení investice budou použity statické metody hodnocení efektivnosti investic. *„Při hodnocení ekonomické efektivnosti investic se k vlivu faktoru času nepřihlíží. Abstrahovat od jeho vlivu je možné v případě hodnocení jednotlivé investice s krátkou dobou životnosti, investic pořízené formou jednorázového investičního výdaje, dále také při nízké inflaci nebo nízké úrokové sazbě. Hodnotit je možné i různé investice nebo varianty, ale za předpokladu stejně dlouhé doby hodnocení“* (12, str. 61).

#### Cashflow

Cashflow neboli tok peněz je peněžní rozdíl mezi příjmy a výdaji. *„Toky hotovosti projektu tvoří jednak veškeré příjmy, jednak veškeré výdaje, které projekt generuje, respektive vyvolává během svého života, tj. v průběhu výstavby, při vlastním fungování projektu (v období jeho provozu) a při jeho likvidaci* (12, str. 55)*“*. Čistý peněžní tok vypovídá o finanční stabilitě investice a měl by být kladný. Což znamená, že ve výsledku jsou vyšší příjmy než výdaje. V tomto případě bude vzorec pro Cashflow již zahrnut ve vzorci pro výpočet Čisté současné hodnoty, která je popsána níže.

$$CF_i = \text{příjmy}_i - \text{výdaje}_i \quad (2.1);$$

Kde:

$CF$  – Cashflow (tok peněz)

$i$  – rok

## Výnosnost investice

Výnosnost neboli rentabilita investice se počítá dvěma způsoby. Při stejných ročních efektech nebo při nestejných ročních efektech (8, str. 61). V našem případě jsou zisky z FVE každý rok jiné, zejména z důvodu degradace FV panelu, proto jsou použity průměrné investice:

$$v = \frac{\text{prumZ}(CF)}{IV} \quad (2.2);$$

Kde:

$v$  – výnosnost

$\text{prumZ}(CF)$  – průměrný roční zisk (cash flow)

$IV$  – celkové investiční výdaje

## Doba návratnosti investice

*„Doba návratnosti investičních nákladů uvádí, za jak dlouho se investiční výdaje uhradí z výnosů, které investice sama vytvoří. Doba návratnosti se porovnává s dobou životnosti nebo s dobou poskytnutého úvěru. Čím je kratší, tím je investice efektivnější. Porovnávali se současně více investic, je nejvýhodnější investice s nejkratší dobou návratnosti“* (12, str. 62).

$$S = \frac{IV}{\text{PumZ}(CF)} \quad (2.3);$$

Kde:

$S$  – Doba návratnosti investice

## Metody dynamické

V předchozích ekonomických ukazatelích nejsou zohledněny důležité faktory, které by se měly zohlednit při výběru vhodné investice. Jedná se o faktor času a rizika. *„Jestliže investice jsou spojeny s postupnými, v delším období probíhajícími vklady, a jejich výnosy budou získávány postupně v delším období, je třeba při hodnocení jejich velikosti uvažovat s vlivem faktoru času a rizika. Čas i riziko působí obecně tak, že zvyšují náklady (výdaje) a znehodnocují výnosy (příjmy), (12, str. 66).*

### Čistá současná hodnota

Faktor času a rizika je zohledněn při výpočtu Čisté současné hodnoty. „Čistá současná hodnota (*Net Present Value – NPV*) je základem všech dynamických metod a zároveň je metodou nejpoužívanější a ve většině případů nejvhodnější, neboť dává srozumitelný výsledek, a proto jsou jasná i rozhodovací kritéria“ (10, str. 60). Základem metody je součet příjmů a výdajů, tedy Cashflow, ale navíc je vypočítán v současné hodnotě. Pomocí diskontování jsou částky přepočítané na hodnotu peněz v době vytvoření investice. Výsledná hodnota ČSH udává o kolik se zvýšila hodnota podniku nad zainvestovanou částku. Pokud je ČSH <0, tak by se investice neměla realizovat, protože nedojde k navýšení kapitálu (10, str. 60).

$$\check{C}SH = \sum_{n=1}^N CF_n * \left(1 + \frac{i}{100}\right)^{-n} - IV \quad (2.4);$$

Kde:

*CSH* – čistá současná hodnota

*n* – jednotlivé roky využívání investice

*CF<sub>n</sub>* – cash flow v průběhu let

*N* – celkový počet let hodnocení provozu investice

*i* – úroková míra (diskontní sazba)

*IV* – investiční výdaje

### Citlivostní analýza

Pro výpočet bude použita numerická technika citlivostní analýzy, která bude vyjádřena relativně, jako procentní změna vstupních faktorů (10, str. 169). „Základním cílem analýzy citlivosti je zjišťovat dopady změny vstupní hodnoty na výslednou kritériální veličinu, podle které se rozhoduje o budoucnosti investice (např. *NPV*, *IRR* apod.) a označit ty vstupy, jejichž změna může ovlivnit úspěšnost investice nejvíce.“ Při citlivostní analýze se sleduje citlivost veličiny X na veličinu Y neboli jak se změní X při změně Y za předpokladu, že všechny ostatní veličiny zůstanou zachovány. Změna je uvedena v procentech a udává, o kolik % se změní X, když se Y změní o 1 % (10, str. 165). Analýza je provedena v různých hladinách citlivosti: ± 5, 10, 15, 20 %. Jejich změna je vztažena k výsledné Čisté současné hodnotě a je provedena na následujících faktorech:

- Cena za kWh
- Roční vyrobená energie
- Cena vstupních nákladů

Vzorec pro výpočet nové ČSH bude stejný jako vzorec 2.4, kde se mění pouze vstupní hodnota CF, právě v závislosti na změně zmiňovaných faktorů. Procentuální změna ČSH je vypočítaná podle vzorce:

$$Změna = \left( \frac{\dot{C}SH_{nová}}{\dot{C}SH_{původní}} - 1 \right) * 100 \quad (2.5);$$

### 3 Teoretická východiska

V teoretické části jsou popsány jednotlivé OZE a větší prostor je věnován právě fotovoltaické technologii. Dále je blíže popsána legislativa zabývající se stavbou a provozem FVE na území České republiky.

#### 3.1 Sluneční energie

Energii, která přichází ze Slunce a dopadá na zemský povrch, je označována jako sluneční záření. Jedná se o další obnovitelný zdroj, který se člověk naučil využívat ve svůj prospěch. Technologie pro využití solární energie jsou různé, ale v zásadě se vždy jedná o způsob její přeměny na teplo nebo elektrickou energii. Fotovoltaické panely jsou patrně nejznámější technologií na využití solární energie, ale existují také tepelné systémy využívající přenosu tepla dodaného slunečním zářením. K přenosu tepla se využívá absorberů, které využívají teplo přenášené slunečním zářením a ohřívají tekutinu uvnitř. Ohřátá tekutina se následně přivede k zásobníku teplé vody nebo k topné soustavě, kde se zužitkuje. Tato technologie je ve značné oblibě také kvůli ohřívání bazénů. Solární energie je v neposlední řadě hlavním zdrojem energie pro rostliny a dřeviny, které je možné dále zpracovávat jako biomasu. Solární energie je podrobněji popsána v kapitole věnující se fotovoltaické technologii. V tabulce č. 1 lze vidět data Energetického regulačního úřadu, ukazující celkový instalovaný výkon FVE v České republice. Údaj z roku 2016 je počítán ke konci 1. pololetí (4, s. 21).

**Tabulka 1 – Celkový instalovaný výkon FVE v ČR**

Rok	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Instalovaný výkon (MW)	0,2	3,4	39,5	464,6	1959,1	1971	2086	2132,4	2067,4	2074,9	2045,5

*Zdroj: <http://oenergetice.cz/elektrina/instalovany-vykon-solarnich-elektraren-v-cr-od-roku-2012-stagnuje/>*

#### 3.2 Technologie solárních panelů

Technologie fotovoltaiky má základ v objevu francouzského fyzika Alexandra Edmonda Becquerela, který experimentoval s kovovými elektrodami v elektrolytu. Zjistil, že při jejich osvětlení dojde k průchodu malého proudu. Tento náhodný objev umožnil výrobu prvního fotovoltaického panelu bez elektrolytu, který byl však vyroben až v roce 1877. V roce 1883

už bylo možno vyrábět panely hromadně o ploše 30 cm<sup>2</sup> a účinnosti přibližně 1 %. Ke komerční výrobě však nedošlo, protože účinnost byla stále ještě malá. V roce 1946 byl v USA v Bellových laboratořích vyvinut monokrystalický křemíkový fotovoltaický článek, který dosahoval účinnosti 6%. Tento panel už bylo vzhledem k vyšší účinnosti možné prakticky využívat, ale jeho cena byla stále příliš vysoká, protože křemík, který se používal k výrobě, dosahoval vysoké úrovně čistoty. V roce 1957 se odvětví začalo rozvíjet, zejména kvůli využití panelů na telekomunikačních družicích a v místech, kde nebyla zavedena elektrická síť. Větší rozmach se odehrál až v sedmdesátých letech během ropné krize. Státy začaly investovat více peněz do výzkumu alternativních zdrojů energie, aby se zbavily závislosti na ropě. Od té doby se vyvíjí nové technologie, zvyšuje se účinnost a snižuje cena fotovoltaických panelů (5, str. 9).

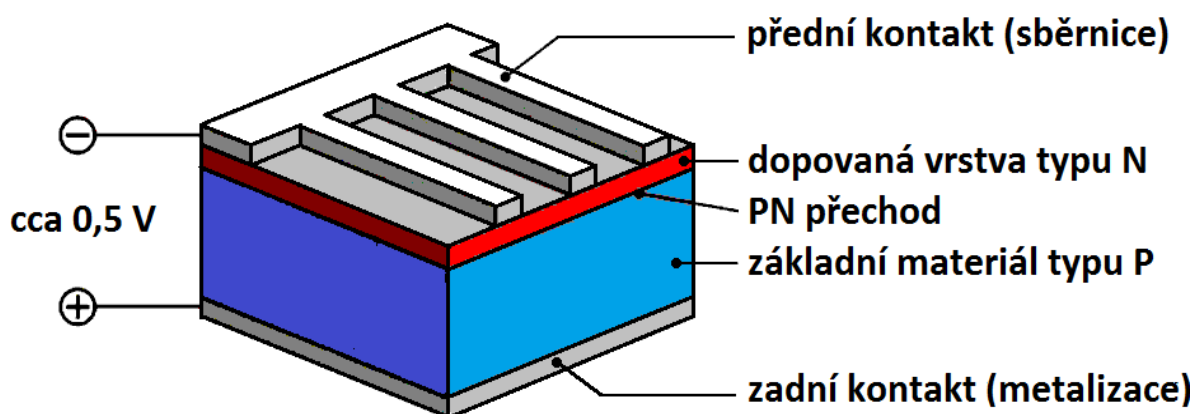
### 3.2.1 Princip funkce fotovoltaického článku

Cílem fotovoltaiky je výroba elektřiny z dopadajícího slunečního záření. Elektrický proud je charakterizován jako pohyb elektronů pohybujících se od záporného pólu zdroje ke kladnému pólu přes spotřebič neboli zátěž. „Záření se za určitých podmínek chová, jako by bylo tvořeno proudem částic; Albert Einstein je nazval fotony. Foton slunečního záření dokáže předat svou energii elektronu v kovu nebo v polovodiči; samotný přenos energie ze záření na elektrony je tedy možný.“ Když záření dopadá na kov, tak dojde k přenosu energie a elektron se uvolní z povrchu kovu nebo polovodiče, kde po sobě zanechá kladný náboj neboli díru. Obyčejně je elektron přitažen zpátky k díře a energie získaná ze slunečního záření je uvolněna ve formě tepla. Pro zajištění pohybu elektronů elektrickým obvodem je nutné oddělit díry a elektrony, čehož se dosáhne takzvaným P-N přechodem (Obr. 1), který je tvořen dvěma polovodiči. Křemík je ideální pro výrobu P-N přechodu, kvůli jeho vodivým vlastnostem, které se mění díky přidání určitých příměsí. Polovodič typu P je vyroben z křemíku dopovaným fosforem. Tak vznikne polovodič, který má nadbytečný počet elektronů – záporných nábojů. Analogicky je vyroben polovodič typu P, který je dopovaný borem a obsahuje tak nadbytečný počet děr – kladných nábojů. P-N přechod je tenká vrstva, která vznikne při spojení polovodiče typu P a polovodiče typu N. Po spojení se elektrony z polovodiče N snaží dostat do polovodič P a naopak – tento proces se nazývá rekombinace. Fotovoltaický článek je tvořen tenkým plátkem křemíku, pod jehož povrchem je P-N přechod s kovovými kontakty. Po dopadu slunečního záření na článek se začnou generovat volné elektrony a díry. V P-N přechodu je elektrické pole, které elektrony a díry oddělí



a poše je na opačné strany. Díry do vrstvy typu P, která vytvoří kladný pól a díry do vrstvy typu N, která tvoří záporný pól. Jeden fotovoltaický článek má však na pólech velmi malé napětí a proto se články spojují do série, aby bylo výsledné napětí větší. Jeden křemíkový článek má napětí přibližně 0,5 V. Při spojení 36 nebo 72 článků vznikne modul s napětím 18 respektive 36 V (5, str. 12).

**Obrázek 1 - Schéma přechodu P – N**



Zdroj: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/11772-nejpouzivanejsi-pojmy-ve-fotovoltaice>

### 3.2.2 Typy fotovoltaických článků

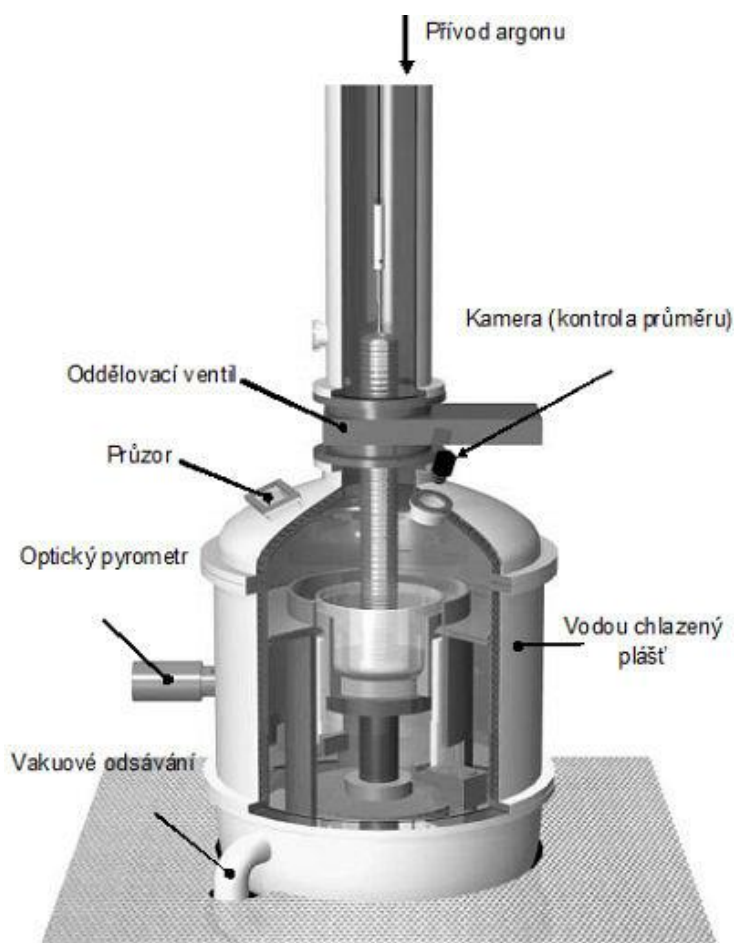
P-N přechod však není jediný způsob, který se používá k oddělení kladných a záporných nábojů. Využívají se například fotoelektrochemické články, polymerní články nebo nanostruktury složené z nanotrubiček a nanotyčinek. Přes 90 % fotovoltaických článků se však vyrábí z křemíku. Využití křemíku je odůvodněno hlavně tím, že tento prvek je v elektronice nejvíce používaným materiálem současnosti. Jeho čistota dosahuje hodnoty až 99,9999999 %. Křemíkové fotovoltaické články se v zásadě dělí na tři typy (5, str. 16):

- Monokrystalické články
- Polykrystalické články
- Články z amorfního křemíku.

Křemíkové monokrystalické články se vyrábí tzv. Czochralského metodou (Obr. 2) – kusy křemíku se roztaví a následně se pomalým tažením z tuhnoucí taveniny vytváří dlouhý křemíkový ingot, který se následně nařeže na tenké plátky o tloušťce až 0,1 mm. Plátky se

oříznou na požadovaný rozměr, následně se vyleští a leptáním se z nich odstraní veškeré nečistoty. Na vzniklou destičku se nanese vrstva fosforu a tím vznikne požadovaný P-N přechod. Popsaný technologický postup je velmi náročný na provedení a vzniká při něm mnoho odpadního materiálu. Další možností je tažení monokrystalického pásku, který již má požadovanou tloušťku a není tak potřeba dalšího řezání. Články vyrobené touto metodou mají však nižší účinnost než články nařezané z velkých ingotů, vyrobených Czochralského metodou. (5, str. 18)

**Obrázek 2 - Výroba monokrystalu Czochralského metodou**



Zdroj: <http://oenergetice.cz/technologie/polovodice-pn-prechod-vyroba-polovodicu/>

Křemíkové polykrystalické články se vyrábí odléváním křemíku do forem a vzniklé ingoty se nařezou na tenké plátky. Tato metoda je jednodušší než tažení monokrystalu, ale polykrystalické články mají horší elektrické vlastnosti, zejména větší odpor a tím i menší účinnost (5, str. 19).

Články z amorfního křemíku jsou oproti předchozím typům levnější hlavně proto, že při jejich výrobě je spotřebováno podstatně méně materiálu. K výrobě se používají sloučeniny křemíku – silan nebo dichlorsilan. Tyto sloučeniny se rozloží ve vodíkové atmosféře a na speciální skleněné podložce následně vznikne tenká vrstva křemíku. Křemík vyrobený tímto způsobem se nazývá amorfní, protože nemá pravidelnou krystalickou strukturu. Nepravidelná struktura snižuje procházející proud a tím i účinnost fotovoltaického článku. Článek vyrobený z amorfního křemíku má nejmenší účinnost ze zmíněných typů fotovoltaických článků (5, str. 20).

### **3.2.3 Komponenty fotovoltaických systémů**

Fotovoltaický systém potřebuje ke své funkčnosti kromě fotovoltaických panelů i další komponenty:

- Akumulátory
- Měníče proudu
- Elektroměry
- Záložní zdroje

#### **Akumulátory**

Akumulátory slouží k uložení vyrobené elektrické energie, která je připravena ke spotřebě ve chvíli, kdy FVE vyrábí malé množství energie nebo nevyrábí vůbec, zejména v noci. Princip funkce je založen na elektrochemické reakci, kdy je elektrická energie přeměněna na energii chemickou a v případě potřeby zase zpět na energii elektrickou. Základní typy elektrochemických akumulátorů jsou (5, str. 40):

- Olověný akumulátor
- Nikl – kadmiový akumulátor (Ni – Cd)
- Nikl – ocelový (Ni – Fe)
- Nikl – metal hydridový akumulátor (Ni – MH)
- Lithium – iontový akumulátor (Li – Ion)

Existují i další způsoby pro uložení vyrobené elektrické energie. Přecherčovací elektrárny pomocí vyrobené energie přesouvají vodu mezi dvěma rezervoáry, z nichž je jeden postavený výše. Elektrina je využita k pohánění turbíny, která přecherčává vodu do horní nádrže. Při nedostatku energie je voda z horní nádrže uvolněna a následně protéká turbínou, která je napojena na elektrický generátor. Další možností je akumulace energie do vodíku pomocí elektrolýzy vody. Vodík v palivových článcích přímo generuje elektrickou energii pomocí elektrochemické oxidačně – redukční reakce (5, str. 42).

### **Měníče proudu**

Běžné domácí spotřebiče jsou napájeny z distribuční sítě, která pracuje na principu střídavého napětí a proudu. V obvodu s FV panelem je však proud stejnosměrný a je tak zapotřebí použít měnič proudu, který převede stejnosměrný proud na střídavý. Tento měnič je zapotřebí nejen v případě napájení domácích spotřebičů ze střešní FV elektrárny, ale také v případě prodeje vyrobené elektrické energie a jejího dodávání do distribuční sítě (5, str. 43).

### **Elektroměry**

Elektroměr se využívá nejen pro změření množství spotřebované energie v domácnosti, ale také v případě dodávání energie do distribuční sítě za účelem prodeje (5, str. 43).

### **Záložní zdroje**

Záložní zdroj se využívá v případě, že FV systém není připojen do distribuční sítě nebo distribuční síť nedodává proud například kvůli poruše. Jedná se o tzv. ostrovní systém. V případě poklesu množství vyrobené energie z důvodu nedostatečného slunečního svitu je vhodné mít v záloze záložní pomocný zdroj, který dodá potřebnou energii. Nejčastějším záložním zdrojem je elektrocentrála s motorem na benzin, propan nebo propan-butan. Pro větší výkony se používá dieselový motor (5, str. 43).

## **3.2.4 Fotovoltaika na území České republiky**

*„Primárním zdrojem energie ve Slunci je jaderná fúze, tj. spojování jader vodíku za vzniku helia (a posléze dalších těžších prvků). Ve slunci se každou sekundu přemění 600 milionů*

*tun vodíku na helium. Hmotnost vzniklého helia je o něco menší než hmotnost do reakce vstupujícího vodíku. Rozdíl hmotnosti se podle známého Einsteinova vztahu  $E = mc^2$  dá přepočítat na energii. Ve slunci tedy každou sekundu ubyde 4,26 milionů tun hmoty, což představuje uvolnění  $3,8 \cdot 10^{26}$  energie“ (5, str. 1).*

Energie je sluncem vyzařována ve formě elektromagnetického záření a dopadá na hranici zemské atmosféry o výkonu  $1,4 \text{ kW/m}^2$ . Celkem na Zemi ze Slunce dopadá energie o výkonu 180 000 TW, což pro potřeby lidské civilizace více než potřebuje. Celkové záření, které dopadá na zemský povrch, se nazývá globální záření. To se dále rozděluje na přímé a difuzní (rozptýlené) záření. Při zatažené obloze prochází pouze difuzní záření. Část energie je dále při průchodu atmosférou odražena nebo pohlcena a prochází tak záření o výkonu menším než 1 Kw za plného slunečního svitu. (5, str. 2)

Elektromagnetické záření ze Slunce se dělí podle vlnové délky takto:

- 1) Ultrafialové (UV) záření o vlnové délce pod 280 nm
- 2) Viditelné záření o vlnové délce přibližně 400 až 650 nm
- 3) Infračervené záření o vlnové délce 650 až přibližně 2000 nm
- 4) Dlouhovlnné infračervené záření o vlnové délce nad 3000 nm.

Významné je pro nás viditelné záření, protože v této formě dopadá na Zemi největší množství energie (přibližně 75 %). Energeticky významné je také infračervené záření. UV záření a dlouhovlnné infračervené záření je z většiny pohlceno v atmosféře. Množství záření, které dopadá na zemský povrch je dáno také dalšími aspekty:

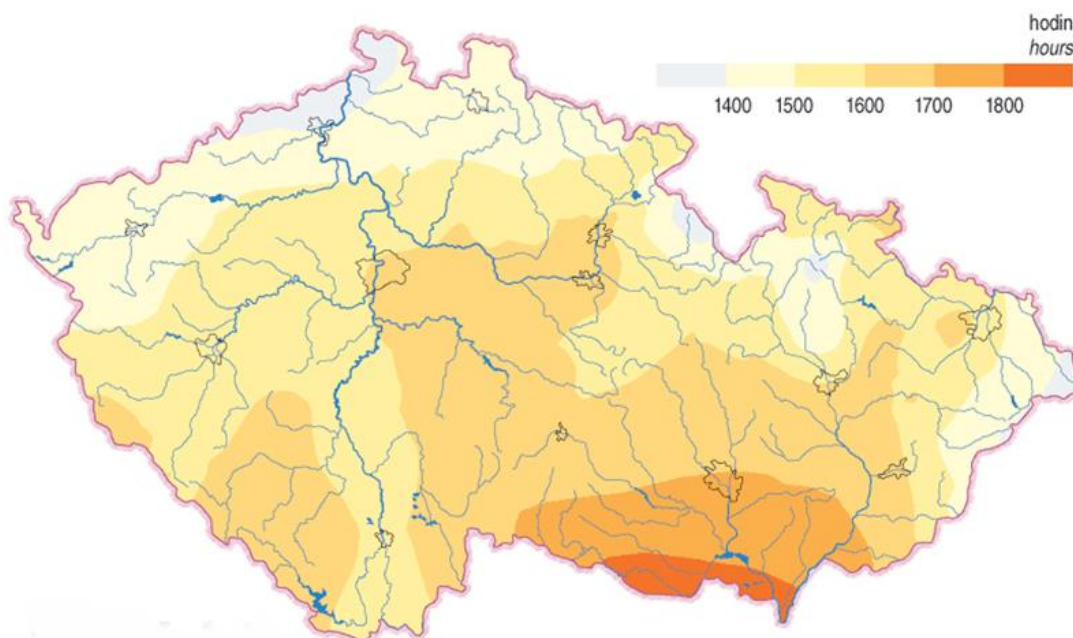
- 1) Zeměpisná šířka – nejvíce záření dopadá v oblastech okolo rovníku, nejméně naopak u pólů.
- 2) Roční doba – v zimě se doba slunečního svitu zkracuje a slunce se pohybuje nízko na obloze, což omezuje množství využitelného záření. V letním období je množství záření mnohem vyšší než v zimním.
- 3) Podnebí – přibližně 75 % záření projde atmosférou, zbytek se odrazí nebo je pohlcen. V případě, že je zataženo, tak projde pouze 15 % z celkového záření (přibližně  $200 \text{ W/m}^2$ ). Znečištění ovzduší nebo přízemní mlhy také snižují množství dopadajícího záření.

- 4) Sklon – fotovoltaický článek je nejefektivnější, když na něj záření dopadá kolmo. Pohyblivé systémy, které mění sklon panelu, jsou však velmi nákladné. Optimální sklon po celý rok je 45 stupňů směrem na jih, popřípadě 60 stupňů v zimním období a 30 stupňů v letním období (18).

Ing. Bronislav Bechník, Ph.D. ve svém článku uvádí, že ideální postavení panelu je směrem na jih se sklonem 30 stupňů, avšak sklon ani orientace nejsou úplně zásadní. I v případě položení panelu vodorovně na střechu budovy je snížení celoročního výnosu přibližně o 10 %. Při změně orientace od jihu o 45 stupňů směrem na východ nebo na západ se výnos snižuje přibližně o 5 %. V případě vychýlení 70 stupňů od jižní strany se pokles výnosu pohybuje kolem 10 % (26).

Obrázek č. 3 zobrazuje mapu trvání slunečního svitu na území České republiky. Rozmezí se pohybuje od 1400 do 1800 hodin slunečního svitu za rok.

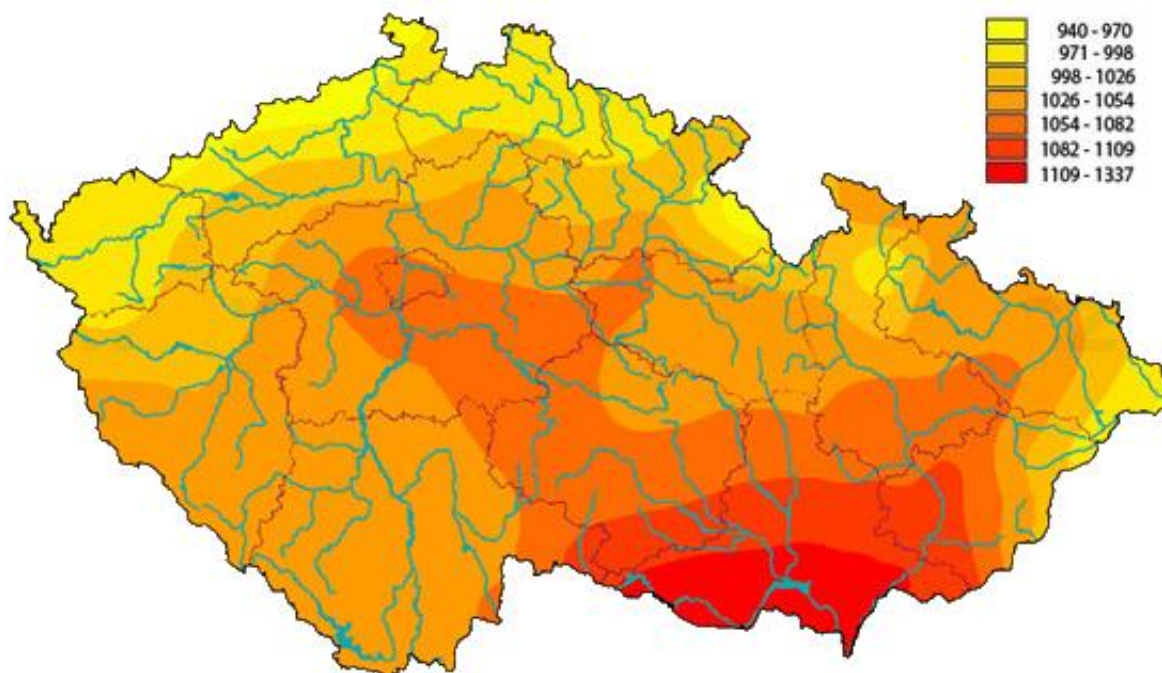
**Obrázek 3 - Mapa trvání slunečního svitu v ČR**



Zdroj: <http://www.isofenenergy.cz/slunecni-zareni-v-cr.aspx>

Obrázek č. 4 zobrazuje celkové sluneční záření, které dopadne na území České republiky. Tyto údaje jsou důležité pro možné umístění FVE, jelikož doba dopadu slunečního záření a jeho výkon ovlivňuje množství vyrobené elektřiny.

**Obrázek 4 - Roční úhrn slunečního záření v ČR [kWh/m<sup>2</sup>]**



Zdroj: <http://www.isofenenergy.cz/slunecni-zareni-v-cr.aspx>

### 3.3 Ostatní obnovitelné zdroje energie

Obnovitelných zdrojů energie je známo několik druhů a možnosti jejich využití se stále rozšiřují. Obnovitelné zdroje jsou charakteristické tím, že mají schopnost se po určité době částečně nebo úplně obnovit. Předpoklad obnovitelného zdroje energie je, že je z dlouhodobého hlediska nevyčerpatelný. Slunce má tolik zásob vodíku, že by v něm měla probíhat jaderná fúze ještě dalších 5 miliard let (5, str. 1).

Obnovitelné zdroje energie jako je biomasa, uhlí, ropa a zemní plyn mají svůj původ v solární energii, která je po dopadu na rostliny přeměněna pomocí biochemických procesů v energii, kterou si rostliny uchovávají. V případě uhlí, ropy a zemního plynu se jedná o energii, která byla tímto způsobem předána a zpracována před miliony let (4, str. 19).

### 3.3.1 Větrná energie

Větrnou energii je možno zpracovat pomocí větrné elektrárny. Jedná se o rotor s lopatkami, který je upevněný na vysoké konstrukci. Vlivem větru se rotor roztáčí a tím se dostává do pohybu i generátor uvnitř konstrukce. Generátor je charakteristický tím, že přeměňuje mechanickou energii na elektrickou. Mechanickou energii zde zajišťuje právě vítr s lopatkami rotoru čímž se následně vytvoří elektrická energie. První větrnou elektrárnu na světě postavil v roce 1888 Charles F. Brush (1849 – 1929) v americkém státě Ohio. Sestrojil automatickou větrnou turbínu o průměru 17 metrů a výkonu 12 kW, která byla napojená na generátor elektrického proudu (14).

Myšlenka na globální využívání energie větru coby alternativního zdroje energie přišla až na začátku sedmdesátých let minulého století. Kdy během ropné krize začaly nezadržitelně stoupat ceny ropy. Následkem toho státy začaly uvažovat o alternativních zdrojích energie. Konkrétně dánská firma Nordtank, která vyráběla ropné cisterny, byla nucena přejít na výrobu součástí pro větrné elektrárny a už v roce 1979 sestrojila větrnou elektrárnu o výkonu 30 kW a o rok později byla schopna navýšit výkon až na 55 kW. Postupně se pomocí nových technologií zvyšoval výkon větrných elektráren řádově k jednotkám MW (14).

**Tabulka 2 – Celkový instalovaný výkon větrných elektráren v ČR**

Rok	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Instalovaný výkon (MW)	17	28	54	116	148	192	215	217	260	269	283	283	283

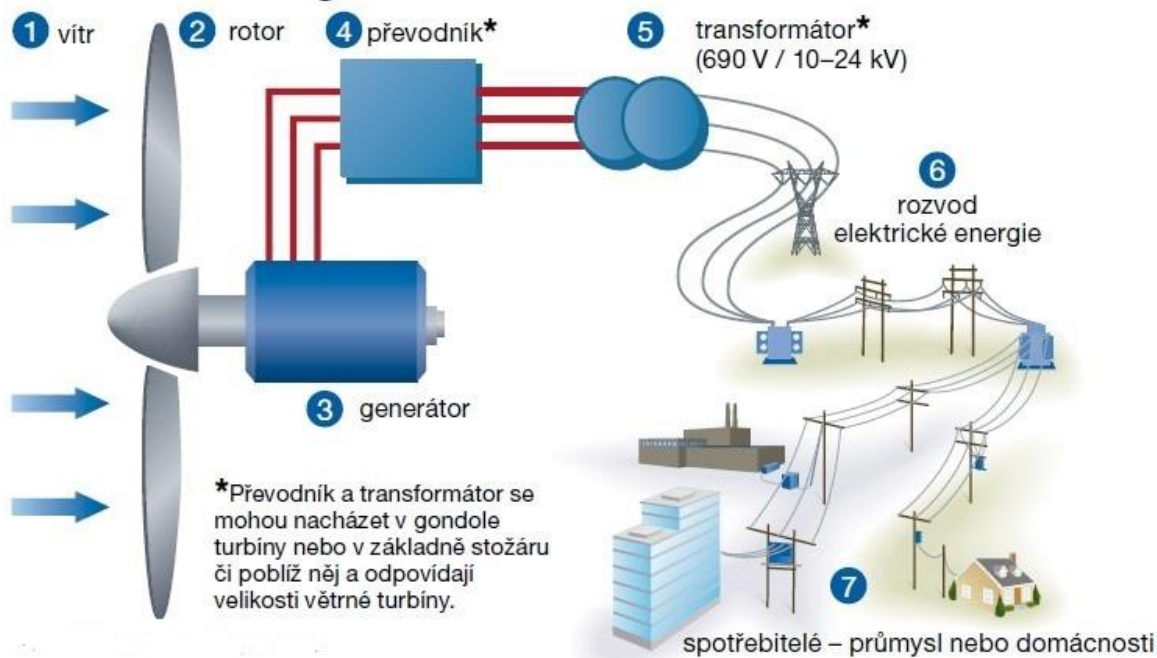
Zdroj: <http://www.csve.cz/clanky/aktualni-instalace-vte-cr/120>

V roce 2016 byl instalovaný výkon z větrných elektráren v České republice 283 MW s výrobou 496 GWh. Nejvýkonnější větrné elektrárny o výkonu 3 MW jsou ve městech Pchery, Zlatá Olešnice a Vítězná u Dvora Králové. Celkem je v České republice postaveno 169 větrných elektráren (15). Příklad zapojení větrné elektrárny s transformátorem 690 / 10-24 kV je na obrázku č. 5.



Obrázek 5 - Schéma větrné elektrárny

### Od větrné energie k výrobě a distribuci elektrické energie



Zdroj: [http://www.controlengcesko.com/index.php?id=47&no\\_cache=1&tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=3227&cHash=53c5d9e7f0&type=98](http://www.controlengcesko.com/index.php?id=47&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=3227&cHash=53c5d9e7f0&type=98)

### 3.3.2 Geotermální energie

Geotermální energie se získává přímo z nitra Země a ve srovnání s energií slunce nebo větru není závislá na klimatických podmínkách. Díky tomu se jedná o mnohem stálejší a spolehlivější zdroj energie. „Z nitra země je uvolňován v kontinentální zemské kůře směrem k povrchu tepelný tok o průměrné hodnotě  $57 \text{ mW/m}^2$ . Celkový geotermální výkon Země je přes  $4 \times 10^{13} \text{ W}$  (40 000 GW), což je zhruba čtyřikrát více než současná celosvětová spotřeba energie“ (13, s. 147). Tato energie je v jádru planety od jejího zformování před 4,5 miliardami let, kdy se energie vzniklá vlivem srážek materiálů přeměnila v teplo. Dalším zdrojem je teplo vzniklé rozpadem radioaktivních izotopů uvnitř země. Teplo se dostává k povrchu konvekcí (prouděním) a kondukcí (vedením). Množství tepla a místo kde se dostane na povrch je ovlivněno geotermálním teplotním gradientem neboli změnou teploty v závislosti na hloubce. Tento gradient je ovlivněn například složením horniny a její tepelné vodivosti. Velmi silným tepelným zdrojem jsou horké prameny, gejzíry a páry. Ty vznikají nejčastěji vlivem pohybu horkého magmatu v místech, kde se setkávají litosférické desky. Momentálně jsou známy čtyři způsoby využití geotermální energie (13, s. 148):

- 1) Hydrotermální systémy
- 2) Systémy teplých a suchých hornin
- 3) Geotlaké systémy
- 4) Magmatické systémy

Geotlaké a magmatické systémy jsou pouze teoretické. V současné době se ve světě nejčastěji využívají hydrotermální systémy, tedy využití páry a teplé vody, ale v České republice nemáme vhodné geologické podmínky. Systém teplých suchých hornin je však vhodným způsobem pro zužitkování geotermální energie na území České republiky. Jedná se o systém využití horniny jako zdroje tepla, do které se vytvoří několik vrtů o hloubce v řádech stovek metrů až kilometrů. Jedním vrtem proudí do teplé horniny voda nebo jiné medium a jiným vrtem se vrací pára s vodou, která je zavedena do turbíny a přeměněna na elektrickou energii (13, s. 148).

#### **Obrázek 6 - Geotermální elektrárna**



*Zdroj: <http://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/v-litomericich-bude-vybudovano-vyzkumne-centrum-geotermalni-energie/>*

V České republice se připravuje první geotermální elektrárna v Litoměřicích. V roce 2007 zde byl proveden hloubkový vrt a od té doby se pracuje na projektu, ve kterém se plánují 2 až 3 vrty o hloubce 5 až 6 km jímání vody o teplotě 150 – 180 °C. Celkový výkon by měl dosáhnout 10 – 30 MWt (17).

### **3.3.3 Biomasa**

*„Jedním z důležitých obnovitelných zdrojů energie je biomasa, tj. biologicky rozložitelná část výrobků, odpadů a zbytků ze zemědělství, lesnictví a souvisejících průmyslových odvětví, dále zemědělské produkty cíleně pěstované pro energetické účely a také biologicky rozložitelná část průmyslového a komunálního odpadu“ (13, str. 113).*

Mezi nejčastěji používané druhy biomasy patří dřevo a dřevní odpad, sláma z obilovin a olejnin, bioplyn, kapalná biopaliva a různé rostliny pěstované pro energetické účely. Biomasa má různé vlastnosti podle toho, z čeho se skládá nebo v jakých podmínkách byla pěstována. Pro zpracování biomasy se využívá více technologií, z nichž každá vyžaduje konkrétní typ biomasy se specifickými vlastnostmi jako je vlhkost, výhřevnost, rozměr částic, obsah popelovin nebo soudržnost částic (13, str. 113).

Nejčastějším způsobem zpracování je spalování biomasy. Následné teplo se využívá například pro vytápění budov, sušení dřeva a v neposlední řadě k výrobě elektrické energie v parní turbíně (8, str. 23).

Biomasa nám může sloužit také jako akumulátor energie, který je možno přechovávat nebo využít k výrobě tepla a elektřiny. Její nevýhodou je naopak nízký obsah energie ve srovnání například s uhlím. Únik CO<sub>2</sub> se při spalování biomasy považuje za neutrální. Rostlina uvolní pouze takové množství CO<sub>2</sub>, které vstřebala při růstu. Nepřispívá tak ke zvyšování CO<sub>2</sub> v ovzduší (7, str. 25).

### **3.3.4 Vodní energie**

Vodní energie se zpracovává ve vodních elektrárnách, kde roztočí turbínu, která následně pohání generátor elektřiny. Existuje několik typů turbín, které se dělí podle metody výroby. V České republice se využívají hlavně tyto typy (7, str. 12):

1. Kaplanova turbína – konstrukčně složitá turbína, navržená pro výkony od 5 kW do 1 MW se spádem 20 m.
2. Francisova turbína – navržená pro výkony od 20 kW do 5 MW se spádem 10 m.
3. Bánkiho turbína – konstrukčně jednoduchá turbína, navržená pro výkony od 1 kW do 100 kW se spádem od 2 m.
4. Peltonova turbína – navržená pro výkony od 10 kW do 1 MW se spádem nad 30 m.

Vodní elektrárny se dále dělí podle instalovaného výkonu (19):

1. Malé – do 10 MW
2. Střední – do 100 MW
3. Velké – nad 100 MW

Podle využívaného spádu (19):

1. Nízkotlaké – spád do 20 m
2. Středotlaké – spád od 20 m do 100 m
3. Vysokotlaké – spád nad 100 m

Jednou z výhod vodní elektrárny oproti například fotovoltaickým panelům, je možnost vyrábět elektřinu v odběrových špičkách. Tohoto principu mohou využívat hlavně velké přečerpávací elektrárny, které mohou zadržet vodu na hrázi. V takovém případě přestane turbínou protékat voda a nebude se vyrábět elektřina. Přečerpávací elektrárna tak v jistém smyslu slouží jako velká zásobárna energie, ale je omezena nutností vodu propouštět kvůli stoupající vodní hladině před hrázi anebo kolísající hladině za ní. Nevýhodou vodních elektráren je závislost na počasí. V letních měsících je v tocích málo vody a výroba elektrické energie je tak nejnižší, naopak v jarních měsících je výroba nejvyšší (7, str. 12).

**Obrázek 7 - Vodní elektrárna Tři soutěsky**



Zdroj: <http://oenergetice.cz/elektrina/tri-soutesky-kralovna-vsech-elektraren/>

Při výběru místa pro konstrukci vodní elektrárny je třeba brát v úvahu mnoho aspektů. Vodní elektrárna může při své činnosti zatopit přírodní biotopy. Také tvoří překážku v přirozeném vodním toku, což může mít za následek ohrožení vodních živočichů. V neposlední řadě je třeba zvážit ekonomickou stránku stavby, jelikož cena vodní elektrárny se může pohybovat v řádu desítek až stovek milionů a její návratnost může dosahovati i 50 let (7, str. 12).

*„V České republice bylo k 30. září 2016 v provozu 9 velkých vodních elektráren (instalovaný výkon nad 10 MW) s celkovým instalovaným výkonem 753 MW a 1614 malých vodních elektráren s celkovým instalovaným výkonem 348 MW. Kromě klasických vodních elektráren jsou v ČR provozovány 3 přečerpávací elektrárny s celkovým instalovaným výkonem 1175 MW“ (19).*

**Tabulka 3 - Celkový instalovaný výkon vodních elektráren v ČR**

Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Instalovaný výkon (MW)	181,6	218,6	225,4	270,9	259,1	(27,5	275,9	282,1	296	298,1	312,3	327,8	342,7	348,2

Zdroj: <http://oenergetice.cz/elektrina/vodni-elektrarny-princip-a-rozdeleni/>

### 3.4 Provoz FVE v České republice

Provoz FVE je upraven následujícími zákony a vyhláškami, které regulují provoz, výstavbu, výkupní ceny a další aspekty FVE:

- Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (Energetický zákon)
- Zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů
- Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií
- Zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů
- Vyhláška č. 426/2005 Sb., o podrobnostech udělování licencí pro podnikání v energetických odvětvích
- Vyhláška 81/2010 Sb., kterou se mění vyhláška č. 51/2006 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě
- Vyhláška ERÚ č. 541/2005 Sb., o pravidlech trhu s elektřinou, zásadách tvorby cen za činnosti operátora trhu s elektřinou a provedení některých dalších ustanovení energetického zákona
- Vyhláška ERÚ č. 150/2007 Sb., o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen
- Vyhláška č. 352/2005 Sb., o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a o bližších podmínkách financování nakládání s nimi (vyhláška o nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady)

### 3.4.1 Podpora fotovoltaických elektráren

Podpora solárních elektráren zažila tzv. „boom“ v letech 2006 až 2010. Česká republika se zavázala, že v rámci podpory obnovitelných zdrojů v Evropské unii bude do roku 2020 pokrývat 13 % vyrobené elektrické energie obnovitelnými zdroji. V roce 2006 tak vstoupil v platnost zákon č. 180/2005 Sb. (39), který od 1. 1. 2006 do 31. 12. 2007 zvýšil výkupní ceny oproti předchozímu období. Cena na výkup elektrické energie vyrobené pomocí FVE se tak vyšplhala na 15 260 Kč/MWh, což byl více než dvojnásobek výkupní ceny za rok 2005, který činil 7 273 Kč/MWh. Tato cena je zákonem garantována na 20 let. Délka garance výkupních cen ostatních OZE je uvedena v tabulce č. 4. Součástí zákona byla také garance, že výkupní cena nesmí klesnout pod 95 % ceny z předchozího roku. Zvýšení cen však nebyl jediný důvod k velkému nárůstu instalovaných FVE v České republice. Dalším důvodem bylo snížení nákladů na výrobu FV panelů, který byl způsoben zvětšením objemu výroby v Číně. FV panely se tak staly finančně dostupnější, což mělo za následek nárůst instalovaného výkonu FVE ze 40 MW v roce 2008 na 1960 MW v roce 2010. Instalovaný výkon FVE se za dva roky zvýšil téměř padesátkrát. Energetický regulační úřad na tuto situaci reagoval snížením o maximálních možných 5 % v letech 2008 a 2009. Novela zákona umožňující větší snížení přišla až v roce 2011. Následně byl zákon č. 180/2005 Sb. úplně zrušen k 1. 1. 2013 a tím skončila i podpora pomocí výkupních cen a zelených bonusů pro FVE uvedené do provozu od 1. 1. 2014 (22).

**Tabulka 4 - Garance délky výkupních cen v letech**

Typ OZE	Malá vodní elektrárna	Biomasa	Bioplyn	Skládkový, kalový, důlní plyn	Větrná elektrárna	Geotermální elektrárna	Fotovoltaická elektrárna
<b>Garance výkupních cen (roky)</b>	30	20	20	15	20	20	20

*Zdroj: Příloha č. 3 k vyhlášce č. 475/2005 Sb.*

V tabulce č. 5 jsou uvedeny hodnoty výkupních cen a zelených bonusů od roku 2005 do roku 2013.

**Tabulka 5 - Výkupní ceny a zelené bonusy na výrobu elektřiny využitím FVE**

Podporovaný druh energie	Datum uvedení výroby do provozu		Instalovaný výkon výroby [kW]		Jednotarifní pásmo provozování	
	od (včetně)	do (včetně)	od	do (včetně)	Výkupní ceny [Kč/MWh]	Zelené bonusy [Kč/MWh]
Výroba elektřiny využitím slunečního záření	-	31.12.2005	-	-	8 028	7 308
	01.01.2006	31.12.2007	-	-	16 848	16 128
	01.01.2008	31.12.2008	-	-	16 432	15 712
	01.01.2009	31.12.2009	0	30	15 417	14 587
	01.01.2009	31.12.2009	30	-	15 304	14 584
	01.01.2010	31.12.2010	0	30	14 359	13 529
	01.01.2010	31.12.2010	30	-	14 245	13 525
	01.01.2011	31.12.2011	0	30	8 615	7 785
	01.01.2011	31.12.2011	30	100	6 780	6 060
	01.01.2011	31.12.2011	100	-	6 318	5 598
	01.01.2012	31.12.2012	0	30	6 938	6 108
	01.01.2013	30.06.2013	0	5	3 765	2 935
	01.01.2013	30.06.2013	5	30	3 125	2 295
	01.07.2013	31.12.2013	0	5	3 301	2 471
	01.07.2013	31.12.2013	5	30	2 685	1 855

Zdroj: <http://www.eru.cz/cs/poze/cenova-rozhodnuti>

### 3.4.2 Legislativa před 1. 1. 2014

Pro FVE uvedené do provozu před 1. 1. 2014 stále platí následující legislativa. Pro provoz malých i velkých FVE bez ohledu na instalovaný výkon je možné, dle § 4 odst. 4, respektive 7, Zákona č. 180/2005 Sb., o využívání obnovitelných zdrojů, čerpat tzv. Zelený bonus nebo žádat o úhradu oproti vyrobené elektřině. Toto si výrobce zvolil v „Oznámení o výběru formy podpory elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů a o její změně“, které je přílohou vyhlášky č. 475/2005 Sb. upravující zmíněný zákon. Výrobce elektřiny má možnost přejít od Zeleného bonusu k režimu výkupních cen a naopak. Pokud výrobce elektřiny čerpá Zelené bonusy a rozhodne se, že chce změnit formu podpory na režim výkupních cen, pak je mu garantovaná taková výše výkupních cen, kterou mohl získat v době výběru Zeleného bonusu. Dále je výrobce povinen každý měsíc provozovateli distribuční soustavy, ke kterému je připojen, zasílat „Měsíční výkaz o výrobě elektřiny z obnovitelných zdrojů“, který je přílohou vyhlášky č. 541/2005 Sb. V případě, že si výrobce zvolil režim výkupních cen, pak měl vykupující povinnost vykoupit od výrobce veškerý vyrobený objem elektřiny,



kteřá byla naměřená v místě výroby a to za cenu, kteřá byla garantovaná Energetickým regulačním úřadem v roce, kdy byla elektrárna uvedena do provozu. Garance ceny trvá po dobu životnosti elektrárny. V případě FVE je výkupní cena garantovaná po dobu 20 let (23).

Dle vyhlášky č. 150/2007 Sb. § 2 odst. 11, se výkupní ceny také každoročně zvyšují minimálně o 2 %, maximálně o 4 %, s výjimkou výroben spalujících biomasu a bioplyn. Pokud si výrobce elektřiny zvolí Zelený bonus, pak si musí najít svého odběratele sám a následně s ním sjednat cenu výkupu. Po prodeji vyrobené elektřiny si výrobce zažádá u provozovatele regionální distribuční soustavy o zelený bonus. Výše tohoto bonusu v Kč/MWh je každoročně stanovena Energetickým regulačním úřadem (ERÚ) (24).

### **3.4.3 Stávající dotace pro rodinné a bytové domy**

Díky novele č. 131/2015 Sb. Energetického zákona ze dne 1. 1. 2016 je možné provozovat FVE do instalovaného výkonu 10 kW bez licence od Energetického regulačního úřadu a provozovatel již tak nemusí být registrovaný jako OSVČ. Pro FVE s výkonem nad 10 kW je stále zapotřebí vlastnit licenci od ERÚ. Výjimku tvoří situace, kdy je v odběrném místě připojený jiný výrobce elektřiny vlastníci licenci. V případě, že výrobce nespotřebuje všechnu vyrobenou elektřinu, může její přebytek prodat do sítě. Pokud příjem z této prodeje nepřesáhne 30 000 Kč ročně, není považován za příjem ze samostatné činnosti a nevztahuje se na něj daň z příjmu (25).

Počínaje dnem 22. 10. 2015 je možno žádat o dotace v rámci nového programu „Nová zelená úsporám“ (NZÚ) pro podporu snižování energetické náročnosti rodinných a bytových domů. Podpora platí pro rodinné domy v rámci celé ČR a pro bytové domy na území Prahy. Vlastníci bytových domů mimo území hlavního města si mohou zažádat o dotaci z Integrovaného regionálního operačního programu (IROP). Žádosti jsou přijímány až do 31. 12. 2021. Oprávněnými žadateli o tento typ dotace jsou vlastníci, popřípadě stavitelé rodinných domů. Může se jednat jak o fyzické, tak i o právnické osoby. Zároveň je výše dotace na jednu žádost omezena na nejvýše 50 % doložených výdajů, kde maximální výše je stanovena na 5 mil. Kč pro jednoho žadatele. Tato částka je dosažitelná jen v případě využití dotací ve více oblastech OZE. Žadatel o dotaci na FVE však musí splňovat mnoho podmínek, například (21):

- Maximální výkon systému 10 kW
- Propojení systému s distribuční soustavou
- Součástí systému musí být měnič s účinností minimálně 94 %
- Součástí systému nesmějí být olověné startovací akumulátory ani Ni-Cd akumulátory

Dotace z programu „Nová zelená úsporám“ lze čerpat na tyto oblasti (21):

#### **A. Snížení energetické náročnosti stávajících rodinných domů**

- dotace na zateplení obálky budovy - výměnou oken a dveří, zateplením obvodových stěn, střechy včetně vegetačních, stropu, podlahy
- podporována dílčí i komplexní opatření

#### **B. Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností**

- dotace na výstavbu nových rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností a také změna dokončené budovy, která před zahájením změny nesplňuje definici rodinného domu

#### **C. Efektivní využití zdrojů energie**

- dotace na výměnu neekologického zdroje tepla (spalující například uhlí, koks, uhelné brikety) za efektivní ekologicky šetrné zdroje (například kotel na biomasu, tepelné čerpadlo s elektrickým či plynovým pohonem, plynový kondenzační kotel) nebo napojení na soustavu zásobování teplem s vyšším než 50% podílem OZE
- na výměnu elektrického vytápění za systémy s tepelným čerpadlem
- na instalaci solárních termických a fotovoltaických systémů
- na instalaci systémů nuceného větrání se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu
- podpora na využití tepla z odpadní vody
- podpora na zpracování odborného posudku a zajištění měření průvzdušnosti obálky budovy.

Konkrétní výši podpory na jeden dům v oblasti C – instalace solárních termických a fotovoltaických systémů jsou uvedeny v následující tabulce:

**Tabulka 6 - Výše podpory fotovoltaických systémů v roce 2018**

Podoblast podpory	Typ systému	Výše podpory Kč/dům]
C.3.1	Solární termický systém na přípravu teplé vody	35 000
C.3.2	Solární termický systém na přípravu teplé vody a přitápění	50 000
C.3.3	FV systém pro přípravu teplé vody s přímým ohřevem	35 000
C.3.4	FV systém bez akumulace elektrické energie s tepelným využitím přebytků a celkovým využitelným ziskem $\geq 1\,700$ kWh-rok-1	55 000
C.3.5	FV systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem $\geq 1\,700$ kWh-rok-1	70 000
C.3.6	FV systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem $\geq 3\,000$ kWh-rok-1	100 000
C.3.7	FV systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem $\geq 4\,000$ kWh-rok-1	150 000

Zdroj: [http://www.novazelenausporam.cz/file/867/nzu\\_zavazne-pokyny-pro-zadatele-rd-3-vyzva\\_06-2017.pdf](http://www.novazelenausporam.cz/file/867/nzu_zavazne-pokyny-pro-zadatele-rd-3-vyzva_06-2017.pdf)

### 3.4.4 Rozvoj obnovitelných zdrojů energie v ČR

Ministerstvo průmyslu a obchodu chystá v rámci novely Energetického zákona a Zákona o podporovaných zdrojích zavedení aukčního mechanismu pro podporu OZE v České republice. MPO si bere příklad z Německa, kde třikrát do roka probíhají aukce na podporu solárních elektráren. Účastníci aukce draží určitou kapacitu v MW, pro kterou existuje podpora. Výkony FVE systémů se mohou pohybovat v rozmezí 100 kW až 10 MW a účastníci nabízejí, za jakou částku budou vyrábět energii po následujících 20 let. Částka se uvádí v €/kWh. Jejich nabídky jsou následně vyhodnoceny na základě nejnižší ceny, tzv. Price-only systém. Podobný systém funguje v rámci Evropy ve Francii, Dánsku, Nizozemsku, Portugalsku a Polsku. Světově využívá aukčního systému celkem 67 zemí. V České republice se plánuje zavedení od roku 2020 (20).

## 4 Praktická část

### 4.1 Vstupní technická data objektu

Pro výpočet výnosnosti fotovoltaické elektrárny na střeše rodinného domu byly zvoleny pevné technické údaje, které byly sděleny jednotlivým firmám. Rodinný dům bude mít střechu se sklonem  $30^\circ$  směrem na jih, tedy ideální celoroční sklon a orientace, díky které je možné dosáhnout maximální výkonnosti fotovoltaického systému. V reálných podmínkách, kdy sklon střechy neodpovídá požadovaným parametrům, je možné panely nadzvednout pevnou konstrukcí, a tak zvolit i jiný sklon, než má střecha domu. Popřípadě je možné pořídit automatický otočný systém, který se v průběhu dne otáčí ve směru pohybu Slunce. Tento systém je však velmi nákladný a pro domácí použití se nevyplatí.

Jako modelový příklad je zvolen fotovoltaický systém, který neobsahuje bojler na ohřev vody, ale ukládá nespotřebovanou energii do akumulátorů. V případě využití bojleru by se vyrobená energie, která by se nespotřebovala, automaticky využila k ohřevu vody, kterou by domácnost během dne využívala. Využití akumulátorů je pro výpočet návratnosti praktičtější, protože energie, která je v nich uložena vydrží déle než teplá voda v bojleru. Požadavkem na firmy tak byl návrh FVE s možností uložení energie do akumulátorů o adekvátním výkonu.

Rodinný dům bude situován ve dvou různých městech pro znázornění změny investiční návratnosti v závislosti na lokalitě. Konkrétně se jedná o Prahu a Hodonín. I přes poměrně malou rozlohu České republiky je znát rozdíl v dopadajícím slunečním záření mezi severními a jižními částmi země. Český statistický úřad uspořádal v roce 2015 obsáhlé výběrové šetření v českých domácnostech s názvem ENERGO 2015. Podle výsledků tohoto šetření je průměrná spotřeba elektrické energie za rok 2017 v rodinném domě 4815 kWh (27, str. 74), do této hodnoty není započítáno využití elektrické energie na vytápění. Tato hodnota bude využita jako výchozí údaj pro spotřebu, od které se budou odvíjet ostatní výpočty. V tomto případě se nepředpokládá vytápění pomocí elektrické energie, a proto není brána v potaz obytná plocha nebo tepelná izolace domu. Průměrná hodnota zjištěná ČSÚ byla rovněž sdělena firmám, za účelem získání návrhu na stavbu FVE o adekvátně silném výkonu.

Každá domácnost platí cenu za kWh dle svého dodavatele, distributora a tarifové sazby. Tato cena je odvozena od cenových rozhodnutí ERÚ a ceníků dodavatelů energie, EON, PRE a ČEZ. Výsledná cena za 1 kWh, kterou platí majitel nemovitosti, je složena z následujících částí (32):

- Cena za dodávku elektřiny
- Cena za distribuci elektřiny
- Cena za náklady spojené s výrobou elektřiny z OZE, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných zdrojů
- Cena za systémové služby
- Cena za zúčtování operátora trhu s elektřinou
- Daň z elektřiny

Pro tarif D02d, do kterého spadá i modelový dům, byla stanovena cena od 1. 1. 2018 (32). Tabulka č. 7 ukazuje cenu v Kč za MWh od hlavních distributorů.

**Tabulka 7 - Cena elektřiny v roce 2018 pro tarif D 02d**

Cena (Kč/MWh)	E.ON	PRE	ČEZ
	4505	4178,25	4208,89

Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energie/14-prehled-cen-elektricke-energie#top>

Z tabulky č. 8 je patrné, jak velký je rozdíl ve slunečním svitu mezi letními a zimními měsíci.

**Tabulka 8 - Množství slunečního svitu v Praze**

PRAHA	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Roční suma (hod.)
1987	56,9	63,0	119,4	165,3	167,4	143,2	233,9	167,3	136,9	135,1	27,3	37,0	1452,7
1988	43,1	78,2	79,0	217,6	241,5	173,6	234,0	221,5	135,5	88,9	49,9	23,1	1585,9
1989	66,1	56,2	134,5	126,6	267,1	211,0	208,7	210,7	125,2	148,0	72,6	48,5	1675,2
1990	66,7	136,9	147,1	164,3	288,2	198,9	257,2	240,9	111,6	159,5	29,5	53,7	1854,5
1991	76,7	107,5	56,7	146,2	155,9	216,9	260,9	201,2	174,1	176,8	43,3	49,9	1666,1
1992	57,6	54,0	121,6	162,4	300,2	223,7	259,9	253,4	190,7	94,8	38,5	31,4	1788,2
1993	82,5	77,6	150,0	204,0	265,8	211,0	229,0	260,2	169,5	89,4	36,6	46,8	1822,4
1994	54,3	75,6	99,8	164,4	237,5	250,0	317,3	238,4	128,0	103,9	53,7	55,7	1778,6
1995	44,0	78,2	144,9	122,6	222,1	154,0	304,3	237,9	129,8	119,3	29,4	30,5	1617
1996	39,4	96,3	94,4	190,2	149,1	232,3	233,6	198,6	89,3	87,2	57,0	60,2	1527,6
1997	19,7	116,0	138,5	179,7	254,6	221,7	204,8	266,0	227,4	140,1	64,2	32,3	1865
1998	77,4	114,7	142,7	172,8	257,1	218,7	205,9	257,7	102,2	77,1	59,0	71,5	1756,8
1999	42,0	63,3	111,6	175,1	242,6	164,7	261,2	227,4	190,1	103,8	52,5	50,3	1684,6
2000	56,1	78,7	82,1	212,2	284,4	291,2	126,1	255,9	161,0	81,4	67,7	37,0	1733,8
2001	49,6	94,0	84,5	152,7	268,8	197,4	251,6	240,3	79,3	103,3	69,3	37,3	1628,1
2002	71,7	98,3	139,9	171,5	229,8	270,0	242,6	223,4	164,6	92,0	26,2	43,3	1773,3
2003	50,6	123,5	164,2	234,6	263,3	326,4	236,0	314,4	188,2	119,8	83,6	56,9	2161,5
2004	57,2	63,2	133,9	206,0	196,1	200,3	240,8	236,4	196,5	135,7	39,6	34,3	1740
2005	48,3	49,9	133,4	195,7	248,8	242,1	201,7	180,0	183,0	161,2	21,2	16,9	1682,2
2006	70,4	75,4	89,8	148,3	222,0	263,0	332,2	128,2	218,3	129,0	43,5	47,3	1767,4
2007	44,1	57,5	134,3	276,9	227,7	226,1	218,2	214,8	142,9	99,2	45,7	26,2	1713,6
2008	49,4	106,4	113,5	131,8	216,9	232,9	200,2	213,8	147,4	111,9	43,8	41,9	1609,9
2009	38,9	29,6	65,4	264,7	188,5	151,8	206,9	254,6	173,9	59,4	75,4	37,5	1546,6
2010	29,0	46,9	144,5	219,5	80,9	249,3	273,6	182,1	147,2	135,7	58,6	31,5	1598,8
2011	55,3	103,4	195,0	230,2	298,3	250,9	189,5	228,8	217,0	118,5	66,7	47,2	2000,8
2012	79,7	108,5	195,2	197,2	267,6	220,4	231,3	257,7	195,0	95,3	40,6	57,4	1945,9
2013	20,8	25,6	124,9	149,1	138,0	200,7	297,4	232,4	118,5	130,0	32,3	60,2	1529,9
2014	38,0	108,6	164,1	162,6	176,1	244,3	243,6	160,7	134,2	78,8	33,2	19,0	1563,2
2015	29,9	86,7	154,5	200,1	186,0	204,7	261,1	254,7	151,8	88,0	80,5	68,8	1766,8
2016	50,1	65,4	85,8	151,4	202,9	204,0	204,4	233,4	224,7	53,3	73,1	49,1	1597,6
2017	69,3	74,5	144,2	121,2	248,5	292,1	206,4	246,6	106,2	93,2	50,4	46,0	1698,6
<b>Průměr</b>	52,7	81,1	125,5	181,2	225,6	222,2	237,9	227,1	156,8	110,0	50,5	43,5	1714,0

Zdroj: ČHMÚ, 2017

## 4.2 Firemní nabídky

V rámci získání podkladů pro stavbu FVE bylo osloveno šest firem. Každá z nich poskytla několik návrhů a odlišných postojů, jak zajistit výrobu elektřiny v domě. Některé obsahovaly bojler, či neobsahovaly akumulátory. Ty návrhy, které by odpovídaly podmínkám zmíněným v předchozí kapitole, splnily čtyři firmy. Roční výroba, uvedená v tabulkách jednotlivých společností, odpovídá předpokládané průměrné roční výrobě elektrické energie na základě výsledků z aplikace PV\*SOL (31). Konfigurátor umožňuje nastavit i průměrnou roční spotřebu domácnosti v kWh a zobrazuje, ve kterém měsíci je vyšší spotřeba domácnosti nebo výroba energie. V tomto ukázkovém případě byla jako výchozí lokalita

zvolena Praha s ročním úhrnem slunečního záření 1054,7 kWh/m<sup>2</sup>. Tento údaj byl také převzat z uvedené aplikace. Když ho však srovnáme s mapou slunečního záření (obr. č. 5), vidíme, že Praha spadá do dvou vrstevnic záření, jejichž interval je od 1026 do 1082 kWh/m<sup>2</sup>. Průměr z aplikace do tohoto intervalu spadá. Všechny uvedené ceny jsou včetně DPH v sazbě 15 %.

#### 4.2.1 S-POWER

Firma S-POWER na svých internetových stránkách uvádí, že je na trhu od roku 2008 a na rodinných domech zprovoznila již více než 500 FVE o celkovém výkonu 3,5 MWp. Mimo území České republiky působí také ve Velké Británii, kde zprovoznila přes 200 FVE o celkovém výkonu 1,4 MWp (33). Tabulka č. 9 uvádí základní informace o návrhu S-POWER.

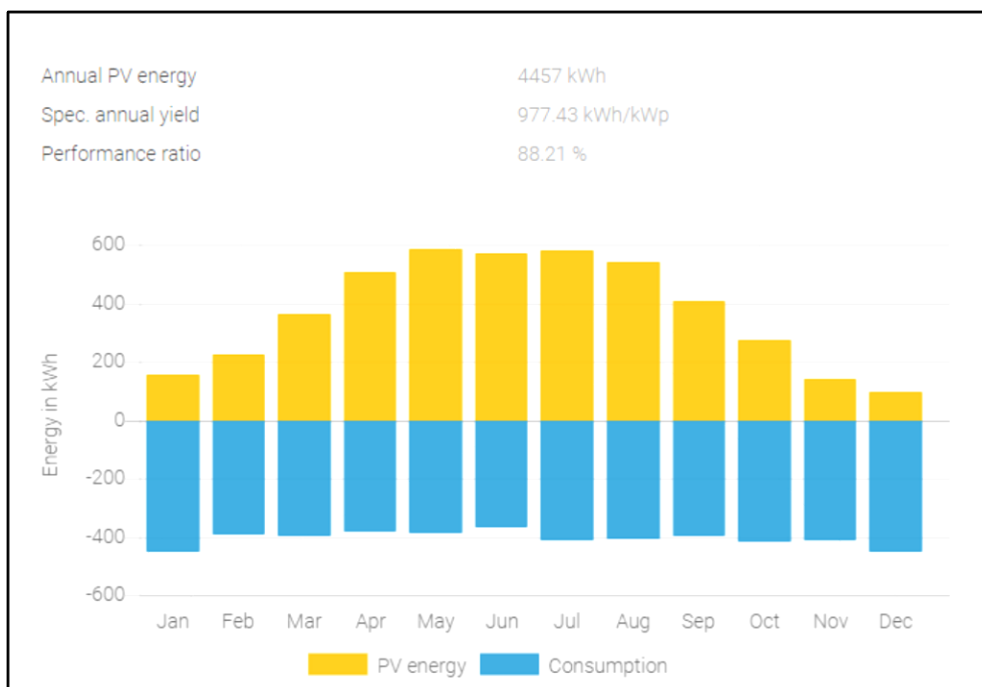
**Tabulka 9 - Údaje nabídky společnosti S-POWER**

<b>Technické údaje</b>	
Výkon FVE	4,56 kWp
Roční výroba	4457 kWh
Počet panelů	16 ks
Typ panelů	QCELL poly - Q.antum technology, 285 Wp
Technologie	Polykrystal
Váha panelů	308,8 Kg
Účinnost panelu	17,7 %
Typ střídače	Hybridní IMEON 9.12 vč. Funkce backup
Akumulátor	Pylontech US2000B Plus - 7,2 kWh
<b>Finanční údaje</b>	
Celková cena	390 000 Kč
Dotace	155 000 Kč
Konečná cena	235 000

*Zdroj: Příloha A a konzultace se společností S-POWER*

Na obrázku č. 8 je uveden průměrný roční vyrobený výkon o hodnotě 4457 kWh.

**Obrázek 8 - Roční výkon FVE navržené firmou S-POWER**



Zdroj: <http://pvsol-online.valentin-software.com>

#### 4.2.2 Skupina ČEZ

Skupina ČEZ působí na českém trhu přibližně od roku 2003, kdy se energetická společnost ČEZ spojila s jinými distribučními společnostmi. Dnes Skupina ČEZ patří mezi 10 největších energetických společností Evropy. Podniká mimo jiné v oblastech distribuce a prodeje elektrické energie, jaderném výzkumu, telekomunikacích, těžbě surovin a v posledních letech také v projektování a výstavbě fotovoltaických elektráren (34). Tabulka č. 10 uvádí základní informace o návrhu ČEZ.

**Tabulka 10 - Údaje nabídky Skupiny ČEZ**

Technické údaje	
Výkon FVE	4,42 kWp
Roční výroba	4286 kWh
Počet panelů	17 Ks
Typ panelů	BenQ Solar 260 P
Technologie	Polykrystal
Váha panelů	314,5 Kg
Účinnost panelu	16,1 %
Typ střídače	Fronius Symo 3.7-3-M
Akumulátor	Sonnenbatterie Eco 8 – 6 kWh

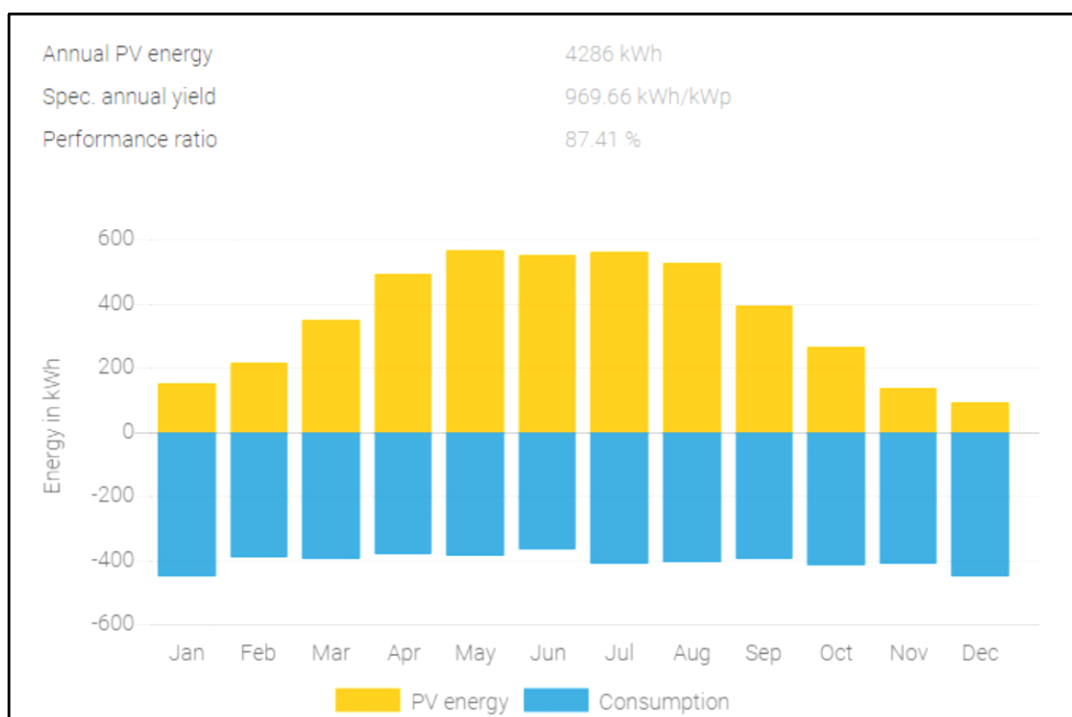


Finanční údaje	
Celková cena	481 724 Kč
Dotace	155 000 Kč
Konečná cena	326 724

Zdroj: Příloha B a konzultace se společností ČEZ

Obrázek č. 9 uvádí průměrný roční vyrobený výkon o hodnotě 4286 kWh.

### Obrázek 9 - Roční výkon FVE navržené skupinou ČEZ



Zdroj: (<http://pvsol-online.valentin-software.com>)

### 4.2.3 AEKO

Společnost AEKO působí na trhu od roku 2009 a má za sebou již více než 150 montáží FVE. Pracuje s fotovoltaickými technologiemi mnoha zahraničních výrobců, jako například NexPower, Sunways, SMA, Power-one, Tyco, GoodWe, ReneSola nebo Topray (35). Tabulka č. 11 uvádí základní informace o návrhu AEKO.

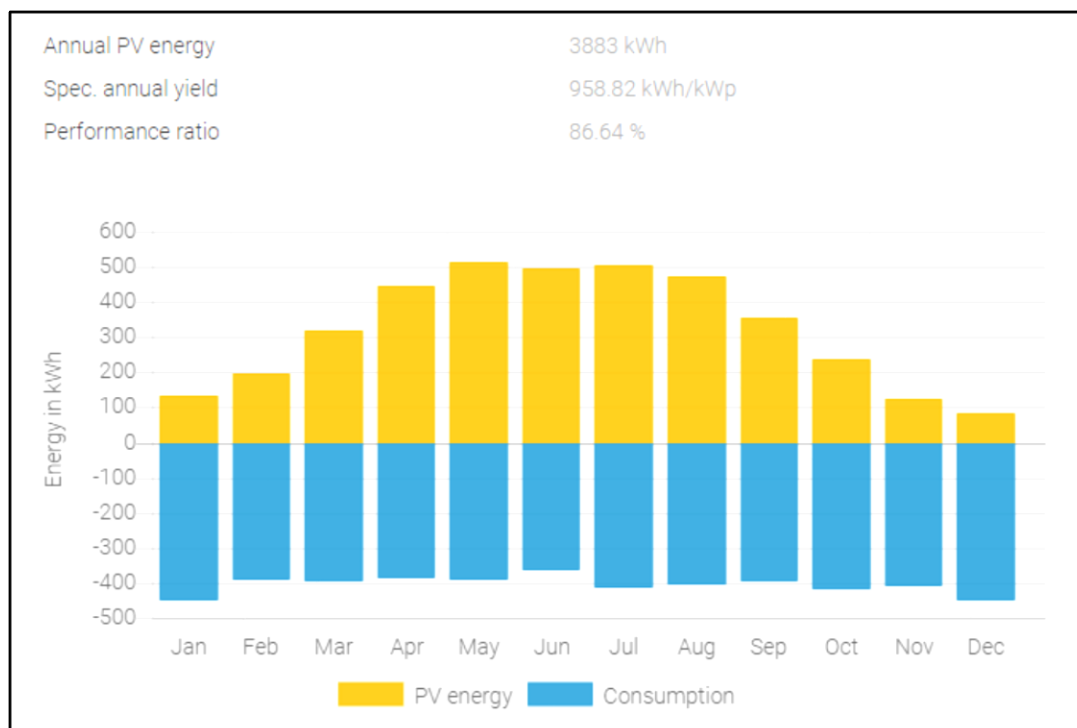
**Tabulka 11 - Údaje nabídky společnosti AEKO**

Technické údaje	
Výkon FVE	4,05 kWp
Roční výroba	3883 kWh
Počet panelů	15 Ks
Typ panelů	Amerisolar AS-6P30-270 W
Technologie	Polykrystal
Váha panelů	277,5 Kg
Účinnost panelu	15,98 %
Typ střídače	Měnič Solax X3-Hybrid-5.0T - 3 f
Akumulátor	Baterie LG Chem-RESU 6.5 DC 5900 Wh
Finanční údaje	
Cena za materiál	272 261 Kč
Práce, režie, doprava	47 819,78
Administrativa	24 035
Dotace	155 000 Kč
Konečná cena	189 115

Zdroj: Příloha C a konzultace se společností AEKO

Obrázek č. 10 uvádí průměrný roční vyrobený výkon o hodnotě 3883 kWh.

**Obrázek 10 - Roční výkon FVE navržené firmou AEKO**



Zdroj: <http://pvsol-online.valentin-software.com>

#### 4.2.4 BCE

Firma BC Engineering je na trhu od roku 2005 a fotovoltaickým elektrárnám se věnuje přibližně od roku 2007 (36). Tabulka č. 12 uvádí základní informace o návrhu BCE.

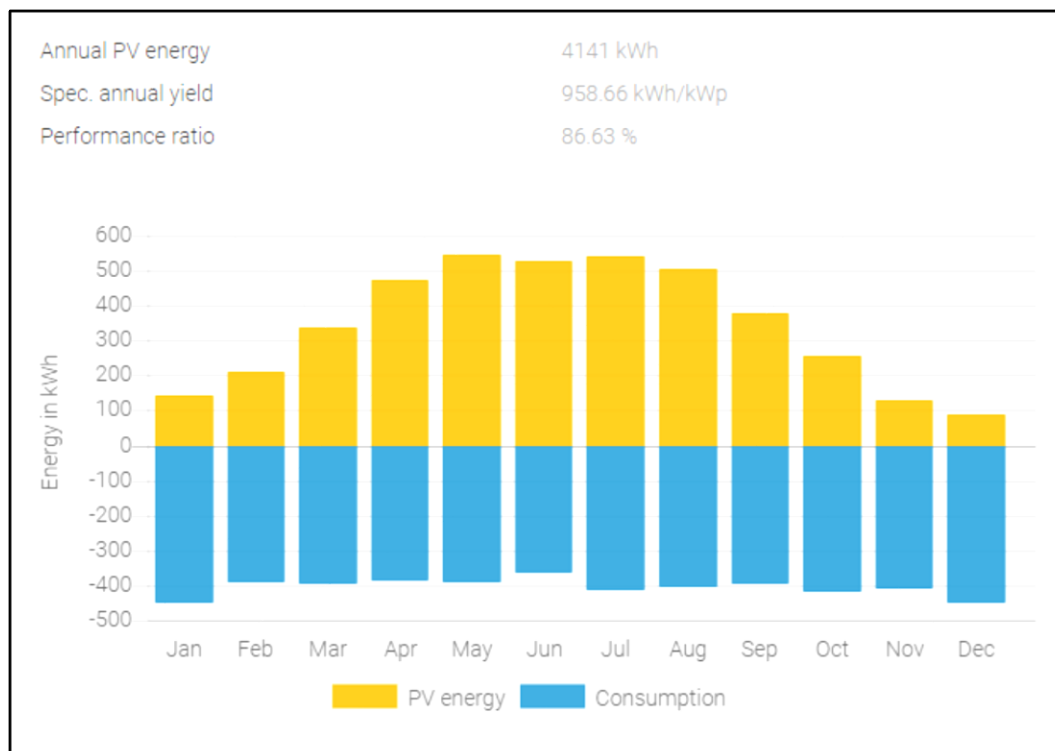
**Tabulka 12 - Údaje nabídky společnosti BCE**

Technické údaje	
Výkon FVE	4,32 kWp
Roční výroba	4141 kWh
Počet panelů	16 Ks
Typ panelů	BENQ, 270 W
Technologie	Polycrystal
Váha panelů	308,8 Kg
Účinnost panelu	16,49 %
Typ střídače	GoodWe
Akumulátor	PylonTech - LiFePO4 6000
Finanční údaje	
Celková cena	379 000 Kč
Dotace	155 000 Kč
Konečná cena	224 000

*Zdroj: Příloha D a konzultace se společností BCE*

Na obrázku č. 11 je uveden průměrný roční vyrobený výkon o hodnotě 4141 kWh.

**Obrázek 11 - Roční výkon FVE navržené firmou BCE**



*Zdroj: <http://pvsol-online.valentin-software.com>*

Při srovnání jednotlivých grafů mezi nabídkami je vidět, že se příliš neliší. To je dáno použitím stejné technologie fotovoltaických panelů a přibližně stejným výkonem. Rozhodujícím faktorem při výběru konkrétního řešení budou až finanční ukazatele návratnosti investice.

#### 4.2.5 Porovnání služeb jednotlivých firem

Nabídky všech čtyř společností jsou srovnatelné, co se týče výkonu FVE, použitých technologií fotovoltaických panelů a kapacity akumulátorů. Výrazně se však liší ve finanční stránce projektu. Všechny čtyři společnosti v celkové ceně zahrnují následující úkony:

- Nákup a doprava materiálu (FVE panely, konstrukce, střídače, kabeláž, elektromateriál, drobný materiál)
- Montážní práce systému na střeše domu, elektropráce uvnitř domu a propojení systému s domovní elektroinstalací
- Projektová dokumentace, žádost o připojení do distribuční soustavy, technický dozor, konečná revize a uvedení do provozu.
- Administrativní práce spojená s připojením FVE do distribuční sítě a vyřízení žádosti o dotaci z programu Nová zelená úsporám

Poskytované záruky na jednotlivé komponenty FVE jsou také srovnatelné, jak je uvedeno v tabulce č. 13.

**Tabulka 13 - Záruky**

Záruka v letech	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
Výkon panelů min. 80 % po dobu	25	25	25	25
Mechanické části panelů	12	10	12	10
Střídače	5	7	5	5
Akumulátory	10	10	10	10
Práce/nosná konstrukce	3	10	10	2
Ostatní komponenty	2	2	2	2

*Zdroj: Přílohy A-D a konzultace s jednotlivými společnostmi*

Skupina ČEZ dále po uzavření smlouvy nabízí možnost levnější silové elektřiny o 20 % oproti základnímu tarifu. Tato sleva je platná po dobu 36 měsíců od zprovoznění FVE. Dále ve svém projektu také uvádí platební kalendář. První zálohovou platbu ve výši 5 % ceny díla účtovanou při podpisu smlouvy. V případě, že provozovatel distribuční soustavy

neumožní připojení FVE nebo nebude akceptována žádost o dotaci, bude tato záloha vrácena. Druhá platba ve výši 70 % je účtována po získání souhlasu o připojení k distribuční síti. Zbylých 25 % ceny díla je účtováno při předání díla.

Společnost AEKO, jako jediná poskytla detailnější rozpis cen jednotlivých částí projektu (materiál, práce, režie, doprava, administrativně-inženýrská činnost). Ostatní společnosti výzvu na detailnější rozpis financování odmítly, většinou s odůvodněním, že projekt je uveden na klíč, a tudíž není nutné specifikovat ceny jednotlivých částí FVE. Popřípadě, že uvedení ceny jednotlivých komponent často vedlo k tomu, že zákazník chtěl veškerý materiál nakoupit na své náklady a společnosti ho dále poskytnout k montáži.

### 4.3 Výpočet vyrobené energie v průběhu let

Na nabídce firmy S-POWER bude uveden způsob výpočtu včetně tabulek. U dalších nabídek budou uvedeny pouze konečné hodnoty. V tabulce č. 14 je zobrazen výkon FVE od firmy S-POWER. Výkon postupně klesá s přihlédnutím na stárnutí FVE panelů a snižování efektivnosti až na garantovanou hodnotu – maximálně 20 % za 25 let. Jako výchozí výkon byla použita hodnota získaná z aplikace PV\*SOL. Všechny tyto hodnoty budou zpracovány v tabulce č. 15, kde z nich budou získány další výkonové ukazatele. Hodnoty jsou vypočteny za použití vztahu (1.3) a (1.4):

$$\frac{20\%}{25\text{ let}} = 0,8\%/\text{rok}$$

**Tabulka 14 – Klesající výkon FVE v průběhu 25 let**

Rok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Výkon	4457,0	4421,3	4385,7	4350,0	4314,4	4278,7	4243,1	4207,4	4171,8	4136,1	4100,4	4064,8
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	4029,1	3993,5	3957,8	3922,2	3886,5	3850,8	3815,2	3779,5	3743,9	3708,2	3672,6	3636,9
												3601,3

*Zdroj: Vlastní výpočet poklesu výkonu*

Tabulka č. 15 obsahuje hodnotu slunečního svitu v Praze. Data jsou převzata z ČHMÚ. Hodnota vyrobeného výkonu za měsíc udává celkový výkon elektrárny (4457 kWh) rozpočítaný na jednotlivé měsíce v přímém poměru ke slunečnímu svitu. Průměrná výroba za den se rovná výrobě za měsíc vydělené počtem dní v měsíci. Jako průměrná spotřeba za den byla použita hodnota zjištěná ČSÚ a přepočtena na jeden den v roce. Výsledek je přibližně 13,2 kWh. Během roku se však objevují výkyvy v podobě vyššího použití svítidel

v zimních měsících, kdy bývá dříve tma, avšak pro tento modelový příklad, jelikož neuvažujeme vytápění ani ohřev vody pomocí elektrické energie, tak je tato hodnota použita jako výchozí pro celý rok. ČHMÚ bohužel nevede podrobnější statistiku průměrné spotřeby elektřiny za jednotlivé měsíce. Nenakoupená energie udává množství energie, která byla vyrobena ve fotovoltaické elektrárně a spotřebovaná (pokud byla spotřeba vyšší než výroba, je nenakoupená energie rovna hodnotě výroby, v opačném případě je hodnota rovna průměrné spotřebě za den. Reflektujeme tím tak situaci, kdy máme velmi nízkou výrobu v zimních měsících, a tak spotřebujeme i to málo co FVE vyrobí, a naopak v případě, že výroba přesahuje průměrnou spotřebu, tak můžeme veškerou domácí spotřebu pokrýt z FVE. Tato hodnota je následně vynásobena počtem dní v jednotlivých měsících a výsledkem je roční výroba elektrické energie, která byla v domácnosti spotřebovaná.

**Tabulka 15 - Vyrobená a spotřebovaná energie za jeden rok**

Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Celkem
Doba slunečního svitu (hod.)	52,7	81,1	125,5	181,2	225,6	222,2	237,9	227,1	156,8	110,0	50,5	43,5	<b>1714,0</b>
Vyrobeno za měsíc (kWh)	137,1	210,9	326,3	471,2	586,7	577,7	618,6	590,5	407,7	286,0	131,3	113,1	<b>4457,0</b>
Průměrně vyrobeno za den (kWh)	4,4	7,5	10,5	15,7	18,9	19,3	20,0	19,0	13,6	9,2	4,4	3,6	
Průměrná spotřeba na den (kWh)	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	
Nenakoupená energie za den (kWh)	4,4	7,5	10,5	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	9,2	4,4	3,6	<b>118,9</b>
Nenakoupená energie za rok (kWh)	137,1	210,9	326,3	396,0	409,2	396,0	409,2	409,2	396,0	286,0	131,3	113,1	<b>3620,3</b>

*Zdroj: Vlastní výpočet pomocí dat z ČHMÚ, ČSÚ a firemních nabídek*

Postup, který je uveden v tabulce č. 15, je aplikován na všech 25 hodnot z tabulky č. 14. a výsledkem je hodnota využití vyrobené energie za 25 let i s ohledem na klesající výkon FVE: 86,683 MWh. Následuje tabulka č. 16 s vypočtenými hodnotami ostatních FVE.

**Tabulka 16 - Suma využití energie**

Rok	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
1	3620,3	3570,1	3424,3	3517,6
2	3610,6	3557,7	3413,1	3505,6
3	3601,0	3545,3	3401,8	3493,7
4	3591,3	3532,9	3390,6	3481,7
5	3580,3	3520,5	3379,3	3469,7
6	3567,4	3508,1	3366,2	3457,7
7	3554,6	3495,7	3351,7	3445,7
8	3541,7	3483,3	3337,1	3433,7
9	3528,8	3470,9	3322,6	3421,8
10	3515,9	3458,4	3308,1	3409,8
11	3503,0	3446,0	3293,6	3397,8
12	3490,1	3433,6	3279,0	3385,8
13	3477,1	3421,2	3264,5	3373,6
14	3464,3	3408,8	3250,0	3358,1
15	3451,4	3396,4	3235,5	3342,6
16	3438,5	3384,0	3221,0	3327,1
17	3425,6	3370,7	3206,4	3311,6
18	3412,7	3354,7	3191,9	3296,1
19	3399,8	3338,7	3177,4	3280,6
20	3386,9	3322,6	3162,9	3265,2
21	3373,8	3306,6	3148,4	3249,7
22	3357,1	3290,6	3133,8	3234,2
23	3340,4	3274,5	3119,3	3218,7
24	3323,7	3258,5	3104,8	3203,2
25	3307,1	3242,5	3090,3	3187,7
Suma (kWh)	86 863,0	85 392,3	81 573,6	84 068,9

Zdroj: Vlastní výpočet z tabulky č. 15

#### 4.4 Výpočet ekonomických ukazatelů pro FVE v Praze

V předchozí kapitole jsme získali využitou energii, která bude sloužit jako základ pro výpočet cashflow, kde budou zohledněny všechny příjmy a výdaje FVE. Jako příjem bude sloužit množství vyrobené a využití energie, které jsme nemuseli nakoupit z DS. Při vynásobení tohoto množství s cenou za kWh dostaneme ušetřený finanční obnos, tedy příjem. S přihlédnutím k tomu, že se v tomto případě jedná o pražskou lokalitu, byl zvolen jako distributor PRE s cenou 4178,25,- Kč/MWh. Vynásobením této ceny se sumami z tabulky č. 15, získáme příjem, který je zobrazen v tabulce č. 16. V tomto modelovém případě, není započítán žádný jiný druh příjmu. Hlavní složkou výdajů je počáteční investice za FVE zmenšená o hodnotu dotace z NZÚ. Dále budou započítány poplatky za údržbu, drobné výdaje a opravy ve výši 1000,- Kč ročně. Další položkou na straně výdajů je likvidace solárních panelů, která je nařízena vyhláškou č. 352/2005 Sb. Tato vyhláška určuje pevný

poplatek ve výši 8,50,- Kč za jeden Kg solárního panelu (37), který bude započítán ve 25 roce. Jelikož je projekt financován z vlastních zdrojů, tak není potřeba platit měsíční splátky na splacení úvěru. Vzhledem k tomu, že všechny čtyři firmy mají v rámci své nabídky započteny i administrativní poplatky spojené s žádostí o dotaci z NZÚ a s žádostí o připojení do DS, nebude účtován ani žádný další administrativní poplatek. Pro vypočtení ČSH je potřeba určit výši úrokové míry (diskontní sazby), která zohlední budoucí cenu peněz. Tato hodnota může být nahrazena roční mírou inflace (12, str. 57), která byla v roce 2017 podle údajů ČSÚ 2,5 % (38). Tato hodnota bude dále použita při výpočtu ekonomických ukazatelů. Tabulka č. 17 zobrazuje celkové příjmy z FVE od jednotlivých firem.

**Tabulka 17 - Celkové příjmy**

Rok	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
1	15126,5	14916,7	14307,6	14697,5
2	15086,1	14864,9	14260,6	14647,5
3	15045,9	14813,0	14213,7	14597,4
4	15005,5	14761,2	14166,7	14547,3
5	14959,6	14709,4	14119,8	14497,2
6	14905,7	14657,6	14064,7	14447,2
7	14851,8	14605,7	14004,1	14397,1
8	14797,9	14553,9	13943,4	14347,0
9	14744,0	14502,1	13882,7	14296,9
10	14690,1	14450,3	13822,0	14246,9
11	14636,2	14398,4	13761,4	14196,8
12	14582,3	14346,6	13700,7	14146,7
13	14528,4	14294,8	13640,0	14095,6
14	14474,5	14243,0	13579,3	14030,9
15	14420,6	14191,1	13518,7	13966,2
16	14366,8	14139,3	13458,0	13901,4
17	14312,9	14083,7	13397,3	13836,7
18	14259,0	14016,7	13336,6	13772,0
19	14205,1	13949,8	13276,0	13707,3
20	14151,2	13882,8	13215,3	13642,6
21	14096,4	13815,8	13154,6	13577,9
22	14026,7	13748,8	13093,9	13513,2
23	13957,1	13681,9	13033,3	13448,5
24	13887,4	13614,9	12972,6	13383,8
25	13817,8	13547,9	12911,9	13319,1
Celkem (Kč)	362 935,5	356 790,4	340 834,9	351 260,9

Zdroj: Vlastní výpočet



Tabulka č. 18 zobrazuje celkové výdaje, hmotnosti a cenu za likvidaci u jednotlivých nabídek.

**Tabulka 18 - Celkové výdaje**

Výdaje	SPOWER	ČEZ	AEKO	BCE
Hmotnost panelu (Kg)	18,8	18,5	18,5	19,3
Množství panelů	16	17	15	16
Hmotnost celkem (Kg)	300,8	314,5	277,5	308,8
Cena za likvidaci 1 kg (Kč)	8,5	8,5	8,5	8,5
Cena za likvidaci celkem	2 556,8	2 673,25	2 358,75	2 624,8
Cena za údržbu (Kč)	25 000	25 000	25 000	25 000
Výdaje celkem (Kč)	27 556,8	27 673,25	27 358,75	27 624,8

*Zdroj: Vlastní výpočet*

Z tabulky č. 18 je vidět, že celkové výdaje jsou téměř stejné. Cena za údržbu je stejná pro všechny čtyři případy a cena za likvidaci se mění podle celkové hmotnosti instalovaných FV panelů, ale jelikož různé typy panelů mají téměř stejnou hmotnost (18,5 až 19,3 Kg), tak se ani konečná cena příliš nemění.

#### 4.4.1 Cashflow

Tabulka č. 19 zobrazuje počáteční investice, celkové a průměrné Cashflow, které následně poslouží pro výpočet výnosnosti a návratnosti investice. Cashflow udává rozdíl mezi příjmy a výdaji, tedy rozdíl sum z tabulek č. 17 a 18.

**Tabulka 19 – Investice, celkové a průměrné CF**

	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
Investice	235 000	326 724	189 115	224 000
Celkové CF	335 378,7	329 117,2	313 476,1	323 636,1
Průměrné CF	13 415,15	13 164,69	12 539,05	12 945,44

*Zdroj: Vlastní výpočet*

#### 4.4.2 Výnosnost a doba návratnosti investice

Za použití vzorců 2.2 a 2.3 vypočteme výnosnost a návratnost investice jednotlivých návrhů FVE. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 20.

**Tabulka 20 – Výnosnost a doba návratnosti jednotlivých investic**

	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
Výnosnost investice (%)	5,71	4,03	6,63	5,78
Návratnost (roky)	17,5	24,8	15,1	17,3

Zdroj: Vlastní výpočet

Z tabulky je zřejmé, že nejlépe vychází projekt firmy AEKO s výnosností 6,63 % a návratností přibližně 15 let. Firmám S-POWER a BCE vyšli srovnatelné výsledky výnosnosti i návratnosti. Skupina ČEZ má zdaleka nejhorší výsledky, hlavně z důvodu vysoké počáteční investice.

#### 4.4.3 Čistá současná hodnota

Za použití vzorce 2.4 vypočteme ČSH. V jednotlivých buňkách tabulky je výsledné CF za konkrétní rok a v posledním řádku je jejich suma, od které se odečtou počáteční investice. Tabulka č. 21 zobrazuje výslednou ČSH.

**Tabulka 21 - Čistá současná hodnota**

	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
1	13782,0	13577,3	12983,0	13363,4
2	13407,3	13196,8	12621,6	12989,8
3	13043,0	12826,8	12270,2	12626,5
4	12688,3	12467,0	11928,4	12273,2
5	12338,2	12117,1	11595,9	11929,6
6	11990,8	11776,9	11265,7	11595,4
7	11653,0	11446,0	10939,9	11270,5
8	11324,6	11124,3	10623,2	10954,5
9	11005,2	10811,5	10315,6	10647,2
10	10694,7	10507,3	10016,6	10348,4
11	10392,8	10211,5	9726,0	10057,9
12	10099,2	9923,9	9443,7	9775,3
13	9813,8	9644,3	9169,3	9499,8
14	9536,3	9372,4	8902,7	9222,3
15	9266,5	9108,0	8643,7	8952,7
16	9004,2	8851,0	8392,0	8690,7
17	8749,1	8598,5	8147,5	8436,2
18	8501,2	8345,9	7909,8	8189,0
19	8260,1	8100,4	7679,0	7948,8
20	8025,8	7862,0	7454,6	7715,4
21	7797,4	7630,4	7236,7	7488,7
22	7566,8	7405,4	7024,9	7268,5
23	7342,7	7186,8	6819,2	7054,5
24	7125,2	6974,5	6619,4	6846,7
25	5534,7	5389,1	5046,1	5265,7
ČSH (Kč)	13943,0	-82268,8	43659,7	16411,1

Zdroj: Vlastní výpočet

Dle výsledků je ČSH kladná ve všech případech kromě návrhu Skupiny ČEZ. Její hodnota vyšla v záporných číslech. „Jestliže je ČSH pozitivní, hodnota firmy se zvýší o částku čisté současné hodnoty“ (11, str. 190). Ač se v našem případě nejedná o firmu, tak je předchozí věta aplikovatelná i na FVE v rodinném domě, kde je hodnotou myšlena právě investice do FVE. Nejvýraznější úbytek na výpočtech ČSH je ve 25 roce projektu, a to z důvodu poplatku za likvidaci FV panelů.

#### 4.4.4 Citlivostní analýza

Změnou vstupních faktorů a novým výpočtem čisté současné hodnoty bude provedena citlivostní analýza. Její výsledné hodnoty ukáží, které faktory mají největší vliv na ČSH za předpokladu, že všechny ostatní veličiny zůstanou zachovány. Analýza citlivosti je vypočtena v hladinách citlivosti:  $\pm 5, 10, 15, 20 \%$  a za použití vzorce 2.5 bude provedena na následujících faktorech:

- Cena za kWh
- Roční spotřebovaná energie
- Vstupní investice
- Náklady

Jelikož se pro výpočet příjmů využívá součin ceny za kWh a spotřebované energie, tak jejich vliv na změnu ČSH je totožný. V tabulkách jsou tak uvedeny pouze tři faktory. Tabulka č. 22 obsahuje novou hodnotu ČSH v Kč při změnách vstupních faktorů.

**Tabulka 22 - Změna ČSH v Kč**

S-POWER	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	-39806,3	-26369,0	-12931,7	505,7	13943,0	27380,3	40817,6	54254,9	67692,3
Investice	60943,0	49193,0	37443,0	25693,0	13943,0	2193,0	-9557,0	-21307,0	-33057,0
Náklady	17627,9	16706,6	15785,4	14864,2	13943,0	13021,8	12100,5	11179,3	10258,1
ČEZ	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	-135120,6	-121907,6	-108694,7	-95481,8	-82268,8	-69055,9	-55843,0	-42630,0	-29417,1
Investice	-16924,0	-33260,2	-49596,4	-65932,6	-82268,8	-98605,0	-114941,2	-131277,4	-147613,6
Náklady	-78584,0	-79505,2	-80426,4	-81347,6	-82268,8	-83190,1	-84111,3	-85032,5	-85953,7
AEKO	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	-6855,9	5773,0	18401,9	31030,8	43659,7	56288,6	68917,5	81546,4	94175,3
Investice	81482,7	72026,9	62571,2	53115,4	43659,7	34203,9	24748,2	15292,4	5836,7
Náklady	47344,6	46423,4	45502,1	44580,9	43659,7	42738,5	41817,3	40896,0	39974,8
BCE	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	-35631,9	-22621,1	-9610,4	3400,3	16411,1	29421,8	42432,5	55443,2	68454,0
Investice	61211,1	50011,1	38811,1	27611,1	16411,1	5211,1	-5988,9	-17188,9	-28388,9
Náklady	20095,9	19174,7	18253,5	17332,3	16411,1	15489,8	14568,6	13647,4	12726,2

Zdroj: Vlastní výpočet

Tabulka č. 23 ukazuje procentuální změnu ČSH. Všechny změny jsou na první pohled lineární. Dosahují stejných hodnot v záporných i kladných číslech. Nejvyššího vlivu dosahuje cena za kWh a počáteční investice. Při analýze dat z tabulky č. 23 je však velmi důležité správně interpretovat výslednou procentuální hodnotu. Pro výpočet všech citlivostních hodnot, kterých je celkem přes 200, byl kvůli jednotnému přístupu použit stejný vzorec 2.5. Nutnost správné interpretace však nastává ve chvíli, kdy jsou obě hodnoty záporné. Příklad interpretace změny ČSH při snížení výkupní ceny za kWh o 20 %:

- Základ ČSH je: - 82 268,8,- Kč. Při změně ceny za kWh došlo ještě k dalšímu poklesu na hodnotu: - 135 120,6,- Kč. Tabulka č. 23 však ukazuje zlepšení o 64,2 %. Je to z toho důvodu, že použitý vzorec 2.5 nepočítá s použitím dvou záporných hodnot. Tím se záporná znaménka vyrušila a výsledná procentuální změna je kladná. Ve skutečnosti se však jedná o zhoršení o 64,2 % oproti základu ČSH.

**Tabulka 23 - Procentuální změna ČSH**

S-POWER	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	-385,5	-289,1	-192,7	-96,4	96,4	192,7	289,1	385,5
Investice	337,1	252,8	168,5	84,3	-84,3	-168,5	-252,8	-337,1
Náklady	26,4	19,8	13,2	6,6	-6,6	-13,2	-19,8	-26,4
ČEZ	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	64,2	48,2	32,1	16,1	-16,1	-32,1	-48,2	-64,2
Investice	-79,4	-59,6	-39,7	-19,9	19,9	39,7	59,6	79,4
Náklady	-4,5	-3,4	-2,2	-1,1	1,1	2,2	3,4	4,5
AEKO	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	-115,7	-86,8	-57,9	-28,9	28,9	57,9	86,8	115,7
Investice	86,6	65,0	43,3	21,7	-21,7	-43,3	-65,0	-86,6
Náklady	8,4	6,3	4,2	2,1	-2,1	-4,2	-6,3	-8,4
BCE	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	-317,1	-237,8	-158,6	-79,3	79,3	158,6	237,8	317,1
Investice	273,0	204,7	136,5	68,2	-68,2	-136,5	-204,7	-273,0
Náklady	22,5	16,8	11,2	5,6	-5,6	-11,2	-16,8	-22,5

Zdroj: Vlastní výpočet

Je také nutné si uvědomit, že nelze jednotlivé procentuální nárůsty nebo poklesy srovnávat s ostatními nabídkami. Je to z toho důvodu, že každá nabídka má jiný základ ČSH, z kterého jsou počítány změny. Zároveň, jak je vidět v tabulkách č. 22 a 23, je někdy více vypovídající procentuální růst, jindy zase růst v ČSH v Kč. Jako příklad je možné uvést zvýšení ceny za kWh u nabídky S-POWER a ČEZ:

- Při 20 % zvýšení ceny za kWh vyšel nárůst ČSH o 385,5 %. Ve skutečnosti se však jednalo o nárůst “pouze“ 53 749,-. Pro srovnání, při stejném zvýšení ceny za kWh u nabídky ČEZ, došlo k nárůstu (respektive snížení záporné hodnoty) o 64,2 %, který však činil 52 851,-.

#### 4.4.5 Financování z cizích zdrojů

Výpočty z předchozí kapitoly jsou založeny na situaci, kdy celý projekt financujeme z vlastních zdrojů, vyjma dotace 155 000,- z NZÚ, která byla započítána ve všech čtyřech případech. Ne vždy však domácnost disponuje potřebným kapitálem k financování podobného projektu. V takových případech se nabízí možnost úvěru, popřípadě splátkového kalendáře u dodavatelské firmy. Za účelem získání vhodného úvěru byla oslovena investiční společnost Partners, která poskytla nabídku v podobě spotřebitelského úvěru bez zajištění. Celkem se jedná o čtyři úvěry, které se liší právě svojí výší. Každý odpovídá jedné z firemních nabídek na stavbu FVE (viz. přílohy 5-8). Úvěr je poskytnut s úrokovou sazbou 6 % a délka splacení je stanovena na 7 let, což při měsíční frekvenci placení znamená 84 splátek. Délka splatnosti byla zvolena s ohledem na to, že se jedná o investici do domácnosti, takže by měsíční splátky neměly být příliš vysoké. Jak ukazuje tabulka č. 24., v případě Skupiny ČEZ dosáhly měsíční splátky nejvyšší hodnoty. Úvěr je poskytnut bez dalších poplatků jako například za vedení účtu a podobně.

**Tabulka 24 - Výše měsíčních splátek**

	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
Měsíční splátka (Kč)	3 433	4 773	2 763	3 272

*Zdroj: Přílohy E – F (Data z Partners)*

Měsíční splátka je další položka výdajů, která pozmění výslednou ČSH zobrazenou v tabulce č. 25.

**Tabulka 25 - ČSH s úvěrem**

Rok	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
1	-26409,3	-42301,8	-19364,3	-24942,9
2	-25803,6	-41319,3	-18936,7	-24382,2
3	-25211,6	-40359,7	-18518,4	-23834,0
4	-24633,2	-39422,2	-18109,3	-23298,0
5	-24073,0	-38506,5	-17709,1	-22774,1
6	-23532,3	-37612,0	-17324,6	-22261,8
7	-23003,7	-36738,3	-16953,1	-21760,9
8	11324,6	11124,3	10623,2	10954,5
9	11005,2	10811,5	10315,6	10647,2
10	10694,7	10507,3	10016,6	10348,4
11	10392,8	10211,5	9726,0	10057,9
12	10099,2	9923,9	9443,7	9775,3
13	9813,8	9644,3	9169,3	9499,8
14	9536,3	9372,4	8902,7	9222,3
15	9266,5	9108,0	8643,7	8952,7
16	9004,2	8851,0	8392,0	8690,7
17	8749,1	8598,5	8147,5	8436,2
18	8501,2	8345,9	7909,8	8189,0
19	8260,1	8100,4	7679,0	7948,8
20	8025,8	7862,0	7454,6	7715,4
21	7797,4	7630,4	7236,7	7488,7
22	7566,8	7405,4	7024,9	7268,5
23	7342,7	7186,8	6819,2	7054,5
24	7125,2	6974,5	6619,4	6846,7
25	5534,7	5389,1	5046,1	5265,7
ČSH (Kč)	-247 626,5	-445 936,5	-166 860,7	-232 891,4

Zdroj: Vlastní výpočet

Nyní jsou všechny ČSH v záporných číslech a z investičního hlediska se tak ani jedna nabídka nevyplatí. Při zařazení nového výdaje se mění hodnota Cashflow a tím také výnosnost a návratnost investice. Následuje tabulka č. 26 s novými hodnotami těchto ukazatelů v případě spotřebitelského úvěru.

**Tabulka 26 - Cashflow s úvěrem (Praha)**

	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
Investice (Kč)	235 000	326 724	189 115	224 000
Celkové CF (Kč)	47 006,7	-71 814,8	81 384,1	487 88,1
Průměrné CF (Kč)	1 880,3	-2 872,6	3 255,4	1 951,5

Zdroj: Vlastní výpočet

Tabulka č. 27 uvádí výnosnost a návratnost investice, na kterou byl poskytnut úvěr. Tyto hodnoty jsou velmi odlišné od hodnot v tabulce č. 20, která je bez úvěru. Hodnoty u ČEZ jsou záporné z toho důvodu, že vyšlo záporné průměrné CF. Zjednodušeně řečeno, výdaje

na stavbu elektrárny a následné výdaje za splácení úvěru jsou tak vysoké, že se samotný projekt nevyplatí.

**Tabulka 27 - Výnosnost a doba návratnosti s úvěrem (Praha)**

	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
Výnosnost investice (%)	0,80	-0,88	1,72	0,87
Doba návratnosti (roky)	125,0	-113,7	58,1	114,8

*Zdroj: Vlastní výpočet*

Tabulka č. 28 uvádí výpočty citlivostní analýzy při financování projektu spotřebitelským úvěrem. V tomto případě byla analýza provedena pouze na nabídce AEKO, která má nejvyšší ČSH ve srovnání s ostatními nabídkami.

**Tabulka 28 - Změna ČSH v Kč**

AEKO	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	-217376,3	-204747,4	-192118,5	-179489,6	-166860,7	-154231,8	-141602,9	-128974,0	-116345,1
Investice (Kč)	-129037,7	-138493,4	-147949,2	-157404,9	-166860,7	-176316,4	-185772,2	-195227,9	-204683,7
Náklady (Kč)	-163175,8	-164097,0	-165018,3	-165939,5	-166860,7	-167781,9	-168703,1	-169624,4	-170545,6

*Zdroj: Vlastní výpočet*

Jak je vidět z tabulek č. 28 a 29, tak ani 20 % snížení investic nebo zvýšení ceny za kWh nepomohlo dostat ČSH do kladných čísel.

**Tabulka 29 - Procentuální změna ČSH**

AEKO (%)	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	30,3	22,7	15,1	7,6	-7,6	-15,1	-22,7	-30,3
Investice	-22,7	-17,0	-11,3	-5,7	5,7	11,3	17,0	22,7
Náklady	-2,2	-1,7	-1,1	-0,6	0,6	1,1	1,7	2,2

*Zdroj: Vlastní výpočet*

## 4.5 Výpočet v Hodoníně

Předchozí výpočty byly zaměřeny na Prahu, která z geografického hlediska nedosahuje zrovna nejvyšších hodnot ročního slunečního záření ani doby slunečního svitu na území ČR. Množství svitu a jeho energie přibývá s postupem do jižních oblastí. Pro srovnání budou následovat nové výkonové a ekonomické ukazatele z jihomoravského kraje, konkrétně z oblasti Hodonína. V této lokalitě je roční úhrn slunečního záření přibližně 1201.3 kWh/m<sup>2</sup>, což je o 13,9 % více než v Praze. Tato hodnota byla opět získána z aplikace PV\*SOL.

Zároveň se mění i cena za kWh, protože na jižní Moravě dodává elektrickou energii E.ON. Tím je cena stanovena na 4,505 Kč/kWh. Náklady na roční údržbu ani náklady na likvidaci se nemění.

#### 4.5.1 Cashflow

Následuje nový výpočet Cashflow odpovídající příjmům z FVE v oblasti Hodonína. Tabulka č. 30 zobrazuje opětovné porovnání jednotlivých nabídek.

**Tabulka 30 - Cashflow (Hodonín)**

	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
Investice (Kč)	235 000	326 724	189 115	224 000
Celkové CF (Kč)	383 960,9	380 026,8	363 513,3	373 411,4
Průměrné CF (Kč)	15 358,4	15 201,1	14 540,5	14 936,5

*Zdroj: Vlastní výpočet*

#### 4.5.2 Výnosnost a doba návratnosti investice

Za použití vzorců 2.2 a 2.3 opět vypočteme výnosnost a doba návratnosti investice jednotlivých návrhů FVE, nové hodnoty jsou uvedené v tabulce č. 31.

**Tabulka 31 - Výnosnost a doba návratnosti (Hodonín)**

	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
Výnosnost investice (%)	6,54	4,65	7,69	6,67
Doba návratnosti (roky)	15,3	21,5	13,0	15,0

*Zdroj: Vlastní výpočet*

Ve srovnání s tabulkou č. 20 vidíme, že ve všech případech došlo k nárůstu výnosnosti investice. V případě nabídky BCE dokonce téměř o jedno procento.

#### 4.5.3 Čistá současná hodnota

Jak ukazuje tabulka č. 32, vzrostla i čistá současná hodnota, ale FVE ČEZ zůstala opět v záporných číslech.



**Tabulka 32 - ČSH (Hodonín)**

Rok	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
1	15674,8	15523,9	14921,6	15272,1
2	15245,4	15099,4	14516,5	14855,6
3	14827,6	14686,3	14122,2	14450,4
4	14421,1	14284,4	13738,5	14056,2
5	14025,7	13893,4	13355,5	13672,5
6	13640,9	13512,9	12979,8	13299,2
7	13266,6	13142,7	12614,5	12936,0
8	12902,4	12782,6	12259,2	12582,6
9	12548,1	12432,2	11913,8	12238,7
10	12203,4	12091,3	11578,0	11904,2
11	11868,1	11759,6	11251,4	11578,6
12	11541,8	11436,9	10933,9	11259,9
13	11224,4	11123,0	10625,2	10940,4
14	10915,6	10817,6	10325,0	10629,9
15	10615,2	10520,4	10033,2	10327,9
16	10323,0	10231,3	9749,4	10034,4
17	10038,7	9947,0	9473,5	9749,1
18	9762,1	9663,0	9205,3	9471,6
19	9493,1	9387,0	8944,5	9202,0
20	9225,7	9118,6	8691,0	8939,8
21	8961,3	8857,8	8441,1	8685,0
22	8704,3	8604,2	8191,7	8437,3
23	8454,4	8357,8	7949,5	8196,5
24	8211,6	8118,2	7714,2	7962,4
25	6596,5	6506,3	6106,5	6355,7
ČSH (Kč)	49 691,9	-44 826,0	80 520,2	53 038,0

*Zdroj: Vlastní výpočet*

#### **4.5.4 Citlivostní analýza**

Stejně jako v předchozím případě, bude citlivostní analýza provedena i v Hodoníně. Tabulka č. 33 obsahuje nové hodnoty ČSH v Kč.

**Tabulka 33 - Změna ČSH v Kč**

S-POWER	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	-11207,2	4017,6	19242,3	34467,1	49691,9	64916,6	80141,41	95366,18	110591
Investice	96691,9	84941,9	73191,9	61441,9	49691,9	37941,9	26191,9	14441,9	2691,9
Náklady	53376,8	52455,5	51534,3	50613,1	49691,9	48770,7	47849,4	46928,2	46007,0
ČEZ	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	-105166,3	-90081,2	-74996,1	-59911,1	-44826,0	-29740,9	-14655,8	429,2	15514,3
Investice	20518,8	4182,6	-12153,6	-28489,8	-44826,0	-61162,2	-77498,4	-93834,6	-110170,8
Náklady	-41141,1	-42062,3	-42983,6	-43904,8	-44826,0	-45747,2	-46668,4	-47589,6	-48510,9
AEKO	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	22632,5	37104,4	51576,4	66048,3	80520,2	94992,2	109464,1	123936,0	138408,0
Investice	118343,2	108887,5	99431,7	89976,0	80520,2	71064,5	61608,7	52153,0	42697,2
Náklady	84205,1	83283,9	82362,7	81441,4	80520,2	79599,0	78677,8	77756,6	76835,3
BCE	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	-6330,3	8511,8	23353,9	38196,0	53038,0	67880,1	82722,2	97564,3	112406,3
Investice	97838,0	86638,0	75438,0	64238,0	53038,0	41838,0	30638,0	19438,0	8238,0
Náklady	56722,9	55801,7	54880,5	53959,3	53038,0	52116,8	51195,6	50274,4	49353,2

Zdroj: Vlastní výpočet

Stejně jako v předchozím případě, dosahuje nejvyšších změn cena za kWh a počáteční investice. V tabulce č. 34 jsou opět procentuální změny vztažené k základní hodnotě ČSH.

**Tabulka 34 - Procentuální změna ČSH**

S-POWER	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	-122,6	-91,9	-61,3	-30,6	30,6	61,3	91,9	122,6
Investice	94,6	70,9	47,3	23,6	-23,6	-47,3	-70,9	-94,6
Náklady	7,4	5,6	3,7	1,9	-1,9	-3,7	-5,6	-7,4
ČEZ	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	134,6	101,0	67,3	33,7	-33,7	-67,3	-101,0	-134,6
Investice	-145,8	-109,3	-72,9	-36,4	36,4	72,9	109,3	145,8
Náklady	-8,2	-6,2	-4,1	-2,1	2,1	4,1	6,2	8,2
AEKO	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	-71,9	-53,9	-35,9	-18,0	18,0	35,9	53,9	71,9
Investice	47,0	35,2	23,5	11,7	-11,7	-23,5	-35,2	-47,0
Náklady	4,6	3,4	2,3	1,1	-1,1	-2,3	-3,4	-4,6
BCE	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	-111,9	-84,0	-56,0	-28,0	28,0	56,0	84,0	111,9
Investice	84,5	63,4	42,2	21,1	-21,1	-42,2	-63,4	-84,5
Náklady	6,9	5,2	3,5	1,7	-1,7	-3,5	-5,2	-6,9

Zdroj: Vlastní výpočet

#### 4.5.5 Financování z cizích zdrojů

Tabulka č. 35 uvádí nový výpočet ČSH v Hodoníně v případě financování pomocí spotřebitelského úvěru. Avšak dle výsledných hodnot je patrné, že ani vyšší vyrobený výkon nestačí k tomu, aby bylo financování s úvěrem výnosné.

**Tabulka 35 - ČSH s úvěrem (Hodonín)**

CF	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
1	-24516,4	-40355,1	-17425,7	-23034,3
2	-23965,6	-39416,7	-17041,9	-22516,4
3	-23427,0	-38500,2	-16666,4	-22010,1
4	-22900,4	-37604,8	-16299,2	-21515,1
5	-22385,6	-36730,3	-15949,6	-21031,1
6	-21882,3	-35876,0	-15610,5	-20558,0
7	-21390,2	-35041,6	-15278,5	-20095,4
8	12902,4	12782,6	12259,2	12582,6
9	12548,1	12432,2	11913,8	12238,7
10	12203,4	12091,3	11578,0	11904,2
11	11868,1	11759,6	11251,4	11578,6
12	11541,8	11436,9	10933,9	11259,9
13	11224,4	11123,0	10625,2	10940,4
14	10915,6	10817,6	10325,0	10629,9
15	10615,2	10520,4	10033,2	10327,9
16	10323,0	10231,3	9749,4	10034,4
17	10038,7	9947,0	9473,5	9749,1
18	9762,1	9663,0	9205,3	9471,6
19	9493,1	9387,0	8944,5	9202,0
20	9225,7	9118,6	8691,0	8939,8
21	8961,3	8857,8	8441,1	8685,0
22	8704,3	8604,2	8191,7	8437,3
23	8454,4	8357,8	7949,5	8196,5
24	8211,6	8118,2	7714,2	7962,4
25	6596,5	6506,3	6106,5	6355,7
ČSH (Kč)	-211 877,6	-408 493,7	-130 000,2	-196 264,4

*Zdroj: Vlastní výpočet*

Tak jako v předchozím případě, kdy byla FVE v Praze financovaná z úvěru, tak i zde je investice nepřijatelná. Jak ukazuje tabulka č. 36, v případě ČEZ vychází CF znovu záporné a z toho důvodu vycházejí ve výnosnosti i v době návratnosti záporná čísla.

**Tabulka 36 - Cashflow s úvěrem (Hodonín)**

	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
Investice	235 000	326 724	189 115	224 000
Celkové CF (Kč)	95 588,9	-20 905,2	131 421,3	98 563,4
Průměrné CF (Kč)	3 823,6	-836,2	5 256,9	3 942,5

*Zdroj: Vlastní výpočet*

Tabulka č. 37 zobrazuje výpočet výnosnosti a doby návratnosti FVE v Hodoníně s financováním pomocí spotřebitelského úvěru.

**Tabulka 37 - Výnosnost a doba návratnosti s úvěrem (Hodonín)**

	S-POWER	ČEZ	AEKO	BCE
Výnosnost investice (%)	1,63	-0,26	2,78	1,76
Doba návratnosti (roky)	61,5	-390,7	36,0	56,8

Zdroj: Vlastní výpočet

V tabulce č. 38 lze vidět, že i přes změnu vstupních faktorů a větší vyrobený výkon v Hodoníně, je stále ČSH v záporných číslech.

**Tabulka 38 - Změna ČSH v Kč**

AEKO	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	-187887,9	-173416,0	-158944,0	-144472,1	-130000,2	-115528,2	-101056,3	-86584,4	-72112,4
Investice	-92177,2	-101632,9	-128157,7	-129079,0	-130000,2	-139455,9	-148911,7	-158367,4	-167823,2
Náklady	-126315,3	-127236,5	82362,7	81441,4	-130000,2	-130921,4	-131842,6	-132763,8	-133685,0

Zdroj: Vlastní výpočet

Tabulka č. 39 uvádí změnu ČSH v procentech. Největší vliv má opět cena za kWh, následovaná investicemi a nakonec náklady.

**Tabulka 39 - Procentuální změna v ČSH**

AEKO	-20,0	-15,0	-10,0	-5,0	5,0	10,0	15,0	20,0
kWh	44,5	33,4	22,3	11,1	-11,1	-22,3	-33,4	-44,5
Investice	-29,1	-21,8	-1,4	-0,7	7,3	14,5	21,8	29,1
Náklady	-2,8	-2,1	-163,4	-162,6	0,7	1,4	2,1	2,8

Zdroj: Vlastní výpočet

## 5 Zhodnocení výsledků a doporučení

Zhodnocení výsledků je provedeno na všech vypočítaných ekonomických ukazatelích a na jejich základě jsou ustanovena doporučení.

### 5.1 Financování s vlastním kapitálem

#### Výnosnost a doba návratnosti v Praze

Z výsledků výnosnosti, návratnosti a ČSH jednotlivých projektů v Praze je zřejmé, že nejlépe vychází projekt od společnosti AEKO. To je způsobeno hlavně počáteční investicí, kde nabídka AEKO byla o více než 135 000,- Kč levnější než nabídka ČEZ. Tento finanční rozdíl je velmi velký, vzhledem k tomu, že obě dvě firmy nabízejí srovnatelný produkt. Výnosnost nabídky AEKO vychází 6,63 %, dále je to BCE 5,78 %, S-POWER 5,71 % a nakonec ČEZ 4,03 % (tabulka č. 20).

Abychom mohli rozhodnout, jestli je investice výnosná či nikoliv, musíme si vybrat vhodný příklad pro srovnání. Jednotlivé investiční projekty se mohou lišit v mnoha ohledech. Můžeme investovat do drahých kovů, dluhopisů, cenných papírů, nemovitostí či do výroby. Investice může být z časového hlediska krátkodobá i dlouhodobá (12, str. 15). A v neposlední řadě se investice liší svou rizikovostí. Tyto a další faktory ovlivňují výslednou úrokovou míru, která ovlivňuje rozhodnutí investora. Pokud bychom měli srovnávat s výnosností investice do FVE, musíme zvážit také její rizikovost. Investice do FVE je v tomto případě považována za nízkorizikovou. Pokud pomíneme dlouhodobě špatné počasí, technickou poruchu nebo jiné neočekávané události, tak jediná věc, která může negativně ovlivnit výnosnost investice by byla snižující se cena za 1 kWh elektrické energie. Ač by to byl pro rodinný rozpočet pozitivní posun z hlediska snižujících se výdajů za elektrickou energii, tak by tento jev by způsobil, že roční průměrné CF by se snižovalo a výsledná výnosnost taktéž. Pro srovnání pomohou jiné finanční nabídky. Například banka J&T nabízí terminovaný vklad na dobu 10 let, kde je možné dosáhnout na úrokovou sazbu až 2,20 % p.a. (28). Popřípadě nabídka společnosti Partners s 5 % ročním zhodnocením na 25 let, která je však již rizikovější než předchozí varianta. Nabízí se také investice do dluhopisů, která dosahuje vysoké úrokové míry. V případě nabídek na [www.dluhopisy.cz](http://www.dluhopisy.cz) se jedná až o 9,9 % p.a. Taková investice by však byla opět rizikovější ve srovnání s předchozími variantami. „Výnosnost by měla být větší než běžná úroková míra dlouhodobých vkladů“ (12, str. 61). Ve srovnání s předchozími příklady se výnosnost

nabídky AEKO (6,63 %) jeví jako dobrý způsob investování. V případě nabídek BCE a S-POWER je výnosnost nižší, ale také stále jsou poměrně výnosné ve srovnání s termínovanými vklady. Výnosnost nabídky ČEZ však klesla až k 4,03 %, což je nejméně ve srovnání s ostatními nabídkami. Co se týče doby návratnosti, tak opět nejlépe vychází nabídka AEKO s přibližně 15 lety. Následují nabídky BCE a S-POWER s návratností přes 17 let a nejdelší dobu návratnosti má ČEZ, téměř 25 let (tabulka č. 20).

### **Výnosnost a doba návratnosti v Hodoníně**

Ekonomické ukazatele projektů v Hodoníně vyšly dle předpokladu lépe. Výnosnost nabídky AEKO stoupla na 7,69 %, s návratností 13 let. BCE a S-POWER opět dosáhly srovnatelné výnosnosti 6,67 % a 6,54 % a návratnosti okolo 15 let. Výnosnost nabídky ČEZ vzrostla na 4,65 % s návratností 21,5 roku (tabulka č. 31).

Při srovnávání všech výše uvedených údajů je však potřeba přihlídnout k tomu, že se ve výpočtech nezohledňuje délka trvání projektu. Výsledné hodnoty výnosnosti a návratnosti jsou prvními ukazateli životaschopnosti projektu.

### **ČSH Praha**

Dalším ekonomickým ukazatelem je Čistá současná hodnota. Pokud je konečný součet ČSH < 0, tak by se investice neměla realizovat, protože na konci projektu nedojde ke zvýšení kapitálu. U projektu s vlastním financováním v Praze, dopadla ve výsledcích nejlépe nabídka AEKO s konečnou Čistou současnou hodnotou 43 659,- Kč. Dále BCE a S-POWER s hodnotami 16 411,- Kč a 13 943,- Kč. V záporných číslech dopadla nabídka ČEZ se zápornou hodnotou -82 268,- Kč (tabulka č. 21). Tato hodnota by jednoznačně vedla k rozhodnutí projekt nerealizovat. V prvních sedmi letech, kdy docházelo ke splácení úvěru se roční CF pohybovalo v záporných číslech. Od osmého roku se sice přehouplo do kladných čísel, avšak průměrné CF bylo tak nízké, že to v konečném součtu nestačilo a ČSH vyšla záporná.

### **ČSH Hodonín**

V případě výpočtu ČSH projektů v Hodoníně se situace zase o něco zlepšila. Jak ukazuje tabulka č. 32, tak ČSH nabídky AEKO přesáhla 80 000,- Kč. Nabídky S-POWER a BCE jsou opět srovnatelné okolo 50 000,- Kč a nabídka ČEZ i přes zlepšení zůstala v záporných číslech.

### **Citlivostní analýza Praha**

Následující hodnoty jsou rozdílem nejvyšší získané ČSH oproti jejímu základu. Dle výsledků citlivostní analýzy lze usoudit, že nejvyšší vliv na ČSH hodnotu má cena za kWh a počáteční investice. Změna hodnoty nákladů, jejichž základ činí 1 000,- Kč ročně, nemá zdaleka takový vliv jako první dva faktory. Její změny dosáhly maximálních hodnot 3 684,9,- Kč. Cena za kWh měla při 20 % růstu největší vliv na ČSH v případě S-POWER, kde dosáhla rozdílu 53 749,- Kč. Snížení hodnoty počátečních investic o 20 % nejvíce ovlivnilo ČSH nabídky ČEZ, kde dosáhla rozdílu 65 344,- Kč (tabulky č. 22 a 23). To je zároveň nejvyšší dosažená změna ČSH v Praze. Vzhledem k tomu, že ČEZ má největší počáteční náklady na stavbu FVE, tak je to očekávaný výsledek.

### **Citlivostní analýza Hodonín**

V Hodoníně měly největší vliv na ČSH opět cena za kWh a počáteční investice. Změna ceny za kWh o 20 % dosáhla změny ČSH o 60 899,- Kč v případě S-POWER. Nejvyšší změnu ČSH dosáhl opět ČEZ vlivem snížení počáteční investice o 20 %, konkrétně o 65 344,- Kč (tabulky č. 33 a 34).

## **5.2 Financování pomocí spotřebitelského úvěru**

Při financování projektu pomocí spotřebitelského úvěru se sníží průměrné příjmy z důvodu nutnosti splácet úvěr. Snížení příjmů má za následek snížení průměrných CF, které následně ovlivní výnosnost, návratnost a ČSH, a tak se v některých případech spotřebitelský úvěr příliš nevyplatí. Podobná situace nastává i v tomto případě.

Modelový úvěr, který byl poskytnutý společností Partners, měl úrokovou sazbu 6 %. Srovnání celkem 41 různých spotřebitelských úvěrů na serveru Měsec.cz (16), udává průměrnou úrokovou sazbu 8,56 %, takže poskytnutý úvěr byl výhodnější než většina poskytovaných úvěrů konkurenčními společnostmi. I přes tyto podmínky je však stavba FVE pomocí tohoto spotřebitelského úvěru značně nevýhodná. To je způsobeno hlavně velmi vysokými počátečními investicemi a poměrně nízkou návratností.

### **Výnosnost a doba návratnosti v Praze**

Výsledky statických ekonomických ukazatelů v případě financování projektu v Praze spotřebitelským úvěrem vycházejí všechny značně nevýhodně, a to i v případě nabídky

AEKO, kde výnosnost vycházela 1,72 % a návratnost přes 50 let. Výnosnost nabídek S-POWER a BCE klesla pod 1 % s návratností přes 100 let a hodnoty u nabídky ČEZ vyšly v záporných číslech (tabulka č. 27). Záporné hodnoty vyšly z toho důvodu, že u nabídky ČEZ při financování spotřebitelským úvěrem vyšly záporné CF a po dosazení do vzorce vyšel i záporný výsledek.

### **Výnosnost a doba návratnosti v Hodoníně**

Ani větší výroba elektrické energie na jihu Moravy nepomohla ekonomickým ukazatelům při financování spotřebitelským úvěrem. Jak ukazuje tabulka č. 31, výnosnost nabídky AEKO vychází 2,78 % s návratností 36 let. S-POWER a BCE má výnosnost 1,63 resp. 1,76 % a návratnost přibližně 61 resp. 56 let (tabulka č. 37).

### **ČSH Praha**

Výsledky ČSH v případě financování projektu v Praze spotřebitelským úvěrem vycházejí všechny v záporných číslech, jak ukazuje tabulka č. 25. Hodnoty nabídek:

AEKO:	- 166 860,- Kč
BCE:	- 232 891,- Kč
S-POWER:	- 247 626,- Kč
ČEZ:	- 445 936,- Kč

Dle těchto hodnot není ani jeden z projektů realizovatelný.

### **ČSH Hodonín**

Jak uvádí tabulka č. 32, čistá současná hodnota projektů v Hodoníně se spotřebitelským úvěrem vyšla ve všech případech také v záporných číslech, avšak oproti Praze jsou hodnoty ČSH o něco lepší.

AEKO:	- 130 000,- Kč
BCE:	- 196 264,- Kč
S-POWER:	- 211 877,- Kč
ČEZ:	- 408 493,- Kč



### **Citlivostní analýza Praha**

Citlivostní analýza se spotřebitelským úvěrem byla provedena pouze u nabídky AEKO, která jakožto nabídka s nejnižší počáteční investicí, aspirovala na dosažení kladné ČSH v případě financování formou úvěru. Ani snížení počátečních investičních nákladů o 20 % však dostatečně nezvýšilo ČSH. V případě Prahy se hodnota zvýšila o 50 515,- Kč při zvýšení ceny za kWh. I přesto byla konečná hodnota ČSH: - 116 345,- Kč (tabulky č. 28 a 29).

### **Citlivostní analýza Hodonín**

I zde se analyzovala pouze nabídka firmy AEKO. V Hodoníně byl posun ČSH vyšší než v předchozím případě. Nejvyšší změna nastala opět při zvýšení ceny za kWh: 57 887,- Kč, čímž se ČSH dostala na zápornou hodnotu: - 72 112,- Kč (tabulky č. 38 a 39).

## **5.3 Doporučení**

Pokud bude uvažována varianta financování vlastním kapitálem, tak z hlediska všech statických i dynamických výkonových ukazatelů vychází nejlépe nabídka AEKO. Má nejnižší počáteční investici při srovnatelné technologii a výkonu. Ostatní firmy měly podstatně vyšší počáteční investice, konkrétně o 18,4 % v případě BCE, 24, 2 % v případě S-POWER a 45,8 % v případě ČEZ (tabulka č. 19). Výnosnost, doba návratnosti a ČSH vycházela nejlépe ze všech ostatních nabídek. AEKO je tak jasnou volbou při výběru společnosti pro stavbu FVE na střeše rodinného domu. Myslitelné by byly i nabídky BCE a S-POWER. Pokud bychom si však vybrali nabídku ČEZ, tak její doba návratnosti se téměř rovná předpokládané délce investice, která činí 25 let, z důvodu záruky na výkon FV panelů. Z tohoto hlediska je tato nabídka nepřijatelná. V reálné situaci je však potřeba si uvědomit, že garantovaný výkon 80 % po 25 letech je minimální. Je pravděpodobné, že ve většině případů poskytují panely v průběhu životnosti o něco vyšší výkon, než s jakým bylo počítáno. Tato situace je simulována při citlivostní analýze, kdy se navyšovala cena za kWh. Navíc, pokud budeme investovat do domácnosti, a i po 25 letech bude celá FVE stále funkční, zcela jistě ji není důvod likvidovat. FVE tak může poskytovat výkon i dalších 10 let a tím zvýšit výnosnost projektu a zvyšovat Čistou současnou hodnotu.

Při výběru města pro stavbu FVE je lepší variantou Hodonín. Silnější sluneční záření má vliv na množství vyrobené elektrické energie a při srovnání CF (tabulky č. 19 a 30) plynoucí z FVE v Praze a Hodoníně, dosahuje elektrárna v Hodoníně nárůstu přibližně o 16 % oproti

CF v Praze, právě díky své jižnější poloze. Vliv na tuto hodnotu má také změna distributora elektrické energie. Tento nárůst však nestačí pro variantu financování projektu ze spotřebitelského úvěru.

V případě rozhodnutí, jestli investovat do FVE bez vlastního kapitálu a finanční prostředky získat ze spotřebitelského úvěru, tak dle dosavadních výsledků ČSH, jasně vychází, že ne. Při zaměření na výnosnost, nabídka AEKO v Hodoníně dosahuje hodnoty 2,78 %, což je srovnatelné například s dlouhodobým terminovaným vkladem. To je ideální příklad toho, že není možné se orientovat pouze podle výnosnosti investice, protože v takovém případě má projekt dobu návratnosti 36 let a ČSH vychází záporná. Tudíž je nutné spočítat i další ekonomické ukazatele než jen výnosnost projektu. Ostatní nabídky v tomto případě nebyly zvažovány, jelikož všechny jejich finanční ukazatele dosahují horších hodnot než zmiňovaná nabídka AEKO.

Byly provedeny výpočty pro 16 variant stavby FVE. Nabídky 4 různých firem, kombinovaných se dvěma způsoby financování a dvěma různými lokalitami pro výstavbu. Z těchto variant vychází nejlépe následující kombinace: FVE od firmy AEKO, financovaná vlastním kapitálem a postavená v Hodoníně.

Výpočet citlivostní analýzy provedený na třech různých faktorech ukázal, že největší vliv má vstupní cena za kWh a hodnota počáteční investice. Jelikož se příjem počítal jako součin ceny za kWh a spotřebované energie, tak má první jmenovaný faktor stejný vliv právě jako roční spotřebovaná energie, která byla z tohoto důvodu z citlivostní analýzy vynechána. V případě nabídky ČEZ byla nejcitlivějším faktorem hodnota počáteční investice. Je to proto, že ČEZ má nejdražší nabídku a její 20 % hodnota, tak byla vyšší než u ostatních nabídek. Nejcitlivější faktor nabídky firmy AEKO byla cena za kWh.

Investice do FVE je, dle získaných výsledků, poměrně výhodným projektem i s pomocí specializované firmy, avšak pouze v případě, že je dostatek finančních prostředků na její zaplacení a není tak nutné financování spotřebitelským úvěrem, který sníží efektivnost investice celého projektu, a to do takové míry, že je projekt ztrátový. Pokud by byla reálná varianta, že si majitel nemovitosti postaví FVE svépomocí, výrazně by se pak snížili

pořizovací náklady na materiál a práci a ekonomické ukazatele by vyšly ještě lépe. Ne každý má však potřebné znalosti a dovednosti, aby podobnou instalaci provedl.

Je však potřeba si uvědomit, že investice do FVE není pouze o výnosnosti a době návratnosti. Skýtá v sobě také částečnou nezávislost na distribuční síti elektrické energie. Nabízí možnost využití obnovitelného zdroje energie v domácnosti a v případě globálního výpadku poskytuje alespoň částečnou náhradu zdroje energie v domácnosti. To jsou faktory, které mají také určitou váhu a je obtížné je zohlednit při výpočtech ekonomických ukazatelů, na jejichž základě je projekt realizován či nikoliv.

## 6 Závěr

Za základě cílů této práce byly v první části popsány hlavní OZE. U každého typu se stručně popsala technologie, již se u obnovitelného zdroje využívá, také historie a první instalace a v neposlední řadě aktuální instalovaný výkon. Větší prostor byl věnován fotovoltaice a sluneční energii, z důvodu zaměření práce na právě na fotovoltaickou elektrárnu. Dále následoval popis legislativy týkající se zprovoznění FVE v ČR, včetně zákonů a vyhlášek, jež tento provoz upřesňují. Mimo jiné byly zmíněny i právní úpravy, které se týkají FVE zprovozněných před 1. 1. 2014.

V praktické části byly představeny čtyři firmy, jejichž požadavky splňovaly podmínky určené pro stavbu této FVE. Stručně byla popsána také historie firem a srovnání jejich nabídek a poskytovaných služeb. Následovaly výpočty výkonových a ekonomických ukazatelů, konkrétně: výnosnost a doba návratnosti, Cashflow, čistá současná hodnota a citlivostní analýza provedena na třech různých faktorech a osmi citlivostních hladinách. Výpočty probíhaly ve dvou lokalitách, konkrétně v Praze a v Hodoníně. Tato města byla zvolena kvůli své zeměpisné poloze, aby mohl být zachycen vliv silnějšího slunečního záření směrem k jihu a tím výnosnější investice. Další alternativou bylo financování projektu. V prvním případě se počítalo s financováním z vlastních zdrojů. Ve druhém případě byl projekt financován spotřebitelským úvěrem. I tyto varianty byly provedeny v obou zmiňovaných městech. Ekonomické ukazatele tak byly vypočítány pro všechny čtyři nabídky, ve dvou lokalitách a se dvěma typy financování. Celkem se tedy jednalo o šestnáct různých variant.

Výpočty ekonomických ukazatelů určily jako nejlepší investici FVE od firmy AEKO, která dosáhla výnosnosti 6,63 % a doby návratnosti přibližně 15 let. Nejlepší výsledky ekonomických ukazatelů ovlivnila především nejnižší hodnota počáteční investice. Ostatní firmy měly investice vyšší, v prvním případě o 18 % (BCE) a v posledním dokonce o 45 % (ČEZ). Vysoká investice v případě nabídky ČEZ způsobila, že výsledky ekonomických ukazatelů byly nejhorší ze všech čtyř variant.

Dále bylo zjištěno, že ze dvou zmiňovaných měst je lepší lokalitou pro stavbu FVE Hodonín v oblasti Jižní Moravy, kde je sluneční záření nejsilnější v ČR. ČSH nabídky AEKO zde vzrostla přibližně o 37 000,- oproti Praze. Při srovnání CF nabídky AEKO v případě Prahy a Hodonína vyšlo, že Hodonínská FVE by měla o 16 % vyšší CF, než kdyby byla postavena v Praze.

Při výpočtech zvažujících financování projektu pomocí spotřebitelského úvěru, vyšlo, že ani jeden z projektů by nebyl v tomto případě realizovatelný. Zatížení na CF, které způsobily měsíční splátky se ukázalo být příliš velkým a ČSH vyšla ve všech případech záporná.

Pokud by se jednalo o reálný projekt, tak by byl realizovatelný. Zvolena byla pravděpodobně nabídka firmy AEKO, jelikož její ekonomické ukazatele dosahovali nejlepších hodnot. Nabídky firem BCE a S-POWER by byly také realizovatelné, avšak s nižší výnosností a delší dobou návratnosti. Nabídka ČEZ by však doporučena nebyla, zejména kvůli její vysoké počáteční investici.

Při stavbě fotovoltaické elektrárny, ať už na střechu rodinného domu nebo pro snížení firemních nákladů na elektrickou energii, je nutné důkladně promyslet všechny alternativy. Volba té správné firmy na stavbu FVE, se ukázala být jako nejdůležitější. Při rozmachu, který fotovoltaika zažívá v České republice a ve světě, se na trhu objevuje stále více firem, které nabízejí stavbu elektráren v rozmanitých kombinacích technologií či výkonu. Tím se obnovitelné zdroje energie stávají stále dostupnější a střechy rodinných domů, paneláků a firemních hal se tak postupně plní fotovoltaickými panely. Právě díky tomuto světovému rozmachu je výzkum fotovoltaiky a jiných technologií podporujících OZE, stále aktuální a možná lidstvo jednou úplně zbaví závislosti na fosilních palivech.

## 7 Seznam použitých zdrojů

1. LIBRA, M. - POULEK, V. Solární energie: fotovoltaika : perspektivní trend současnosti i blízké budoucnosti. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2006. 149 s. ISBN 9788021314887.
2. LIBRA, M. - POULEK, V. Fotovoltaika: teorie i praxe využití solární energie. Praha: ILSA, 2010. 165 s. ISBN 8090431151.
3. REMMERS, K. Velká solární zařízení: úvod k navrhování a provozu. Brno: ERA, 2007. 315 s. ISBN 9788073661106.
4. THEMEBL, A. - WEIB, W. Solární systémy: návrhy a stavba svépomocí. Praha: GRADA, 2005. 116 s. ISBN 8024705893.
5. MURTINGER, K. - BERANOVSKÝ, J. - TOMESŠ, M. Fotovoltaika: elektřina ze slunce. Praha: ERA, 2007. 81 s. ISBN 9788073661007.
6. HASELHUHN, Ralf. Fotovoltaika – Budovy jako zdroj proudu. Nakladatelství HEL, 2011. ISBN 978-80-86167-33-6.
7. SRDEČNÝ, Karel a Česko. Ministerstvo životního prostředí. Obnovitelné zdroje energie. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2009. ISBN 9788072125180;8072125184.
8. MÁČE, M. Finanční analýza investičních projektů – praktické příklady a použití. Praha: GRADA Publishing, 2006. 77 s. ISBN 80-247-1557-0.
9. RADOVÁ, J. – DVOŘÁK, P. – MÁLEK, J. Finanční matematika pro každého. 7. vydání. Praha: GRADA Publishing, 2009. 293 s. ISBN 978-80-247-3291-6.
10. SCHOLLEOVÁ, H. Investiční controlling. Jak hodnotit investiční záměry a řídit podnikové investice. 1. vydání. Praha: GRADA Publishing, 2009. 285 s. ISBN 978-80-247-2952-7.
11. VALACH, J. a kol. Finanční řízení podniku. 2. vydání. Praha: EKOPRESS, 1999.

324 s. ISBN 80-86119-21-1.82

12. ŽÍDKOVÁ, D. Investice a dlouhodobé financování. 4. vydání. Praha: ČZU– PEF, 2007. 183 s. ISBN 978-80-213-1636-2.
13. MOTLÍK, Jan a kol. Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich využití v České republice. Dostupné z: [http://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/obnovitelne\\_zdoje\\_energie\\_a\\_moznosti\\_jejich\\_vyuziti\\_pro\\_cr.pdf](http://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/obnovitelne_zdoje_energie_a_moznosti_jejich_vyuziti_pro_cr.pdf)
14. Elektro-časopis pro elektroniku. *Z historie větrných elektráren* [online]. [cit. 25.1.2018]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/z-historie-vetrnych-elektren--13364>
15. Česká společnost pro větrnou energii. *Aktuální instalace* [online]. [cit. 23.1.2018]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/clanky/aktualni-instalace-vte-cr/120>
16. Měsec.cz. *Spotřebitelské úvěry - srovnání* [online]. [cit. 21.1.2018]. Dostupné z: <https://www.mesec.cz/produkty/spotrebitelske-uvery/>
17. Prvnigeotermalni.cz. *Jaký projekt připravují Litoměřice?* [online]. [cit. 21.1.2018]. Dostupné z: <https://prvnigeotermalni.cz/cz/otazky-a-odpovedi/jaky-je-hlavni-cil-projektu-a-jak-pomuze-lidem-v-litomericich>
18. MURTINGER, Karel. Solární energie pro Váš dům. 1 vydání. Praha: Computer Press, 2010. 107 s. ISBN 978-80-251-3241-8.
19. Oenergetice.cz. *Vodní elektrárny – princip, rozdělení, elektrárny v ČR* [online]. [cit. 27.1.2018]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/obnovitelne-zdroje-energie/vodni-elektarny-princip-a-rozdeleni/>
20. Solárninovinky.cz. *Stanou se aukce novým motorem rozvoje obnovitelných zdrojů v České republice?* [online]. [cit. 27.1.2018]. Dostupné z: <http://www.solarninovinky.cz/?legislativa/2017111001/stanou-se-aukce-novym-motorem-rozvoje-obnovitelnych-zdroju-v-ceske-republice>

21. Nová zelená úsporám. *Výzva pro rodinné domy – obecné informace*. [online]. [cit. 15.1.2018]. Dostupné z: <http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/rodinne-domy/3-vyzva-rodinne-domy/>
22. Oenergetice.cz. *Příčiny solárního boomu v České republice* [online]. [cit. 24.2.2018]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/energeticka-legislativa-cr/priciny-solarniho-boomu/>
23. Vyhláška č. 475/2005 Sb. ze dne 30. listopadu 2005, kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů.
24. Vyhláška č. 150/2007 Sb. ze dne 19. června 2007, o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen.
25. Novela zákona č. 131/2015 Sb. ze dne 13. května 2015, kterým se mění zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony.
26. Tzb-info.cz. *Optimální orientace a sklon fotovoltaických panelů* [online]. [cit. 22.2.2018]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/114865-optimalni-orientace-a-sklon-fotovoltaickych-panelu>
27. Český statistický úřad. *Spotřeba paliv a energií v domácnostech*. [online]. [cit. 24.2.2018]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/documents/10180/50619982/ENERGO\\_2015.pdf/86331734-a917-438a-b3c2-43a5414083fc?version=1.4](https://www.czso.cz/documents/10180/50619982/ENERGO_2015.pdf/86331734-a917-438a-b3c2-43a5414083fc?version=1.4)
28. J&T Banka. *Terminované vklady*. [online]. [cit. 19.2.2018]. Dostupné z: <https://www.jtbank.cz/produkty/terminovane-vklady.html>
29. EON. *Jak využívat solární energii*. [online]. [cit. 26.2.2018]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/chytra-domacnost/jak-vyuzivat-solarni-energii/co-oznacuje-jednotka-kwp>
30. Tzb-info.cz. *Zjednodušený bilanční výpočet ročních přínosů fotovoltaických instalací*. [online]. [cit. 19.2.2018]. Dostupné z: <http://oze.tzb->



info.cz/fotovoltaika/13878-zjednodusený-bilancni-vypocet-rocnich-prinosu-fotovoltaickych-instalaci

31. PV\*SOL Online. *Online free tool for the calculation of PV systems*. [online]. [cit. 23.2.2018]. Dostupné z:<http://pvsol-online.valentin-software.com>
32. Tzb-info.cz. *Přehled cen elektrické energie*. [online]. [cit. 12.2.2018]. Dostupné z:<http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energi/14-prehled-cen-elektricke-energie#d02>
33. S-POWER. *Kdo jsme a co děláme*. [online]. [cit. 11.2.2018]. Dostupné z:<https://www.s-power.cz/o-nas/>
34. Skupina ČEZ. *O společnosti*. [online]. [cit. 11.2.2018]. Dostupné z:<https://www.cez.cz/cs/o-spolecnosti.html>
35. AEKO. *Solární elektrárna pro každého*. [online]. [cit. 12.2.2018]. Dostupné z:<http://www.solarnivyroba.cz/>
36. BCE. *Historie BC Engineering*. [online]. [cit. 10.2.2018]. Dostupné z:<http://www.bce.cz/o-nas/t1052>
37. Vyhláška č. 352/2005 Sb., Vyhláška o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a o bližších podmínkách financování nakládání s nimi
38. Český statistický úřad. *Průměrná roční míra inflace v roce 2017*. [online]. Publikováno 2017. [cit. 10.2.2018]. Dostupné z:<https://www.czso.cz/csu/x/prumerna-rocni-mira-inflace-v-roce-2017-byla-25->
39. Zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů. Dostupné on-line na: <https://www.eru.cz/-/zakon-c-180-2005-sb->

## 8 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Schéma přechodu P – N .....	25
Obrázek 2 - Výroba monokrystalu Czochralského metodou .....	26
Obrázek 3 - Mapa trvání slunečního svitu v ČR.....	30
Obrázek 4 - Roční úhrn slunečního záření v ČR [kWh/m <sup>2</sup> ] .....	31
Obrázek 5 - Schéma větrné elektrárny .....	33
Obrázek 6 - Geotermální elektrárna.....	34
Obrázek 7 - Vodní elektrárna Tři soutěsky .....	37
Obrázek 8 - Roční výkon FVE navržené firmou S-POWER.....	48
Obrázek 9 - Roční výkon FVE navržené skupinou ČEZ .....	49
Obrázek 10 - Roční výkon FVE navržené firmou AEKO .....	50
Obrázek 11 - Roční výkon FVE navržené firmou BCE.....	51

## 9 Seznam tabulek

Tabulka 1 – Celkový instalovaný výkon FVE v ČR .....	23
Tabulka 2 – Celkový instalovaný výkon větrných elektráren v ČR.....	32
Tabulka 3 - Celkový instalovaný výkon vodních elektráren v ČR.....	38
Tabulka 4 - Garance délky výkupních cen v letech.....	39
Tabulka 5 - Výkupní ceny a zelené bonusy na výrobu elektřiny využitím FVE.....	40
Tabulka 6 - Výše podpory fotovoltaických systémů v roce 2018 .....	43
Tabulka 7 - Cena elektřiny v roce 2018 pro tarif D 02d.....	45
Tabulka 8 - Množství slunečního svitu v Praze .....	46
Tabulka 9 - Údaje nabídky společnosti S-POWER.....	47
Tabulka 10 - Údaje nabídky Skupiny ČEZ.....	48
Tabulka 11 - Údaje nabídky společnosti AEKO .....	50
Tabulka 12 - Údaje nabídky společnosti BCE.....	51
Tabulka 13 - Záruky .....	52
Tabulka 14 – Klesající výkon FVE v průběhu 25 let .....	53
Tabulka 15 - Vyrobená a spotřebovaná energie za jeden rok.....	54
Tabulka 16 - Suma využití energie .....	55
Tabulka 17 - Celkové příjmy .....	56
Tabulka 18 - Celkové výdaje .....	57
Tabulka 19 – Investice, celkové a průměrné CF .....	57
Tabulka 20 – Výnosnost a doba návratnosti jednotlivých investic .....	58
Tabulka 21 - Čistá současná hodnota .....	58
Tabulka 22 - Změna ČSH v Kč .....	59
Tabulka 23 - Procentuální změna ČSH.....	60
Tabulka 24 - Výše měsíčních splátek .....	61
Tabulka 25 - ČSH s úvěrem.....	62
Tabulka 26 - Cashflow s úvěrem (Praha) .....	62
Tabulka 27 - Výnosnost a doba návratnosti s úvěrem (Praha) .....	63
Tabulka 28 - Změna ČSH v Kč .....	63
Tabulka 29 - Procentuální změna ČSH.....	63
Tabulka 30 - Cashflow (Hodonín) .....	64
Tabulka 31 - Výnosnost a doba návratnosti (Hodonín).....	64

Tabulka 32 - ČSH (Hodonín).....	65
Tabulka 33 - Změna ČSH v Kč.....	66
Tabulka 34 - Procentuální změna ČSH.....	66
Tabulka 35 - ČSH s úvěrem (Hodonín) .....	67
Tabulka 36 - Cashflow s úvěrem (Hodonín).....	67
Tabulka 37 - Výnosnost a doba návratnosti s úvěrem (Hodonín).....	68
Tabulka 38 - Změna ČSH v Kč.....	68
Tabulka 39 - Procentuální změna v ČSH.....	68

## 10 Seznam použitých zkratek

$N_c$	– Celkový počet let (25)
$P_d$	– Roční výkon snížený o degradaci panelů (kWh)
$P_m$	– Vyrobená energie v měsíci $m$ (kWh)
$P_r$	– Suma vyrobené energie za celý rok (kWh)
$P_r$	– Vyrobená energie za celý rok (kWh)
$S_m$	– Suma slunečního svitu za měsíc (hod.)
$S_r$	– Suma slunečního svitu za rok (hod.)
$\bar{x}$	– Výsledná průměrná hodnota (hod.)
$x_n$	– Doba denního svitu (hod.)
$^{\circ}C$	– Stupně Celsia
$A_{FV}$	– Činná plocha instalovaných FV modulů (m <sup>2</sup> )
$A_m$	– Koeficient průzračnosti atmosféry
$CF$	– Cashflow (tok peněz)
$\check{C}HM\acute{U}$	– Český hydrometeorologický ústav
$\check{C}R$	– Česká republika
$\check{C}SH$	– Čistá současná hodnota
$DPH$	– Daň z přidané hodnoty
$DS$	– Distribuční systém
$E$	– Energie dopadající na fotovoltaický článek (kW/m <sup>2</sup> )
$ER\acute{U}$	– Energetický regulační úřad
$EU$	– Evropská unie
$FVE$	– Fotovoltaická elektrárna
$G_{ref}$	– Referenční sluneční ozáření rovné 1 kW/m <sup>2</sup>
$H_T$	– Měsíční dávka slunečního ozáření (kWh/m <sup>2</sup> .měs)
$i$	– Rok
$K\check{c}$	– Korun českých
$kW$	– Kilowatt
$kWh$	– Kilowatthodina
$kWp$	– Kilowattpeak
$m$	– Konkrétní měsíc v roce
$MWh$	– Megawatthodina

- $n$  – Číslo měsíce (vzorec 1.3)  
 NZÚ – Nová zelená úsporám  
 OZE – Obnovitelné zdroje energie  
 $p$  – Srážka vlivem elektrických ztrát (%)  
 $P_{pk}$  – Špičkový výkon instalovaných modulů (kW)  
 $prumZ(CF)$  – průměrný roční zisk (průměrné Cashflow)  
 $S$  – Doba návratnosti investice  
 $v$  – Výnosnost  
 $Wt$  – Jednotka tepelného výkonu (Watt)  
 $\eta_{FV}$  – Měsíční účinnost modulů (%)  
 $\eta_{ref}$  – Referenční účinnost modulů (%)  
 $D$  – Degradace panelů (20 %)  
 $IV$  – Celkové investiční výdaje  
 $n$  – Aktuální rok, pro který se počítá množství energie z intervalu <1;25> (vzorec 1.2)

## **11 Přílohy**

Příloha A	Nabídka S-POWER
Příloha B	Nabídka ČEZ
Příloha C	Nabídka AEKO
Příloha D	Nabídka BCE
Příloha E	Nabídka úvěru pro S-POWER
Příloha F	Nabídka úvěru pro ČEZ
Příloha G	Nabídka úvěru pro AEKO
Příloha H	Nabídka úvěru pro BCE



S-POWER

## Připojíme Vás ke slunci

Výkon FVE	4 56 kWp
Počet panelů	16 ks
Typ panelů	QCELL poly - Q,antum technology, 285 Wp
Typ střídače	Hybridní IMEON 9.12 vč. funkce backup
Akumulátor	Pylontech US2000B Plus - 7,2 kWh
Roční výnos FVE Ø	4 500 kWh

Sestava je vytvořena dle podmínek programu Nová zelená úsporám, oblast podpory **C3.7**. V rámci nabízeného řešení Vám garantujeme získání státní podpory Nová zelená úsporám max. ve výši **155 000 Kč**.

### POPIS INSTALACE

- Fotovoltaické panely budou umístěny na střeše. Finální rozložení bude upřesněno po přesném zaměření a odsouhlaseno majitelem objektu.
- Panely budou na střeše uchyceny pomocí systému pro šikmé střechy z materiálu hliník/nerez
- DC solární kabely s dvojitou izolací budou vedeny ze střechy do místa připojení (16A)
- Měníč a baterie budou umístěny v technické místnosti

### POUŽITÉ TECHNOLOGIE

#### Fotovoltaické panely

Prvotřídní fotovoltaické panely německého výrobce QCells. Vynikají atypicky vysokým výkonem pro polykrystalické panely. Jsou založeny na inovativní technologii Q,ANTUM, která zvyšuje účinnost panelu při difuzním (nepřímém) světle. Panely jsou tak ideálním řešením pro naše podnebné pásmo, kde je poměr difuzního světla vysoký. Záruka 12 let na výrobní vady a 25 let na garanci poklesu výkonu o méně než 20 %.

#### Měníče

Revoluční technologie asymetrického měniče pro FVE dostupná od září 2017. Jako první na trhu nabízí nezávislou regulaci dodávaného výkonu do jednotlivých fází od 0 kW do 3 kW. Celkový výkon měniče je 9 kW. Jedná se o vysoce účinný a spolehlivý měnič, který dokáže pracovat v ostrovním režimu. Díky pasivnímu chlazení má velmi nízkou vlastní spotřebu.

#### Baterie

Nejmodernější bezdržbové baterie od firmy PylonTech. Založeno na technologii LiFePo4. Integrovaný battery management systém s balancováním jednotlivých článků BMS. Jednotlivé battery packy mají uloženou kapacitu 2,4 kWh a až 6000 nabíjecích cyklů. Při ročním provozu 300 cyklů je životnost baterii asi 20 let. Využitelná kapacita je až 90 % s prodlouženou zárukou 10 let.



## Příloha B



### 1.1 Alternativa 2 – akumulace energie do baterií

<b>Akumulace:</b>	Sonnenbatterie Eco 8 – 6 kWh
<b>Měníč:</b>	Fronius Symo 3.7-3-M
<b>Řízení:</b>	Sonnenbatterie Eco 8 – 6 kWh

#### Hlavní přednosti alternativy 2

- Možnost získat dotaci z programu Nová zelená úsporám
- Maximální využití Vámi vyrobené elektřiny v provozu domácnosti
- Možnost funkce záložního zdroje v případě výpadku elektrické energie
- Řešení je vhodné, pokud chcete využít lokálně vyrobenou energii i mimo období slunečního svitu

#### Dodávka zahrnuje:

- Vše, co je zahrnuto v základní verzi
- Baterie, řízení a jejich integrace
- Zpracování a podání žádosti o dotaci ve výši až 155 000,- Kč v závislosti na zjištěných skutečnostech

<b>Celková cena s 15% DPH:</b>	<b>481 724 Kč</b>
<b>Celková cena bez DPH:</b>	<b>418 890 Kč</b>

### 1.2 Platební kalendář

- První zálohovou platbu na část ceny Díla ve výši 5 % účtujeme při podpisu smlouvy. V případě, že provozovatel distribuční soustavy neumožní připojení nebo nebude ze strany SFŽP akceptována dotace, bude Vám tato částka vrácena.
- Druhou zálohovou platbu na část ceny Díla ve výši 70 % účtujeme při získání souhlasu o připojení k distribuční síti.
- Doplatek ceny ve výši 25 % ceny Díla účtujeme na základě konečné faktury při předání Díla.

### 1.3 Rozsah služeb ČEZ

- Vyplnění a odeslání žádosti o připojení k distribuční síti
- Zpracování žádosti o dotaci z programu Nová zelená úsporám (v případě zájmu)
- Zpracování projektové dokumentace – elektro a zajištění jejího odsouhlasení PDS
- Kompletní dodávka FVE na klíč
- Vyřízení připojení k distribuční síti
- Speciální tarif, který řeší přebytky vyrobené energie

## Příloha C

### Cenová nabídka FVE AekoSolar - 4 050 Wp

Číslo popítkový: 2018 / 2321

dodávatel: AEKO s.r.o.

Špitálka 21a, 602 00 Brno

Tel +420 539 03 03 01

IČ:

28347200

[www.solamivyroba.cz](http://www.solamivyroba.cz)


[info@aeko.cz](mailto:info@aeko.cz)

DIČ:

CZ28347200

název:	FVE	investor:	Tomáš Kapar	tel:	606670193
požadovaný výkon:	AEKOSolar 4 000 Wp	lokality:	Prague	@:	tomas.kapar@email.cz
umístění:	Síkmá střecha	typ panelů:	poly - nastojato		
nabízený výkon:	4 050 Wp	minimální plocha:	30 m2	hmotnost:	469 kg
úklon panelů:	45°	odklon od jihu:	0°	výnos z 1 Wp:	38,50 Kč
zeměpisná šířka:	50°45' N	zeměpisná délka:	14°18'35" E		

Kurz ČNB střed

 EURO/Kč 25,60 Kč

	Cena
Cena za nabízený systém bez DPH	299 230,81 Kč
Náklady na instalaci 1Wp	74,81 Kč
Odhadované procento vlastní spotřeby z vyrobené elektrické energie	80,00%
Teoretická návratnost systému	12,43 roku
Cena za nabízený systém s DPH 15% - na budovách pro bydlení	344 115,43 Kč
Cena za nabízený systém s DPH 21% - na jiných budovách než pro bydlení	362 069,28 Kč
Maximální výše dotace s DPH (C.3.7)	-155 000,00 Kč
Konečná cena po odečtení dotace s DPH 15%	189 115,43 Kč

## Věc: Nabídka Hybridní FVE 4,32 kWp

**Cíl projektu:** Realizace projektu Hybridní fotovoltaické elektrárny o výkonu 4,32 kWp s možností akumulace elektrické energie do baterií.

**FVE:** Předpokládaný výkon elektrárny: 4,32 kWp  
Kapacita bateriového úložiště: 7,2 kWh

**CENA:** **Kompletní Fotovoltaický systém o výkonu 4,32 kWp včetně baterií**

**379.000 Kč vč. DPH**

**Cena systému včetně předpokládané dotace z programu NZU 155.000 Kč:**

**224.000 Kč vč. DPH**

**Předmětem této nabídky je:**

- BEZPLATNÁ rezervace výkonu DS 4,32 kWp
- fotovoltaické panely o výkonu 4,32 kWp,
  - o Výrobce **BENQ**, výkon 1ks 270 W, celkem 16 ks
    - záruka na konstrukční vady 12 let
    - pojištění proti úbytku výkonu 10 let 90% výkonu
    - pojištění proti úbytku výkonu 25 let 80% výkonu
- frekvenční hybridní měnič
  - o Výrobce **GoodWe** špičkové technologie, společnost **TÜV Rheinland** udělila zvláštní ocenění měničům GoodWe pro jejich **bezpečnost a kvalitu**. Měniče GoodWe se zároveň dlouhodobě umísťují na prvních příčkách testů časopisu **Photon** pro svoji vysokou účinnost.
    - Wifi monitoring
    - záruka 5 let + možnost rozšíření záruky na 25 let
- bateriové úložiště (power box)
  - o Výrobce baterií **PylonTech**
    - kapacita 7,2 kWh
    - technologie **LiFePO4 6000** cyklů
    - záruka na konstrukční vady 10 let
- konstrukce a kabeláže
- projektová dokumentace
- dodávka a montáž FVE v souladu se smlouvou o připojení distributora
- připojení FVE k síti distributora
- revize a zaškolení obsluhy FVE, realizační projektová dokumentace
- příprava podkladů pro získání dotace Nová Zelená Úsporám

## Příloha E



### Spotřebitelský úvěr - Porovnání stavu

#### VSTUPNÍ PARAMETRY

Výše úvěru	235 000,00 Kč
Úroková sazba	6 %
Za období	rok
Délka splácení (měsíčně)	84
Frekvence splácení	měsíc
Poplatek za poskytnutí / Počáteční náklad	0,00 Kč
Poplatek za vedení / Poplatek při splátce	0,00 Kč
Akontace / Záloha	0,00 Kč

### Spotřebitelský úvěr - Porovnání stavu

Frekv. placení (měsíc)	Splátka	Poplatky	Celkem zapláceno	Úroky	Výše dluhu
64	3 433 Kč	0 Kč	219 713 Kč	341 Kč	65 184 Kč
65	3 433 Kč	0 Kč	223 146 Kč	326 Kč	62 077 Kč
66	3 433 Kč	0 Kč	226 579 Kč	310 Kč	58 954 Kč
67	3 433 Kč	0 Kč	230 012 Kč	295 Kč	55 816 Kč
68	3 433 Kč	0 Kč	233 445 Kč	279 Kč	52 662 Kč
69	3 433 Kč	0 Kč	236 878 Kč	263 Kč	49 492 Kč
70	3 433 Kč	0 Kč	240 311 Kč	247 Kč	46 307 Kč
71	3 433 Kč	0 Kč	243 744 Kč	232 Kč	43 105 Kč
72	3 433 Kč	0 Kč	247 177 Kč	216 Kč	39 888 Kč
73	3 433 Kč	0 Kč	250 610 Kč	199 Kč	36 654 Kč
74	3 433 Kč	0 Kč	254 043 Kč	183 Kč	33 405 Kč
75	3 433 Kč	0 Kč	257 476 Kč	167 Kč	30 139 Kč
76	3 433 Kč	0 Kč	260 909 Kč	151 Kč	26 856 Kč
77	3 433 Kč	0 Kč	264 342 Kč	134 Kč	23 558 Kč
78	3 433 Kč	0 Kč	267 775 Kč	118 Kč	20 242 Kč
79	3 433 Kč	0 Kč	271 208 Kč	101 Kč	16 911 Kč
80	3 433 Kč	0 Kč	274 641 Kč	85 Kč	13 562 Kč
81	3 433 Kč	0 Kč	278 074 Kč	68 Kč	10 197 Kč
82	3 433 Kč	0 Kč	281 507 Kč	51 Kč	6 815 Kč
83	3 433 Kč	0 Kč	284 940 Kč	34 Kč	3 416 Kč
84	3 433 Kč	0 Kč	288 373 Kč	17 Kč	0 Kč

## Příloha F



### Spotřebitelský úvěr - Porovnání stavu

#### VSTUPNÍ PARAMETRY

Výše úvěru	326 724,00 Kč
Úroková sazba	6 %
Za období	rok
Délka splácení (měsíčně)	84
Frekvence splácení	měsíc
Poplatek za poskytnutí / Počáteční náklad	0,00 Kč
Poplatek za vedení / Poplatek při splátce	0,00 Kč
Akontace / Zálaha	0,00 Kč

#### Spotřebitelský úvěr - Porovnání stavu

Frekv. placení (měsíc)	Splátka	Poplatky	Celkem zapláceno	Úroky	Výše dluhu
64	4 773 Kč	0 Kč	305 470 Kč	475 Kč	90 626 Kč
65	4 773 Kč	0 Kč	310 243 Kč	453 Kč	88 308 Kč
66	4 773 Kč	0 Kč	315 016 Kč	432 Kč	81 985 Kč
67	4 773 Kč	0 Kč	319 789 Kč	410 Kč	77 602 Kč
68	4 773 Kč	0 Kč	324 562 Kč	388 Kč	73 217 Kč
69	4 773 Kč	0 Kč	329 335 Kč	366 Kč	68 810 Kč
70	4 773 Kč	0 Kč	334 108 Kč	344 Kč	64 381 Kč
71	4 773 Kč	0 Kč	338 881 Kč	322 Kč	59 930 Kč
72	4 773 Kč	0 Kč	343 654 Kč	300 Kč	55 457 Kč
73	4 773 Kč	0 Kč	348 426 Kč	277 Kč	50 981 Kč
74	4 773 Kč	0 Kč	353 199 Kč	255 Kč	46 443 Kč
75	4 773 Kč	0 Kč	357 972 Kč	232 Kč	41 902 Kč
76	4 773 Kč	0 Kč	362 745 Kč	210 Kč	37 339 Kč
77	4 773 Kč	0 Kč	367 518 Kč	187 Kč	32 752 Kč
78	4 773 Kč	0 Kč	372 291 Kč	164 Kč	28 143 Kč
79	4 773 Kč	0 Kč	377 064 Kč	141 Kč	23 511 Kč
80	4 773 Kč	0 Kč	381 837 Kč	118 Kč	18 856 Kč
81	4 773 Kč	0 Kč	386 610 Kč	94 Kč	14 177 Kč
82	4 773 Kč	0 Kč	391 383 Kč	71 Kč	9 475 Kč
83	4 773 Kč	0 Kč	396 156 Kč	47 Kč	4 749 Kč
84	4 773 Kč	0 Kč	400 929 Kč	24 Kč	0 Kč

## Příloha G



### Spotřebitelský úvěr - Porovnání stavu

#### VSTUPNÍ PARAMETRY

Výše úvěru	189 115,00 Kč
Úroková sazba	6 %
Za období	rok
Délka splácení (měsíčně)	84
Frekvence splácení	měsíc
Poplatek za poskytnutí / Počáteční náklad	0,00 Kč
Poplatek za vedení / Poplatek při splátce	0,00 Kč
Akontace / Záloha	0,00 Kč

#### Spotřebitelský úvěr - Porovnání stavu

Frekv. splácení (měsíc)	Splátka	Poplatky	Čelkem zapláceno	Úroky	Výše dluhu
64	2 763 Kč	0 Kč	176 813 Kč	275 Kč	52 458 Kč
65	2 763 Kč	0 Kč	175 575 Kč	262 Kč	49 958 Kč
66	2 763 Kč	0 Kč	182 338 Kč	250 Kč	47 443 Kč
67	2 763 Kč	0 Kč	185 101 Kč	237 Kč	44 918 Kč
68	2 763 Kč	0 Kč	187 863 Kč	225 Kč	42 388 Kč
69	2 763 Kč	0 Kč	190 626 Kč	212 Kč	39 828 Kč
70	2 763 Kč	0 Kč	193 389 Kč	199 Kč	37 265 Kč
71	2 763 Kč	0 Kč	196 151 Kč	186 Kč	34 688 Kč
72	2 763 Kč	0 Kč	198 914 Kč	173 Kč	32 100 Kč
73	2 763 Kč	0 Kč	201 677 Kč	160 Kč	29 497 Kč
74	2 763 Kč	0 Kč	204 440 Kč	147 Kč	26 883 Kč
75	2 763 Kč	0 Kč	207 202 Kč	134 Kč	24 254 Kč
76	2 763 Kč	0 Kč	209 965 Kč	121 Kč	21 612 Kč
77	2 763 Kč	0 Kč	212 728 Kč	108 Kč	18 958 Kč
78	2 763 Kč	0 Kč	215 490 Kč	95 Kč	16 290 Kč
79	2 763 Kč	0 Kč	218 253 Kč	81 Kč	13 609 Kč
80	2 763 Kč	0 Kč	221 016 Kč	68 Kč	10 914 Kč
81	2 763 Kč	0 Kč	223 778 Kč	55 Kč	8 206 Kč
82	2 763 Kč	0 Kč	226 541 Kč	41 Kč	5 484 Kč
83	2 763 Kč	0 Kč	229 304 Kč	27 Kč	2 748 Kč
84	2 763 Kč	0 Kč	232 067 Kč	14 Kč	0 Kč

## Příloha H



### Spotřebitelský úvěr - Porovnání stavu

#### VSTUPNÍ PARAMETRY

Výše úvěru	224 000,00 Kč
Úroková sazba	6 %
Za období	rok
Délka splácení (měsíčně)	84
Frekvence splácení	měsíc
Poplatek za poskytnutí / Počáteční náklad	0,00 Kč
Poplatek za vedení / Poplatek při splátce	0,00 Kč
Akontace / Záloha	0,00 Kč

### Spotřebitelský úvěr - Porovnání stavu

Frekv. placení (měsíc)	Splátka	Poplatky	Celkem zapláceno	Úroky	Výše dluhu
64	3 272 Kč	0 Kč	209 428 Kč	325 Kč	62 133 Kč
65	3 272 Kč	0 Kč	212 701 Kč	311 Kč	59 171 Kč
66	3 272 Kč	0 Kč	215 973 Kč	296 Kč	56 195 Kč
67	3 272 Kč	0 Kč	219 245 Kč	281 Kč	53 203 Kč
68	3 272 Kč	0 Kč	222 518 Kč	266 Kč	50 197 Kč
69	3 272 Kč	0 Kč	225 790 Kč	251 Kč	47 176 Kč
70	3 272 Kč	0 Kč	229 062 Kč	236 Kč	44 139 Kč
71	3 272 Kč	0 Kč	232 334 Kč	221 Kč	41 088 Kč
72	3 272 Kč	0 Kč	235 607 Kč	205 Kč	38 021 Kč
73	3 272 Kč	0 Kč	238 879 Kč	190 Kč	34 939 Kč
74	3 272 Kč	0 Kč	242 151 Kč	175 Kč	31 841 Kč
75	3 272 Kč	0 Kč	245 424 Kč	159 Kč	28 728 Kč
76	3 272 Kč	0 Kč	248 696 Kč	144 Kč	25 599 Kč
77	3 272 Kč	0 Kč	251 968 Kč	128 Kč	22 455 Kč
78	3 272 Kč	0 Kč	255 241 Kč	112 Kč	19 295 Kč
79	3 272 Kč	0 Kč	258 513 Kč	96 Kč	16 119 Kč
80	3 272 Kč	0 Kč	261 785 Kč	81 Kč	12 927 Kč
81	3 272 Kč	0 Kč	265 058 Kč	65 Kč	9 720 Kč
82	3 272 Kč	0 Kč	268 330 Kč	49 Kč	6 496 Kč
83	3 272 Kč	0 Kč	271 602 Kč	32 Kč	3 256 Kč
84	3 272 Kč	0 Kč	274 875 Kč	16 Kč	0 Kč