

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

# EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

ECONOMIC EFFICIENCY OF A PHOTOVOLTAIC POWER PLANT

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Cesnek

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.

BRNO 2024

# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav stavební ekonomiky a řízení  
Student: **Martin Cesnek**  
Vedoucí práce: **prof. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.**  
Akademický rok: 2023/24  
Studijní program: B0732A260005 Stavební inženýrství  
Studijní obor: Management stavebnictví  
Datum zadání: 27.9.2023  
Datum odevzdání: 24.5.2024

Děkan fakulty Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

## **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

1. Fotovoltaické elektrárny, historie a současnost.
2. Financování FVE.
3. Popis postupu pro vyhodnocení ekonomické efektivity FVE, definování zdrojů dat a vhodných ukazatelů.
4. Případová studie realizace FVE na střeše výrobní haly.

Výstupem práce bude vyhodnocení ekonomické efektivity realizace a provozu FVE na střeše výrobní haly porovnáním se standardním zdrojem energie.

## **Cíle a výstupy bakalářské práce:**

Cílem práce je vytvoření metodického postupu pro hodnocení ekonomické efektivity FVE a jeho ověření na případové studii.

## **Seznam doporučené literatury a podklady:**

- KORYTÁŘOVÁ, Jana. Ekonomika investic, elektronická studijní opora, FAST VUT v Brně, 2020
- LIBRA, Martin. Fotovoltaika: teorie i praxe využití solární energie, Praha, Ilsa, 2010.
- HASELHUHN, Ralf. Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu, Ostrava, HEL, 2011.
- DUFEK, Zdeněk, KORYTÁŘOVÁ, Jana, APELTAUER, Tomáš, et al. Veřejné stavební investice, Praha, LEGES, 201

V Brně, dne 27. 9. 2023

L.S.

---

prof. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.  
vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.  
vedoucí práce

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.  
děkan

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce s názvem Ekonomická efektivnost fotovoltaické elektrárny se zabývá ekonomickou efektivností fotovoltaické elektrárny a financováním této technologie. V teoretické části jsou popsány základní pojmy související s fotovoltaickou technologií, způsoby financování a ukazatele hodnocení ekonomické efektivnosti investičních projektů. Praktická část případové studie hodnotí investiční záměr investora na výstavbu fotovoltaické elektrárny na střeše výrobních hal. Na základě vstupních hodnot byla vypracována ekonomická analýza a ukazatele ekonomické efektivnosti.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Ekonomická efektivnost, fotovoltaická elektrárna, případová studie, metoda CBA, LCC, investice, financování FVE.

## **ABSTRAKT**

Táto bakalárska práca nazývaná Ekonomická efektívnosť fotovoltaické elektrárny, rozoberá ekonomickú efektívnosť fotovoltaickej elektrárne a financovaním takejto technológie. Teoretická časť popisuje základné pojmy súvisiace s fotovoltaickou technológiou, spôsoby financovania a ukazatele hodnotenia ekonomickej efektívnosti investičných projektov. Praktická časť prípadovú štúdiu, kde je hodnotený investičný zámer investora na vybudovanie fotovoltaickej elektrárne na streche výrobných hál. Na základe vstupných hodnôt bola vypracovaná ekonomická analýza a spracované ukazatele ekonomickej efektívnosti.

## **KĹÚČOVÉ SLOVÁ**

Ekonomická efektívnosť, fotovoltaická elektráreň, prípadová štúdia, metóda CBA, LCC, investície, financovanie FVE.

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis, called Economic Efficiency of a Photovoltaic Power Plant, discusses the economic efficiency of a photovoltaic power plant and the financing of such a technology. The theoretical part describes the basic concepts related to photovoltaic technology, methods of financing and indicators for evaluating the economic efficiency of investment projects. The practical part of the case study evaluates an investor's investment plan for the construction of a photovoltaic power plant on the roof of production halls. Based on the input values, an economic analysis was developed and indicators of economic efficiency were elaborated.

## **KEYWORDS**

Economic efficiency, photovoltaic power plant, case study, CBA method, LCC, investment, PV financing.

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

CESNEK, Martin. *Ekonomická efektivnost fotovoltaické elektrárny*. Brno, 2024. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí prof. Ing. Jana Korytářová, Ph.D

## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Ekonomická efektivnost fotovoltaické elektrárny* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24.05.2024

---

Martin Cesnek  
autor práce



## PODĚKOVÁNÍ

Chcel by som touto cestou poďakovať mojej vedúcej bakalárskej práce pani profesorky Ing. Jane Korytárovej, Ph.D. za jej čas a vecné rady, ktoré mi dávala počas konzultácii. Taktiež by som rád poďakoval pánovi Ing. Rudolfovi Poláčekovi za poskytnutie materiálov k prípadovej štúdii.

V Brně dne 24.05.2024

---

Martin Cesnek  
autor práce

## Obsah

1	Úvod .....	12
2	Fotovoltaická elektrárňa .....	13
2.1	História a vývoj FVE .....	13
2.1.1	Počiatky FV technológie v komerčnom prostredí .....	14
2.2	FVE v súčasnosti .....	14
2.2.1	Účinnosť FV panelov .....	14
2.2.1	Výkonnosť FV panelov a stratové faktory zariadenia.....	15
2.2.2	Druhy slnečného žiarenia .....	16
2.2.3	Umiestnenie a sklon modulu .....	17
2.2.4	Rozdelenie FV podľa typu materiálu .....	18
3	Financovanie a dotácie .....	22
3.1	Interné zdroje .....	22
3.2	Externé zdroje .....	22
3.2.1	Zelená domácnostiam .....	22
3.2.2	Zelená podnikom .....	23
4	Investície.....	24
4.1	Magický trojuholník.....	24
4.2	Životný cyklus projektu.....	25
5	Prípadová štúdia.....	26
5.1	Technický popis.....	26
5.2	Ocenenie nákladov .....	27
5.2.1	Investičné náklady .....	27
5.2.2	Prevádzkové náklady .....	28
5.2.3	Náklady na likvidáciu .....	29
5.3	Vstupné hodnoty pre výpočet.....	29
5.3.1	Výkon fotovoltaickej sústavy.....	30
5.3.2	Pomerné rozdelenie využitia elektrickej energie .....	30
5.3.3	Cena elektriny .....	31
5.3.4	Odpisy.....	31
5.3.5	Diskontná sadzba .....	31
5.3.6	Hodnotené obdobie .....	31
5.4	Výpočet ekonomickej výnosnosti.....	32

5.4.1	Cash Flow.....	33
5.4.2	NPV.....	35
5.4.3	Vnútorne výnosové percento .....	36
5.4.1	Index rentability.....	36
5.4.2	Rekapitulácia výpočtov jednotlivých ukazateľov .....	37
5.5	Citlivostná analýza .....	37
5.6	Náklady životného cyklu - LCC .....	38
6	Záver.....	39
7	Zoznam použitej literatúry .....	40
8	Zoznam použitých skratiek a symbolov .....	43
9	Zoznam použitých vzorcov .....	43
10	Zoznam použitých obrázkov.....	44
11	Zoznam použitých tabuliek.....	45
12	Zoznam použitých grafov.....	46
13	Zoznam príloh .....	47

# 1 Úvod

Fotovoltická energia sa v súčasnej dobe stáva jedným z kľúčových pilierov na ceste k udržateľnej a ekologicky prijateľnej budúcnosti v stavebníctve. Stáva sa trendom pri malých rodinných domoch, veľkoplošných halách aj výškových budovách. Hlavnou témou pri výstavbe je úspora nákladov na energiu. Spolu s narastajúcou potrebou zníženia emisií skleníkových plynov a závislosti na štandardných spôsoboch získavania elektrickej energie, posilňuje záujem o fotovoltické elektrárne ako atraktívnu alternatívu.

Táto bakalárska práca sa zaoberá ekonomickou efektivitou pri výstavbe a následnom užívaní fotovoltickej elektrárne. Je teda primárne zameraná na hodnotenie toho, či je takéto riešenie ekonomicky výhodné.

Bakalárska práca je rozdelená na dve časti. V prvej časti sa zameriava na históriu, vývoj a delenie fotovoltickej elektrárne po technickej stránke. Následne na financovanie takéhoto typu investície a popis vyhodnotenia ekonomickej efektívnosti, to znamená definovanie zdrojov dát a vhodných ukazateľov pri vyhodnocovaní.

Druhá časť sa zaoberá prípadovou štúdiou realizácie fotovoltickej elektrárne a následnej prevádzky na streche výrobnéj haly, ktorá sa nachádza v obci Víglaš na Slovensku. Tento investičný zámer bude následne porovnaný s totožnou budovou so štandardným zdrojom energie.

## 2 Fotovoltaická elektrárň

Fotovoltická elektrárň je inštalácia, ktorá premieňa slnečné žiarenie pomocou fotovoltických článkov v paneloch na elektrickú energiu. K tejto konverzii dochádza v článkoch, ktoré sú zložené z polovodičových materiálov, prijímajúcich fotóny zo slnečného žiarenia. Fotóny, ktoré dopadnú na fotovoltický článok, vytrhnú elektróny z obalu atómu kremíku, čo vedie k vytvoreniu elektrickej energie.

### 2.1 História a vývoj FVE

K prvému objavu v súvislosti s FVE prišiel francúzsky fyzik Alexander Edmond Becquerel. Pri experimente s kovovými elektródami ponorenými v elektrolyte zistil, že pri ich osvetlení začne prechádzať malé množstvo prúdu. [1]

Prvý fotovoltický článok (tzn. v tuhej forme) s použitím selénu vytvorili William Grylls Adams and Richard Evans Day v roku 1877. Významným míľnikom bol však rok 1883, kedy Charles Fritts vyvinul článok vyrobený zo selénového polovodiča s tenkou vrstvou zlata a s plochou 30 cm<sup>2</sup>, účinnosťou približne 1 % a bolo možné ho vyrábať hromadne. Hoci táto účinnosť bola nízka a komerčná výroba nebola možná, tento pokrok naznačoval veľký potenciál pre ďalší rozvoj technológie. [1][6]

Limitujúcim faktorom pri rozvoji na začiatku bol tiež fakt, že vedcom nebolo úplne jasné, aký mechanizmus má za následok vznik elektrického prúdu vo fotovoltických článkoch a aké obmedzenia a možnosti súvisia s premenou slnečného žiarenia na elektrickú energiu.

Prvé fotovoltické články z kremíku s pomocou iného prvku (to znamená články s p-n prechodom) s účinnosťou 6 % boli vyrobené v laboratóriách Bell Laboratories v roku 1954. Účinnosť bola dostatočná aj pre praktické využitie, no kvôli nutnosti používať veľmi čistú formu kremíku mali takéto fotovoltické články stále vysokú cenu. [1]



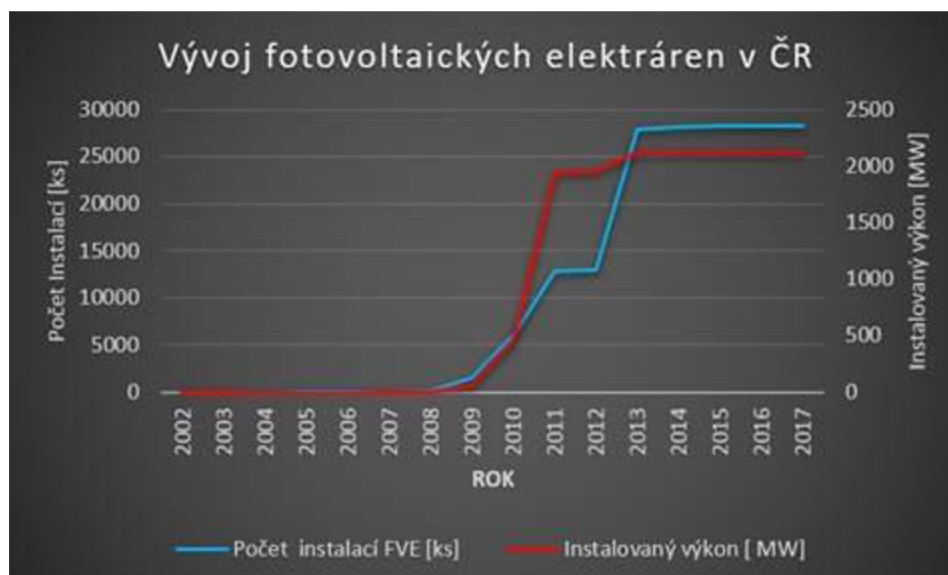
Obrázok 1: Prezentácia FV panelu 1954 [5]

## 2.1.1 Počiatky FV technológie v komerčnom prostredí

Svoje uplatnenie tak našli fotovoltaické články až o tri roky neskôr, ako zdroj energie pre umelé družice. Tam vyššia cena nehrala rolu a bola to v podstate jediná reálna cesta, ako zaistiť napojenie napríklad telekomunikačných družíc vo vesmírnom prostredí. [1] [2]

Použitie FV článkov na pozemské účely sa objavilo až v sedemdesiatych rokoch. Na začiatku sa využívali na napájanie navigačných svetiel a zabezpečovacích zariadení, ktoré nemohli byť pripojené k elektrickej sieti. Rozšírenie ich využitia nastalo po ropnej kríze. Štáty začali hľadať spôsoby, ako sa oslobodiť od závislosti na ropu, a začali financovať výskum nových energetických technológií. Dôležitú úlohu v tom zohrala aj masová výroba čistého kremíka, ktorá sa stala cenovo dostupnejšou. [1] [2]

Skutočný rozmach na trhu s fotovoltaikou nastal až na prelome rokov 2008-2009, odkedy trh s FVE zaznamenal prudký rast.



Graf 1: Vývoj fotovoltaických elektrární v ČR 2002-2017 [3]

## 2.2 FVE v súčasnosti

### 2.2.1 Účinnosť FV panelov

Súčasný FV dosahujú účinnosť priemerne na úrovni 20 %, pričom maximálna účinnosť je fyzikálnymi zákonmi obmedzená na 34 %. To znamená, že štandardne sa na užitočnú elektrickú energiu sa premení práve pätina dopadajúcej slnečnej energie.

Hlavnými faktormi ovplyvňujúcimi účinnosť panelov je typ FV článkov, teplota okolia, intenzita slnečného žiarenia, sklon a orientácia voči slnku a v neposlednom rade čistota a zatienenie panelov.

V praxi to znamená, že s rastúcou účinnosťou panelov je systém schopný vyrábať viac elektriny z danej plochy. Je však nutné zohľadniť, že systémy s vyššou účinnosťou sú spravidla drahšie. Je preto potrebné tento aspekt zohľadniť pri prepočte nákladov a navrhnúť špecifické ekonomické riešenie pre každý projekt. [4]

### 2.2.1 Výkonnosť FV panelov a stratové faktory zariadenia

S rastúcou účinnosťou rastie aj samotný výkon.[4] Ten sa meria v merných jednotkách wattpeak (skrátene Wp). Táto jednotka označuje menovitý výkon FV panelu v ideálnych podmienkach, skrátene nazývaných STC. [6]

Štandardné testovacie podmienky pre meranie kWp sú nasledovné:

- Energia dopadajúca na FV panel kolmo s hodnotou  $E = 1 \text{ kW/m}^2$ .
- Priezračnosť atmosféry (airmass)  $A_m = 1,5$ .
- Teplota článkov FV panelu  $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Rozsah dopadajúceho žiarenia, podobajúci sa svetlu zo Slnka, ktoré dopadá na Zem v zemepisnej šírke  $35^\circ$  severnej šírky.

V praxi to znamená, že v podmienkach na území ČR vyrobia fotovoltaické panely s výkonom 1 kWp ročne približne 950-1050 kWh elektrickej energie. [8] [6] [7]

Pre nájdenie predpokladu výsledného výkonu musí byť zohľadnená miera ožarovania slnkom a kvalita žiarenia. Pre ohodnotenie akosti FV žiarenia slúži súčiniteľ PR (z angl. Performance ratio). Vyjadruje pomer skutočného energetického výnosu ( $E_{real}$ ) a teoreticky očakávaného energetického výnosu ( $E_{ideal}$ ) v kWh/m<sup>2</sup> fotovoltaického zariadenia. [7]

(Vzorec 1)

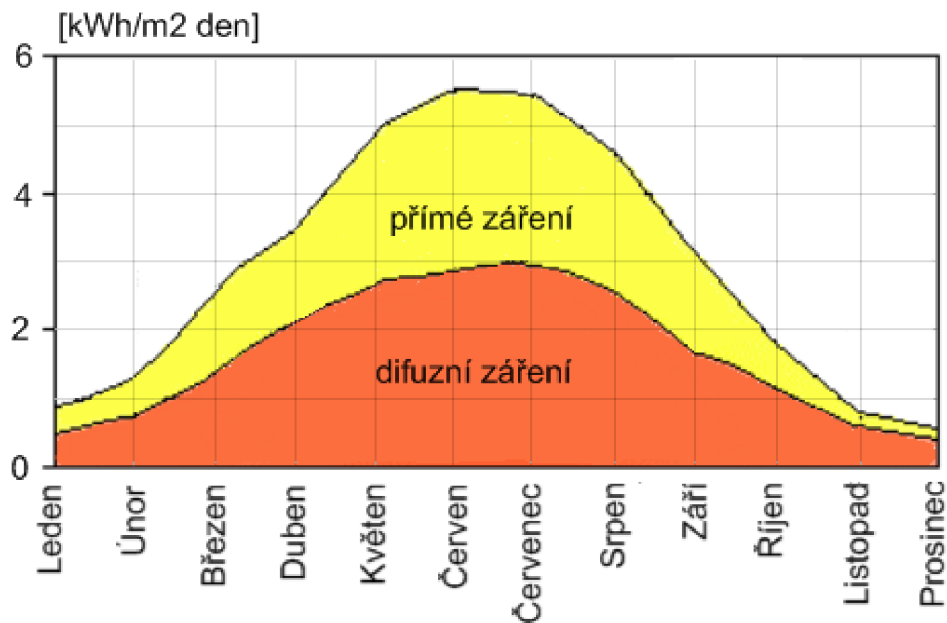
Vzorec PR [7]

$$PR = \frac{E_{real}}{E_{ideal}}$$

Spravidla je hodnota PR pri strešných zariadeniach v rozmedzí 70 až 85 %. Tento predpoklad prináša istotu investície. Vďaka nemu vedia investori odhadnúť výnos, ktorý môžu očakávať a ako hospodárne sú FV systémy. [7]

## 2.2.2 Druhy slnečného žiarenia

Slnečné žiarenie dopadajúce na povrch Zeme rozdeľujeme na difúzne žiarenie a priame žiarenie. Počas jasných dní bez oblačnosti prevažuje žiarenie priame, ktoré dopadá od Slnka priamo a bez vychýlenia. Naopak pri polooblačnom počasí, kde je slnečné žiarenie pred dopadom vychýlené mrakmi, hmlou, inverziou alebo prachovou vrstvou. Žiarenie tak dopadá takmer v celom objeme ako difúzne žiarenie bez určeného smeru dopadu. [7]

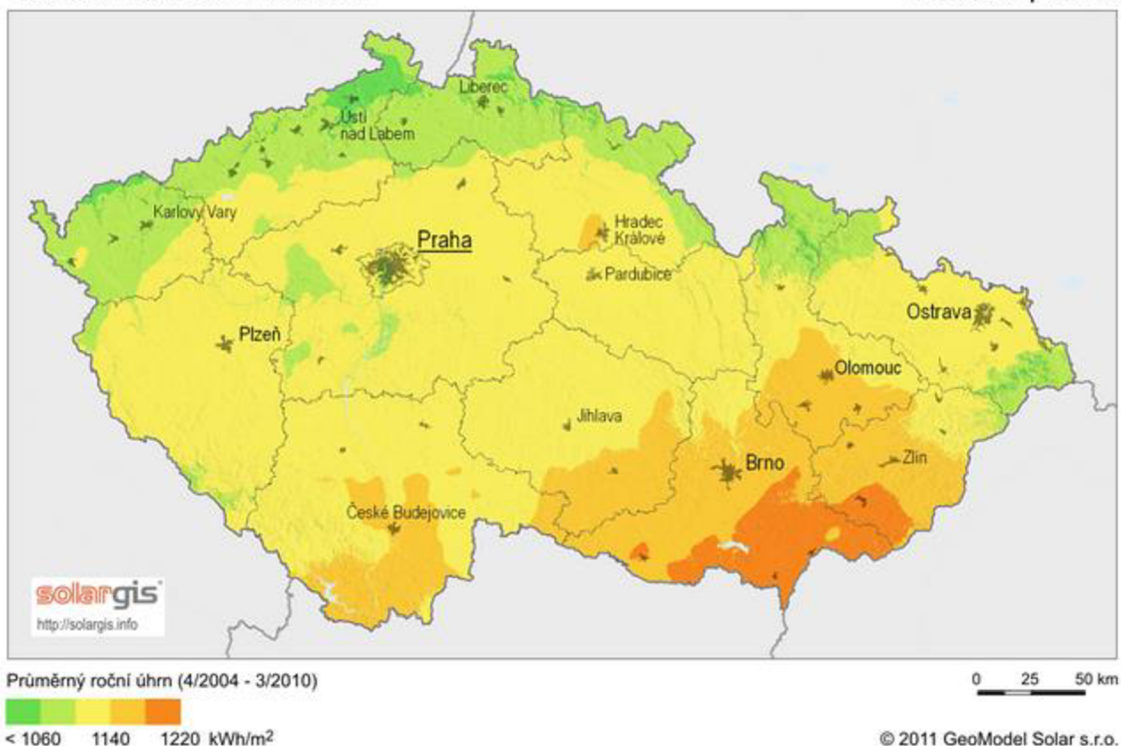


Obrázok 2: Veľkosť priameho a difúzneho žiarenia v jednotlivých mesiacoch. [9]

To môže mať za následok zníženie intenzity žiarenia pod  $1000\text{W/m}^2$ . Druh a intenzita žiarenia je ovplyvnená ročným obdobím, počasím či dennou dobou. Najzásadnejším faktorom pre umiestnenie a výber správneho fotovoltaického systému je zemepisná šírka, resp. oblasť kde bude elektrárň vybudovaná.

V horkých saharských oblastiach dosahuje miera dopadajúceho slnečného žiarenia až  $2500\text{ kWh/m}^2$ , v Nemecku je možné počítať s ročným slnečným žiarením v rozsahu  $900$  až  $1200\text{ kWh/m}^2$ . V prípade ČR sa toto rozhranie pohybuje v rozmedzí  $950$  až  $1340\text{ kWh/m}^2$ . [7]



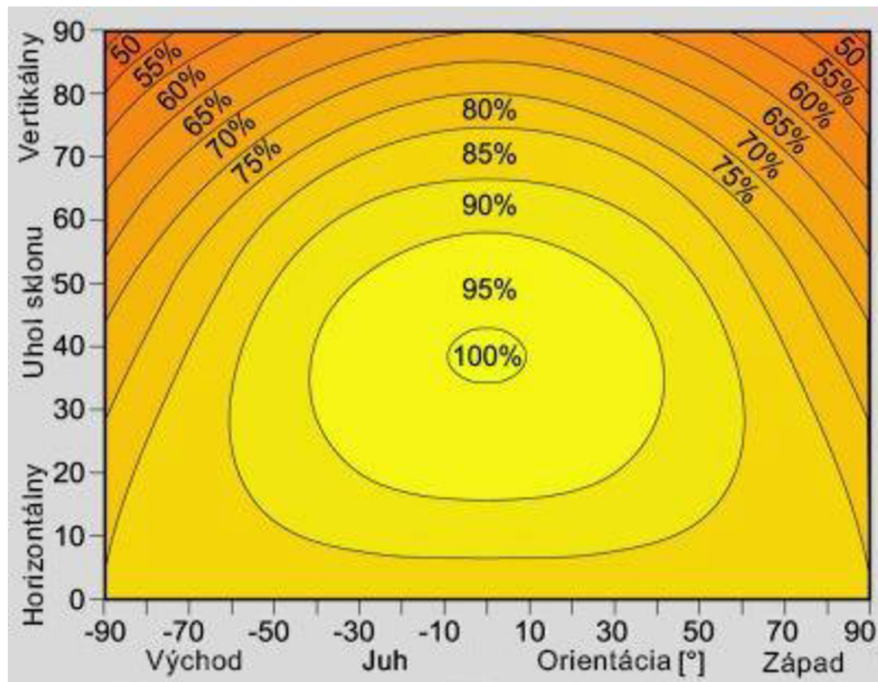


Obrázok 3: Horizontálne slnečné žiarenie a dopadajúca energia na územie ČR [10]

### 2.2.3 Umiestnenie a sklon modulu

Pre efektívne uloženie FV panelov je dôležitý správny návrh k Slnku a snaha o eliminovanie možného zatienenia plochy modulov. Pri existujúcich stavbách je umiestnenie predom obmedzené na plochu strechy a fasády. V prípade plochej strechy ponúka návrh uloženia úplnú voľnosť a možnosť ideálneho natočenia voči Slnku. Avšak, pri dome so štítom orientovaným na severojužným smerom je možné navrhnuť FV len na východnú a západnú plochu strechy a fasádu z južnej strany. [7]

V prípade, že budú FV panely uložené na streche, najvhodnejšie je ich orientovať ja juh, v sklone 30-35°. Keď sú panely zapojené v rade za sebou, existuje možnosť, že keď Slnko stojí tesne nad obzorom, budú sa jednotlivé panely navzájom zatieňovať. Je nevyhnutné zabezpečiť, aby medzi dvoma modulmi bol odstup o šírke dvojnásobku výšky modulu. [12]



Obrázok 4: Ideálne umiestnenie a sklon modulu [11]

## 2.2.4 Rozdelenie FV podľa typu materiálu

### Monokryštalický FV panel

Už z názvu vyplýva, že tento typ panelov sa skladá z jedného kryštálu kremíka. Jedná sa o základný a najstarší typ fotovoltaických článkov, rozmer jednotlivých kryštálov sa pohybuje od 10 do 15 cm. [7] Dosahujú účinnosť cez 21 % (priemerne 15-17 %) a na výrobu 1kW je potrebná plocha 6,7 m<sup>2</sup>. [12]

Tým, že sú články vyrobené z jedného kryštálu, sa povrch panelov vyznačuje rovnomernou tmavomodrou, až čiernou farbou. [7] Všeobecne platí, že monokryštalické panely sú najdrahšie (vzhľadom na náročnosť výroby) a zároveň najpoužívanejšie spomedzi všetkých typov.



Obrázok 5: Inštalované monokryštalické FV panely [14]

### **Polykryštalický FV panel**

Oproti monokryštalickému, sa polykryštalický článok skladá z viacerých kryštálov. Odlišuje sa žiarivo modrým povrchom a väčším rozmerom článku (od 10 po 21 cm). Ich účinnosť sa pohybuje v rozmedzí od 13 do 16 %. [7]

Polykryštalický kremík sa dá vyrábať jednoduchšie a lacnejšie, tzn. odlievaním čistého kremíku do foriem a rezaním vzniknutých ingotov na tenké plátky. Takto vyrobené články majú prirodzene nižšiu účinnosť – na styku jednotlivých kryštalických zŕn je väčší odpor. [1] [7]

Tento typ článkov sa často používa aj ako fasádny obklad, viditeľné hrany kryštálov pripomínajú leštený kameň, a tak sa s nimi môžeme stretnúť aj ako náhradou za tradičný mramor či sklo. [1]



Obrázok 6: Polykryštalické FV panely na streche [13]

### **Amorfný kremíkový FV panel**

Články z amorfného kremíku sú tenkovrstvým materiálom, ktoré majú oproti predošlým typom výhodu v tom, že na svoju spotrebujú podstatne menej materiálu, a vo výsledku sú pri veľkosériovej výrobe znateľne lacnejšie. Okrem tradičnej podoby panelov sa amorfné články vďaka svojej pružnej konštrukcii používajú ako krycie fólie na strechy alebo okolo stĺpov. [1] [6]

Ich účinnosť sa pohybuje v rozmedzí 5 až 7 percent, v laboratórnych podmienkach bola dosiahnutá najvyššia hodnota 12 %. [1] Jeho výhodou je však vyššia citlivosť na rozptýlené slnečné žiarenie, čo znamená, že je vhodný na zle orientované strechy. Rovnako amorfné panely netrpia na prehrievanie pri výdatnom priamom žiarení. [15]



Obrázok 7: Amorfné FV panely súčasťou „solárnej farmy“ [13]

### **Nové trendy a alternatívy FV článkov**

#### **Telurid kadmia (CdTe)**

Výsledky výskumov hovoria, že tento materiál má veľkú schopnosť absorbovať slnečné žiarenie. Za bežných podmienok nie je lepší než kremík, avšak oproti amorfnému typu článku má vyššiu účinnosť (11 %). Hlavnou výhodou je nízka cena na watt výkonu a krátka doba energetickej návratnosti. [1] [7] [17]

Vyznačujú sa tmavozelenou až čiernou farbou solárnych článkov. Hromadná výroba prebieha od r. 2000, spôsobom vylučovania polovodičových vrstiev pri teplote 700° vákuovou metódou. [7]



Obrázok 8: CdTe panely v meste Brandenburg, Nemecko [13]

Predpokladá sa, že CdTe moduly budú svoj podiel na FV trhu navyšovať. V momente ako na tento typ technológie vypršal patent, výrobu zahájilo niekoľko firiem a panely CdTe sa stali súčasťou veľkých FV zariadení po celom svete. [1] [7]

### Galium arsenid (GaAs)

Je to typ tenkovrstvého článku, vyrobený zo zliatinového polovodičového materiálu s vysokou účinnosťou. Články nie sú citlivé na vyššie teploty a odolné voči pôsobeniu rádioaktívneho a kozmického žiarenia. Spravidla sú preto používané najmä v rámci vesmírnych programov a pre koncentrátorové moduly. Taktiež dosahujú oproti článkom na báze kremíku nadpriemernú účinnosť (častokrát presahujúcu 30 %). Ich nevýhodou je najmä vyššia cena, čo je však dané vysokou kvalitou článkov. [6] [17]

## 3 Financovanie a dotácie

### 3.1 Interné zdroje

Medzi interné zdroje financovania patria najmä vlastné peniaze investora alebo nerozdelený zisk. [18] Zjednodušene ich tak môžeme nazvať ako financie z vlastného imania investora.

### 3.2 Externé zdroje

Externými zdrojmi financovania rozumieme najmä bankou alebo inou finančnou inštitúciou poskytnutý úver, dodavateľský úver alebo dotáciu. [18] [7] Pri hodnotení efektívnosti projektu FVE technológie hrajú dotácie zásadnú úlohu pri rozhodovaní investora, v súčasnosti sú na území Slovenskej republiky možné dve varianty čerpania dotačného príspevku.

#### 3.2.1 Zelená domácnostiam

V rámci Programu Slovensko 2021 – 2027 bude Slovenská inovačná a energetická agentúra (SIEA) poskytovať domácnostiam dotáciu pre zariadenia s využitím OZE vrátane fotovoltaiických a solárnych panelov v budovách na bývanie. [19]

Nárok na dotáciu dostávajú domácnosti s FVE technológiou je obmedzený na 3 kW. Ak však domácnosť preukáže faktúrou za bezprostredne predchádzajúce obdobie, že spotrebovala viac ako 3000 kWh/rok, môže byť maximálny podporovaný výkon sústavy navýšený do 7 kW. V prípade bytových domov sa výkon sústavy rozpočíta na bytové jednotky, pričom na jeden byt musí pripadať najviac 1 kW. [20]

Dotačný program tiež ponúka zvýhodnenie dotačného príspevku (navýšenie sadzby o 15 %) pre rodinné domy v prípade inštalácie bezemisných zariadení v oblasti riadenia kvality ovzdušia alebo pre domácnosti, ktoré prestanú používať tuhé palivá. [20]

Sadzba príspevku je štandardne 500 €/kW (maximálna možná dotácia 3500 €) a v prípade 15 % zvýhodnenia 575 €/kW (príspevok najviac 4 025 € pre rodinné aj bytové domy. [20]

### **3.2.2 Zelená podnikom**

Zelená podnikom predstavuje národný projekt, prostredníctvom ktorého budú môcť malé a stredné podniky získať príspevok do výšky 70 tisíc eur na vypracovanie energetických auditov a inštaláciu vhodných zariadení na OZE, na využívanie pre vlastnú spotrebu. V rámci FVE slúži ako podpora pre inštaláciu fotovoltických panelov a pre akumuláciu energie. [21]

Dotačné poukážky budú môcť pokryť až 40 % z celkových oprávnených výdavkov, podpora na spracovanie energetického auditu bude poskytnutá vo výške 45 % z celkových oprávnených výdavkov, najviac však 2 500 eur. [21]

Termín spustenia projektu nie je stanovený. Avšak obdobie, počas ktorého bude možno vydávať dotačné poukážky a žiadať o ich preplatenie, trvá do roku 2029, resp. do vyčerpania vyčlenených finančných prostriedkov. [21]

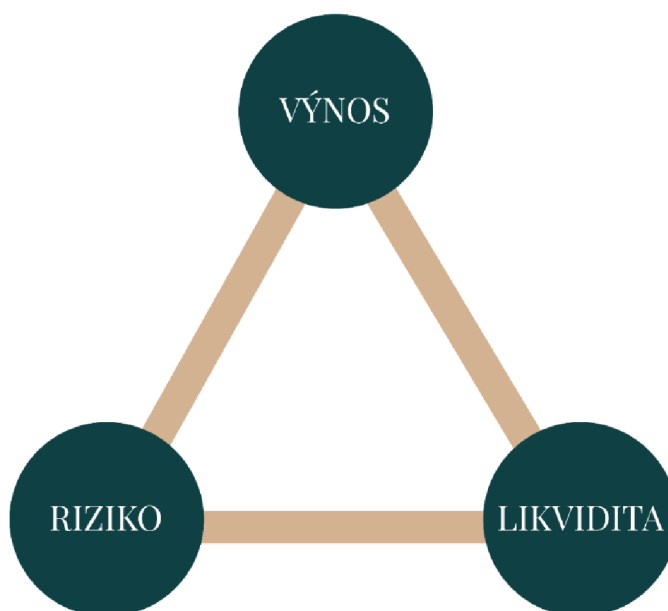
## 4 Investície

Pojem investícia môžeme definovať ako vzdanie sa určitých prostriedkov za účelom nadobudnutia vyššej hodnoty prostriedkov v budúcnosti. Investujeme teda za predpokladu, že budúca hodnota našich investovaných finančných prostriedkov prevýši ich súčasnú reálnu hodnotu. Tento nárast hodnoty nieje garantovaný, a jej rozdiel oproti súčasnej hodnote je akousi odmenou investora za vykonanú investíciu. [24]

Investovanie sa zameriava na potenciál hocikákeho produktu s potenciálom rastu alebo príjmu v budúcnosti. Vo všeobecnosti tak za investíciu môžeme považovať aj kroky v rámci kognitívneho sebarozvoja jednotlivca alebo nadobudnutie určitých zručností počas vzdelávacích procesov (naučenie jazyka, finančná gramotnosť a pod.) [24]

### 4.1 Magický trojuholník

Rozhodnutie investovať ovplyvňuje mnoho vnútorných aj vonkajších faktorov, ako aj preferencie investora. Hlavnými rozhodujúcimi atribútmi každej investície sú riziko, výnos a zisk. Snom každého investora je investičný produkt, pri ktorom dosiahne najvyšší možný výnos spojený s nízkym rizikom a ktorý má čo najvyššiu likviditu.[25]



Obrázok 9: Magický trojuholník [26]



Všeobecne však platí, že ak chceme dosiahnuť maximum jedného z týchto troch vrcholov, je nutné spraviť adekvátny ústupok ostatným dvom atribútom trojuholníka, respektíve minimálne na jednom z nich. [25]

## 4.2 Životný cyklus projektu

Každý investičný produkt alebo projekt predstavuje aktívum, ktoré je ohraničené časovým intervalom. Životný cyklus popisuje priebeh tohto obdobia od jeho vzniku, užívania a následnú likvidáciu respektíve zánik. V investičných prepočtoch delíme túto problematiku do troch hladín, ktoré sa prelínajú s realizáciou investičného zámeru, a to sú:

- Životný cyklus projektu stavby:
  - Jedná sa o obdobie od prvej idej o investíciu, následnú realizáciu projektu, prevádzku a konečnú likvidáciu.
- Životný cyklus stavby:
  - Súvisiaci s technickou životnosťou.
- Životný cyklus projektu v rámci podnikateľského zámeru:
  - Charakterizuje prevádzkové činnosti, z dôvodu ktorých bola stavba realizovaná.



Graf 2: Životný cyklus projektu [vlastné spracovanie]

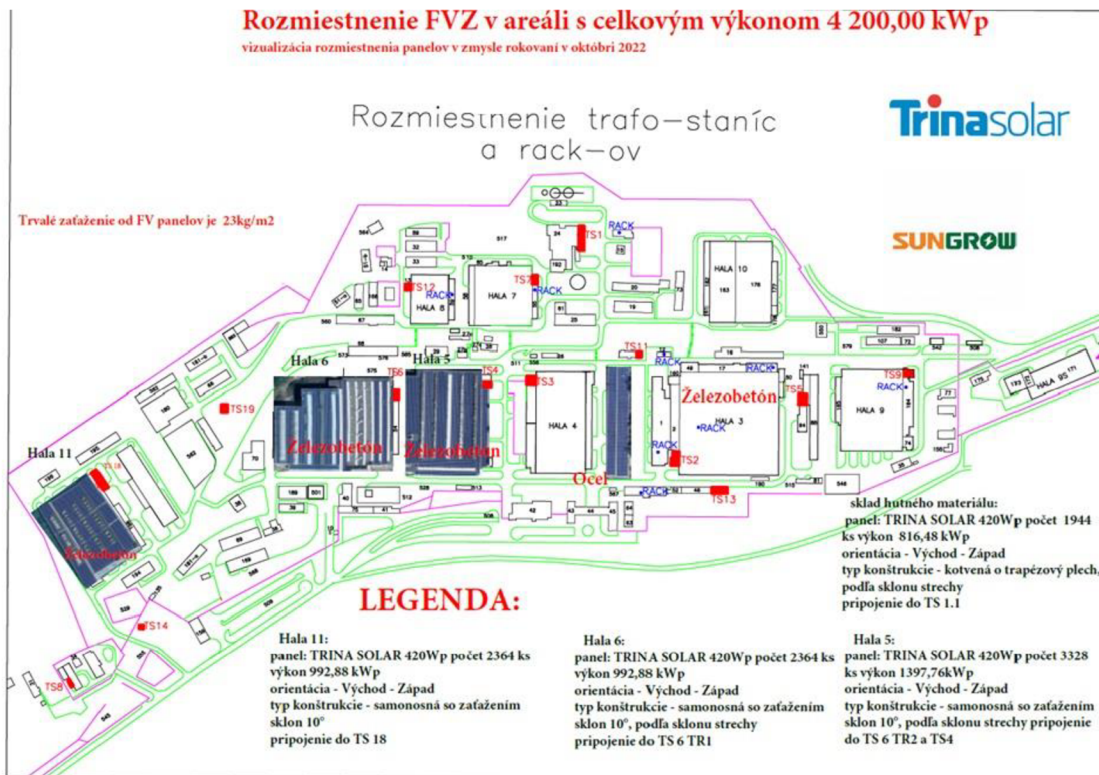
## 5 Prípadová štúdia

Pre spracovanie praktickej časti bakalárskej práce je použitý investičný zámer pre vybudovanie fotovoltaiického zariadenia na štyroch výrobné/skladovacích halách v obci Víglaš. Hodnotenie ekonomickej efektívnosti tohto projektu je posudzovaný v hodnotenom období 12 a 25 rokov. Podklady pre spracovanie tejto štúdie poskytla spoločnosť SSE a.s. – dodavateľská energetická spoločnosť pôsobiaca na Strednom Slovensku.

### 5.1 Technický popis

Riešený objekt sa nachádza v obci Víglaš, v okrese Detva. Fotovoltaiické zariadenia sú inštalované na plochých strechách štyroch hál v priemyselnom areáli obce (z dôvodu prosby investora o zachovaní anonymity nemožno túto lokalitu nijak viac špecifikovať). Celkový počet inštalovaných panelov je 10 000 ks s orientáciou na Východ – Západ a sklonom 10°. Každá hala je pripojená k inej trafostanici v rámci areálu budovy, pričom každá trafostanica disponuje rovnakým výkonom 1000 kVA. Stále zaťaženie panelov je 23 kg/m<sup>2</sup> a bolo zohľadnené pri statickom posúdení pred realizáciou FVZ.

V okolí objektov je dobre vybudovaná a málo frekventovaná infraštruktúra (cesty II. Triedy). Do budúca sa však počíta s väčšou frekventovanosťou z dôvodu výstavby troch nových hál v rámci areálu. Tým, že sú haly zasadené do priemyselnej oblasti, je inštalácia FVZ vítaná najmä z dôvodu odľahčenia distribučnej sústavy elektrickej energie. Zároveň dotvára určitý pozitívny vizuálny rozmer hál aj celého okolia. Rozmiestnenie FVZ v areáli je znázornené na nasledujúcom Obrázku 10.



Obrázok 10: Situácia výkresu riešených hál (viď príloha 2)

## 5.2 Ocenenie nákladov

V druhej časti sú popísané náklady spojené s počiatočnou investíciou do FVE a nákladmi spojenými s prevádzkou tohto zariadenia. Keďže sa jedná o investičný zámer, jednotlivé položky sústavy a jej prevádzkový manažment je odhadom a neodpovedá cenám zo samotnej realizácie.

### 5.2.1 Investičné náklady

Investičné náklady projektu vychádzajú z investičného odhadu spoločnosti SSE a.s. jednotlivých materiálov spolu s dopravou a montážou, nákladmi súvisiacimi s legislatívnou a projekčnou prácou, skúškou pred zapojením do plnej prevádzky a dokumentáciou skutočného stavu elektro sústavy.

Predmetom investičných nákladov je tiež riadenie celého projektu výrobcou elektriny v súčinnosti s distribútorom, ktorý po funkčných skúškach, odbornej prehliadke a odovzdaní zariadenia zaškolí personál investora a povereného revízneho technika. Výpis jednotlivých položiek FV sústavy je uvedený v Tabuľke 1 nižšie.

Položka	Množstvo	MJ
<b>Materiál</b>		
FV panely Trina Solar Energy	1	kpl
Meniče Goodwee	1	kpl
3phase meter	1	kpl
Smart Meter + príslušenstvo	1	kpl
Komunikačná brána	1	kpl
Úprava bleskozvodovej sústavy	1	kpl
Meracie trafá	1	kpl
HRM, istenie, prep.ochrany	1	kpl
Konektor, zásuvka +	1	kpl
Konektor, zásuvka -	1	kpl
Kabeláž	1	kpl
Konštrukcia Al nerez	1	kpl
Doprava, prenos dát na dispečing distribútora, legisl. manažment, dokumentácia pre dispečing, manipulácia a zdvíhacie mechanizmy, lešenia, montážne plošiny, žeriav, kompl. montáž, elektromontáž a oživenie, NN revízia FV systému, dokumentácia skutoč. stavu (elektro)	1	kpl

Tabuľka 1: Výpis položiek FV sústavy (viď príloha 2)

Celkové investičné náklady boli vyčíslené na **4 387 628 €**.

## 5.2.2 Prevádzkové náklady

Prevádzkové náklady vychádzajú z nákladov vynaložených na pravidelné ročné revízie sústavy a prenos dát na dispečing distribútora. Náklady na prevádzku FVE boli pri takto rozsiahlom projekte stanovené odhadom výrobcom a distribútorom elektrickej energie.

Hodnota prevádzkových nákladov je stanovená na **5 000 €/rok**.

Pri výpočte ukazateľa LCC je v 15. roku investície zohľadnený fakt, že dôjde k nutnej výmene meničov v rámci fotovoltickej sústavy, ktoré budú po pätnástich rokoch na konci svojej životnosti. Tento náklad je vyčíslený vynásobením počtu meničov a odhadovanej ceny podľa súčasnej trhovej ceny, zvýšenej o 25 %.

Postup výpočtu:

28 ks (počet meničov) x 1 250 € (cena meniča + 25 %) = 35 000 €

Cena za výmenu meničov na FVE sústave je preto stanovená na **35 000 €**.

### 5.2.3 Náklady na likvidáciu

Náklady na likvidáciu FVE technológie tvoria neoddeliteľnú súčasť pri stanovení životného cyklu projektu.

V prípade FVZ zahŕňajú nasledujúce časti systému:

- Fotovoltaické systémy vrátane nosnej konštrukcie,
- káblové rozvody,
- meniče,
- meracie panely,
- komunikačné zariadenia,
- konektory a zásuvky.

Výsledná cena recyklačného poplatku je stanovená podľa nasledujúceho vzorca:

Vzorec 1  
Výpočet recyklačného poplatku [22]

Výkon FVE v kWh x koef. prepočtu na vyhláškové kg x cena RP za kg

Položka	Hodnota
Výkon	4 460 000 kWh
konverzný faktor	0,11
RP sadzba	0,16 €/kg
Spolu bez DPH	78 496 €
Spolu s DPH	94 980,16 €

Tabuľka 2: Výpočet recyklačného poplatku [vlastné spracovanie]

Sadzba recyklačného poplatku je stanovená podľa cenníku SEWA (Slovak Electronic Waste Energy), (viď príloha 3)

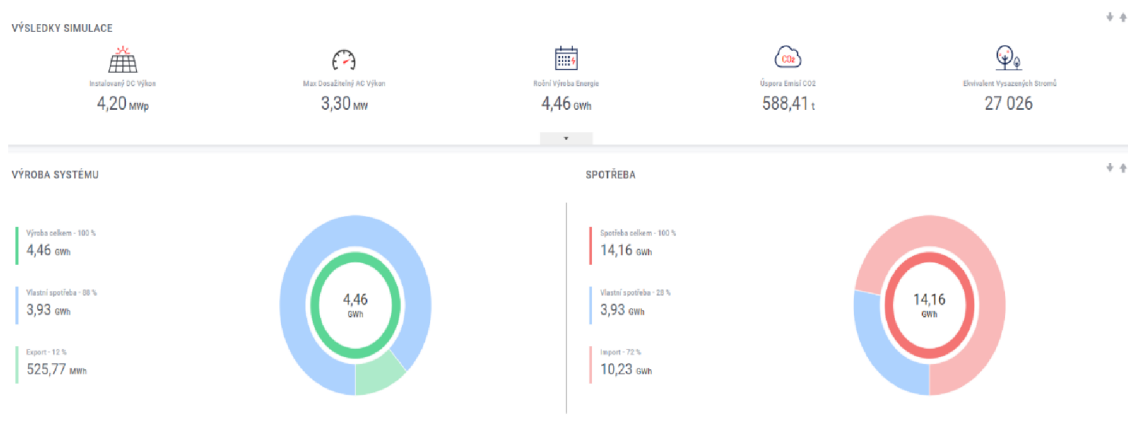
Náklady na likvidáciu pre účely výpočtu ukazateľa LCC sú **94 980,16 €**.

### 5.3 Vstupné hodnoty pre výpočet

Táto kapitola zhrňa všetky podklady pre výpočet analýzy ekonomickej efektívnosti projektu výstavby FVE elektrárne v rámci riešenej prípadovej štúdie.

### 5.3.1 Výkon fotovoltaickej sústavy

Výkon FVZ bol stanovený výpočtom výrobcu energie. Pri celkovom počte panelov 10 000 ks o nominálnom výkone 420 Wp je inštalovaný výkon sústavy 4,2 MWp. To znamená ročnú výrobu energie 4,46 GWh.



Graf 3: Vyhodnotenie simulácie výroby energie (viď príloha č.2)

### 5.3.2 Pomerné rozdelenie využitia elektrickej energie

Pri spracovaní vstupných hodnôt celkovej spotreby elektrickej energie hál a požiadavok investora na výkon FVE sústavy, bolo navrhnuté riešenie v nasledujúcom percentuálnom pomere:

- 88 % elektriny vyrobenej FVE sústavou bude určených na vlastnú spotrebu.
- Ostatných 12 % elektriny bude predávaných výrobcovi elektriny späť do distribučnej siete.

Tento pomer navrhol výrobca s distribútorom elektriny s prihliadnutím na fakt, že pri väčšom podiele predaja elektriny do siete by mohli vzniknúť lokálne preťaženia siete v letných mesiacoch. Zároveň sa splnila požiadavka investora na čo najväčšie využitie elektriny z FVZ na vlastnú spotrebu v prospech väčšej sebestačnosti podniku.

### 5.3.3 Cena elektriny

Cena elektriny pre vlastnú spotrebu podniku uvažovaná vo výpočte, je stanovená výrobcou elektriny. Hodnota vychádza z forwardových cien energie pre nasledujúce roky a zahŕňa započítanie ceny za distribúciu a systémové poplatky. Výsledná cena má hodnotu 340 €/MWh, pri výpočte je hodnota zaokrúhlená na **350 €/MWh**.

Výpočet tržieb z predaja elektriny pre výrobcu elektriny, ktorý nami vyrobenú elektrinu nakupuje, bola výrobcou elektriny stanovená ako cena za elektrinu k vlastnej spotrebe znížená o 1/7 celkovej hodnoty. Elektrina predávaná späť do siete je tak uvažovaná s cenou **300 €/MWh**.

### 5.3.4 Odpisy

FVZ bola z podstaty klasifikácie podľa prílohy č. 1 zákona o dani z príjmov SR zaradená do 3. odpisovej skupiny, s dĺžkou odpisovania 8 rokov a rovnomerným odpisovaním.

### 5.3.5 Diskontná sadzba

Diskontná sadzba pre výpočet návratnosti je odhadovaná na základe priemerných úrokových sadzieb z úverov bánk vydaných Národnou bankou Slovenska od roku 2016 do prvého štvrtého roku roku 2024. K výslednej priemernej hodnote 5,2 % je pripočítaných 0,5 %. Táto prirážka je pre účely výpočtu návratnosti pripočítaná z dôvodu volatility spotovej ceny elektriny na území Slovenskej republiky. (Výpočet uvedený v Prílohe 4)

Diskontná sadzba pre výpočet je stanovená na **5,7 %**.

### 5.3.6 Hodnotené obdobie

Pri výpočte ukazateľov ekonomickej výnosnosti (NPV, IRR) a v rámci citlivostnej analýzy je dĺžka hodnoteného obdobia **12 rokov**. Vyplýva to zo znalosti, že väčšina dodávateľov fotovoltaických panelov ponúka na svoje zariadenia záruku práve 12 rokov s garanciou, že za toto obdobie neklesne hodnota nominálneho výkonu panelu o viac ako 7 %.

Pre potreby výpočtu ukazateľa životného cyklu projektu som uvažoval s dĺžkou hodnoteného obdobia **25 rokov**. Väčšina výrobcov totiž životnosť svojich panelov garantujú – tá je definovaná časom, za ktorý neklesne výkon panelov o viac ako 15 až 20 %. To značí minimálnu dĺžku životnosti FV elektrárne na uvažovaných dvadsaťpäť rokov. [23]

Spotreba EE podniku ročne	14,16	GWh/rok	
Výroba EE z FVE	4,46	GWh/rok	
-z toho: na vlastnú spotrebu (88%)	3,92	GWh/rok	88%
-z toho: na predaj do siete (12%)	0,54	GWh/rok	12%
Cena integrovaná za spotrebu	1 373 680	€	350,00 €
Cena za predaj do distribučnej siete	160 560	€	300,00 €
Ročná úspora spolu	1 534 240	€	
Prevádzkové náklady - rok	5 000	€	
Ročná úspora (- náklady)	1 529 240	€	
Dĺžka odpisovania	8	rok	
Hodnota odpisov v prvom roku	137 113,38	€	
Hodnota odpisov v ďalších rokoch	548 453,50	€	
Daň z príjmu	21%	-	
Počiatočná investícia do FVE	4 387 628	€	
Spotreba podniku bez FVE - rok	4 956 000	€	
Diskontná sadzba	5,7%	-	

Tabuľka 3: Zhrnutie vstupných hodnôt [vlastné spracovanie]

## 5.4 Výpočet ekonomickej výnosnosti

Výpočet výnosnosti investície v tejto kapitole aplikuje vstupné hodnoty posudzovanej investície v rámci kapitoly 5.3 do nasledujúcich ekonomických ukazateľov:

- Výpočet Cash-Flow.
- Stanovenie čistej súčasnej hodnoty.
- Výpočet vnútorného výnosového percenta a indexu rentability.
- Výpočet diskontovanej doby návratnosti.
- Citlivostná analýza.
- Stanovenie nákladov na životný cyklus stavby ukazateľom LCC.



#### **5.4.1 Cash Flow**

Pre výpočet hospodárskeho výsledku po zdanení na konci každého roka v rámci hodnoteného obdobia, bola vytvorená tabuľka výnosov a nákladov, ktorá zohľadňuje výnosy z výroby elektrickej energie, náklady spojené s prevádzkou zariadenia, odpisy a daň z príjmu.

Následne je nepriamou metódou stanovený výsledný Cash-Flow a to zohľadnením nepeňažných výnosov (odpisy) a čistým hospodárskym výsledkom z predošlej tabuľky. Výsledný priebeh CF sa diskontoval diskontnou sazbou, z ktorej bola stanovená súčasná hodnota (PV).

## Prehľad výnosov/nákladov

ID	Položka	Jednotka	0 2022	1 2023	2 2024	3 2025	4 2026	5 2027	6 2028	7 2029	8 2030	9 2031	10 2032	11 2033	12 2034
1	Výnos	€		1 150 680	1 534 240	1 534 240	1 534 240	1 534 240	1 534 240	1 534 240	1 534 240	1 534 240	1 534 240	1 534 240	1 534 240
	- Úspora z vlastnej spotreby - 88% hodnoty	€		1 030 260	1 373 680	1 373 680	1 373 680	1 373 680	1 373 680	1 373 680	1 373 680	1 373 680	1 373 680	1 373 680	1 373 680
	- Predaj do distribučnej siete - 12% hodnoty	€		120 420	160 560	160 560	160 560	160 560	160 560	160 560	160 560	160 560	160 560	160 560	160 560
2	Prevádzkové náklady	€	0	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
3	Odpisy	€		137 113	548 454	548 454	548 454	548 454	548 454	548 454	548 454				
4	Hospodársky výsledok pred zdanení	€		1 008 567	980 787	980 787	980 787	980 787	980 787	980 787	980 787	1 529 240	1 529 240	1 529 240	1 529 240
5	Daň z príjmu	€		211 799	205 965	205 965	205 965	205 965	205 965	205 965	205 965	321 140	321 140	321 140	321 140
6	Hospodársky výsledok po zdanení	€		796 768	774 821	774 821	774 821	774 821	774 821	774 821	774 821	1 208 100	1 208 100	1 208 100	1 208 100

## Výkaz CF - Nepriama metóda

ID	Položka	Jednotka	0 2022	1 2023	2 2024	3 2025	4 2026	5 2027	6 2028	7 2029	8 2030	9 2031	10 2032	11 2033	12 2034
1	Hospodársky výsledok po zdanení	€		796 768	774 821	774 821	774 821	774 821	774 821	774 821	774 821	1 208 100	1 208 100	1 208 100	1 208 100
2	Odpisy	€		137 113	548 454	548 454	548 454	548 454	548 454	548 454	548 454				
3	Investičné výdaje	€	4 387 628												
4	CF	€	-4 387 628	933 881	1 323 275	1 323 275	1 323 275	1 323 275	1 323 275	1 323 275	1 323 275	1 208 100	1 208 100	1 208 100	1 208 100
5	Kumulovaný CF	€	-4 387 628	-3 453 747	-2 130 472	-807 197	516 078	1 839 352	3 162 627	4 485 902	5 809 177	7 017 276	8 225 376	9 433 476	10 641 575
6	CF dis.	€	-4 387 628	883 520	1 184 405	1 120 534	1 060 108	1 002 940	948 856	897 687	849 279	733 547	693 989	656 565	621 159
7	Kumulovaný CF dis.	€	-4 387 628	-3 504 108	-2 319 703	-1 199 169	-139 061	863 879	1 812 735	2 710 422	3 559 701	4 293 248	4 987 237	5 643 803	6 264 962
															PV 10 652 590

Tabuľka 4: Prehľad nákladov a výnosov, výpočet CF [vlastné spracovanie]

## 5.4.2 NPV

Po výpočte PV, ako súčtu diskontovaného CF v hodnotenom období, je stanovená čistá súčasná hodnota (NPV). Tá hodnotí projekt v rámci jeho hodnoteného obdobia, pričom samotný výpočet je založený na určení časovej hodnoty peňazí, tzn. diskontovaním. Hodnota výsledku je predpokladom, či boli finančné prostriedky investované efektívne, a to iba v prípade, že je celkový Cash Flow väčší alebo rovný veľkosti investičných nákladov. [28]

Postup výpočtu je teda charakterizovaný dvojicou vzorcov:

$$PV = \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i}$$

Vzorec 2  
Výpočet PV [28]

Vzorec 3  
Výpočet NPV [28]

$$NPV = PV - IC$$

PV.....	súčasná hodnota (Present value) [€]
CF.....	Cash Flow [€]
r.....	diskontná sadzba [%/100]
i.....	počet rokov
IC.....	investičné náklady (Investment cost) [€]

Čistá súčasná hodnota vychádza na **6 264 962 €**. To znamená, že investícia je výnosná a teda ekonomicky efektívna.

### 5.4.3 Vnútorne výnosové percento

Vnútorne výnosové percento, skratkou IRR (Internal Rate of Return), predstavuje percentuálne vyjadrenie toho, pri akej výnosnosti investície bude NPV rovno nule v rámci hodnoteného obdobia. [28]

Vzorec na výpočet IRR je možno vyjadriť z nasledujúceho vzorca pre NPV:

$$NPV = \sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1 + IRR)^i} = 0$$

Vzorec 4  
Výpočet IRR [28]

IRR..... vnútorne výnosové percento [%/100]

CF..... Cash Flow [€]

i..... počet rokov

Po dosadení do vzťahu vyšlo výnosové percento projektu **19,42 %**.

### 5.4.1 Index rentability

Index rentability vyjadruje, koľko € sa vráti investorovi z investovania jedného eura. Je vyjadrený podielom NPV a investičných nákladov. [28]

$$IR = \frac{NPV}{IC}$$

Vzorec 5  
Výpočet indexu rentability [28]

IR..... Index rentability [€]

IC..... investičné náklady (Investment cost) [€]

Index rentability v tomto prípade vychádza **2,43**. Zjednodušene sa dá povedať, že sa investorovi z jedného investovaného eura vráti viac ako dvojnásobok z objemu investičných nákladov.

## 5.4.2 Rekapitulácia výpočtov jednotlivých ukazateľov

ID	Položka	Jednotka	Hodnota
1	NPV	€	6 264 962
2	IRR	€	19,42%
3	Index rentability	€	2,43

Tabuľka 5: Rekapitulácia výsledkov finančných ukazateľov [vlastné spracovanie]

## 5.5 Citlivostná analýza

Citlivostná analýza je základnou metódou pre stanovenie rizík, podstatou analýzy je sledovať percentuálne zmeny vybraných parametrov. Pri vytváraní analýzy boli skúmané dve vstupné hodnoty, ktoré najviac ovplyvňujú výslednú ekonomickú efektivitu, a to:

1. Cena elektrickej energie
2. Investičné náklady

Pre výpočet citlivostnej analýzy boli percentuálne rozdiely oboch faktorov zvolené tak, aby boli výsledné sledované ekonomické ukazatele čo najpodobnejšie. Na základe percentuálnych zmien nami zvolených faktorov v úvode, bolo pri podobných sledovaných výsledných hodnotách posudzované, ktorý z faktorov je citlivejší na zmeny.

1. Zníženie ceny elektrickej energie o 30 % na 245,00 €.

Faktor č.1 - Zníženie ceny energie o 30%		
Switching value (NPV=0)	62,374%	131,69 €
Čistá súčasná hodnota NPV	3 251 703	
Index rentability NPV/I	1,74	
Vnútorne výnosové percento IRR	10,97%	

Tabuľka 6: Výsledky sledovaného parametra č.1 [vlastné spracovanie]

2. Zvýšenie investičných nákladov o 80 % na 7 897 730,00 €.

Faktor č.2 - Zvýšenie investičných nákladov o 80%		
Switching value (NPV=0)	167,263%	11 726 523 €
Čistá súčasná hodnota NPV	3 268 508	
Index rentability NPV/I	1,41	
Vnútorne výnosové percento IRR	6,49%	

Tabuľka 7: Výsledky sledovaného parametra č.2 [vlastné spracovanie]

Pri výpočte ekonomickej výnosnosti projektu fovoltaických elektrární je spravidla najviac sledovaným atribútom zmeny ekonomických ukazateľov investičný náklad technológie. Z analýzy však naopak vyplýva, že najkritickejšou premennou je zníženie ceny energie, respektíve všeobecne jej volatilita. Tento faktor sa však nedá nijak ovplyvniť ani predpokladať, je však nevyhnutné v rámci investičného rozhodnutia, tento fakt zväžiť.

## 5.6 Náklady životného cyklu - LCC

Náklady životného cyklu, v skratke LCC (Life Cycle Cost) obsahujú všetky náklady počas celého obdobia životného cyklu projektu, a teda náklady na kúpu, prevádzkové náklady a náklady na likvidáciu. [28]

Výpočet bol realizovaný podľa nasledujúceho vzorca:

Vzorec 6

Výpočet LCC [vlastné spracovanie]

$$LCC = C_k + \sum \frac{c_t}{[1+r]^i} + C_L$$

C<sub>p</sub>..... náklady na kúpu  
 r..... diskontná sadzba  
 C<sub>t</sub>..... prevádzkové náklady  
 C<sub>L</sub>..... náklady na likvidáciu  
 i..... počet rokov

Dĺžka životného cyklu bola stanovená na 25 rokov. Pri výpočte bol tiež zohľadnený pokles výkonu panelov. Po dvanástom roku životnosti je uvažované s poklesom výkonu o 1,5 % ročne, celkovo tak výkon sústavy na konci životnosti vykazuje výkon 80,5 % (19,5 % pokles výkonu).

Po výpočte LCC s FVE technológiou je porovnávaný výsledok s verziou bez FVZ - ktorá 100 % spotreby elektriny čerpá z distribučnej siete.

ID	LCC	Jednotka	Hodnota
1	bez FVE	€	123 900 000
2	s FVE	€	90 456 268
	Rozdiel		33 443 732

Tabuľka 8: Výsledné porovnanie LCC [vlastné spracovanie]

## 6 Záver

Bakalárska práca s názvom „Ekonomická efektívnosť fotovoltaickej elektrárne“ sa zaoberá históriou a vývojom fotovoltaickej technológie, popisom jednotlivých kritérií návrhu a jej delení. Popisuje financovanie tejto investície a jej dotačný program na území Slovenskej republiky. Následne popisuje metodiku pre vyhodnotenie ekonomickej výnosnosti, čo na konci overí v podobe prípadovej štúdie na modelovom príklade s dôrazom na zhodnotenie všetkých rizík spojených s takouto investíciou.

Praktická časť sa zaoberá hodnotením efektívnosti zrealizovaného projektu výstavby fotovoltaickej technológie na strechách štyroch hál v rámci priemyselného areálu v obci Víglaš na Slovensku. Výstupy výpočtov z ekonomických ukazateľov poukazujú na výhody aj nevýhody tohto riešenia a funkčnosť zariadenia ako celku.

Z výsledkov praktickej časti práce vyplýva, že fotovoltaická elektráreň v krátkodobom aj dlhodobom horizonte vhodnou investíciou. Avšak v skutočnosti môže byť vplyvom volatility cien elektrickej energie, zvýšením investičných nákladov či slabou dotačnou podporou, finančne náročnejšia v porovnaní s objektom, ktorá takýto princíp obnoviteľného zdroja energie nevyužíva.

Práca je priebežne dopĺňaná prehľadnými tabuľkami, grafmi a obrázkami pre lepšiu orientáciu v pojmoch a popis jednotlivých častí fotovoltaickej elektrárne. Jej obsah môže byť prínosný pre študentov stavebných či ekonomických oborov, ale aj menších investorov, a to pre praktické zhrnutie všetkých rizík spojených s realizáciou a následným používaním fotovoltaickej technológie.

## 7 Zoznam použitej literatúry

- [1] MURTINGER, Karel; BERANOVSKÝ, Jiří a TOMEŠ, Milan, 2009. *Fotovoltaika: elektrická energie ze slunce*. Praha: EkoWATT. ISBN 9788087333013
- [2] *The History of Solar*, 2000. Online. Dostupné z: [https://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar\\_timeline.pdf](https://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar_timeline.pdf). [cit. 2024-02-12]
- [3] *Jaký je vývoj fotovoltaiky v České republice? A jak si stojíme v Evropě?* Online. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/6385.jaky-je-vyvoj-fotovoltaiky-v-ceske-republice-a-jak-si-stojime-v-evrope>. [cit. 2024-02-12]
- [4] *Účinnost fotovoltaiky: co ovlivňuje, kolik elektriny vyrobí?* Online. Dostupné z: <https://www.woltair.cz/blog/fotovoltaika/ucinnost-fotovoltaiky-co-ovlivnuje-kolik-elekriny-vyrobi>. [cit. 2024-02-12]
- [5] *WCSA - Old Events - April 25, 2018 - Bell Labs Demonstrates the First Practical Silicon Solar Cell in 1954*, 2018. Online. Dostupné z: <https://wcsa.world/news/world-almanac-achievement-academy/wcsa-old-events-april-25-2018-bell-labs-demonstrates-the-first-practical-silicon-solar-cell-in-1954>. [cit. 2024-02-12]
- [6] *Solární energie*, 2013. Online. DOLEŽAL, Martin; NEVŘALOVÁ, Jana; OTÝPKA, Miloslav a VALA, Věroslav. Střední průmyslová škola strojní a stavební, Tábor, Komenského 1670. Dostupné z: [http://zelenymost.cz/files/solarni\\_energie.pdf](http://zelenymost.cz/files/solarni_energie.pdf). [cit. 2024-02-13].
- [7] HASELHUHN, Ralf, 2011. *Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu*. Ostrava: HEL. ISBN 9788086167336.
- [8] *Co označuje jednotka kWp*. Online. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/energie/solarni-energie/co-oznacuje-jednotka-kwp/>. [cit. 2024-02-13].
- [9] *Teorie fotovoltaiky*. Online. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz/fotovoltaika.aspx>. [cit. 2024-02-13]
- [10] *Solární energie ve veřejné dopravě*. Online. Dostupné z: <https://www.herman.cz/cs/clanky/clanky-a-technicke-informace/solarni-energie-ve-verejne-doprave>. [cit. 2024-02-13]
- [11] *Umiestnenie a orientácia solárneho kolektora*. Online. Dostupné z: <https://solarnepanelydomov.sk/umiestnenie-a-orientacia-solarneho-kolektora/>. [cit. 2024-02-13]



[12] QUASCHNING, Volker, 2010. *Obnovitelné zdroje energií*. Stavitel. Praha: Grada. ISBN 9788024732503

[13] *Víte jaké (ne)výhody nabízí monokrystalické a polykrystalické solární panely pro domácnost?*, 2022. Online. Dostupné z: <https://akuvrtacky.edilo.cz/vite-jake-nevyhody-nabizi-monokrystalicke-a-polykrystalicke-solarni-panely-pro-domacnost/>. [cit. 2024-02-17].

[14] *Monokrystalické panely*. Online. Dostupné z: <https://www.wattcontrol.cz/monokrystalicky-panel/>. [cit. 2024-02-17]

[15] *Amorfní panely*. Online. Dostupné z: <https://www.wattcontrol.cz/amorfni-panel/>. [cit. 2024-02-17].

[16] *What Are Cadmium Telluride (CdTe) Solar Panels? How Do They Compare to Other Panels?* Online. Dostupné z: <https://solarbuy.com/solar-101/cdte-cadmium-telluride-solar-panels/>. [cit. 2024-02-17].

[17] MURTINGER, Karel a TRUXA, Jan, 2010. *Solární energie pro váš dům*. Stavíme. Brno: Computer Press. ISBN 9788025132418 [cit. 2024-05-04].

[18] DUFEK, Zdeněk; KORYTÁROVÁ, Jana; APELTAUER, Tomáš; HROMÁDKA, Vít; FIALA, Petr et al., 2018. *Veřejné stavební investice*. Praha: Leges. ISBN 9788075023223 [cit. 2024-05-04].

[19] *Národné projekty*. Online. Dostupné z: <https://www.siea.sk/strukturalne-fondy-eu/program-slovensko/narodne-projekty/>. [cit. 2024-05-12].

[20] *Podmienky podpory*. Online. Dostupné z: <https://zelenadomacnostiam.sk/podmienky-podpory/podmienky-pre-rodinne-domy/#zakladne-sadzby>. [cit. 2024-05-14].

[21] Online. Dostupné z: <https://www.siea.sk/prostrednictvom-noveho-narodneho-projektu-siea-zelena-podnikom-bude-mozne-ziskat-prispevok-na-energeticky-audit-a-vyuzivanie-oze/>. [cit. 2024-05-14].

[22] *RECYKLAČNÍ POPLATKY ZE SOLÁRNÍCH PANELŮ: JAK JE VYPOČÍTAT, ÚČTOVAT A DAŇOVĚ UPLATNIT?* Online. Dostupné z: <https://www.duna.cz/oborove-novinky/recyklacni-poplatky-ze-solarnich-panelu-jak-je-vypocitat-uctovat-a-danove-uplatnit/>. [cit. 2024-05-16].

[23] *Jaká je životnost fotovoltaických panelů?* Online. Dostupné z: <https://ilios.cz/jaka-je-zivotnost-fotovoltaickych-panelu/>. [cit. 2024-05-16].

[24] *Investícia. (Investment)*. Online. Dostupné z: <https://www.investopedia.sk/2020/10/19/investicia-investment/>. [cit. 2024-05-16].

[25] *Slovník investora: Trojuholník investovania*. Online. Dostupné z: <https://sita.sk/vofinanciach/slovník-investora-trojuholník-investovania/>. [cit. 2024-05-16].

[26] *Všetko čo potrebujete vedieť o investovaní do akcií a obchodovaní na burze*. Online. Dostupné z: <https://www.tomasmaga.sk/investovanie/clanok/navod-na-investovanie-do-akcii-obchodovanie-na-burze>. [cit. 2024-05-16].

[28] KORYTÁROVÁ, J. *Ekonomika investic*. Brno: FAST VUT.2006. 166 s.

## 8 Zoznam použitých skratiek a symbolov

FVE	- Fotovoltická elektrárňa
p-n	- typ štruktúry v polovodičoch, vzniká spojením dvoch rôznych typov polovodičov – pozitívne a negatívne nabitých
FV	- fotovoltické
STC	- Standart Test Conditions
ČR	- Česká republika
SR	- Slovenská republika
PR	- koeficient výkonnosti, z angl. power ratio
FVZ	- fotovoltické zariadenie
VB	- virtuálna batéria
SPOT cena el.	- okamžitá cena el.
RP	- recyklačný poplatok

## 9 Zoznam použitých vzorcov

Vzorec 1: Výpočet recyklačného poplatku [22].....	29
Vzorec 2: Výpočet PV [28].....	35
Vzorec 3: Výpočet NPV [28].....	35
Vzorec 4: Výpočet IRR [28].....	36
Vzorec 5: Výpočet indexu rentability [28].....	36
Vzorec 6: Výpočet LCC [vlastné spracovanie].....	38

## 10 Zoznam použitých obrázkov

Obrázok 1: Prezentácia FV panelu 1954 [5].....	13
Obrázok 2: Veľkosť priameho a difúzneho žiarenia v jednotlivých mesiacoch. [9]..	16
Obrázok 3: Horizontálne slnečné žiarenie a dopadajúca energia na území ČR.[10] .....	17
Obrázok 4: Ideálne umiestnenie a sklon modulu [11].....	18
Obrázok 5: Inštalované monokryštalické FV panely [14].....	18
Obrázok 6: Polykryštalické FV panely na streche [13].....	19
Obrázok 7: Amorfné FV panely súčasťou „solárnej farmy“ [13].....	20
Obrázok 8: CdTe panely v meste Brandenburg, Nemecko [13].....	20
Obrázok 9: Magický trojuholník [26].....	24
Obrázok 10: Situácia výkresu riešených hál.....	27

## 11 Zoznam použitých tabuliek

Tabuľka 1: Výpis položiek FV sústavy.....	28
Tabuľka 2: Výpočet recyklačného poplatku [vlastné spracovanie].....	29
Tabuľka 3: Zhrnutie vstupných hodnôt [vlastné spracovanie].....	32
Tabuľka 4: Prehľad nákladov a výnosov, výpočet CF [vlastné spracovanie].....	34
Tabuľka 5: Rekapitulácia výsledkov finančných ukazateľov [vlastné spracovanie].....	37
Tabuľka 6: Výsledky sledovaného parametra č.1 [vlastné spracovanie].....	37
Tabuľka 7: Výsledky sledovaného parametra č.2 [vlastné spracovanie].....	37
Tabuľka 8: Výsledné porovnanie LCC [vlastné spracovanie].....	38

## 12 Zoznam použitých grafov

Graf 1: Vývoj fotovoltaických elektrární v ČR 2002-2017.....	14
Graf 1: Životný cyklus projektu [vlastné spracovanie].....	25
Graf 2: Vyhodnotenie simulácie výroby energie.....	30

## **13 Zoznam príloh**

Príloha 1: Výpočtová časť – ukazatele ekonomickej efektívnosti

Príloha 2: Investičný zámer fotovoltaickej elektrárne

Príloha 3: Recyklačný poplatok pre FVE – tabuľka

Príloha 4: Výpočet diskontnej sadzby