

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Ekonomická fakulta

Katedra aplikované ekonomie a ekonomiky

Diplomová práce

# **Technicko-ekonomická studie investič- ního projektu fotovoltaické elektrárny**

Vypracoval: Bc. Patrik Paterna

Vedoucí práce: Ing. Antonín Šmejkal, Ph.D.

České Budějovice 2023

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Ekonomická fakulta

Akademický rok: 2022/2023

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Patrik PATERNA  
Osobní číslo: E22552  
Studijní program: N0413A050036 Ekonomika a management  
Téma práce: Technicko-ekonomická studie investičního projektu fotovoltaické elektrárny  
Zadávající katedra: Katedra aplikované ekonomie a ekonomiky

### Zásady pro vypracování

#### Cíl:

Charakterizovat proces hodnocení investičních projektů na základě technicko – ekonomických studií v rámci předinvestiční přípravy. Uvést specifika investičních projektů do fotovoltaických elektráren. U vybraného investičního projektu do fotovoltaické elektrárny formulovat konečné investiční a finanční rozhodnutí.

#### Osnova:

1. Předinvestiční příprava a hodnocení investičních projektů
2. Kritéria hodnocení ekonomické efektivity
3. Peněžní toky, diskontní sazba, riziko a variantní řešení
4. Specifika investic do fotovoltaických elektráren
5. Případová studie – posouzení efektivity konkrétní investice do fotovoltaické elektrárny

Rozsah pracovní zprávy: 50-60 stran

Rozsah grafických prací:

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

#### Seznam doporučené literatury:

- Buzrla, T. (2018) *Potenciál a budoucnost solární energetiky*. Energie 21. Praha: Profi Press  
Fotr, J. & Souček, I. (2005). *Podnikatelský záměr a investiční rozhodování*. 1. vyd. Praha: Grada.  
Rose P. & kol. (2009). *Money and capital*. 10. ed., internat. ed. S. L.: McGraw – Hill.  
Scholleová, H. (2009). *Investiční controlling: jak hodnotit investiční záměry a řídit podnikové investice*. 1. vyd. Praha: Grada.  
Staněk, K. (2012). *Fotovoltaika pro budovy*. Praha: Grada pro Katedru konstrukcí pozemních staveb Fakulty stavební ČVUT v Praze

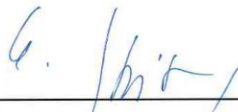
Vedoucí diplomové práce: Ing. Antonín Šmejkal, Ph.D.  
Katedra aplikované ekonomie a ekonomiky

Datum zadání diplomové práce: 20. ledna 2023  
Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2024



doc. RNDr. Zuzana Dvořáková Líšková, Ph.D.  
děkanka

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDEJOVICÍCH  
E: C.MISKOVA@FAROUK  
S. JUDĚNŤSKÁ 13 (26)  
370 00 České Budějovice



prof. Ing. Eva Kislingerová, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 15. března 2023

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum:

Bc. Patrik Paterna

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Antonínovi Šmejkalovi, Ph.D. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce. Rovněž bych chtěl poděkovat i své snoubence a rodině za podporu, a to jak při psaní této práce, tak v životě.

# Obsah

1. Úvod.....	8
2. Literární přehled .....	10
2.1. Předinvestiční příprava a hodnocení investičních projektů .....	10
2.1.1. Předinvestiční příprava .....	12
2.1.2. Hodnocení investičních projektů .....	14
2.2. Kritéria hodnocení ekonomické efektivity .....	15
2.2.1. Metody hodnocení ekonomické efektivity investic.....	17
2.3. Peněžní toky, diskontní sazba, riziko a variantní řešení .....	24
2.4. Specifika investic do fotovoltaických elektráren.....	27
2.4.1. Obnovitelné přírodní zdroje.....	27
2.4.1.1. Sluneční energie.....	27
2.4.1.2. Větrná energie.....	28
2.4.1.3. Vodní energie.....	28
2.4.1.4. Geotermální energie.....	30
2.4.1.5. Biomasa – energie z přírody .....	30
2.4.2. Fotovoltaika .....	31
2.4.2.1. Fotovoltaický článek.....	32
2.4.2.2. Fotovoltaický modul .....	32
2.4.2.3. Fotovoltaická elektrárna .....	33
2.4.2.4. Investice do FVE .....	35
2.4.2.5. Životnost fotovoltaického panelu .....	41
2.4.2.6. Současná situace fotovoltaiky v ČR .....	43
3. Metodický postup .....	45
3.1. Cíl práce.....	45
3.2. Výzkumné otázky .....	45
3.3. Metodický postup .....	46
3.4. Použité metody .....	46
4. Výsledky .....	48
4.1. Případová studie – posouzení efektivity konkrétní investice do fotovoltaické elektrárny .....	48
4.1.1. Charakteristika investičního projektu .....	48
4.1.2. Volba velikosti fotovoltaické elektrárny.....	49
4.1.3. Varianta č. 1 – Fotovoltaická elektrárna bez akumulace elektrické energie... 52	

4.1.4.	Varianta č. 2 – Fotovoltaická elektrárna s akumulací elektrické energie .....	53
4.2.	Stanovení peněžních toků .....	55
4.3.	Kritéria ekonomické efektivity.....	58
4.4.	Citlivostní analýzy .....	62
4.5.	Power Bi report .....	70
4.6.	Souhrn výsledků .....	72
5.	Závěr .....	74
I.	Summary .....	78
II.	Seznam použité literatury .....	79
III.	Seznam použitých obrázků, tabulek, grafů, vzorců a zkratk.....	84
IV.	Seznam příloh .....	86
V.	Přílohy.....	87

# 1. Úvod

Obnovitelné zdroje jsou nyní v České republice a v celém světě velmi aktuálním tématem. Aby se zabránilo globálnímu oteplování planety, je klíčové, aby celý svět přispíval k redukci skleníkových plynů. Na světové úrovni existují mezinárodní dohody uzavřené mezi různými státy, které mají za cíl řešit problémy se změnami klimatu. Jedna z nejznámějších mezinárodních klimatických dohod je Pařížská dohoda. Na úrovni Evropské unie patří mezi nejznámější Zelená dohoda pro Evropu (European Green Deal), která má za cíl dosáhnout na Evropské úrovni klimatickou neutralitu do roku 2050. Jednou z oblastí této dohody je tzv. čistá energetika. Energetika má totiž v Evropské unii největší podíl na celkových emisích skleníkových plynů. Hlavními zdroji těchto emisí je spalování fosilních paliv na výrobu elektrické energie a tepla. Snahou je tedy nahradit fosilní paliva obnovitelnými zdroji.

Strategie České republiky vychází převážně z výše uvedených mezinárodních dohod. Politika ochrany klimatu v České republice představuje základní strategický dokument v oblasti snižování emisí skleníkových plynů. Definiuje hlavní cíle a opatření směřující k jejich dosažení a současně se stává klíčovou strategií pro dlouhodobé snížení emisí v souladu s cíli Pařížské dohody. Státy se snaží motivovat občany a firmy k investování do technologií, jako je fotovoltaická elektrárna, které mohou pomoci splnit cíle strategií. Hlavní motivací je pomoc s financováním skrze dotační politiku. Je však důležité si uvědomit, že v některých případech nemusí být tyto technologie zcela ekonomicky efektivní investicí. Proto je nutné každý projekt posuzovat individuálně a zvažovat jeho dlouhodobý dopad a udržitelnost.

Cílem této práce je charakterizovat proces hodnocení investičních projektů na základě technicko-ekonomických studií, spolu s přiblížením základních pojmů z tématu. Další částí je uvedení specifik investičních projektů do fotovoltaických elektráren a následné vypracování případových studií spolu s formulací konečných investičních a finančních rozhodnutí.

Diplomová práce je rozdělena do několika kapitol. Těmi jsou: 1. Úvod, který slouží k uvedení čtenáře do tématu a seznámení s obsahem práce; 2. Literární přehled, který charakterizuje proces hodnocení investičních projektů spolu se specifiky investic do fotovoltaických elektráren; 3. Cíle a metodický postup, použité metody a popis dílčích



cílů; 4. Výsledky, v této kapitole jsou vytvořeny případové studie pro dvě varianty investice do fotovoltaické elektrárny. Pro tyto varianty jsou dále vypočteny nejpoužívanější metody hodnocení investic a v návaznosti na tyto metody jsou rovněž vytvořeny citlivostní analýzy, které umožní důkladněji posoudit a porozumět možným dopadům změn a nejistot na výsledky investičních rozhodnutí. Výsledky jsou shrnuty do interaktivních sestav, které poskytují investorovi přehledný a snadno srozumitelný pohled na výsledky a parametry investice; 5. Závěr, shrnuje výsledky diplomové práce a formuluje konečné investiční a finanční rozhodnutí.

## 2. Literární přehled

### 2.1. Předinvestiční příprava a hodnocení investičních projektů

Pojem investice je obvykle definován jako: „*Ekonomická činnost, při které dochází k vynaložení finančních prostředků s cílem dosažení budoucích výhod*“ (Partridge, 2022).

Investice jsou důležité pro každý podnik, který se chce rozvíjet a chce být konkurenceschopný. Investiční rozhodování ve firmě je tedy velmi důležitým prvkem firemní strategie, který by se neměl podceňovat, protože nesprávně zvolená investice může také způsobit finanční potíže. Je nutné věnovat čas předinvestiční přípravě, plánování a hodnocení investičních projektů (Synek, 2011).

Investiční projekt je považován za soubor koordinovaných činností, které mají za cíl dosáhnout stanoveného výsledku s definovaným koncem a začátkem (Kurowski & Sussman, 2011).

Klasifikace investičních projektů (Fotr & Souček, 2005):

#### **Dle závislosti projektů:**

*Vzájemně se vylučující projekty* – jsou projekty, které nemohou být provedeny zároveň.

*Nezávislé projekty* – jsou projekty, kde volba jednoho projektu neodstraňuje možnost výběru druhého projektu. Nejsou na sobě závislé.

#### **Dle věcné náplně:**

*Nové výrobky* – projekty se soustředí na výrobky a technologie, které jsou pro naši firmu nové, avšak na trhu jsou již osvědčené. Spolu se zaváděním těchto projektů je ve většině případech nutná investice i do nových zařízení pro výrobu.

*Výzkum a vývoj* – jedná se o projekty výzkumu a vývoje nových technologií a zboží na které následně navazují další projekty, které vývoj a výzkum dále využívají. Projekty výzkumu a vývoje tedy sami o sobě nemají vypovídací hodnotu pro hodnocení, a proto autor uvádí že jsou řazeny mezi projekty rizikové.

*Inovace IS* – zde mluvíme o projektech které mají za cíl zavést nové informační technologie do podniku. Tyto projekty se opět velmi špatně hodnotí, vzhledem k obtížnému kvantifikování jejich potenciálních přínosů.

#### **Dle formy realizace:**

*Akvizice* – jde o formu převzetí již existujícího podniku, který rozšiřuje podnikatelskou činnost.

*Investiční výstavba* – je určena pro zavedení nových výrobků a služeb nebo třeba pro zvýšení kapacit formou nové výstavby na zelené louce nebo v existujícím podniku.

#### **Dle vztahu k rozvoji podniku:**

*Projekty rozvojové* – umožňují rozšíření podnikatelské činnosti například v podobě zvýšení rozsahu výroby nebo zavedení nových produktů.

*Projekty obnovovací* – slouží pro výměnu opotřebovaného majetku na konci své životnosti za nový, pro zachování podnikatelské činnosti.

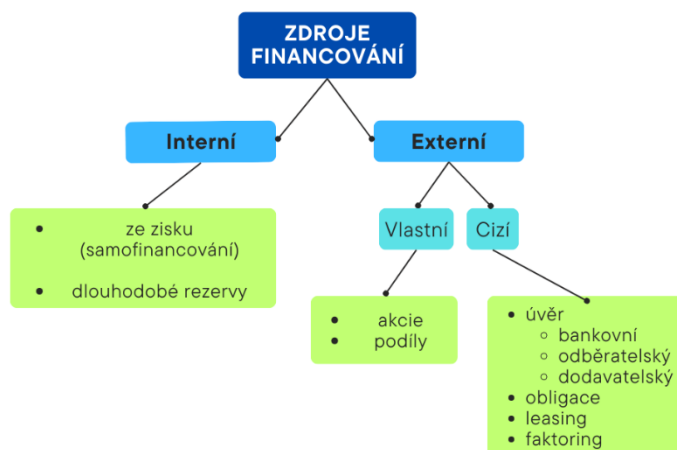
*Projekty mandatorní* – nepřinášejí podniku ekonomické výsledky, ale jsou určeny pro dodržení legislativních podmínek jako je bezpečnost práce, ochrana životního prostředí, atd.

#### **Zdroje financování investic:**

Cílem financování investic je snaha o minimalizaci nákladů na získání finančních zdrojů pro investiční projekty a zároveň snaha o nenarušení finančního zdraví podniku (Nývltová & Marinič, 2010).

Na Obrázku 1 je znázorněno základní členění zdrojů financování investic.

**Obrázek 1: Členění zdrojů financování**



*Zdroj: vlastní zpracování dle (Synek & Kislingerová, 2010)*

### 2.1.1. Předinvestiční příprava

Investiční projekty se rozdělují do několika fází života projektu:

- fáze předinvestiční,
- fáze investiční,
- provozní (operační),
- ukončení provozu a případná likvidace.

Každá z fází je pro podnik, který zvažuje investici velice důležitá, protože její splnění vykazuje úspěšnost projektu. Avšak velmi důležitá je fáze předinvestiční, která je dále přiblížena (Fotr & Souček, 2005).

#### **Předinvestiční fáze**

Fáze předinvestiční přípravy investic je klíčovým prvkem pro úspěšné uskutečnění projektů a jejich správný průběh. Tento proces vyžaduje širokou škálu odborných dovedností od pracovníků zapojených do přípravy, včetně ekonomů, techniků, právníků, atd. Velmi důležitá je týmová práce a efektivní komunikace mezi kolegy.

V této fázi by měli být zahrnuti a zpracováni tyto kroky:

1. identifikace podnikatelských příležitostí (opportunity study),
2. předběžná technicko-ekonomická studie (pre-feasibility study),
3. technicko-ekonomická studie (feasibility study) (Valach, 2010).

V prvním kroku jde o nalezení vhodných investičních příležitostí, pomocí analýzy trhu, poptávky, nových technologií, surovin, rizik, atd. Po získání těchto informací by měl být podnik schopen identifikovat několik příležitostí, které by měl dále stručně vyhodnotit a vytřídit. Tento krok by měl být málo nákladný, nejedná se o detailní vyhodnocení. Na konci tohoto kroku by tedy měl podnik mít několik vytříděných příležitostí kterým se bude věnovat v dalších krocích (Valach, 2010).

Druhým krokem je zpracování předběžné technicko-ekonomické studie. Studie však není nutná u každého projektu. Zpracovává se jen u velkých a finančně nákladných projektech. Tato studie je velmi podobná samotné feasibility study, jen s tím rozdílem, že není tak detailně zpracovaná a prověřená. V některých literaturách se uvádí, že procenta nepřesnosti informací mohou u této studie dosahovat až 50 %. Výsledkem této studie je stanovisko, zda projekt dále detailně zpracovat nebo zda ukončit projekt v této fázi příprav (Valach, 2010).

Závěrem předinvestiční fáze je zpracování samotné technicko-ekonomické studie (feasibility study), neboli tzv. prováděcí studie. Ta by měla zajistit všechny informace potřebné k investičnímu rozhodnutí (Valach, 2010).

Studie lze rozdělit na hlavních pět částí, jak je uvedeno na Obrázku 2. V každém projektu se však nemusí objevit všechny tyto části, neboť není pro konkrétní projekt některá z nich tak důležitá. U některých projektů si zpracovatelé některé části i nahrazují třeba částí prodejní, marketingové atd. (Mukherjee & Roy, 2017).

- **Technická (technical)**

Technická část určená pro projekty spojené s technologickým vývojem. Skupina technických expertů provádí komplexní analýzu podnikatelské příležitosti z technického hlediska, zda je vůbec možné projekt zrealizovat.

- **Ekonomická (economic)**

V této části mají ekonomové či externí specialista za úkol provést propočty investičních nákladů projektu, jeho financování, výnosy a náklady jak v období provozu, tak i v období samotných příprav. Dále by měla tato část obsahovat ukazatele ekonomické efektivity, které jsou přiblíženy dále v práci.

- **Právní (legal)**

Nutnost zahrnout právního specialistu pro prozkoumání právních požadavků, omezení a zákonů, aby nedošlo k protiprávnímu jednání.

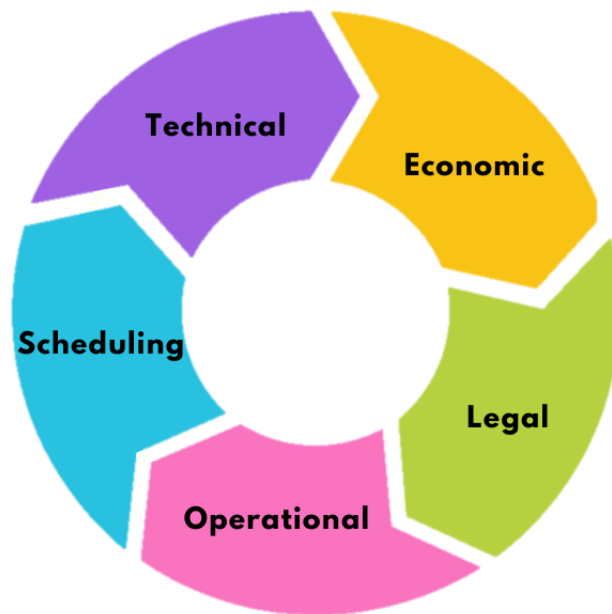
- **Provozní (operational)**

Tato část má za úkol analyzovat trh na který projekt bude vstupovat nebo na kterém se nachází, spolu s prognózou budoucího vývoje dle životnosti projektu. Dále má za úkol získat informace o konkurenci, o elasticitě poptávky, o výrobní kapacitě, atd.

- **Plánování (scheduling)**

V neposlední řadě je v rámci projektu nutné stanovit harmonogram spolu s časovým plánem jednotlivých etap (Mukherjee & Roy, 2017).

**Obrázek 2: Pět základních částí prováděcí studie**



*Zdroj: vlastní zpracování*

## **2.1.2. Hodnocení investičních projektů**

Hotová prováděcí studie projektu bývá často klíčovým prvkem pro zhodnocení projektu různými investičními a finančními společnostmi, které by mohly být potenciálními investory pro financování projektu. Tyto společnosti obvykle hodnotí projekt v souladu s vlastními cíli, přičemž zohledňují náklady, výnosy a rizikovost. Společnosti často nezajímá jen samotný projekt, ale i celkové finanční zdraví podniku, který má

projekt realizovat. Také je mohou zajímat očekávané výnosy akcionářů. Výsledky hodnocení jsou poté shrnuty v písemné hodnotící zprávě (appraisal report) (Fotr & Souček, 2005).

Další postupy a metody hodnocení investičních projektů a jejich efektivnost viz kapitola 2.2. Kritéria hodnocení ekonomické efektivnosti. Samotné hodnocení vede poté k rozhodnutí, které se dělí na rozhodnutí investiční (náplň projektu) a rozhodnutí finanční.

## **2.2. Kritéria hodnocení ekonomické efektivnosti**

Postup hodnocení efektivnosti investic dle autora (Synek, 2011) probíhá následovně:

- Určení kapitálových výdajů na investici.
- Odhadnutí budoucích čistých peněžních příjmů z investice spolu s rizikem.
- Stanovení nákladů na kapitál vlastního podniku.
- Výpočet současné hodnoty očekávaných výnosů a porovnání s výdaji.

Každý výše zmíněný krok je důležitý pro celkové hodnocení investice, avšak klíčovým a náročným krokem je realistický odhad budoucích příjmů a nákladů a správné stanovení nákladů na vlastní kapitál.

### **Kapitálový výdaj**

Valach (2010) popisuje kapitálové výdaje jako peněžní výdaje většího rozsahu, které mají za cíl se v dlouhodobém období přeměnit na budoucí peněžní příjmy. Jedná se o investici do dlouhodobých aktiv, které budou sloužit firmě po delší dobu.

Většinou se jedná o výdaje na:

- Pořízení dlouhodobého majetku – např. nákup nového stroje, nákup nového vozidla, výzkum a vývoj nových produktů, nákup nové výrobní linky, investice do vzdělávacích zařízení
- Výdaje na trvalý přírůstek oběžného majetku vyvolaný novou investicí – nákup nebo získání nových aktiv, která budou sloužit pro běžnou činnost podniku. Tyto výdaje mají za cíl zvýšit nebo rozšířit oběžný majetek podniku – např. nákup nových skladovacích jednotek – regálů, kontejnerů atd.

Tyto výdaje mohou být dále sníženy o příjmy z prodeje existujícího dlouhodobého majetku, který je nahrazován, dále mohou být upraveny o daňové efekty dle pravidel země (Valach, 2010).

Kapitálový výdaj se skládá z:

- pořizovací ceny investice (pořizovací cena + spojené náklady s pořízením),
- zvýšení čistého pracovního kapitálu (rozdíl zvýšení oběžného majetku a zvýšení krátkodobých závazků),
- výdaje na prodej a likvidaci nahrazovaného investičního majetku,
- daňových vlivů (Synek, 2011).

**kapitálový výdaj** můžeme tedy vyjádřit jako:

$$\mathbf{K = I + O - P \pm D} \quad (1)$$

K	kapitálový výdaj
I	výdaj na pořízení dlouhodobého majetku
O	výdaj na trvalý přírůstek čistého pracovního kapitálu
P	příjem z prodeje existujícího nahrazovaného dlouhodobého majetku
D	daňové vlivy (Valach, 2010).

U projektů, které v praxi trvají delší dobu, než je jeden rok, je nutné pro plánování a vyhodnocování zahrnout do výpočtů faktor času a kapitálové výdaje přepočítat s odpovídajícím diskontním faktorem (Synek, 2011).

### **Budoucí peněžní příjmy**

Odhadování budoucích peněžních příjmů je jedno z nekritičtějších míst v investičním rozhodování. Jejich odhad je velmi obtížný, protože je doba životnosti projektu značně větší než doba pořízení. Tím se nám zvětšuje riziko, že tyto očekávané budoucí příjmy nebudou dosaženy v důsledku faktoru času, vlivu inflace, tržní poptávky, konkurence a makroekonomických trendů.



Autor Valach (2010) definuje roční příjmy z investičního projektu během jeho celého trvání jako:

- zisk po zdanění, který projekt generuje každý rok,
- roční odpisy,
- změny oběžného majetku v souvislosti s investičním projektem,
- příjem z prodeje dlouhodobého aktiva na konci jeho životnosti, upravený o daňové vlivy.

Poté můžeme **peněžní příjem z investičního projektu** vyjádřit jako:

$$P = Z + A \pm O + P_m \pm D \quad (2)$$

- P celkový roční peněžní příjem z investičního projektu  
Z roční přírůstek zisku po zdanění, který investice přináší  
A přírůstek ročních odpisů z důsledku investice  
O změna oběžného majetku v důsledku investování během doby životnosti  
P<sub>m</sub> příjem z prodeje dlouhodobých aktiv koncem životnosti  
D daňový efekt z prodeje dlouhodobých aktiv koncem životnosti (Valach, 2010).

### 2.2.1. Metody hodnocení ekonomické efektivity investic

Při řešení investičních projektů je nezbytné využívat metodu, která nám umožní na základě předem stanovených parametrů posoudit, zda má projekt ekonomický smysl či nikoliv (Růčková & Roubíčková, 2012).

Ve volně dostupných literaturách se ve většině případů rozdělují metody hodnocení investic dle respektování či nerespektování faktoru času na:

- statické,
- dynamické.

## Statické metody hodnocení investic

Statické metody slouží k posouzení investičního projektu v konkrétním časovém okamžiku, obvykle na začátku projektu. Tyto metody nezohledňují faktor času. Namísto toho se soustředí na peněžní toky spojené s investičním projektem. Statické metody jsou jednoduché a snadno srozumitelné. Jejich použití je ideální pro vyloučení nevhodných variant ve fázi předběžného výběru investice (Scholleová, 2017).

Mezi statické metody řadíme:

**Celkový příjem** z investice, který lze jednoduše vypočítat jako součet veškerých peněžních toků

$$CP = CF_1 + CF_2 + \dots + CF_n = \sum_{i=1}^n CF_i \quad (3)$$

$CF_i$  cashflow v roce  $i$  (Scholleová, 2017).

**Čistý celkový příjem** z investice – je celkový příjem po odečtení všech počátečních výdajů. Aby firmy dále pracovaly s investičním projektem je jasné, že musí celkový čistý příjem vycházet kladný.

$$NCP = CP - IN = -IN + \sum_{i=1}^n CF_i \quad (4)$$

$CP$  celkový příjem

$IN$  počáteční investiční výdaj (Scholleová, 2017).

**Průměrné roční cash flow** plynoucí z investice umožňuje sledovat, jak pravidelně investice generuje peněžní prostředky.

$$\varnothing CF = \frac{CP}{n} \quad (5)$$

$CP$  celkový příjem

$n$  počet let životnosti investice (Scholleová, 2017).

**Průměrná roční návratnost** – průměrný procentuální roční návrat investované hodnoty. Průměrná roční návratnost umožňuje snadné srovnání různých investic.

$$\varnothing CF = \frac{\varnothing CP}{IN} \quad (6)$$

CP celkový příjem

IN počáteční investiční výdaj (Scholleová, 2017).

### **Doba návratnosti**

Konkrétně se jedná o dobu, za kterou se příjmy z investice vyrovnají původním investičním nákladům. Čím kratší je doba návratnosti, tím je investice lepší.

Nevýhoda však spočívá v tom, že doba návratnosti má své omezení, zejména, že ignoruje časovou hodnotu peněz, avšak tato nevýhoda lze eliminovat úpravou ukazatele ve formě diskontované doby návratnosti, která je popsána v následující kapitole. Tato metoda se často používá v důsledku její jednoduchosti a srozumitelnosti jako první rychlý přehled o návratnosti investice (Scholleová, 2017).

### **Dynamické metody hodnocení investic**

Tyto metody představují přístup, který zohledňuje časový průběh investičního projektu a bere v úvahu časovou hodnotu peněz a riziko. Tyto metody jsou používány u projektů s delší dobou ekonomické životnosti nebo s delší dobou pořizování aktiv. Dynamické metody vyžadují znalost časové hodnoty peněz, tj. schopnost určit budoucí hodnotu peněz a transformovat ji na současnou hodnotu (Valach, 2010).

**Budoucí hodnotu** určíme pomocí následujícího vzorce:

$$FV = C_0 (1+r)^n \quad (7)$$

kde

FV budoucí hodnota (future value),

$C_0$  částka investovaná dnes (v roce 0),

r úroková míra ( $\frac{\%}{100}$ ),

n počet let, během nichž je částka investována (Valach, 2010).

**Současnou hodnotu** potom získáme pomocí diskontování:

$$PV = \frac{C_n}{(1+r)^n} = C_n \times \frac{1}{(1+r)^n} \quad (8)$$

PV současná hodnota (present value),

$C_n$  hotovostní tok v roce  $n$ ,

$r$  diskontní sazba (úroková míra),

$n$  počet let (Růčková & Roubíčková, 2012).

kde poté  $\frac{1}{(1+r)^n}$  můžeme chápat jako tzv. odúročitel neboli diskontní faktor.

Diskontování tedy můžeme chápat jako postup, při kterém jsou budoucí výnosy z jednotlivých období přepočítány na současnou hodnotu (Fotr & Souček, 2005).

### **Čistá současná hodnota (Net Present Value, NPV)**

Představuje základní dynamickou metodu hodnocení investic. NPV udává kolik peněz daná investice v dané době životnosti přinese. NPV pracuje se současnými hodnoty všech příjmů a výdajů projektu. Jinými slovy se jedná o součet diskontovaného peněžního toku projektu během životnosti investice, kde pro výpočet diskontní sazby nejčastěji využívají průměrné náklady kapitálu WACC<sup>1</sup>, které jsou vysvětleny v následující kapitole (Scholleová, 2017).

Pro výpočet **čisté současné hodnoty** slouží následující vzorec:

$$\begin{aligned} NPV &= -IN + \frac{CF_1}{(1+WACC)} + \frac{CF_2}{(1+WACC)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+WACC)^n} = \\ &= -IN + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+WACC)^i} \end{aligned} \quad (9)$$

NPV čistá současná hodnota

IN počáteční investiční výdaj,

$CF_i$  hotovostní tok v roce  $i$

$N$  počet let

WACC průměrné náklady kapitálu (Scholleová, 2017).

---

<sup>1</sup> Průměrné náklady kapitálu (Weighted Average Cost of Capital)

Výsledek čisté současné hodnoty udává, zda je investiční projekt ekonomicky přijatelný nebo nikoliv. Interpretace výsledku NPV se obvykle interpretuje třemi možnými scénáři:

**1. NPV > 0:**

Kladná NPV vyjadřuje, že diskontované peněžní příjmy převyšují počáteční investiční výdaje, a tím tento scénář naznačuje, že investice nebo projekt je pro firmu přijatelný, protože dosahuje požadované míry výnosnosti.

**2. NPV < 0:**

Záporná NPV vyjadřuje, že diskontované peněžní příjmy jsou menší než počáteční investiční výdaje, což znamená že investice nedosahuje požadované míry výnosnosti a tím se stává pro firmu nepřijatelná.

**3. NPV = 0:**

NPV rovno nule naznačuje, že diskontované peněžní příjmy jsou přesně rovny počáteční investici. V tomto případě je požadovaná míra výnosnosti dosažena, ale investice nepřináší žádný dodatečný zisk nebo hodnotu nad a přesně odpovídá nákladům na investici (Valach, 2010).

Metodu NPV je možno využít i pro výběr mezi několika investičními varianty, kde platí, že za výhodnější variantu bude považována ta, která bude vykazovat vyšší hodnoty NPV. Je zde ale nutné dávat pozor na životnosti investičních variant, protože pokud budou životnosti rozdílné je potřeba je přepočítat na stejný nejmenší společný násobek všech životností (Scholleová, 2017).

### **Vnitřní výnosové procento (Internal Rate of Return, IRR)**

Představuje diskontní sazbu, při které je čistá současná hodnota (NVP) = 0, tj. matematické vyjádření:

$$-IN + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+IRR)^i} = 0 \quad (10)$$

IRR vnitřní výnosové procento

IN počáteční investiční výdaj

CF<sub>i</sub> hotovostní tok v roce i (Scholleová, 2017).

Pojem vnitřní výnosové procento představuje: „úrokovou míru, při které současná hodnota peněžních příjmů z projektu se rovná kapitálovým výdajům (event. Současné hodnotě kapitálových příjmů)“ (Valach, 2010).

Vnitřní výnosové procento (IRR) nachází své uplatnění při strategickém rozhodování ohledně přijetí či zamítnutí investičního projektu s konvenčními peněžními toky. Pokud bude  $IRR \geq WACC$  neboli pokud bude vnitřní výnosové procento větší než diskontní míra tak by podnik měl investici přijmout, v opačném případě by mělo dojít k zamítnutí (Fotr & Souček, 2005).

Metoda IRR sebou však nese i své nedostatky, a to že není univerzálně použitelná. U investičních projektů, které mají nekonvenční peněžní toky, jej nelze použít, protože začne nabývat více rozdílných hodnot. V tomto případě je lepší využít jiné metody hodnocení investic (Scholleová, 2017).

### **Rozdíl mezi konvenčními a nekonvenčními peněžními toky**

**Konvenční peněžní toky** uvedené v tabulce 1 značí peněžní toky, při kterých se znaménko (+ a -) mění pouze jednou – (např. záporný peněžní tok na začátku investice v podobě investičního výdaje a všechny ostatní toky kladné) (Fotr & Souček, 2005).

**Tabulka 1: Konvenční peněžní toky**

<b>ROK</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Peněžní tok</b>	-	+	+	+	+

*Zdroj: vlastní zpracování*

**Nekonvenční peněžní toky** zobrazené v tabulce 2 představují peněžní toky, při kterých se znaménko mění více než jednou (Fotr & Souček, 2005).

**Tabulka 2: Nekonvenční peněžní toky**

<b>ROK</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Peněžní tok</b>	-	+	-	-	+

*Zdroj: vlastní zpracování*

### **Index ziskovosti (Profitability Index, PI)**

Další z metod k posuzování investičních projektů. Vypočte se jako poměr mezi současnou hodnotou budoucích hotovostních toků a počátečních výdajů.

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+WACC)^i}}{IN} = \frac{PV}{IN} \quad (11)$$

PI index ziskovosti

PV současná hodnota budoucích hotovostních toků

IN počáteční investiční výdaj (Scholleová, 2017).

Index ziskovosti lze také využít pro rozhodnutí, zda investiční projekt přijmout či zamítnout. Projekt lze přijmout, pokud bude index ziskovosti větší nebo roven jedné ( $PI \geq 1$ ). Čím vyšší je hodnota indexu ziskovosti projektu nad jednotkou, tím více naznačuje ekonomickou výhodnost daného projektu. Umožňuje i srovnání investic s rozdílným množstvím vložených zdrojů (Synek, 2011).

### **Diskontovaná doba návratnosti**

Lze chápat jako dobu za kterou se investiční výdaje investičního projektu splatí diskontovanými peněžními příjmy. Dobu stanovíme pomocí součtu diskontovaných peněžních toků až do doby, kdy dosáhne součet kladných hodnot. Výsledkem metody je doba úhrady investičních výdajů (Fotr & Souček, 2005).

Problémem této metody stejně jako statické metody doby návratnosti je ignorování peněžních toků po splacení investičních výdajů. Dalším negativem může být neefektiv-

nost hodnocení pouze dobou návratností, protože některé projekty mohou mít dlouhodobý charakter, a přitom kladné výsledky, ale tím že je to dlouhodobý projekt tak investice s kratší dobou se může zdát jen podle této metody jako výhodnější (Scholleová, 2017).

## **2.3. Peněžní toky, diskontní sazba, riziko a variantní řešení**

### **Peněžní toky (cash flow)**

V předchozí kapitole byla popsána kritéria pro ekonomické hodnocení efektivnosti, a bylo zřejmé že pro výpočet některých z nich je třeba znát (stanovit) peněžní toky investičních projektů v celé délce jejich životnosti. Peněžní toky jsou tedy velmi důležité při hodnocení projektů, ale při jejich sestavování může dojít k velkému množství chyb, kvůli kterým může následně docházet k nepříznivému přijetí či zamítnutí projektu (Fotr & Souček, 2011).

Peněžní tok (cash flow) představuje tok peněžních prostředků jako jsou příjmy a výdaje projektu během své životnosti. Cash flow se sestavuje ve třech oblastech:

- investiční činnost,
- provozní činnost,
- finanční činnost (Taušl Procházková & Jelínková, 2018).

U investiční činnosti se jedná o peněžní toky, které souvisejí s investiční činností podniku, jako je pořízení dlouhodobého majetku, čistý pracovní kapitál a ostatní náklady kapitálového charakteru (Fotr & Souček, 2011).

V případě provozní činnosti mluvíme o peněžních tocích, které vznikají v průběhu provozu projektu. Jedná se o příjmy z tržeb, pohledávky a závazky, odpisy, atd. (Fotr & Souček, 2011).

V oblasti finanční činnosti mluvíme o peněžních tocích spojených s finanční činností podniku – vyplacení podílu na zisku, změna (+) základního kapitálu, vydání nových dluhopisů apod. (Taušl Procházková & Jelínková, 2018).



## Diskontní sazba

Ta je dalším důležitým prvkem pro stanovení kritérií ekonomické efektivity, protože se stejně jako cash flow používá pro výpočet některých ukazatelů.

Pro stanovení diskontní sazby tvoří základ: „*Diskontní sazba firmy, které zabezpečí jednak úhradu nákladů cizího kapitálu a odměna vlastníkům firmy*“ (Fotr & Souček, 2011).

Diskontní sazbu firmy poté nazýváme: **Průměrné náklady kapitálu (Weighted Average Cost of Capital – WACC)**.

Vzorec pro výpočet průměrných nákladů kapitálu:

$$\text{WACC} = c_e \times \frac{E}{D+E} + c_d \times (1-t) \times \frac{D}{D+E} \quad (12)$$

$c_e$  náklady vlastního kapitálu (očekávaná výnosnost vlastního kapitálu)

$c_d$  náklady na cizí kapitál (úrok)

$D$  (Debet) je cizí kapitál (dluhy)

$E$  (Equity) je vlastní kapitál

$t$  sazba daně (Schobinger, Filleux, & Ernst & Young, 2023).

Abychom mohli vypočítat WACC je tedy dle vzorce nutno znát:

- náklady vlastního kapitálu,
- náklady cizího kapitálu,
- podíly vlastního a cizího kapitálu,
- sazbu daně.

Dále je ze vzorce patrné že náklady cizího kapitálu jsou sníženy o úspory daně, protože jsou úroky daňově uznatelným nákladem – jedná se takzvaně o daňový úrokový štít (Fotr & Souček, 2011).

## Náklady vlastního kapitálu

Obecně lze říct, že náklady spojené s vlastním kapitálem podniku jsou větší než náklady na cizí kapitál. Je to zapříčiněno dvěma aspekty. Za prvé, riziko spojené s investi-

cí vlastníka do podniku bývá výrazně větší než riziko věřitele. Věřitel má jistotu pravidelných úroků bez ohledu na ziskovost dlužníka. Druhým aspektem je, že náklady na úroky mohou být daňově uznatelné, což vede ke snížení zisku, který slouží jako základ pro výpočet daně z příjmu (Fotr & Souček, 2011).

Stanovení nákladů na vlastní kapitál lze stanovit několika modely. Model CAPM neboli model oceňování kapitálových aktiv je nejběžnější metodou, která vyjadřuje vztah jako:

$$c_e = r_f + \beta \times MRP \quad (13)$$

$c_e$  náklady na vlastní kapitál

$r_f$  bezriziková úroková míra (v ČR se často pracuje se státním dluhopisem)

$\beta$  koeficient beta

MRP tržní riziková prémie (Schobinger, Filleux, & Ernst & Young, 2023).

### **Náklady na cizí kapitál**

Jsou to náklady spojené s použitím finančních prostředků, které společnost získává z externích zdrojů. Náklady spojené s využitím cizího kapitálu zahrnují očekávaný výnos, který poskytovatel cizího kapitálu očekává získat. Pro jejich stanovení se vychází z průměrné úrokové sazby, která je určena na základě velikosti a úrokové míry jednotlivých podnikových úvěrů (Růčková, 2019).

### **Riziko**

Každý investiční projekt je spojen s určitou mírou rizika. Definice pojmu riziko autor interpretuje jako: „*pravděpodobnost trvalé ztráty vložené investice*“ (Gladiš, 2021). Investoři mají různé postoje k riziku, a proto každý může riziko vnímat zcela odlišně. Podstupování rizika spojeného s investicemi je běžnou záležitostí, protože za podstoupení rizika očekáváme kompenzaci ve formě výnosů (Gladiš, 2021).

### **Variantní řešení**

U investičního rozhodování a zpracování analýz spojených s hodnocením efektivnosti může vzniknout několik variant řešení. Ty mohou zahrnovat různé scénáře ohledně volby typu technologie, umístění investice, financování projektu, čerpání dotací, atd. Každá varianta může mít nějaké výhody i nevýhody, a proto je důležité pečlivě prov-

nat varianty předtím, než dojde k rozhodnutí pro konkrétní investiční projekt. Do porovnávání je důležité zahrnout i vlastní představy a požadavky (Polách, 2012).

## **2.4. Specifika investic do fotovoltaických elektráren**

### **2.4.1. Obnovitelné přírodní zdroje**

Obnovitelnými zdroji se dle zákona č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, který byl naposledy novelizován s účinností od 1. 1. 2024, rozumí především: „*obnovitelné nefosilní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření (termální a fotovoltaická), geotermální energie, energie okolního prostředí, energie z přílivu nebo vln a jiná energie z oceánů, energie vody, energie biomasy a paliv z ní vyráběných, energie skládkového plynu, energie kalového plynu z čistíren odpadních vod a energie bioplynu,*“ (Česká republika, zákon č. 165/2012 Sb., 2012).

#### **2.4.1.1. Sluneční energie**

Již v dávných dobách byla sluneční energie velmi chtěná a člověk na ní byl závislý. Je vlastně zdrojem všeho živého, co se na zemském povrchu nachází. Sluneční energie pochází ze slunce, které je středem vesmíru. Slunce je z lidského úhlu pohledu nevyčerpatelným zdrojem energie, protože jeho zániknutí se odhaduje za cca 5 miliard let (Matuška, 2013).

Díky slunečnímu záření se na naší planetě zvyšuje teplota, vznikají srážky a větry a v neposlední řadě slunce způsobuje fotosyntézu. A tak se vlastně stává sluneční záření základním zdrojem pro většinu obnovitelných zdrojů na naší planetě (Matuška, 2013).

Fotovoltaické elektrárny jsou charakterizovány v kapitole viz 2.4.2 Fotovoltaika.

### **2.4.1.2. Větrná energie**

Elektrárny využívají energii větru a pomocí větrných turbín ji přeměňují na energii elektrickou. Už v dávných dobách využívali podobným způsobem sílu větru u větrných mlýnů. Jediným rozdílem bylo to, že energii využívali mechanicky k mletí obilí nebo čerpání vody. Při využívání této energie nedochází ke vzniku žádných emisí, ale veřejnost nemá větrné elektrárny v oblibě, protože narušují ráz krajiny a jsou při provozu hlučné. Nevýhoda těchto elektráren spočívá v kolísání výkonu v důsledku změn síly a směru větru (Quaschning, 2010).

Větrné elektrárny se staví na pevnině ideálně tam, kde je vysoká průměrná roční rychlost větru a kde jsou splněny podmínky pro výstavbu. Další stále více využívaný způsob je stavba mimo pevninu - elektrárny vybudované v moři.

Dělení větrných elektráren:

- mikroelektrárny – jejich výkon dosahuje do 2 kW. Často se používají pro dobíjení baterií typicky v lodních přístavech;
- malé větrné elektrárny – vytvářející výkon do 50 kW. Používají se v odlehlých místech, kde není možnost připojení na elektrickou síť jako zdroj energie. Většinou je nutná kombinace s dalším zdrojem nebo energii uchovávat v bateriích;
- střední větrné elektrárny – jsou elektrárny do výkonu 300 kW. Jejich využití je také jako doplňkový zdroj pro zásobování odlehlých lokalit;
- velké větrné elektrárny – o výkonu nad 300 kW. Ty jsou v současnosti nejvíce využívané a jsou určeny převážně pro tvorbu elektrické energie do elektrických sítí (Wagner, 2017).

### **2.4.1.3. Vodní energie**

Dalším trvale obnovitelným zdrojem energie je koloběh vody. Nejčastěji dochází k přeměně energie vodního toku na energii elektrickou. Uvádí se, že získávání energie tímto způsobem je ekonomicky nejprůzračnější a zároveň je tento způsob šetrný k životnímu prostředí.

I přes dlouhou historii využívání vodní energie mělo rozšiřování tohoto způsobu získávání elektrické energie poměrně pomalé tempo. Technologický pokrok v oblasti

vodní energetiky dlouhé leta stagnoval a efektivnost se zvyšovala jen za pomoci využití větších rozměrů vodních kol. Klíčovým momentem rozvoje hydroenergetiky byl vynález první vodní turbíny a možnost přenosu elektrické energie na větší vzdálenosti (Quaschning, 2010).

Typy vodních elektráren dle umístění (Quaschning, 2009):

**Průtočné elektrárny (říční)** – jsou umístěné v přímém kontaktu s vodním tokem. Využívá se na říčním toku v místě, kde je velký výškový rozdíl.

**Akumulační elektrárny (přehradové)** – využívají vodní nádrže pro akumulaci velkého množství vody, která poté odsud odchází potrubím, ve kterém dosáhne díky spádu vysoký přetlak do strojovny a tam pohání turbíny, které poté pomocí generátorů vytváří elektrický proud.

**Přečerpávací elektrárny** – fungují na principu dvou nádrží – horní a dolní. Horní nádrž má přítok a stejně jako u akumulací elektrárny pouští vodu potrubím k turbíně, a zároveň pohání generátor. Na konci voda vteče do spodní nádrže. Pokud nastane situace, kdy je přebytek elektrické energie tak se celý systém přepne do procesu reverzního, a začne se přečerpávat voda ze spodní nádrže do horní. V tento okamžik funguje turbína jako čerpadlo.

**Přilivové elektrárny** – díky působení gravitačních sil dochází na mořích a oceánech k přílivu a odlivu. Tyto elektrárny toho využívají a v mořských zátokách díky přehradní hrázi generují elektrickou energii. Nevýhoda těchto elektráren je v tom, že nevyrábí nepřetržitě. Vyrábí pouze při přílivu a odlivu, jinak je její výkon nulový.

**Vlnové elektrárny** – dále dělíme na:

- systém s plováky,
- komorový systém,

**Elektrárny využívající Mořské proudy** – využívají mořské proudy k roztočení rotoru podobným způsobem jako elektrárny větrné, akorát pod vodní hladinou.

#### **2.4.1.4. Geotermální energie**

Jedná se především o teplo, které pochází z nitra Země. Využití této geotermální energie je v podobě samotného tepla (pro vytápění) anebo pro výrobu elektrické energie. Za geotermální energetické zdroje, nelze považovat všechna místa kde by byla možnost energii využít. Za vhodná místa se považují ty, kde je možné čerpat energii při optimálních nákladech. Zpravidla se tyto zdroje nachází na hranicích zemských desek, kde je geotermální aktivita (gejzíry, výdechy páry a kouře, prameny vroucí vody) (Motlík, Šamánek, et. al. 2007).

Střední Evropa není na geotermální zdroje, až tak bohatá. Pro využití se musí vytvářet mnohem hlubší vrty, než je tomu třeba na Islandu. Po celém světě se v přírodě vyskytují různé druhy geotermální energie jako např.:

- zásoby horké páry,
- zásoby termální horké vody,
- HDR (Hot Dry Rock) neboli teplo ze suchých hornin.

V případě horké páry a vody se využívá jejich energie k přímému vytápění nebo k výrobě elektrické energie. Co se týče HDR, zde je potřeba pomocí vrtu dostat vodu do velké hloubky, kde se díky vysoké teplotě a tlaku ohřeje a vrací se zpět. Geotermální zdroje se tedy nepoužívají jen v geotermálních elektrárnách, ale také se hojně využívají v geotermálních teplárnách (Quaschnig, 2009).

#### **2.4.1.5. Biomasa – energie z přírody**

Biomasa se uvádí jako nejdéle používaný zdroj energie. Už v dávných dobách, kdy žili lidé v jeskynních využívali energii hořícího dřeva. Dnes se však biomasa nevyužívá jen způsobem spalování na otevřeném ohni, ale využívá se v moderních spalovacích zařízeních nebo v zařízeních na výrobu el. energie (Motlík & Šamánek, 2007).

##### **Elektrárny na biomasu**

Tyto elektrárny fungují na podobném principu jako elektrárny uhelné. Stručně řečeno biomasa je spalována v parním kotli, který vyrábí páru, která dále pomocí turbíny a generátoru vytváří elektrický proud. Tyto elektrárny dosahují většinou výkonu v rozmezí o 10–20 MW. Dosažení většího výkonu je poměrně náročný proces, protože by se biopaliva musela dovážet z daleka. Při výše zmíněném výkonu si elektrárny větší-

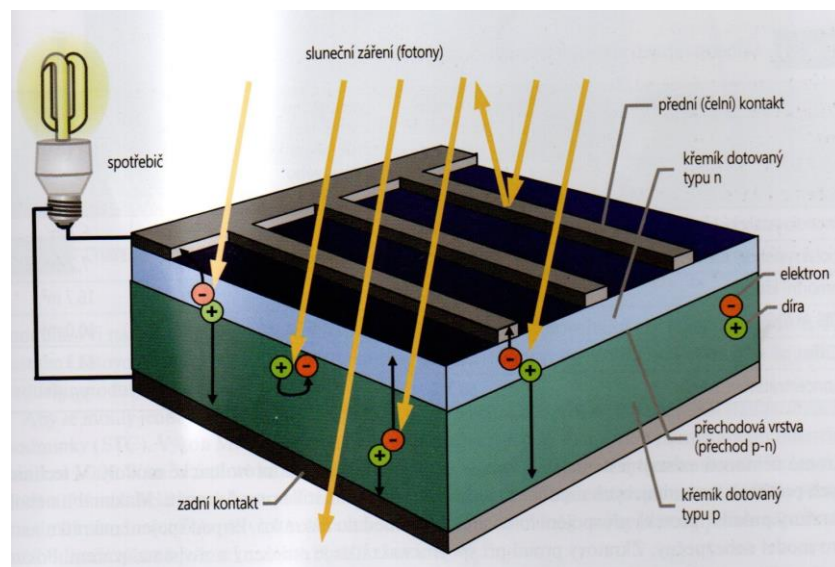
nou vystačí s biopalivy z oblastí v blízkosti elektrárny. Pro představu elektrárny o výkonu 20 MW, která pokryje spotřebu cca 50 000 domácností spotřebuje ročně 120 000 tun starého a zbytkového dřeva (Quaschnig, 2009).

## 2.4.2. Fotovoltaika

Umožňuje přeměnit sluneční energii na energii elektrickou pomocí fotovoltaického jevu, který probíhá na fotovoltaickém článku. Propojením článků se vytváří fotovoltaický modul, který je základním prvkem fotovoltaické elektrárny.

Fotovoltaický jev nastává, když sluneční světlo (fotony) dopadá na povrch polovodičového materiálu ve formě PN přechodu, nejčastěji to je křemík. Fotony vyvolají uvolnění elektronů a dochází k vytvoření elektrického proudu. Přední (čelní) a zadní kontakt slouží k odvedení nosičů náboje z fotovoltaického článku. Pro lepší představu je na Obrázku 3 znázorněna struktura a princip fungování fotovoltaického článku (C.B.Honsberg & S.G.Bowden, 2019).

**Obrázek 3: Struktura fotovoltaického článku**



Zdroj: (Quaschnig, 2010)

### 2.4.2.1. Fotovoltaický článek

Fotovoltaické články se obecně dělí dle materiálu a struktury výroby na:

**Monokrystalické články:** Vyrábějí se z jednoho krystalu křemíku a mají obvykle vyšší účinnost, ale jsou nákladnější na výrobu.

**Polykrystalické články:** Vytvářejí se z polykrystalického křemíku a jsou méně nákladné na výrobu než monokrystalické, ale mají nižší účinnost.

**Tenkvrstvé články:** Jsou vyrobeny nanesením tenké vrstvy amorfního křemíku nebo jiných materiálů na podklad nejčastěji ze skla, což může výrazně snížit náklady a hmotnost.

Výše zmíněné články představují tři základní technologie, nejsou však technologiemi jedinými. Ve světě probíhá mnoho dalších výzkumů a testů různých technologií (Guo, He, & Zhang, 2023).

### 2.4.2.2. Fotovoltaický modul

Jádrem FV modulu je sériové propojení FV článků. Články jsou snadno poškojitelné a citlivé, a proto musí být chráněny. Základní konstrukce FV modulu je zobrazena na Obrázku 4.

**Fotovoltaický článek:** Je základem modulu. Díky němu dochází k přeměně slunečního záření na elektrickou energii.

**Spojovací materiál (EVA):** Fotovoltaické články jsou sériově zapojeny a umístěny mezi dvě vrstvy – mezi průhledné tvrzené sklo pomocí speciálního spojovacího materiálu zvaného EVA (ethylenvinylacetát). Materiál EVA zajišťuje pevnost a přenáší světlo ke článkům.

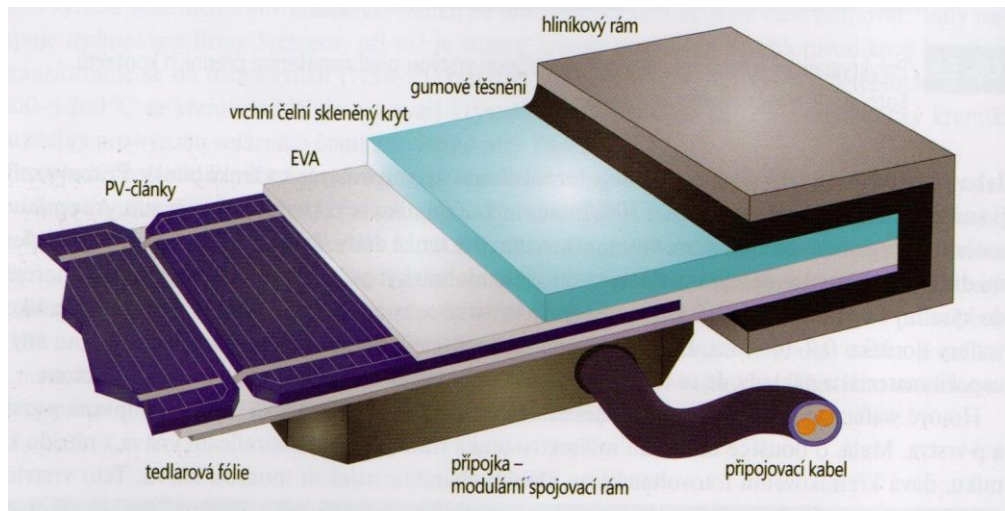
**Zadní fólie:** Zadní strana fotovoltaického modulu je obvykle pokryta vícevrstvou pevnou fólií z plastu, což poskytuje další ochranu pro články a zabraňuje vlhkosti.

**Rám:** Moduly jsou opatřeny hliníkovým nebo ocelovým rámem, který umožňuje uchycení modulu na konstrukce.



**Svorkovnice:** Na zadní stěně modulu jsou umístěny svorkovnice, které slouží k připojení do systému FVE (Gupta, 2022).

**Obrázek 4: Konstrukce fotovoltaického modulu z krystalického křemíku**



*Zdroj: (Quaschning, 2010)*

### 2.4.2.3. Fotovoltaická elektrárna

Je tvořena z několika FV modulů a dalších komponent pro ekologicky šetrnou výrobu elektrické energie za využití energie sluneční. Jsou obvykle instalovány na střechách domů nebo na otevřených plochách. Hlavními komponenty FVE jsou moduly, střídače, nosné konstrukce a spojovací materiál.

**Střídače** jsou využívány pro přeměnu stejnosměrného proudu z modulů na střídavý proud (230/240 V 50 Hz) který se využívá v elektrických sítích. Střídače dále zajišťují funkci ochrany pro případ možného poškození systému vlivem výpadků a změn v síti. Střídače také obsahují funkci vyhledávání optimálního pracovního bodu pro maximální výkon FVE. Střídače zároveň poskytují majiteli a montážní firmě informace o stavu FVE. Jedná se například o aktuální výrobu elektřiny, spotřebu v domě, nebo hlášení poruch. Všechny tyto informace a mnoho dalších dnes mohou uživatelé sledovat na svých chytrých zařízeních a dálkově střídače ovládat (Gupta, 2022).

**Nosné konstrukce** jsou nezbytnou součástí elektrárny pro její správný chod. Jsou to konstrukce, do kterých se instalují FV moduly a dle jejich umístění se dělí na:

**Konstrukce pro ploché střechy** – obvykle je to konstrukce z ocelových profilů ve tvaru trojúhelníku. Konstrukce se buď připevňuje ke střeše anebo zatěžuje betonovými bloky či dlaždicemi.

**Konstrukce pro sedlové střechy** – ideální pro menší instalace na domy se střechou s orientací na jih nebo jihozápad. Hliníkové profily, jsou připevněny ke střešní konstrukci a do nichž jsou pak uloženy moduly. Tato konstrukce je často využívána díky své jednoduchosti, snadné montáži a nízkým nákladům.

**Konstrukce na otevřený prostor** – podobný princip jako u konstrukcí na ploché střechy, ale zde je nutné konstrukci pevně spojit se zemí pomocí betonových základů, nebo šroubů, aby odolávala povětrnostním podmínkám a především větru.

**Otočné systémy** – otočné (polohovatelné) systémy FVE jsou navrženy tak, aby sledovaly pohyb slunce a podle něho měnili svoji polohu a sklon. Tím se výrazně zlepšuje úhel dopadu slunečních paprsků na solární moduly a tím se zvyšuje výkon fotovoltaického systému. Systémy jsou ale velmi nákladné na pořízení a s provozem vytvářejí další náklady v podobě nutné údržby a spotřeby el. energie (Satpathy & Pamuru, 2021).

## **Rozdělení fotovoltaických systémů podle zapojení**

### *Systémy připojené k síti (grid-on)*

V podstatě se jedná o fotovoltaický systém, který je připojen k elektrické síti. Vyrobena elektřina může být spotřebována na místě, nebo distribuována zpět do elektrické sítě. Tento typ systému umožňuje využívat elektřinu z elektrické sítě v dobách, kdy fotovoltaický systém neprodukuje dostatek energie, a zároveň umožňuje odesílat přebytek vyrobené elektřiny zpět do sítě. Přebytky může vlastník prodávat zpět distribuční společnosti. K systému je možnost připojit i akumulátorové baterie, které mají možnost ukládat přebytky a následně je využít v dobách nízké sluneční aktivity nebo jako záložní zdroj v případě výpadku elektrické sítě. Na rozdíl od systému off-grid spotřebuje veškerou vyrobenou energii (Hudec, 2013).

### *Ostrovní systémy (off-grid)*

Nejsou připojeny k hlavní elektrické síti. Tyto systémy slouží k napájení zařízení nebo oblastí, které nejsou připojeny k centrální elektrické síti. Často se využívají v odlehlých oblastech, chatách nebo místech, kde není dostupná elektrická síť. Ostrovní systémy obvykle zahrnují bateriové úložiště, které umožňuje ukládat elektřinu pro použití v dobách, kdy sluneční záření není k dispozici (v noci nebo během oblačných dnů) (Hudec, 2013).

## **2.4.2.4. Investice do FVE**

Při rozhodování o investici do FVE společnosti často zajímají informace jako je přibližná výše počátečních nákladů, výše úspor a v neposlední řadě návratnost projektu. K počátečnímu impulsu, zda se o takovou investici vůbec zajímat mohou pomoci volně dostupné internetové kalkulačky, které nabízí montážní a výrobní firmy spolu s bankovními institucemi. Tyto kalkulačky vypočítají na základě předem zadaných parametrů některé výše zmíněné informace o investici.

Česká spořitelna na svých webových stránkách nabízí nezávaznou modelaci pro firmy. Jedná se o jednoduchou kalkulačku ilustrovanou na Obrázku 5, do které společnost v prvním kroku vyplní údaje o spotřebě elektřiny. Jedná se o roční spotřebu elektřiny, výběr, zda je v některé části roku spotřeba vyšší a cena za kterou firma nakupuje elektřinu ze sítě.

## Obrázek 5: Kalkulačka investice do FVE – krok první

**Údaje o spotřebě elektřiny**

---

**Máte v některé části roku vyšší spotřebu?**  
Pokud ano, vyberte období, ve kterém spotřebujete více elektřiny (nad 75%).

Rovnoměrná spotřeba

**Vyšší spotřeba: říjen - březen**

Vyšší spotřeba: duben - září

---

**Jakou máte spotřebu elektřiny?**  
Vaši spotřebu potřebujeme pro návrh vhodné velikosti fotovoltaické elektrárny a odhad dosažitelných úspor.

Roční spotřeba elektrické energie ⓘ  kWh / rok

---

**Jaká je vaše cena elektřiny?**  
Cena elektřiny je pro nás důležitý údaj, který má vliv na celkovou návratnost investice. Uveďte prosím cenu, za kterou nakupujete elektřinu v tuto chvíli, případně jakou ji očekáváte v budoucnu.

Cena silové elektřiny ⓘ  Kč / kWh

Distribuční síť ⓘ

**Pokračovat**

*Zdroj: (Česká spořitelna, a.s., 2024)*

Na Obrázku 6 je zobrazen druhý krok ve kterém je nutné zvolit typ a rozlohu střechy na kterou by měla být fotovoltaická elektrárna instalována.

## Obrázek 6: Kalkulačka investice do FVE – krok druhý

**Technické předpoklady**

---

**Jaká je plocha, kam můžete instalovat elektrárnu?**

ⓘ Zvolte typ a vyplňte rozlohu střechy, na kterou můžete instalovat fotovoltaickou elektrárnu.

**Střecha domu**

**Rozloha ploché střechy**  m<sup>2</sup>

*Zdroj: (Česká spořitelna, a.s., 2024)*

Poslední krok zobrazen na Obrázku 7 slouží již pouze pro ověření firmy. Kalkulačka je určena pouze pro firmy, proto banka vyžaduje vyplnění identifikačního čísla osoby spolu s názvem firmy a pracovního emailu pro poslání kopie reportu.

### Obrázek 7: Kalkulačka investice do FVE – krok třetí

**Informace o vaší firmě**  
Vyplňte nám ještě několik informací o vaší firmě.

---

ⓘ Kalkulačka fotovoltaiky je určena pouze pro firmy, a proto si potřebujeme ověřit vaše IČO. Žádný z údajů o firmě nebude sloužit k dalšímu kontaktování. Na váš pracovní e-mail následně pošleme kopii výsledného reportu.

<b>IČO</b>	<input type="text"/>
<b>Název firmy</b>	<input type="text"/>
<b>Váš pracovní e-mail</b>	<input type="text"/>
<b>Roční obrát v Kč</b> <small>Nepovinné</small>	<input type="text"/>
<b>Počet zaměstnanců</b> <small>Nepovinné</small>	<input type="text"/>

---

*Zdroj: (Česká spořitelna, a.s., 2024)*

Výsledkem této kalkulačky je report, který obsahuje informace o výrobě a spotřebě elektřiny, o velikosti úspory uhlíkové stopy, informace o investici a předpokládanou dobu návratnosti investice. Všechny tyto údaje jsou zahrnuty v reportu, jak je znázorněno na obrázku 8. Veškeré hodnoty jsou vypočítány na základě zadaných hodnot a průměrných cen na trhu.

**Obrázek 8: Výsledný report kalkulačky**

Výkon fotovoltaické elektrárny	xx kWp
<b>Výroba a spotřeba elektřiny</b>	
Očekávaná výroba elektřiny	xx kWp
Vaše celková roční spotřeba	xx kWp
Očekávaná spotřeba elektřiny z FVE	xx kWp
Podíl vlastní elektřiny z FVE na roční spotřebě	xx %
Očekávaný "přetok" elektřiny do distribuční soustavy	xx kWp
<b>Investice (bez DPH)</b>	
Výše investice po odečtení dotace	xxx Kč
Celkové náklady	xxx Kč
Dotace	až xxx Kč
Návratnost investice	x let

**Složení návratnosti investice - optimální**



Předpokládané hodnoty na základě zadaných hodnot a průměrných cen na trhu.

**Úspora CO<sub>2</sub> \***

Při pořízení fotovoltaické elektrárny můžete vyprodukovat **o x tun CO<sub>2</sub> méně** než při nákupu elektřiny z distribuční sítě.

\* Uhlíková stopa odpovídá spotřebované elektřině na základě průměrného energetického mixu ČR.

Zdroj: (Česká spořitelna, a.s., 2024)

## Financování

Investice do fotovoltaické elektrárny lze financovat několika způsoby. Některé se mohou i kombinovat, vždy záleží na preferencích a možnostech firmy.

Typy financování:

- *Vlastní kapitál* – použití vlastní kapitálu na financování investice
- *Bankovní úvěr* – některé banky nabízí zvýhodněné úvěry na investice do fotovoltaiky pro firmy. Spolu s poskytnutím úvěru nabízí banky i pomoc s vyřízením dotací a projektu, což investorovi ušetří velké množství času. MONETA Money Bank nabízí firmám úvěr ve výši od 40 000 Kč do 2 500 000 Kč se zvýhodněnou úrokovou sazbou od 5,9 % ročně (MONETA Money Bank, a.s., 2024).
- *Leasing* – leasingové společnosti nabízí firmám financování FVE pomocí leasingu. Princip je podobný jako u leasingu na automobil. Banka za firmu zafinancuje počáteční investici a firma platí pouze pravidelné měsíční splátky. Po uplynutí předem dohodnuté doby přechází FVE do vlastnictví firmy.
- *PPA (Power purchase agreement)* – je označení pro dohodu uzavřenou mezi výrobcem elektřiny, obvykle provozovatelem obnovitelných zdrojů energie, a odběratelem elektřiny. Výrobce vlastní, provozuje a udržuje obnovitelný systém po dobu typicky 15–25 let a odběratel se zavazuje platit za výrobu systému za pevnou cenu po dobu trvání smlouvy. Dohoda o prodeji poskytuje odběrateli možnost kompenzovat spotřebu elektřiny na místě, snížit emise uhlíku a přináší příležitost k úsporám proti budoucímu růstu cen elektřiny (Arellano & Carrión, 2023).

V České republice se trh s PPA teprve rozvíjí. Tyto dohody jsou prozatím uzavírány ve velmi malém měřítku, protože je obtížné najít firmy, které by chtěly na tuto dohodu přistoupit, i přesto že díky uzavřené dohodě mohou mít fixního odběratele a jisté cash flow. Příkladem uzavření PPA v České republice je Jarošovský pivovar nebo Ambient Energy (dodavatel) a ŠKO-ENERGO (odběratel). Jednalo se o první korporátní PPA kontrakty na elektřinu z obnovitelných zdrojů (Voříšek, 2024).

## **Motivátory pořizování fotovoltaických elektráren firmami**

### *Snížení nákladů*

Mezi největší motivátor pořizování FVE patří finanční úspory plynoucí z provozu elektrárny. Výroba elektrické energie umožňuje firmám snížit své náklady na elektřinu a zároveň dokáže přinést příjmy ve formě prodeje přetoků zpět do sítě (SolárníNovinky.cz, 2023).

### *Nezávislost*

Investice do fotovoltaických elektráren může firmy chránit před neočekávaným zvýšením cen elektřiny a v případě elektrárny s akumulací dokáže pokrýt i část spotřeby případě výpadku sítě (SolárníNovinky.cz, 2023).

### *Udržitelnost*

Fotovoltaické elektrárny pomáhají firmám snížit svou uhlíkovou stopu a zlepšit svůj obraz v očích zákazníků a veřejnosti. Elektrická energie z FVE je na rozdíl od energie ze sítě plně bezemisní a nezatěžuje přírodu. Může být důležitým krokem v oblasti ESG reportů (Energosol, s.r.o., 2024).

Koncept ESG je přístupem pro nefinanční hodnocení společnosti. Měří udržitelnost a společenský dopad investice do společnosti. Kritéria hodnocení se rozdělují do třech oblastí, a to na Životní prostředí (environmental), společnost (social) a řízení podnikání (governance) (Bradley, 2021).

Tyto důvody mohou firmám poskytnout motivaci k investici do fotovoltaických elektráren a využití solární energie.

### *Možnost dotací*

Dalším velkým motivátorem investice do FVE je pro firmy možnost využití dotací z výzev Státního fondu životního prostředí a modernizačního fondu, z programů RES+. V rámci výzvy RES+ č. 1/2024 – Fotovoltaické elektrárny 10 kw – 5 MW s vlastní spotřebou mohou firmy získat maximálně 50 % z celkových výdajů projektu. Přesná výše příspěvku lze ověřit v interaktivním nástroji, který je ke stažení na webových stránkách Státního fondu životního prostředí České republiky. Cílem této výzvy je podpora projektů, které vedou ke snížení emisí a zvýšení podílů obnovitelných zdrojů energie na spotřebě. Časový horizont realizace podpořených projektů je stanoven nejpozději do 3 let (FVE do 5MWp) od podpisu rozhodnutí o poskytnutí dotace (Státní fond životního prostředí České republiky, 2023).



Při předložení žádosti je nezbytné, aby byla platná a uzavřená smlouva o připojení výroby k přenosové nebo distribuční soustavě, a také dokument prokazující schválení projektu ze strany stavebního úřadu, který je u elektrárny nad 50 kW nezbytný. Aby podnikatel mohl získat dotaci, musí splnit několik podmínek, které jsou uvedeny v dokumentu výzvy. Mezi hlavní podmínky pro žadatele patří:

- Žadatel musí být nebo se stát držitelem licence pro podnikání v energetických odvětvích (výroba elektřiny). Tato licence je podle energetického zákona (3 odst. 3.) vyžadována pro všechny výroby elektřiny s instalovaným výkonem nad 50 kW určené pro vlastní spotřebu. Nebo žadatel, který nebude držitelem licence musí být smluvně zajištěn subjektem, který je držitelem licence pro podnikání v energetických odvětvích, a to minimálně po dobu udržitelnosti projektu (5 let).
- Rezervovaný výkon uvedený ve smlouvě o připojení do distribuční soustavy je maximálně 30 % instalovaného výkonu FVE pro výkon do 1 MWp a 20 % nad 1 MWp.
- Žadatel je povinen v průběhu realizace zajistit si odborný technický dozor.
- Žadatel musí zaručit udržitelnost projektu po dobu pěti let po jeho dokončení.
- Příjemce podpory nesmí být v úpadku, likvidaci, nesmí mít žádné závazky po splatnosti vůči státním a veřejným rozpočtům, nedoplatky na daních (Státní fond životního prostředí České republiky, 2024).

Tato dotační výzva není jedinou možností, jak čerpat dotační podporu na výstavbu FVE.

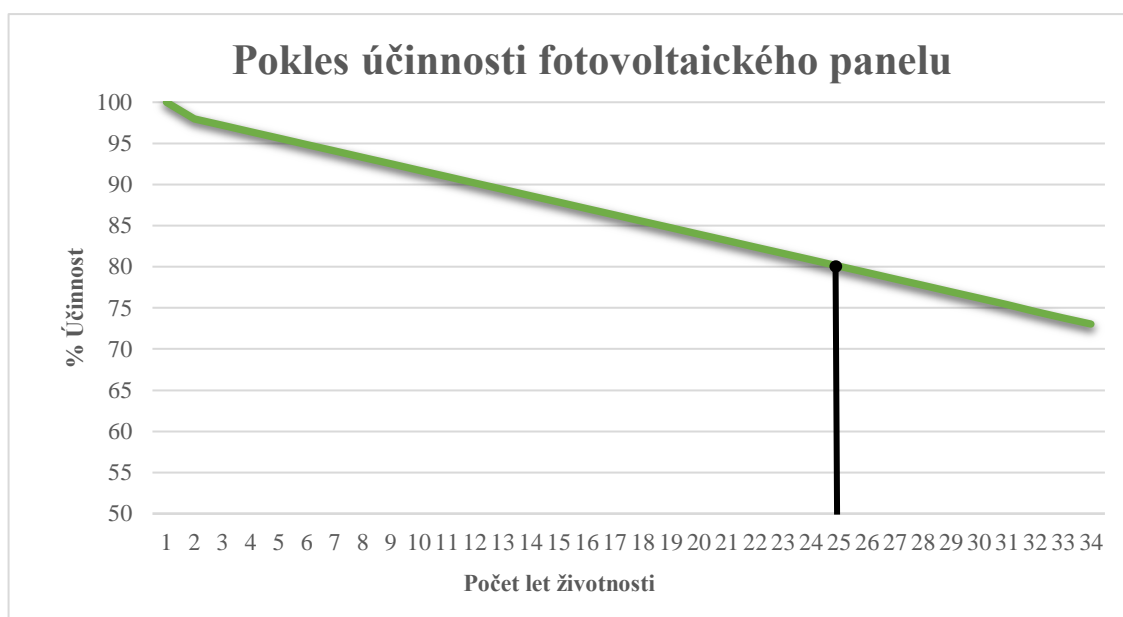
### **2.4.2.5. Životnost fotovoltaického panelu**

Ve světě dnes neexistuje jediný standard, který by určoval životnost fotovoltaické elektrárny nebo konkrétně FV panelů. Většina výrobních firem uvádí garantovanou životnost 25 let, ale reálnou životnost až 35 let. V knihách, článcích a studiích je však životnost velmi rozdílná. Je nutno podotknout že životnost panelů měříme poklesem účinnosti. Pokud klesne účinnost o 20 %, je to již pokládáno za technický problém, který se bere jako důvod pro výměnu. Panely dokážou vyrábět elektřinu i poté, ale s postupným poklesem výkonu a již bez záruky výrobce či montážní firmy.

Na grafu 1 lze vidět že obvykle dochází k nejvýraznějšímu poklesu výkonu fotovoltaického panelu v prvním roce jejich používání. Tento počáteční pokles účinnosti nastává ihned po instalaci, kdy na panel dopadají první sluneční paprsky. Tento jev, známý jako LID (Light Induced Degradation), je způsoben ultrafialovým zářením. Nejvíce se projevuje během prvního roku, po čemž se tempo postupné degradace snižuje a stabilizuje na běžnou úroveň okolo 0,5 – 0,8 % (Lindroos & Savin, 2016).

Dále je na grafu 1, který znázorňuje pokles účinnosti v závislosti na dobu provozu panelu znázorněný bod, ve kterém dojde po 25 letech k degradaci a poklesu účinnosti na cca 80 %.

**Graf 1: Pokles účinnosti fotovoltaického panelu**



*Zdroj: vlastní zpracování*

Životnost FV modulů mohou také negativně ovlivnit některé vnější faktory. Může se jednat například o:

- Delaminace fotovoltaického modulu a následné vniknutí vlhkosti může způsobit vytvoření zkratu, což může způsobit poškození jak samotného panelu, tak i dalších technologických komponent fotovoltaické elektrárny včetně například střídače (Libra et al., 2023);
- mechanické poškození při údržbě nebo při samotné instalaci;

- špatné meteorologické podmínky (nadměrné dlouhodobá vlhkost, krupobití, vysoké teploty, atd. (Reinders, Verlinden, Sark, & Freundlich, 2017).

Celou dobu je zde zmiňována životnost FV panelu neboli modulu, ale v praxi je z ekonomického hlediska důležitá životnost celé FV elektrárny, která neobsahuje pouze FV moduly. Fotovoltaické moduly jsou obecně považovány za nejspolehlivější komponenty FV elektrárny. FV modul má vysokou pravděpodobnost, že bude schopen adekvátního výkonu po svou výše zmíněnou životnost za typických provozních podmínek. Fotovoltaické elektrárny ale obsahují také technologické komponenty, které mohou mít životnost kratší. Konkrétně se může jednat o střídače nebo baterie (Kim et al., 2021).

#### **2.4.2.6. Současná situace fotovoltaiky v ČR**

V České republice dochází v současné době k velkému nárůstu nově instalovaných fotovoltaických elektráren na rodinných domech. Podle dat Solární asociace bylo jen za rok 2023 v ČR vybudováno okolo 83 000 FVE převážně na rodinných domech, jak je uvedeno v tabulce 3. Růst nových elektráren byl zaznamenán i u firem v podobě pozemních a střešních elektráren. Vzrůstu průměrné velikosti FVE z 8,6 kWp na 11,7 kWp pomohlo i dokončení několika solárních parků o výkonu přes 1 MWp (Solární asociace, 2024).

Velkým motivátorem pro investici do FVE na rodinný dům byl a stále je dotační program Nová zelená úsporám. Jedná se o program, který je podporován Státním fondem životního prostředí a má za cíl zlepšit stav životního prostředí snížením produkce emisí především CO<sub>2</sub>. Díky tomuto programu mohl získat majitel rodinného domu dotaci na nové fotovoltaický systém až 200 000 Kč. Výše dotace se odvíjí od instalovaného výkonu FVE a kapacity baterií. Žadatel musí splnit několik podmínek, které jsou stanoveny ve vydaném dokumentu „Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory – Rodinné domy (Standard) – platné do 14. února 2024“. Od 15. února 2024 se podmínky mění a dotace budou oproti dosavadní verzi buď nižší, nebo budou muset být doprovázeny zateplením domu (Státní fond životního prostředí ČR, 2024).

**Tabulka 3: FVE 2023 v ČR**

<b>Počet nových elektráren</b>	82 799
<b>Celkový výkon nových elektráren</b>	970,1 MWp
<b>Počet nových domácích FVE</b>	80 069
<b>Počet nových firemních a pozemních FVE</b>	2 730
<b>Průměrná velikost FVE</b>	11,7 kWp
<b>Podíl akumulace u rezidenčních FVE</b>	92 %
<b>Nárůst oproti přírůstku 2022 v počtu</b>	145,3 %

*Zdroj: upraveno (Solární asociace, 2024)*

Dle průzkumu z roku 2023 společnosti Raiffeisen – Leasing plánuje až 42 procent dotázaných firem investovat do výstavby FVE a 27 procent chtějí své elektrárny rozšířit. Dotazované firmy jsou z oblasti zemědělství a lesnictví, logistiky, stavebnictví a developmentu. Hlavními důvody pořízení FVE uvedlo nejvíce firem pokrytí vlastní spotřeby, prodej přebytků a nabíjení elektromobilů (Raiffeisen Leasing, 2024).

## 3. Metodický postup

Tato kapitola definuje cíle a metodiku práce.

### 3.1. Cíl práce

Hlavním cílem této diplomové práce je charakterizovat proces hodnocení investičních projektů na základě technicko-ekonomických studií v rámci předinvestiční přípravy. Uvést specifika investičních projektů do fotovoltaických elektráren. U vybraného investičního projektu do fotovoltaické elektrárny formulovat konečné investiční a finanční rozhodnutí.

Tento cíl je rozdělen na 2 dílčí cíle:

Dílčí cíl 1: Přiblížení procesu hodnocení investičních projektů a specifika investic do fotovoltaických elektráren

Dílčí cíl 2: Vytvoření případové studie – posouzení efektivnosti konkrétní investice do fotovoltaické elektrárny a následné shrnutí výsledků a formulování konečných rozhodnutí.

### 3.2. Výzkumné otázky

Na základě stanoveného cíle diplomové práce byly formulovány následující výzkumné otázky:

- a) Vzhledem k současným cenám elektrické energie bude investiční projekt do fotovoltaické elektrárny realizovatelný na základě výpočtu čisté současné hodnoty?
- b) Vzhledem k vysokým pořizovacím cenám baterií bude čistá současná hodnota dosahovat lepších hodnot při investici bez akumulace elektrické energie?
- c) Který z faktorů, změna ceny elektrické energie nebo změna výkupních cen přebyteků elektrické energie, bude mít větší vliv na riziko spojené s investicí do fotovoltaické elektrárny s akumulací elektrické energie?

### 3.3. Metodický postup

1. Prostudování odborné literatury. V návaznosti na dílčí cíl 1 byl z prostudovaných literárních zdrojů charakterizován proces hodnocení investičních projektů na základě technicko-ekonomických studií spolu se specifiky investičních projektů do fotovoltaických elektráren.
2. Zpracování metodiky v souladu s cílem diplomové práce.
3. 2. dílčí cíl bude splněn na základě získání cenových nabídek a následné vytvoření případových studií a jejich zhodnocení. Konkrétně se bude jednat o dvě varianty investice – na instalaci fotovoltaické elektrárny na střeše objektu investora.
4. V závěru bude provedena analýza výsledků, která umožní odpovědět na stanovené výzkumné otázky a formulace konečných investičních a finančních rozhodnutí na základě výpočtů čisté současné hodnoty.

### 3.4. Použité metody

K hodnocení investičních projektů budou využity tyto metody:

- Čistá současná hodnota (NPV): tato metoda je zvolena, protože je nejpoužívanější dynamickou metodou a zahrnuje časovou hodnotu peněz. Zároveň její výsledek vyjadřuje, zda investici přijmout či zamítnout.
- Vnitřní výnosové procento (IRR): IRR je zvoleno, protože je to metoda často používaná a její výsledky jsou dobře interpretovatelné. Dokáže také snadno určit, zda bude projekt přijatelný či nikoliv.
- Index ziskovosti: index je použit pro hodnocení investice z důvodu jeho schopnosti poskytnout komplexní pohled na efektivnost investičního projektu v poměru mezi příjmy a výdaji.
- Diskontovaná doba návratnosti: je zvolena pro zjištění doby, než se vynaložené finanční prostředky na investici vrátí. Tato metoda bere v úvahu časovou hodnotu peněz.
- Průměrné náklady na kapitál (WACC): tato metoda je použita pro určení diskontní míry.

- Cash flow (CF): výpočet CF je nezbytný, protože je klíčovým prvkem pro výpočet NPV, IRR a dalších finančních ukazatelů. Také poskytuje informace o hotovostních tocích projektu pro jednotlivé roky životnosti investice.

Tyto metody jsou zvoleny z důvodu jejich schopnosti posouzení ekonomické efektivity investičních projektů. V kapitole 2.2.1 Metody hodnocení ekonomické efektivity investic byly uvedeny vzorce pro výpočet těchto metod spolu s detailním popisem.

Citlivostní analýzy budou provedeny v rámci této práce s cílem posoudit dopady různých změn na výsledky investičního rozhodnutí.

## 4. Výsledky

### 4.1. Případová studie – posouzení efektivity konkrétní investice do fotovoltaické elektrárny

#### 4.1.1. Charakteristika investičního projektu

Pro případové studie na investici do fotovoltaické elektrárny byl zvolen objekt znázorněný na Obrázku 9 na adrese J.A. Komenského 1076 a 1253, Blatná 38801, který je provozován v přízemí jako prodejna se skladem elektronických komponent a v patře jako ubytovací zařízení se 14 pokoji a s jedním bytem.

**Obrázek 9: Budova J.A. Komenského 1076 a 1253, Blatná 38801**

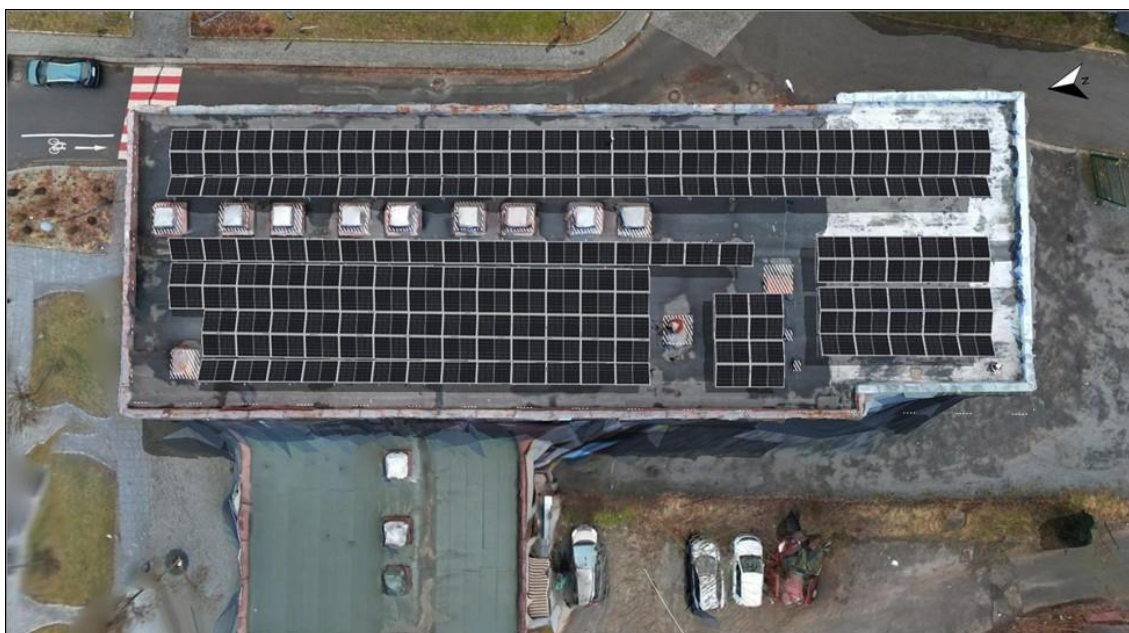


*Zdroj: vlastní fotografie*

Plochá střecha s výměrou 593 m<sup>2</sup> nabízí ideální podmínky pro nejběžnější montáž solárních panelů na střechu domu. Až na 80 % střechy je možné umístit fotovoltaické panely, na zbylé části jsou umístěny prvky, jako jsou zakryté světlíky, komíny a hromosvody dle Obrázku 10. Na plochou střechu budou panely umístěny na konstrukci, která je zatížena betonovými bloky. Střecha domu je z betonových panelů a je pokryta střešním asfaltovým pásem. Na budově je nutné provést statiku střešní konstrukce vzhledem k váze fotovoltaické elektrárny. Výpočty statiky provádí stavební inženýři zabývající se statikou. Odborník musí posoudit nosné konstrukce a postupy montáže, aby vše odpovídalo bezpečnosti a platné legislativě.



**Obrázek 10: Umístění fotovoltaických panelů na střeše objektu**



*Zdroj: vlastní zpracování*

### **Základní informace o objektu**

Nezateplená montovaná stavba určena k podnikání. Vytápění řešeno dvěma plynovými kotli pro přízemí a pro patro. Ohřev vody je zajištěn elektrickými boilerly, které tvoří velkou část spotřeby elektrické energie v domě. V přízemí je umístěn jeden boiler pro ohřev teplé vody do kuchyňky a toalety se sprchou. V patře se využívá pět 200 l boilerů pro ohřev vody na sprchování a vaření. Patro domu je dále vybaveno dvěma pračkami, elektrickými sporáky a na každém pokoji je umístěna lednice s mrazákem.

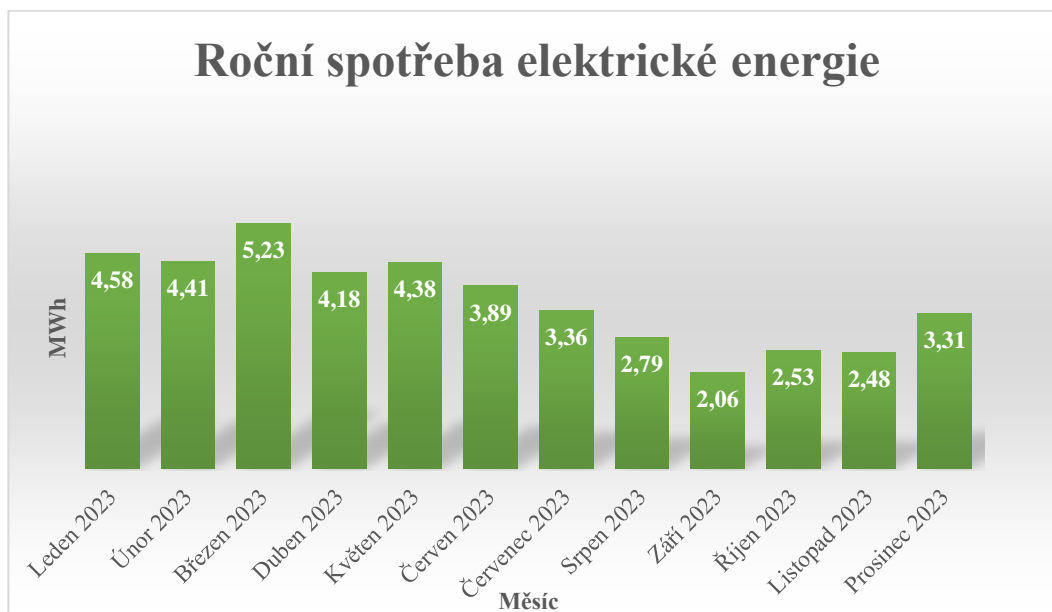
### **4.1.2. Volba velikosti fotovoltaické elektrárny**

Velikost uvažovaného výkonu fotovoltaické elektrárny byla určena na základě historických údajů spotřeby elektrické energie a na základě požadavků investora.

Hlavním ukazatelem byla historická roční spotřeba, která se pohybuje okolo 40 MWh ročně. V objektu je hlavním distributorem elektrické energie EG.D, a.s. Využívá se distribuční sazba C25d pro akumulární vytápění nebo ohřev vody, kde 16 hodin je vysoký tarif (VT) a 8 hodin nízký tarif (NT). Výkyvy spotřeby byly po diskusi s investorem, který je zároveň majitelem domu způsobeny převážně proměnlivostí obsazeností ubytovny. Aby bylo hodnocení co nejvíce efektivní budou použity data o roční spotřebě za minulý rok (2023). Z grafu 2 lze vidět razantní snížení spotřeby

způsobené odstěhováním několika ubytovaných v měsíci září. Menší spotřeba v letních měsících je zapříčiněna menším využitím osvětlení a menší spotřeby teplé vody.

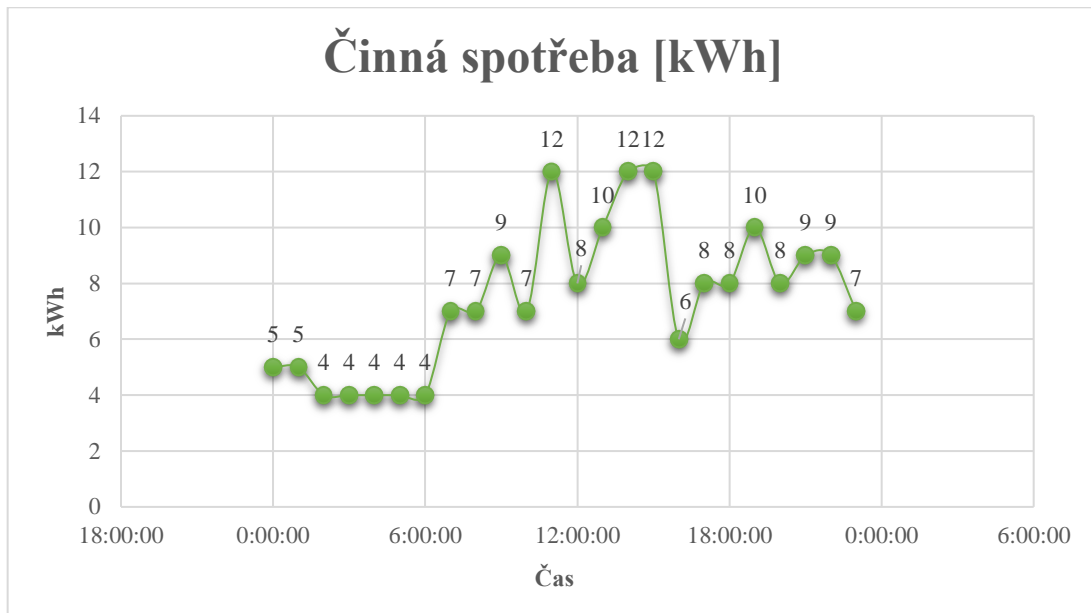
**Graf 2: Roční spotřeba elektrické energie v objektu za rok 2023**



*Zdroj: vlastní zpracování dle dat energie24.cz*

Dále je obtížné určit kolik procent spotřeby dokáže uvažovaná fotovoltaická elektrárna bez akumulace pokrýt. K odhadu byly využity data činné spotřeby, která jsou znázorněna v grafu 3, vyjadřující spotřebu v jednotlivých hodinách během dne. Dle grafu je zřejmé, že spotřeba elektrické energie je v objektu během celého dne. Nejmenší spotřeba je v nočních hodinách, kdy elektrickou energii spotřebovávají pouze lednice. V ranních a odpoledních hodinách je spotřeba vyšší vzhledem k provozu prodejny a skladu a vzhledem k ubytovaným pracovníkům, kteří se střídají na směny. Ve večerních hodinách je spotřeba opět vyšší, a to z důvodu využívání teplé vody a kuchyňských spotřebičů.

**Graf 3: Spotřeba v jednotlivých hodinách během dne**



*Zdroj: vlastní zpracování dle dat energie24.cz*

Dle výše zmíněných informací, dohody s investorem a specialistou na fotovoltaiku byla stanovena velikost fotovoltaické elektrárny na cca 50 kWp. Níže jsou zpracovány dvě případové studie na základě dvou cenových nabídek. Pro tuto diplomovou práci byly zvoleny pouze dvě varianty. 1. variantou je fotovoltaická elektrárna bez akumulace a 2. variantou je fotovoltaická elektrárna s akumulací elektrické energie.

Variant fotovoltaické elektrárny může být více a to např. spojení elektrárny s dalšími komponenty jako je tepelné čerpadlo, akumulční nádrž na teplou vodu, dobíjecí stanice na elektromobily atd. Osloveno bylo 8 montážních firem, které se nachází v okolí objektu nebo jsou na trhu nejvíce známé, a z toho byly získány pouze dvě cenové nabídky. Velké množství firem montuje fotovoltaické elektrárny pouze malých rozměrů (cca do 10 kWp) na rodinné domy a tyto větší firemní projekty nemají zahrnuty ve svém portfoliu.

### 4.1.3. Varianta č. 1 – Fotovoltaická elektrárna bez akumulace elektrické energie

#### Základní charakteristika

Jedná se o fotovoltaickou elektrárnu s 86 panely o celkovém výkonu 49,02 kWp. Panely jsou uchyceny do hliníkové konstrukce pro ploché střechy. Pro správnou funkčnost je elektrárna osazena 44 kusy optimizérů. Srdcem elektrárny je třífázový střídač Solar Edge Inverter. Elektrárna je navržena bez akumulace, k přímé spotřebě a prodeji do distribuční sítě.

#### Záruky

Tabulka 4 zobrazující záruky od montážní společnosti.

**Tabulka 4: Poskytované záruky pro fotovoltaickou elektrárnu bez akumulace**

25 let	15 let	25 let	Až 20 let	2 + 5 let
Garance výkonu FV panelů	Na mechanický stav FV panelů	Na výkonové optimizéry Solar Edge	Na střídače Solar Edge	Na drobný materiál a konstrukce

*Zdroj: vlastní zpracování dle cenové nabídky*

#### Počáteční výdaje

**Tabulka 5: Položkový rozpočet fotovoltaické elektrárny bez akumulace elektrické energie**

Produkt	Ks	Cena
Fotovoltaický panel Canadian Solar, CS6W-570	49 kWp	556 848,00 Kč
Třífázový síťový střídač SE50K manager	1	98 564,00 Kč
Optimizér S1200	44	92 638,00 Kč
Konstrukce	1	134 600,00 Kč
DC strana, rozvaděč, jištění, přepět'ové ochrany, DC kabeláž	1	102 550,00 Kč
AC strana, kabeláž, rozvaděč, jištění AC, spotřební materiál	1	49 800,00 Kč
Instalace a nastavení (fakturace dle skutečnosti)	5	50 000,00 Kč
Doprava	1	20 000,00 Kč

Propojení se současným systémem (fakturace dle skutečnosti)	1	5 000,00 Kč
Stavební připravenost FVE	1	5 000,00 Kč
Autorizované spuštění a revize	1	20 000,00 Kč
Zajištění potřebné dokumentace	1	50 000,00 Kč
Celkem bez DPH		1 185 000,00 Kč

*Zdroj: vlastní zpracování dle cenové nabídky*

#### **4.1.4. Varianta č. 2 – Fotovoltaická elektrárna s akumulací elektrické energie**

##### **Základní charakteristika**

Montážní společnost nabízí fotovoltaickou elektrárnu na klíč s 90 patentovanými bezrámovými solárními panely o celkovém výkonu 49,5 kWp. Panely jsou uchyceny do hliníkové konstrukce pro ploché střechy. K akumulaci elektrické energie jsou využity stohovatelné baterie, které dokážou maximálně akumulovat až 20 kWh. Pro řízení elektrárny tato společnost využívá tři hybridní střídače SofarSolar s online monitoringem.

##### **Záruky**

Tabulka 6 zobrazující záruky od montážní společnosti.

**Tabulka 6: Poskytované záruky pro fotovoltaickou elektrárnu s akumulací**

<b>30 let</b>	<b>12 let</b>	<b>5 let</b>	<b>5 let</b>	<b>2 roky</b>
Na výkon FV panelů	Na mechanické části FV panelů	Na střídač	Na baterie	Na ostatní komponenty

*Zdroj: vlastní zpracování dle cenové nabídky*

## Počáteční výdaje

**Tabulka 7: Položkový rozpočet fotovoltaické elektrárny s akumulací elektrické energie**

Produkt	Ks	cena
Fotovoltaický panel DAH solar 550Wp set	49,5 kWp	460 345,00 Kč
Třífázový asymetrický hybridní střídač Sofar-Solar 20k	1	61 005,00 Kč
Třífázový asymetrický hybridní střídač Sofar-Solar 15k	2	115 134,00 Kč
Řídící jednotka baterie sofarsolar	1	10 538,00 Kč
Baterie Sofarsolar bts 5k	4	184 608,00 Kč
Optimizér TIGO TS4 A-0 700W set	1	89 910,00 Kč
Konstrukce	1	121 500,00 Kč
DC strana, rozvaděč, jištění, přepět'ové ochrany, DC kabeláž	1	102 550,00 Kč
AC strana, kabeláž, rozvaděč, jištění AC, spotřební materiál	1	47 505,00 Kč
Instalace a nastavení (fakturace dle skutečnosti)	5	45 500,00 Kč
Doprava	1	16 000,00 Kč
Propojení se současným systémem (fakturace dle skutečnosti)	1	5 000,00 Kč
Stavební připravenost FVE	1	5 000,00 Kč
Příprava pro backup	1	3 500,00 Kč
Autorizované spuštění a revize	1	15 000,00 Kč
Zajištění potřebné dokumentace	1	50 000,00 Kč
Celkem bez DPH		1 333 095,00 Kč

*Zdroj: vlastní zpracování dle cenové nabídky firmy Schlieger, s.r.o.*

## 4.2. Stanovení peněžních toků

### Cena elektřiny

Pro správné stanovení úspor spojených s elektrárnou je potřeba znát cenové údaje elektřiny. Tyto informace byly získány z vyúčtování z roku 2023 a z webových stránek vykupujících společností.

Z vyúčtování bylo ověřeno, zda poměr nízkého a vysokého tarifu odpovídá distribuční sazbě C25d. V tomto případě spotřebovaná elektřina odpovídá stanoveným poměrům, kde 67 % tvoří VT, u kterého je cena dle aktuálního ceníku 7,8 Kč za kWh a 33 % NT za částku 4,99 Kč za kWh.

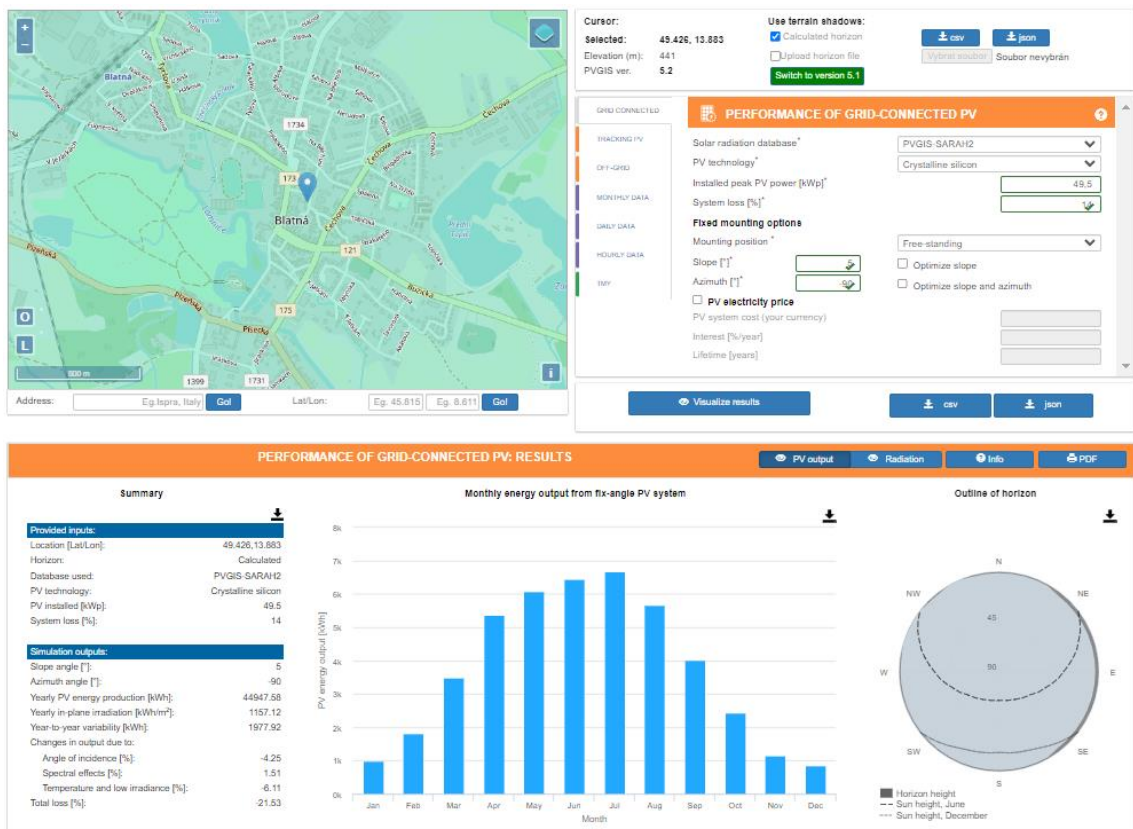
Aktuální průměrné výkupní ceny elektřiny se pohybují okolo 1,5 Kč za kWh bez DPH. Společnost E.ON u které je investor zákazníkem nabízí fixní částku 2 Kč za kWh včetně DPH. Velké množství dalších společností nabízí výkup pouze pro své zákazníky, což pro investora není zajímavé, protože chce o společnost E.ON nadále zůstat. V práci se kalkuluje s průměrnou výkupní cenou 1,5 Kč za kWh. Jedna z dalších společností nabízející odkup elektřiny je společnost Pražská plynárenská, která má však nyní uzavřený proces uzavírání smluv o výkupu s výrobcí, kteří nejsou zákazníky. Není to ale jediný případ, v tuto chvíli nevykupuje ani např. společnost Centropol energy a mnoho dalších společností nabízí výkup jen pro své zákazníky.

Jedinou další možností je výkup společností, která nabízí výkup za spotové ceny, jako ke např. Entri nebo Elyn. Tento proces výkupu je ale zpoplatněn. U společnosti Entri je to 500 Kč za MWh a u společnosti Elyn je možnost měsíčního poplatku 59,29 Kč za měsíc nebo 300 Kč za MWh. Spotovými cenami energií se rozumí aktuální ceny elektřiny na světových burzách. Tam nakupují velcí dodavatelé elektřinu, kterou dále přeproductávají. Tento typ výkupu, může mít své výhody i nevýhody. Spotový trh je však nestabilní. Dnes již ale některé společnosti montující FVE nabízející chytré systémy, které umí s těmito spotovými cenami pracovat. Například když uživatel elektrárny přejde na spotové ceny jak u výkupu FVE, tak i místo jeho sazby od operátora, tak dokáže systém v levných hodinách elektřinu nakupovat a ukládat do baterií a následně v při vzrůstu ceny, prodávat přebytky za vyšší ceny.

## Toky elektrické energie

Ze získaných dat je v programu MS Office excel vytvořen model, díky němuž je možné určit výstupy jednotlivých variant FVE. Jedná se o toky elektrické energie, na základě informací o spotřebě, výrobě a procentuální pokrytí spotřeby. Od distributora sítě byly získány informace o spotřebě, zatímco údaje o výrobě pocházejí ze systému PVGIS, jak je naznačeno na Obrázku 11. Tento systém využívají i společnosti nabízející FVE. Systém PVGIS neboli Fotovoltaický geografický informační systém (PVGIS), vyvinutý vědeckou službou Evropské komise umožňuje na základě vložených vstupních parametrů o přesné poloze a úhlu elektrárny stanovit výrobu elektrické energie pro jednotlivé měsíce. Využívá údaje ze satelitních měření a z místních meteorologických stanic.

Obrázek 11: Report o potenciální výrobě fotovoltaické elektrárny

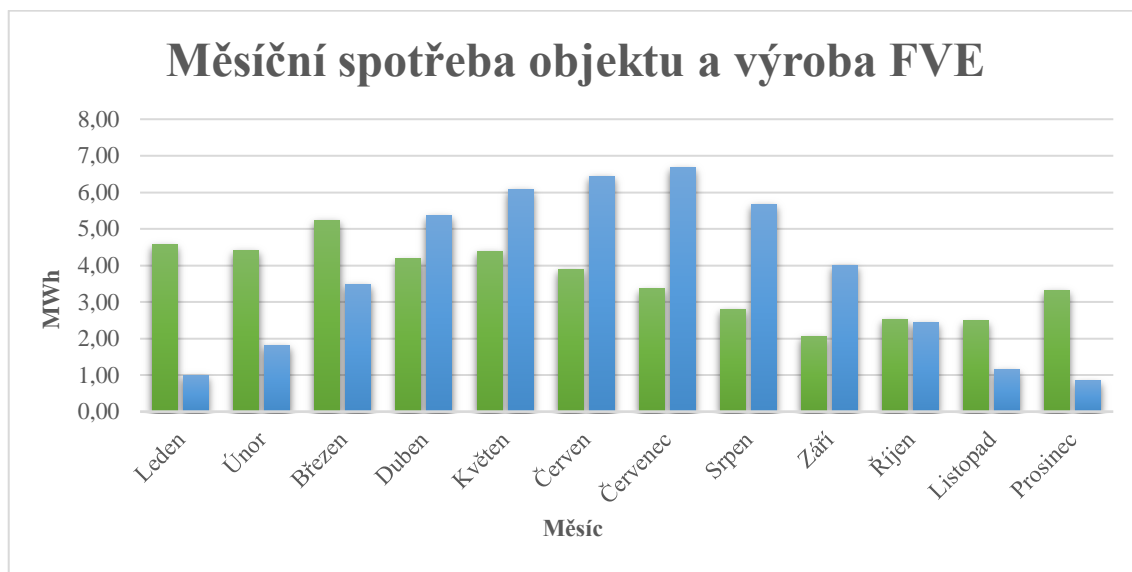


Zdroj: (European Commission, 2022)



V grafu 4 je znázorněna měsíční spotřeba roku 2023 spolu s potencionální výrobou FVE o výkonu 49,02.

**Graf 4: Měsíční spotřeba objektu a výroba FVE**



*Zdroj: vlastní zpracování*

Po vzoru cenových nabídek a rozhovoru s energetickými specialisty, bylo vyhodnoceno, že díky akumulaci elektrické energie je schopna fotovoltaická elektrárna pokrýt 75% roční spotřeby energie a elektrárna bez akumulace pouze 40 %. Podle těchto dat byly vypočteny toky elektrické energie pro obě varianty, jak je uvedeno v tabulce 6. Export je chápán jako prodej přetoků a import jako koupě energie od distributora. Tento odhad je stanoven pro první rok provozu elektrárny kde její účinnost dosahuje 100 % a pro spotřebu budovy z roku 2023.

**Tabulka 8: Toky elektrické energie**

Typ	Výroba celkem	Využitelnost	Vlastní spotřeba	Export (přetok do sítě)	Import (kupuji ze sítě)
<b>FVE</b>	44,95 MWh	40 %	17,98 MWh	26,97 MWh	25,22 MWh
<b>FVE s akumulací</b>	44,95 MWh	75 %	33,71 MWh	11,24 MWh	9,49 MWh

*Zdroj: vlastní zpracování*

### 4.3. Kritéria ekonomické efektivity

#### Financování

Investor má na financování projektu připravené vlastní zdroje ve výši 400 000 Kč, což je pro obě varianty okolo 30 %, a zbytek chce financovat cizím kapitálem – úvěrem. Nabídka úvěru byla obdržena od nejmenované společnosti. Jedná se o úvěr na financování fotovoltaické elektrárny na 10 let s úrokovou sazbou 7,44 %.

#### Příjmy

Roční příjmy z fotovoltaické elektrárny jsou jednak úspory v podobě vyrobené elektřiny, která je spotřebována v objektu a příjmy z prodeje přetoků elektrické energie.

První rok životnosti elektrárna bez akumulace (varianta č. 1) potenciálně vyrobí 44,95 MWh elektřiny, kde 40 % jde na spotřebu domu a zbylých 60 % na prodej do distribuční sítě. Elektrárna s akumulací elektrické energie (varianta č. 2) vyrobí potenciálně stejné množství jako první varianta, ale na spotřebu domu jde 75 % vyrobené elektrické energie.

Na základě těchto informací lze určit roční příjmy z investice pro obě varianty následujícím způsobem:

#### Varianta č. 1

Úspora v podobě vyrobené elektřiny za první rok provozu je rovna 123 624 Kč ( $VT - 67\% - 12,05 \text{ MWh} * 7800 \text{ Kč} + NT - 33\% - 5,93 \text{ MWh} * 4999 \text{ Kč}$ ).

Prodej přetoků do sítě poté bude činit pro první rok 40 455 Kč ( $26,97 \text{ MWh} * 1500 \text{ Kč}$ ). Roční příjem z investice pro variantu č.1 za první rok je v součtu roven 164 079 Kč.

#### Varianta č. 2

Úspora v podobě vyrobené elektřiny za první rok provozu je rovna 231 796 Kč ( $VT - 67\% - 22,59 \text{ MWh} * 7800 \text{ Kč} + NT - 33\% - 11,13 \text{ MWh} * 4999 \text{ Kč}$ ).

Prodej přetoků do sítě poté bude činit pro první rok 16 856,- Kč ( $11,24 \text{ MWh} * 1500 \text{ Kč}$ ). Roční příjem z investice pro variantu č.1 za první rok je v součtu roven 248 652 Kč.

## Výdaje na provoz

Roční výdaje na provoz elektrárny jsou stanoveny jako 1 % z pořizovací ceny a zahrnují servis, údržbu včetně čištění panelů, revize elektrárny, online monitoring, a případnou investici na pořízení nového střídače. U elektrárny s akumulací je potřeba počítat s investicí po každých deseti letech provozu do nových bateriových úložišť ve výši dle položkového rozpočtu.

Stanovení ročních výdajů pro variantu č. 1

$$= \frac{\text{Pořizovací cena}}{100} \times 1 = \frac{1\,185\,000}{100} \times 1 = 11\,850 \text{ Kč} \quad (14)$$

Stanovení ročních výdajů pro variantu č.2

$$= \frac{\text{Pořizovací cena}}{100} \times 1 = \frac{1\,333\,095}{100} \times 1 = 13\,331 \text{ Kč}$$

## Doba životnosti investice

Pro výpočty ekonomických kritérií byla zvolena doba životnosti investice 25 let. Vycházelo se z předpokladu, že výrobci fotovoltaických panelů garantují 20% pokles výkonnosti po 25 letech provozu a vývoj poklesu účinnosti v dalších letech je nejasný. Je nutné podotknout že 25 let není doba technické a fyzické životnosti. Tuto dobu je složité stanovit, protože součástí elektrárny je velké množství prvků jako jsou střídače, optimizéry, kabely, svorky atd. které mají různé doby životnosti. I přes stanovenou dobu 25 let bylo tedy zahrnuto do výdajů na provoz i reinvestici do střídače a další výdaji na servis, revize a údržbu.

## Roční cashflow

Stanovení ročního cashflow pro výpočet dalších ekonomických kritérií bylo vypočteno pomocí uvedeného vzorce:

$$\text{CF} = \text{příjmy} - \text{výdaje} - \text{úroky z úvěru} - \text{daň z příjmu} \quad (15)$$

Výpočet příjmů a výdajů byl již proveden výše, jak je uvedeno v předchozí části diplomové práce. Nicméně pro úplný výpočet cash flow (CF) je nezbytné dopočítat a odečíst od příjmů daň z příjmu. Její základ tvoří rozdíl mezi příjmy, výdaji, odpisy a úroků, který je následně vynásoben sazbou pro právnické osoby 21 %.

Spolu s výpočtem daně z příjmu je nutné dopočítat i výši úroků z úvěru. Jejich výše byla vypočtena pomocí vytvořené modelu v programu MS Excel.

Příloha č. 1 zobrazuje část kalkulace Cash Flow pro obě varianty investice.

### Čistá současná hodnota – NPV

Pro výpočet čisté současné hodnoty bylo nutné stanovit si diskontní sazbu. Ta byla vypočtena pomocí vzorce WACC. Náklady vlastního kapitálu byly určeny ve výši průměru rentability vlastního kapitálu podniku za poslední čtyři roky, a to ve výši 17,66 %. Průměr byl zvolen z důvodu vysokých rozdílů v jednotlivých letech. Nákladem na cizí kapitál je na základě nabídky úvěru úroková sazba ve výši 7,44 %. Tato úroková sazba může být v době realizace rozdílná z důvodu změn úrokových sazeb a případné změny sazby na základě ověření bonity podnik. V tabulce 8 jsou uvedené výsledné NPV investic.

**Tabulka 9: Čistá současná hodnota investice**

Typ	Pořizovací cena	NPV
<b>Varianta č. 1</b> <b>FVE bez akumulace</b>	- 1 185 000 Kč	<b>-231 745 Kč</b>
<b>Varianta č. 2</b> <b>FVE s akumulací</b>	- 1 333 095 Kč	<b>147 245 Kč</b>

*Zdroj: vlastní zpracování*

Čistá současná hodnota (NPV) varianty č. 1 - elektrárny bez akumulace vyšla v záporných číslech a tím se stává investice nepřijatelnou. U elektrárny s akumulací do baterií vyšlo NPV i přes vyšší náklady v kladných hodnotách s poměrně velkým rozdílem oproti první variantě. Podniku to značí že tato investice se vyplatí a stává se přijatelnou. Důvod rozdílných NPV spočívá především v rozdílných příjmů v podobě úspor elektřiny. U elektrárny bez akumulace sice dochází k odprodeji větší části vyrobené elektřiny, ale přes nízké výkupní ceny jsou NPV investic velmi rozdílné. Jak by investice ovlivnila změna výkupních cen je zobrazena v následující kapitole provedením citlivostních analýz.

### **Vnitřní výnosové procento (Internal Rate of Return, IRR)**

Diskontní sazba, při které je čistá současná hodnota (NVP) = 0 je podle výpočtu u elektrárny bez akumulace rovna 7,40 %. Pro elektrárnu s akumulací je vnitřní výnosové procento rovno 10,75 %

### **Diskontovaná doba návratnosti**

Doba návratnosti investice neboli doba, kdy dojde k vyrovnání CF s počáteční investicí. Aby byla investice přijatelná musí být doba návratnosti kratší, než je životnost investice. U této investice je CF v každém roce v jiné výši, takže dobu návratnosti zjistíme postupným načítáním ročních diskontovaných peněžních toků, dokud hodnota nedosáhne výši investičních nákladů.

Pro variantu č. 1 - fotovoltaickou elektrárnu s akumulací je diskontovaná doba návratnosti 18,98 let.

### **Index ziskovosti (PI)**

Vzhledem k zápornému výsledku čisté současné hodnoty u varianty č. 1 vychází index ziskovosti 0,80. Index tedy vyjadřuje zamítnutí investice.

Index ziskovosti pro variantu č. 2 je roven 1,11. Index této varianty investice je větší než 1 tudíž je projekt přijatelný.

## 4.4. Citlivostní analýzy

Účelem analýzy citlivosti je stanovit dopady změn vstupních faktorů na konečný výsledek. Pro tuto studii jsou vytvořeny následující citlivostní analýzy:

### Změna NPV v závislosti změny diskontní sazby

Závislost čisté současné hodnoty na změnu diskontní sazby byla testována pomocí vytvořeného modelu v Microsoft excel, kde se měnily hodnoty diskontní sazby od 2 % do 20 % a pozorovaly se změny NPV u obou variant fotovoltaické elektrárny. Výsledné hodnoty NPV při změnách sazeb jsou zobrazeny v tabulce 10 pro obě varianty.

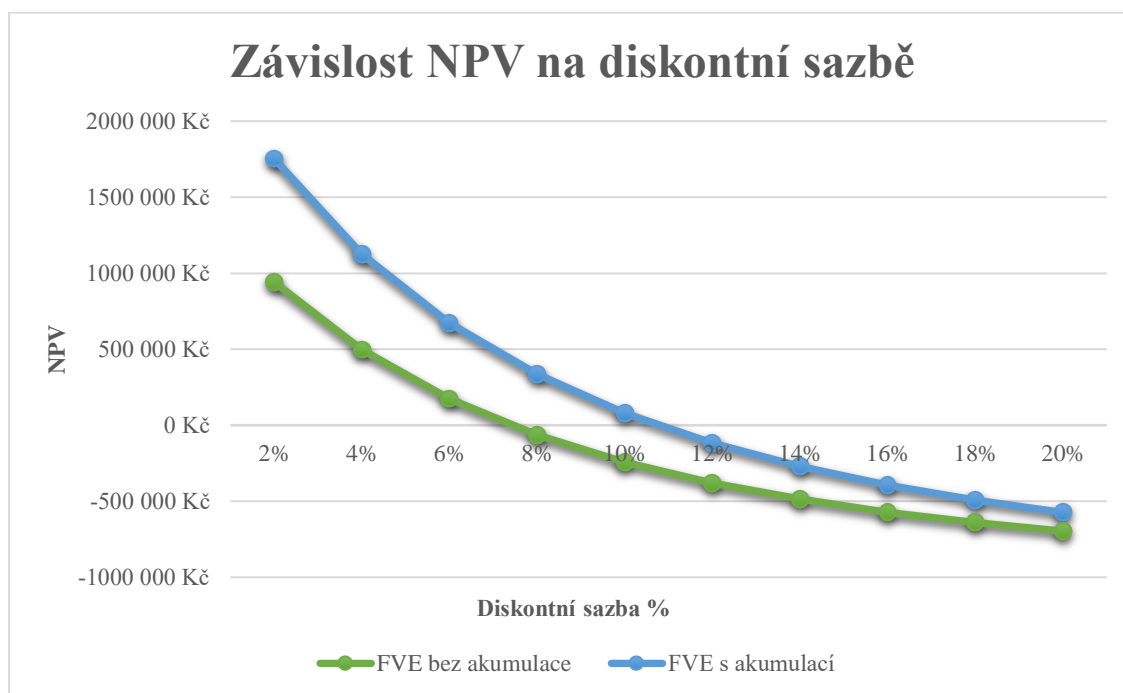
**Tabulka 10: změna NPV v závislosti změny diskontní sazby**

Diskontní sazba %	FVE bez akumulace	FVE s akumulací
2 %	941 831 Kč	1 752 808 Kč
4 %	495 688 Kč	1 125 680 Kč
6 %	173 406 Kč	670 905 Kč
8 %	-64 273 Kč	334 107 Kč
10 %	-243 079 Kč	79 592 Kč
12 %	-380 162 Kč	-116 475 Kč
14 %	-487 152 Kč	-270 276 Kč
16 %	-572 062 Kč	-392 985 Kč
18 %	-640 504 Kč	-492 438 Kč
20 %	-696 469 Kč	-574 218 Kč

*Zdroj: vlastní zpracování*

Závislost čisté současné hodnoty na změnu diskontní sazby je prezentována na grafu 5, ze kterého lze vidět že obě varianty mají stejný trend při změnách diskontních sazeb. U varianty č. 1 je kladné NPV od 2 % do 6 %, při použití 8 % a více nabývá NPV záporných hodnot. U druhé varianty se NPV dostává do záporných hodnot až při použití 12 % diskontní sazby. Tento vývoj hodnoty NPV odpovídá obecné závislosti NPV na diskontní sazbě.

**Graf 5: Závislost NPV na diskontní sazbě**



*Zdroj: vlastní zpracování*

### Změna NPV v závislosti na změnu ceny elektrické energie

V této citlivostní analýze se pracovalo s procentuálními změnami ceny elektrické energie od -10 % až do +15 % a následně se sledovalo, jak tento faktor změní čisté současné hodnoty investic. Výsledky citlivostní analýzy jsou zobrazeny v tabulce 11. Lze vidět, že ani procentuální růst ceny elektřiny nedokáže variantu investice č. 1 dostat do kladných hodnot NPV.

**Tabulka 11: změna NPV v závislosti na změnu ceny elektrické energie**

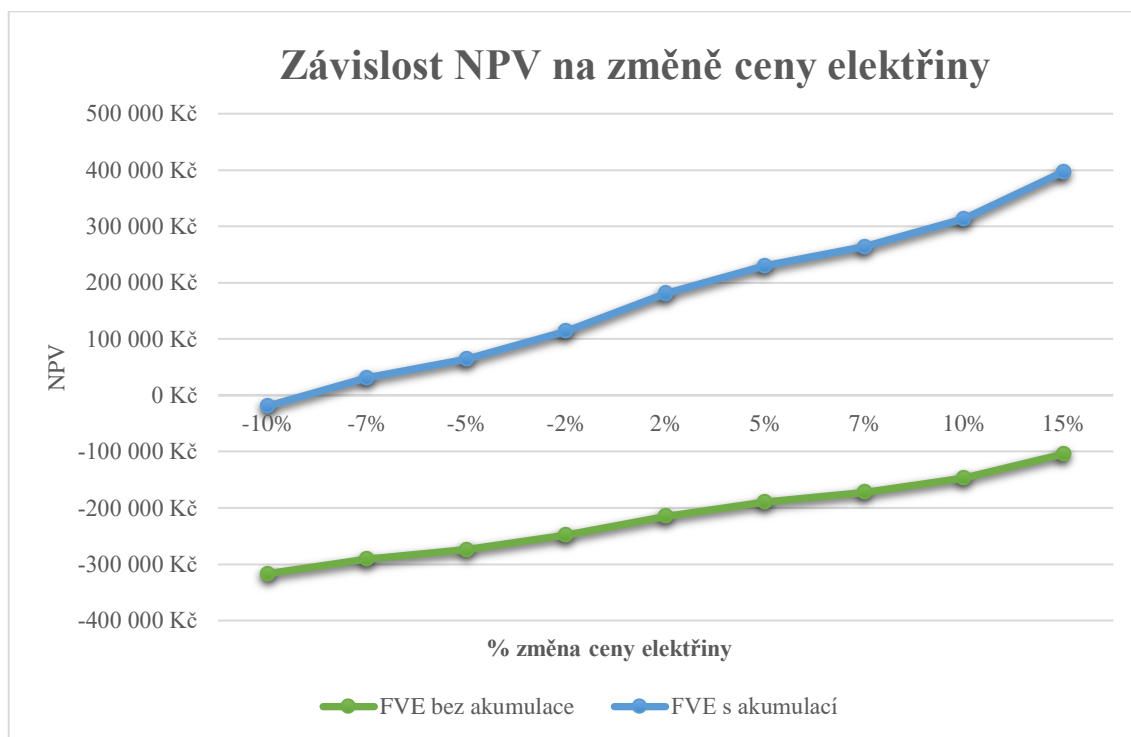
Procentuální změna ceny elektřiny	Cena el. ve vysokém tarifu (Kč/MWh)	Cena el. v nízkém tarifu (Kč/MWh)	NPV – FVE varianta č. 1	NPV – FVE varianta č. 2
-10 %	7020,-	4499,-	-316 683 Kč	-19 159 Kč
-7 %	7254,-	4649,-	-291 202 Kč	30 762 Kč
-5 %	7410,-	4749,-	-274 214 Kč	64 043 Kč
-2 %	7644,-	4899,-	-248 733 Kč	113 964 Kč

2 %	7956,-	5099,-	-214 758 Kč	180 526 Kč
5 %	8190,-	5249,-	-189 276 Kč	230 447 Kč
7 %	8346,-	5349,-	-172 288 Kč	263 728 Kč
10 %	8580,-	5499,-	-146 807 Kč	313 649 Kč
15 %	8970,-	5749,-	-104 338 Kč	396 851 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Z grafu 6 lze vyvodit, že fotovoltaická elektrárna s akumulací při růstu ceny elektrické energie dosahuje vyšších kladných hodnot NPV. Pokles ceny elektrické energie snižuje NPV obou variant. NPV varianty č. 2 dostane do záporných hodnot pouze při 10 % poklesu ceny elektrické energie.

**Graf 6: Závislost NPV na změně ceny elektřiny**



Zdroj: vlastní zpracování



## Změna NPV v závislosti na změně výkupní ceny přebytků fotovoltaické elektrárny

V této analýze se pracovalo se zvýšením a snížením výkupní ceny elektřiny a sledovalo se, jak tyto změny ovlivní čisté současné hodnoty variant investic do fotovoltaické elektrárny. Výsledky změn NPV v závislosti na změnu ceny výkupní ceny jsou interpretovány v tabulce 12.

**Tabulka 12: změna NPV v závislosti na změně výkupní ceny přebytků fotovoltaické elektrárny**

Výkupní cena elektřiny	NPV – FVE varianta č. 1	NPV – FVE varianta č. 2
1,00 Kč	-324 392 Kč	106 911 Kč
1,50 Kč	-231 745 Kč	147 245 Kč
2,00 Kč	-139 099 Kč	187 580 Kč
2,50 Kč	-46 452 Kč	227 914 Kč
3,00 Kč	46 194 Kč	268 249 Kč
3,50 Kč	138 840 Kč	308 583 Kč
4,00 Kč	231 487 Kč	348 918 Kč
5,00 Kč	416 780 Kč	429 587 Kč

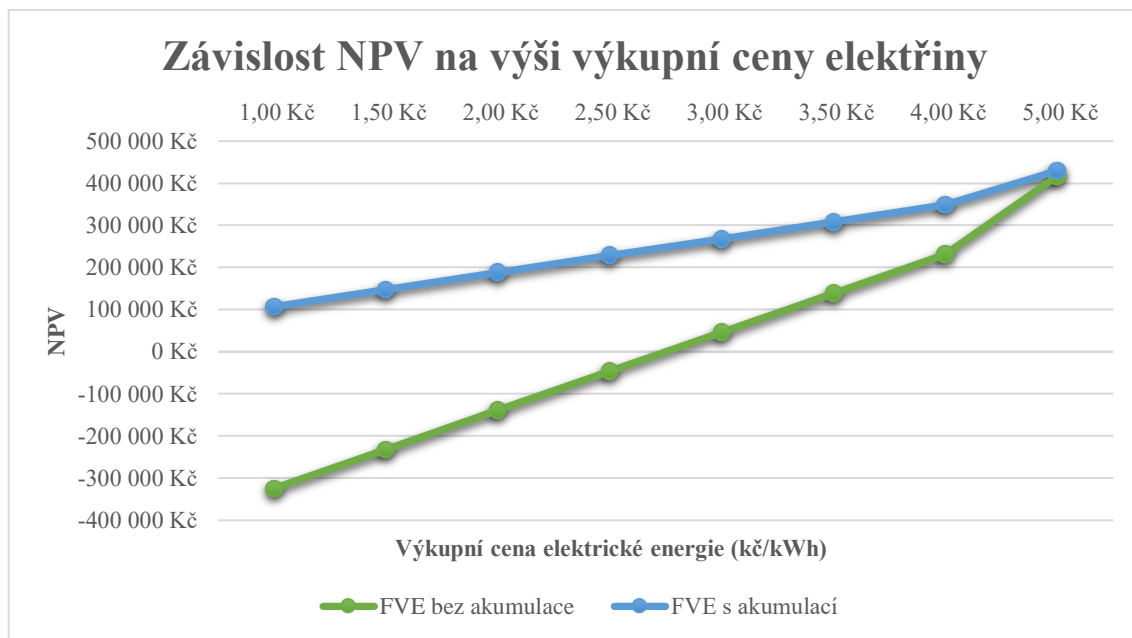
*Zdroj: vlastní zpracování*

V práci je počítáno s výkupní cenou ve výši 1,5 Kč/kWh. Při této ceně je NPV pro variantu č. 1 záporné a pro variantu č. 2 kladné. Při poklesu výkupní ceny na 1 Kč/kWh dojde u první varianty k prohloubení záporné hodnoty NPV a u druhé varianty dojde ke snížení NPV, ale pořád je hodnota kladná a investice je stále přijatelná. Při zvyšování výkupní ceny od 3 Kč/kWh a výše dojde k přechodu záporné hodnoty NPV první varianty na hodnotu kladnou a investice se stává přijatelnou.

Z grafu 7 je patrné že NPV první varianty – elektrárny bez akumulace při zvyšování výkupní ceny elektřiny začne nabývat kladných hodnot rychlejším tempem než u druhé varianty – elektrárny s akumulací. Při výkupní ceně elektřiny 5 Kč/kWh se čisté současné hodnoty téměř rovnají. Je to zapříčiněno větším procentem prodeje přetoků, tudíž větší závislostí NPV na změně výkupní ceny elektřiny. Avšak zvyšování výkup-

ních cen elektřiny z FVE nelze do budoucna předpokládat vzhledem ke snižování ceny silové elektřiny a nárůstu nově instalovaných fotovoltaických elektráren.

**Graf 7: Závislost NPV na výši výkupní ceny elektřiny**



*Zdroj: vlastní zpracování*

### **Změna NPV v závislosti na změně pořizovací ceny důsledkem získání dotace**

Při instalaci FVE nad 50 kwp je možnost čerpat dotace z dotačního programu RES+, avšak je nutné zvýšit počáteční investici o náklady spojené s vyřízením licence a se stavebním povolením, které je ze zákona povinné při instalaci FVE nad 50 kWp. Tyto náklady byly stanoveny v minimální výši 100 000 Kč po konzultaci s projektovým inženýrem.

Pomocí dostupné kalkulačky z webových stránek Státního fondu životního prostředí České republiky byl stažen výpočetní model v programu MS Excel, který po zadání vstupních parametrů vypočítá výši dotace. O vypočtenou částku dotace byly následně upraveny pořizovací ceny a bylo vypočítáno NPV. V tabulce 13 je zobrazena změna čisté současné hodnoty pro obě varianty vlivem ponížení pořizovací ceny vlivem dotace.

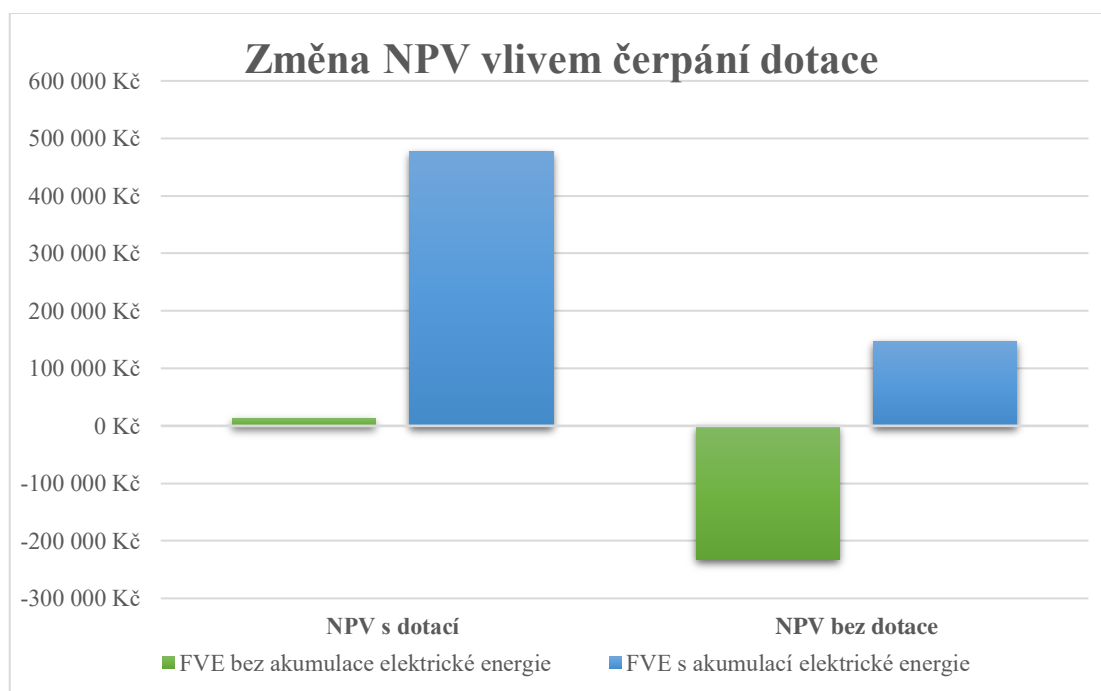
**Tabulka 13: Změna NPV v závislosti na změně pořizovací ceny důsledkem získání dotace**

Typ	NPV bez dotace	Výše dotace	Pořizovací cena	Pořizovací cena po dotaci	NPV s dotací
<b>Varianta č. 1 - FVE bez akumulace</b>	-231 745 Kč	342 221 Kč	1 285 000 Kč	942 779 Kč	12 217 Kč
<b>Varianta č. 2 - FVE s akumulací</b>	147 245 Kč	429 929 Kč	1 433 095 Kč	1 003 167 Kč	477 174 Kč

*Zdroj: vlastní zpracování*

Na základě výpočtů lze z grafu 8 vyvodit, že čistá současná hodnota varianty č. 1 při využití dotace dosáhne pozitivních hodnot a stane se tak přijatelnou investicí. V případě druhé varianty se hodnota NPV investice zvýší.

**Graf 8: Změna NPV vlivem čerpání dotace**



*Zdroj: vlastní zpracování*

Proces vyřízení stavebního povolení projekt časově velmi prodlouží a také může dojít z několika důvodů k zamítnutí stavebního povolení nebo ke zvýšení nákladů spojených s instalací. Stavební povolení stanovuje podmínky, která je nutné pro instalaci připravit a dodržet je a vzhledem k umístění objektu v centru obce je možné že dojde k zamítnutí instalace FVE vzhledem k památkově chráněnému území. Tyto podmínky je nutné si předem ověřit a připravit se na ně, aby dávalo smysl se do instalace s využitím dotace pouštět.

### Změna NPV v závislosti na změně podílu cizího kapitálu

V analýze se pracovalo s procentuální změnou podílu cizího kapitálu na financování investice a sledovalo se, jak tyto změny ovlivní čisté současné hodnoty variant investic do fotovoltaické elektrárny. Výsledky změn NPV v závislosti na změnu podílu cizího kapitálu ceny prezentovány v tabulce 14.

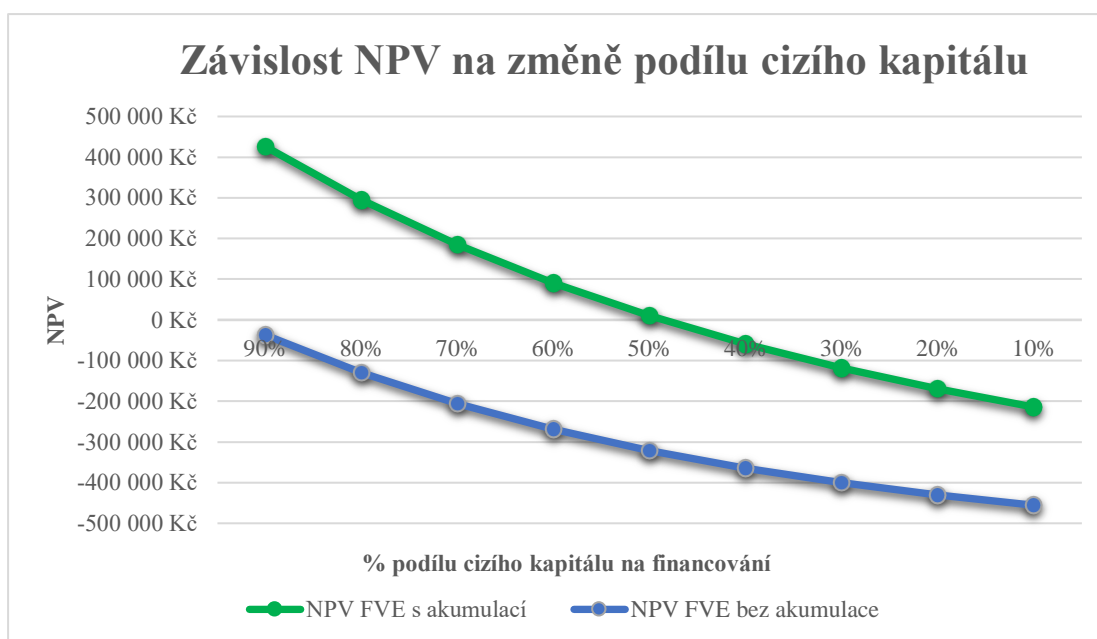
**Tabulka 14: Změna NPV v závislosti na změně podílu cizího kapitálu**

Podíl cizího kapitálu na financování	WACC – var. č. 1	WACC – var. č. 2	NPV – FVE varianta č. 1	NPV – FVE varianta č. 2
90 %	7,06 %	6,93 %	-37 458 Kč	425 893 Kč
80 %	8,23 %	7,97 %	-130 520 Kč	295 068 Kč
70 %	9,41 %	9,02 %	-206 756 Kč	184 364 Kč
60 %	10,59 %	10,07 %	-269 497 Kč	90 259 Kč
50 %	11,77 %	11,12 %	-321 362 Kč	9 906 Kč
40 %	12,95 %	12,16 %	-364 419 Kč	-59 008 Kč
30 %	14,13 %	13,21 %	-400 311 Kč	-118 366 Kč
20 %	15,31 %	14,26 %	-430 349 Kč	-169 709 Kč
10 %	16,48 %	15,31 %	-455 583 Kč	-214 305 Kč

*Zdroj: vlastní zpracování*

Vzhledem k vysokým nákladům vlastního kapitálu se NPV se snižováním podílu cizího kapitálu zhoršuje. Pokud by investor financoval investici s méně než 50 % podílem cizího kapitálu stala by se varianta č. 2 nepřijatelnou. První variantu investice podíl cizího kapitálu na financování nedokáže dostat do pozitivních hodnot. Při změnách podílu cizího kapitálu na financování investice je potřeba dát pozor na peněžní toky. Je nutné provést výpočty CF s úmory pro jednotlivé roky investice, pro ověření, zda investice a z ní plynoucí toky generují dostatek zdrojů pro splácení úvěrových splátek. Vývoj NPV se změnami podílu cizího kapitálu je zobrazen v grafu 9.

**Graf 9: Závislost NPV na změně podílu cizího kapitálu**



*Zdroj: vlastní zpracování*

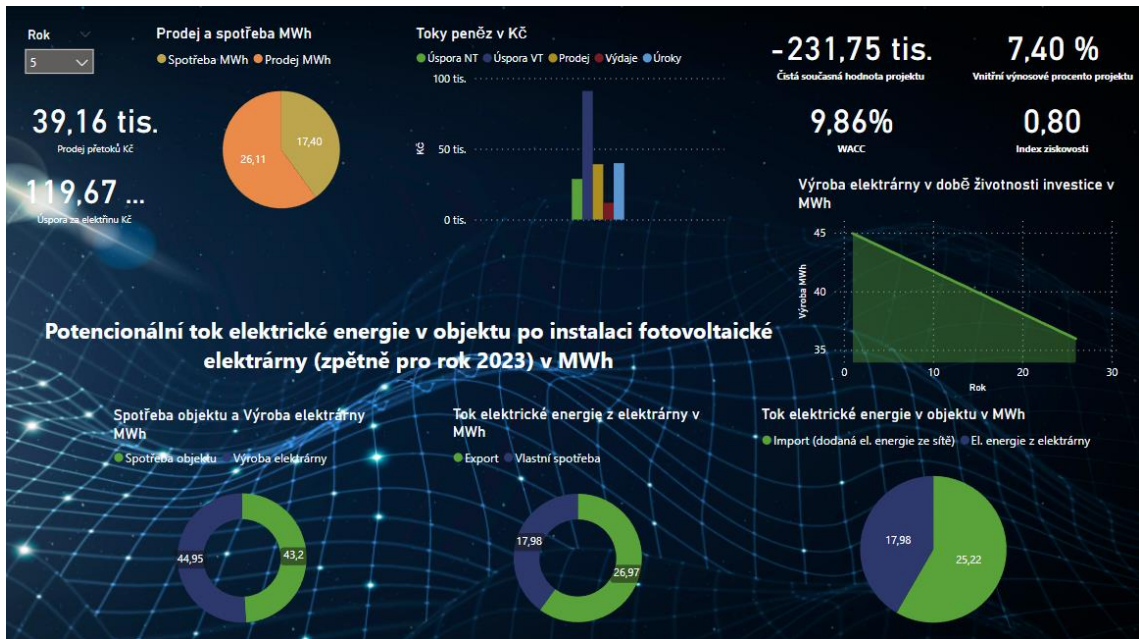
## 4.5. Power Bi report

Pro lepší přehled je pro investora vytvořen report pomocí programu Power Bi Desktop. Jedná se o bezplatnou aplikaci od společnosti Microsoft, které dokáže převést data do interaktivních sestav a vizuálů.

Díky tomuto reportu není nutné, aby investor složitě procházel daty, může se jednoduše podívat na jediný list a získat přehled o několika výstupech. V reportu je vyobrazen potenciální tok elektrické energie v objektu po instalaci fotovoltaické elektrárny zpětně pro konkrétní data z roku 2023. Zde se investor může dozvědět o velikosti spotřeby elektrické energie v objektu a o potenciální výrobě elektřiny z elektrárny. Dále kolik elektrické energie půjde z elektrárny na vlastní spotřebu a kolik bude muset odebírat nebo prodávat do sítě (import a export). V reportu je dále znázorněno množství vyrobené elektrické energie pro každý rok životnosti investice a základní kritéria ekonomického hodnocení projektu (čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento a doba návratnosti projektu). V neposlední řadě pomocí výběru konkrétního roku životnosti investice, lze zjistit peněžní částky za úsporu za nízký a vysoký tarif, prodej přetoků do sítě a výdaje na provoz elektrárny. Spolu s tím i množství elektrické energie na spotřebu a prodej v MWh.

Byly sestaveny dva reporty – jeden pro fotovoltaickou elektrárnu bez akumulace a druhý pro elektrárnu s akumulací, pro představu jsou přiloženy obrázky 12 a 13.

Obrázek 12: Ukázka reportu investice do fotovoltaické elektrárny bez akumulace



Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 13: Ukázka reportu investice do fotovoltaické elektrárny s akumulací



Zdroj: vlastní zpracování

## 4.6. Souhrn výsledků

Z výsledků výpočtů ekonomických metod hodnocení investic vyšlo najevo, že varianta č. 1 není pro podnik vhodná. NPV této varianty vychází v záporných číslech, index ziskovosti je menší než 1 a průměrné náklady kapitálu jsou vyšší, než je hodnota vnitřního výnosového procenta. Druhá varianta je na tom o poznání lépe. Čistá současná hodnota vyšla v kladných hodnotách a diskontovaná doba návratnosti je kratší než doba životnosti investice. Projekt je pro podnik přijatelný.

Výsledky citlivostní analýzy ukázaly že:

- změny diskontní míry mohou vést k tomu, že čistá současná hodnota obou variant investice může dosáhnout jak kladných, tak i záporných hodnot;
- změny cen elektrické energie mohou negativně ovlivnit fotovoltaickou elektrárnu s akumulací pouze v případě poklesu ceny elektřiny o 10 a více procent. Elektrárnu bez akumulace však nedokáže dostat do kladných hodnot NPV ani procentuální růst ceny elektřiny;
- pokles výkupních cen elektřiny snižuje NPV. Díky růstu výkupních cen se může elektrárna bez akumulace stát přijatelnou investicí. Růst výkupních cen má tedy pozitivní vliv na NPV;
- čerpání dotace zlepšuje NPV, a elektrárna bez akumulace se může stát přijatelnou investicí;
- větší podíl cizího kapitálu na financování investice zvyšuje NPV.

I přes to, že by se investor rozhodl nepřijmout žádnou z variant investice do FVE, tak bych vzhledem k velkému nevyužitému prostoru střechy budovy navrhol investorovy zvážit variantu pronájmu střechy objektu firmě či investorovi, který by chtěl realizovat fotovoltaickou elektrárnu, ale nemá k tomu vhodný prostor. Majiteli objektu by nevznikly žádné náklady a mohl by získat výnos z pronájmu střešního prostoru. Bylo by nutné vytvořit kvalitní nájemní smlouvu, ve které by byly přesně definovány podmínky pronájmu. Mělo by se jednat o nutné vyhotovení statického posudku střechy, zákaz bez svolení majitele zasahovat do konstrukce budovy a další nezbytné aspekty.



Pro tuto možnost byla oslovena firma, která montuje fotovoltaické elektrárny a sama hledá vhodný prostor pro vlastní realizaci. Po několika společných jednáních společnost projevila zájem o pronájem prostoru na minimálně 10 let ve výši 60 500 Kč včetně DPH za rok.

## 5. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo charakterizovat proces hodnocení investičních projektů na základě technicko-ekonomických studií v rámci předinvestiční přípravy. Hlavní cíl byl rozdělen na 2 dílčí cíle. Teoretická část měla za cíl popis procesu hodnocení investičních projektů a specifik investic do fotovoltaických elektráren. Praktická část pak měla jako cíl vytvoření případových studií a jejich následné hodnocení ekonomické efektivity.

První dílčí cíl byl dosažen prostřednictvím provedené literární rešerše. Z prostudovaných publikací byl popsán proces hodnocení investičních projektů z hlediska jeho klíčových fází, metodiky, používaných nástrojů a kritérií. Díky této analýze bylo možné hlouběji porozumět jednotlivým aspektům hodnocení projektů. Dále byly popsány základní metody hodnocení ekonomické efektivity investic. V dalších kapitolách byly stručně popsány druhy obnovitelných zdrojů a byla detailněji přiblížena problematika fotovoltaiky.

V návaznosti na druhý dílčí cíl následovalo vypracování případových studií pro reálný případ investice, kde na úvod byla provedena základní charakteristika objektu, spolu s informacemi o spotřebě, dispozici a provozu budovy. Tato část obsahovala i grafické zobrazení historické roční spotřeby objektu. Dále byla určena velikost uvažovaného výkonu fotovoltaické elektrárny na základě historických údajů spotřeby elektrické energie a požadavků investora. Na základě těchto informací byly získány dvě cenové nabídky na realizaci fotovoltaické elektrárny na klíč. Jednalo se o dvě varianty fotovoltaické elektrárny, které byly stručně popsány. Součástí popisu byl i položkový rozpočet. Konkrétně se jednalo o variantu fotovoltaické elektrárny s akumulací elektrické energie do baterií a o variantu bez akumulace.

Pro práci se základními charakteristikami projektu a cenovými nabídkami byl vytvořen model v programu MS Excel, který na základě historické spotřeby z roku 2023 a potencionální výroby fotovoltaické elektrárny dokáže určit tok elektrické energie z FVE. Z modelu tedy lze určit, kolik jednotek elektrické energie půjde na vlastní spotřebu a kolik bude prodáváno zpět do sítě. Na základě těchto vstupních dat byla vytvořena další část modelu, ve které je možné provádět ekonomickou analýzu projektu.

Pomocí modelu byla vypočítána ekonomická kritéria hodnocení efektivnosti pro obě varianty investice na základě cenových nabídek. Čistá současná hodnota byla zvolena jako hlavní srovnávací kritérium, a dále byl pro projekty dopočítán index ziskovosti, vnitřní výnosové procento a diskontovaná doba návratnosti. U varianty elektrárny bez akumulace vyšla čistá současná hodnota záporná, a tím se stala nepřijatelnou investicí. Varianta elektrárny s akumulací vyšla v kladných hodnotách a je pro investora vhodnou investicí.

**NPV varianty č. 1 - FVE bez akumulace je -231 745 Kč**

**NPV varianty č. 2 - FVE s akumulací je 147 245 Kč**

Na základě analýzy projektů lze konstatovat, že varianta elektrárny s akumulací vykazuje pozitivní výsledky. Čistá současná hodnota (NPV) varianty č. 2 – FVE s akumulací činí 147 245 Kč. Tento výsledek značí, že projekt generuje pozitivní finanční výnosy, což představuje zásadní faktor pro finanční rozhodnutí.

Na základě analýzy čisté současné hodnoty (NPV) investičního projektu do fotovoltaické elektrárny při současných cenách elektrické energie byla zjištěna rozmanitost výsledků. U varianty projektu bez akumulace elektrické energie vyšla NPV záporná, což naznačuje, že projekt není pro podnik přijatelný. Naopak u varianty s akumulací vyšla NPV kladná, což indikuje že projekt je realizovatelný na základě výpočtu NPV. Tyto výsledky poukazují na důležitost detailní analýzy projektu při rozhodování o jeho realizaci.

I přes vyšší pořizovací ceny investice FVE s akumulací elektrické energie do baterií dosahuje čistá současná hodnota této investice lepších hodnot než investice bez akumulace. Tento výsledek naznačuje, že přestože investice s akumulací vyžaduje počáteční vyšší náklady a následné reinvestice, její ekonomické výsledky jsou výhodnější v porovnání s investicí do FVE bez akumulace elektrické energie. NPV této varianty tedy dosahuje významně horších výsledků oproti variantě s akumulací.

Pro obě varianty investice bylo dále provedeno několik citlivostních analýz, abychom zjistili, jaký vliv mají změny některých vstupních parametrů na výsledky projektu. Cílem těchto analýz bylo posoudit odolnost investičních rozhodnutí vůči možným změnám ve vstupních parametrech, případně možnost upravení některých parametrů pro příznivější výsledky NPV.

Citlivostní analýzy byly vytvořeny na změny:

- diskontní sazby,
- cen elektrické energie od distributora,
- výkupní ceny přebytků,
- pořizovací ceny důsledkem získání dotace,
- podílu cizího kapitálu.

Většina těchto změn vstupních parametrů má potenciál pozitivně ovlivnit variantu investice č. 1 a přivést ji k dosažení kladných hodnot NPV. Druhou variantu naopak nedokáže dostat do záporných čísel pouze změna výkupních cen elektřiny. Snížení pořizovací ceny vlivem dotace, má samozřejmě pouze pozitivní vliv na čisté současné hodnoty obou variant.

Varianta investice bez akumulace elektrické energie, podpořená čerpáním dotace, má schopnost dosáhnout kladných hodnot NPV ve výši 12 217 Kč, což ji může učinit přijatelnou investicí pro podnik. Nicméně v porovnání s variantou s akumulací elektrické energie je NPV této varianty výrazně nižší. Investiční rozhodnutí, tedy rozhodnutí o alokaci finančních prostředků je na základě pozitivní NPV a dalších ekonomických ukazatelů doporučeno pro přijetí varianty investice FVE s akumulací elektrické energie. Výsledek této varianty signalizuje generování vyšších pozitivních finančních výnosů projektu, což představuje klíčový faktor pro finanční rozhodnutí.

Z provedených citlivostních analýz je zřejmé, že větším rizikovým faktorem pro investici do fotovoltaické elektrárny je změna cen elektrické energie. Změny cen mohou vést k negativním hodnotám NPV u varianty investice s akumulací elektrické energie, zatímco změny výkupních cen nezpůsobují pokles NPV do záporných hodnot.

V závěru byl pro investora sestaven pomocí programu POWER BI report s výsledky ekonomických kritérií a s toky elektrické energie z FVE pro jednotlivé roky životnosti investice. Tento report slouží pro lepší orientaci ve výsledcích a snazší rozhodování, zda investici přijmout či zamítnout. Při případném zamítnutí investice, byla zmíněna možnost využití střechy objektu bez nutné investice v podobě

pronájmu střešního prostoru investorovi, který hledá vhodné místo pro realizaci FVE.

Důkladná analýza ukázala, že investice do FVE může být finančně atraktivní a přinášet dlouhodobé ekonomické výhody. Spolu s tím fotovoltaické elektrárny vytváří čistou bezemisní energii a tím přispívají k redukci emisí skleníkových plynů a pomáhají tak naplnit klimatické strategie. Citlivostní analýzy naznačily, že varianty investic mohou být jak pozitivně, tak negativně ovlivněny změnami tržních podmínek. Vzhledem k rostoucí poptávce po obnovitelných zdrojích energie a neustálému pokroku v oblasti fotovoltaiky se očekává, že se náklady na fotovoltaické elektrárny budou snižovat, ale pořizovací cena není vždy klíčovým ukazatelem vhodné investice, a proto je důležité každý projekt posuzovat komplexně.

# I. Summary

The work deals with the economic evaluation of a selected investment project for a photovoltaic power plant. The work seeks to explain the process of evaluating investment projects within technical-economic studies and methods for assessing the economic efficiency of investments. The aim is to characterize the process of evaluating investment projects and to make final financial and investment decisions for the selected investment project for a photovoltaic power plant based on calculations of economic criteria. Case studies are created in the practical part of the work, on which investment evaluation methods are applied. Sensitivity analyses are also conducted, which assess the impacts of variable changes on the final investment outcome. In conclusion, research questions are answered, and final financial and investment decisions are formulated.

**Keywords:** photovoltaics, investment, analysis, feasibility study, renewable energy

## II. Seznam použité literatury

- 1) Arellano, J., & Carrión, M. (2023). *Electricity procurement of large consumers considering power-purchase agreements*. Energy Reports, <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.04.371>
- 2) Bradley, B. (2021). *ESG Investing For Dummies*. John Wiley & Sons. Retrieved from [https://www.google.cz/books/edition/ESG\\_Investing\\_For\\_Dummies/1fAfEAAAQBAJ?hl=cs&gbpv=1&dq=esg&pg=PA39&printsec=frontcover](https://www.google.cz/books/edition/ESG_Investing_For_Dummies/1fAfEAAAQBAJ?hl=cs&gbpv=1&dq=esg&pg=PA39&printsec=frontcover)
- 3) Česká republika. (2012). *165/2012 Sb. Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů*.
- 4) Česká spořitelna, a.s. (2024). *Fotovoltaika pro firmy a kalkulačka návratnosti*. Retrieved from: <https://www.csas.cz/cs/firmy/pruvodce-udrzitelnym-podnikanim/fotovoltaika>
- 5) C.B.Honsberg, & S.G.Bowden. (2019). *Photovoltaics education website*. Retrieved from [www.pveducation.org](http://www.pveducation.org)
- 6) European Commission. (2022). *JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission*. Retrieved from: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/)
- 7) Energisol, s.r.o. (2024). *Fotovoltaika jako chytrá investice pro české podniky*. Retrieved from: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/26632-fotovoltaika-jako-chytra-investice-pro-ceske-podniky>
- 8) Fotr, J., & Souček, I. (2005). *Podnikatelský záměr a investiční rozhodování*. Praha: Grada.

- 9) Fotr, J., & Souček, I. (2011). *Investiční rozhodování a řízení projektů: jak připravovat, financovat a hodnotit projekty, řídit jejich riziko a vytvářet portfolio projektů*. Grada Publishing.
- 10) Gupta, A. K. (2022). *Solar PV power and solar products handbook*. Niir project consultancy services.
- 11) Hudec, M. (2013). *Pasivní domy z přírodních materiálů*. Grada Publishing a.s.
- 12) Kim, J., Rabelo, M., Padi, S. P., Yousuf, H., Cho, E.-C., & Yi, J. (2021). *A Review of the Degradation of Photovoltaic Modules for Life Expectancy*. *Energies*, <https://doi.org/10.3390/en14144278>
- 13) Kurowski, L., & Sussman, D. (2011). *Investment project design: A guide to financial and economic analysis with constraints*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons.
- 14) Libra, M., Mrázek, D., Tyukhov, I., Severová, L., Poulek, V., Mach, J., ... Sedláček, J. (2023). *Reduced real lifetime of PV panels – Economic consequences*. *Solar Energy*, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2023.04.063>
- 15) Lindroos, J., & Savin, H. (2016). *Review of light-induced degradation in crystalline silicon solar cells*. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2015.11.047>
- 16) Matuska, T. (2013). *Solární zařízení v příkladech*. Grada Publishing a.s.
- 17) Mukherjee, M., & Roy, S. (2017). *Feasibility studies and important aspect of project management*. *International journal of advanced engineering and management, Researchgate*. <https://doi.org/10.24999/ijoaem/02040025>
- 18) MONETA Money Bank, a.s. (2024). *Zelený Expres Business*. MONETA Money Bank. Retrieved from <https://www.moneta.cz/pujcky-a-uvery/zeleny-expres-business>



- 19) Motlík, J., & Šamánek, L., et. al. (2007). *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Retrieved from [https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/obnovitelne\\_zdoje\\_energie\\_a\\_moznosti\\_jejich\\_vyuziti\\_pro\\_cr.pdf](https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/obnovitelne_zdoje_energie_a_moznosti_jejich_vyuziti_pro_cr.pdf)
- 20) Nývltová, R., & Marinič, P. (2010). *Finanční řízení podniku: Moderní metody a trendy*. Praha: Grada.
- 21) Partridge, M. (2022). *Investing explained: The accessible guide to building an investment portfolio*. New York, NY: Kogan Page Inc.
- 22) Polách, J. (2012). *Reálné a finanční investice*. Nakladatelství C H Beck.
- 23) Quaschnig, V. (2009). *Renewable energy and climate change*. John Wiley & Sons.
- 24) Quaschnig, V. (2010). *Obnovitelné zdroje energií*. Praha Grada Publ.
- 25) Raiffeisen Leasing. (2024). *Fotovoltaiku plánují firmy hlavně pro pokrytí vlastní spotřeby a pro prodej přebytků*. Raiffeisen – Leasing. Retrieved from: <https://www.rl.cz/tiskove-zpravy/fotovoltaiku-planuji-firmy-hlavne-pro-pokryti-vlas>
- 26) Reinders, A., Verlinden, P., Sark, W. V., & Freundlich, A. (2017). *Photovoltaic solar energy: from fundamentals to applications*. Chichester, West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd.
- 27) Růčková, P. (2019). *Finanční analýza - 6. aktualizované vydání*. Grada Publishing a.s.
- 28) Růčková, P., & Roubíčková, M. (2012). *Finanční management*. Grada Publishing a.s.
- 29) Satpathy, R., & Pamuru, V. (2021). *Solar PV Power*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/c2018-0-02530-x>
- 30) Schobinger, H., Filleux, M., & Ernst & Young. (2023). *Practitioner's guide to cost of capital & WACC calculation: EY switzerland valuation best practice*. Retrieved

- from [https://www.ey.com/en\\_ch/forms/2024/practitioners-guide-to-cost-of-capital-wacc-calculation](https://www.ey.com/en_ch/forms/2024/practitioners-guide-to-cost-of-capital-wacc-calculation)
- 31) Scholleová, H. (2017). *Ekonomické a finanční řízení pro neekonomy*. Praha: Grada Publishing.
- 32) SolárníNovinky.cz. (2023). *Firmám se vyplácí vlastní fotovoltaika. Zvyšuje jejich konkurenceschopnost*. Retrieved from: <https://www.solarninovinky.cz/firmam-se-vyplaci-vlastni-fotovoltaika-zvysuje-jejich-konkurenceschopnost/>
- 33) Solární asociace. (2024). *Solární rok 2023: Česko se opět řadí mezi „gigawattové“ země, na významu nabývají střední a velké elektrárny*. Solární Asociace Retrieved from: <https://www.solarniasociace.cz/solarni-rok-2023-cesko-se-opet-radi-mezigigawattove-zeme-na-vyznamu-nabyvaji-stredni-a-velke-elektrarny/>
- 34) Státní fond životního prostředí ČR. (2024). *Nová zelená úsporám*. Retrieved from: <https://novazelenausporam.cz/dokument/3381>
- 35) Státní fond životního prostředí České republiky. (2023). *Výzva RES+ č. 1/2024 – fotovoltaické elektrárny 10 kW – 5 MW s vlastní spotřebou*. Retrieved from: <https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/modernizacni-fond/vyzvy/detail-vyzvy/?id=26>
- 36) Státní fond životního prostředí České republiky. (2024). *Text výzvy RES+ č. 1/2024*. Retrieved from: <https://www.sfzp.cz/dokumenty/detail/?id=3835>
- 37) Synek, M. (2011). *Manažerská ekonomika*. Praha: Grada.
- 38) Synek, M., & Kislingerová, E. (2010). *Podniková ekonomika*. Praha: C.H. Beck.
- 39) Taušl Procházková, P., & Jelínková, E. (2018). *Podniková ekonomika – klíčové oblasti*. Grada Publishing a.s.
- 40) Tiwari, G. N., & Dubey, S. (2010). *Fundamentals of photovoltaic modules and their applications*. Cambridge, U.K.: Royal Society of Chemistry.

41) Valach, J. (2010). *Investiční rozhodování a dlouhodobé financování (3. přepracované a rozšířené vydání)*. Praha: Ekopress.

42) Voříšek, M. (2024). *Evropský trh s PPA trhal rekordy, jejich počet vzrostl o 66 %.*

*Český trh se teprve rozvíjí*. Retrieved from:

<https://oenergetice.cz/elektrina/evropsky-trh-s-ppa-trhal-rekordy-jejich-pocet-vzrostl-o-66-cesky-trh-se-teprve-rozviiji>.

### III. Seznam použitých obrázků, tabulek, grafů, vzorců a zkratk

#### Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Členění zdrojů financování .....	12
Obrázek 2: Pět základních částí prováděcí studie .....	14
Obrázek 3: Struktura fotovoltaického článku .....	31
Obrázek 4: Konstrukce FV modulu z krystalického křemíku .....	33
Obrázek 5: Kalkulačka investice do FVE – krok první .....	36
Obrázek 6: Kalkulačka investice do FVE – krok druhý .....	36
Obrázek 7: Kalkulačka investice do FVE – krok třetí .....	37
Obrázek 8: Výsledný report kalkulačky .....	38
Obrázek 9: Budova J.A. Komenského 1076 a 1253, Blatná 38801 .....	48
Obrázek 10: Umístění fotovoltaických panelů na střeše objektu .....	49
Obrázek 11: Report o potencionální výrobě fotovoltaické elektrárny.....	56
Obrázek 12: Ukázka reportu investice do fotovoltaické elektrárny bez akumulace .....	71
Obrázek 13: Ukázka reportu investice do fotovoltaické elektrárny s akumulací .....	71

#### Seznam použitých tabulek

Tabulka 1: Konvenční peněžní toky .....	22
Tabulka 2: Nekonvenční peněžní toky .....	23
Tabulka 3: FVE 2023 v ČR.....	44
Tabulka 4: Poskytované záruky pro fotovoltaickou elektrárnu bez akumulace .....	52
Tabulka 5: Položkový rozpočet fotovoltaické elektrárny bez akumulace elektrické energie .....	52
Tabulka 6: Poskytované záruky pro fotovoltaickou elektrárnu s akumulací.....	53
Tabulka 7: Položkový rozpočet fotovoltaické elektrárny s akumulací elektrické energie .....	54
Tabulka 8: Toky elektrické energie.....	57
Tabulka 9: Čistá současná hodnota investice.....	60
Tabulka 10: změna NPV v závislosti změny diskontní sazby .....	62
Tabulka 11: změna NPV v závislosti na změnu ceny elektrické energie.....	63
Tabulka 12: změna NPV v závislosti na změně výkupní ceny přebytků fotovoltaické elektrárny ...	65
Tabulka 13: Změna NPV v závislosti na změně pořizovací ceny důsledkem získání dotace .....	67
Tabulka 14: Změna NPV v závislosti na změně podílu cizího kapitálu .....	68

## Seznam použitých grafů

Graf 1: Pokles účinnosti fotovoltaického panelu .....	42
Graf 2: Roční spotřeba elektrické energie v objektu za rok 2023 .....	50
Graf 3: Spotřeba v jednotlivých hodinách během dne .....	51
Graf 4: Měsíční spotřeba objektu a výroba FVE.....	57
Graf 5: Závislost NPV na diskontní sazbě .....	63
Graf 6: Závislost NPV na změně ceny elektřiny .....	64
Graf 7: Závislost NPV na výši výkupní ceny elektřiny.....	66
Graf 8: Změna NPV vlivem čerpání dotace .....	67
Graf 9: Závislost NPV na změně podílu cizího kapitálu.....	69

## Seznam použitých vzorců

Vzorec 1 .....	16
Vzorec 2 .....	17
Vzorec 3 .....	18
Vzorec 4 .....	18
Vzorec 5 .....	18
Vzorec 6 .....	19
Vzorec 7 .....	19
Vzorec 8 .....	20
Vzorec 9 .....	20
Vzorec 10 .....	21
Vzorec 11 .....	23
Vzorec 12 .....	25
Vzorec 13 .....	26
Vzorec 14 .....	59
Vzorec 15 .....	59

## Seznam použitých zkratk

FV	-	Fotovoltaika, fotovoltaický
FVE	-	Fotovoltaická elektrárna
NPV	-	Čistá současná hodnota (anglicky Net Present Value)
IRR	-	Vnitřní výnosové procento (anglicky Internal Rate of Return)
CF	-	Peněžní tok (anglicky Cash flow)
PPA	-	Smlouva o nákupu elektřiny (anglicky Power purchase agreement)

PI	-	Index ziskovosti (anglicky Profitability index)
DPH	-	Daň z přidané hodnoty

## **IV. Seznam příloh**

<b>Příloha 1: Část kalkulace (10 let) Cash flow pro obě varianty investice.....</b>	<b>88</b>
<b>Příloha 2: Cenová nabídka od firmy Schlieger, s.r.o.....</b>	<b>91</b>

## V. Přílohy

### Příloha 1: Část kalkulace (10let) Cash flow pro obě varianty investice:

#### FVE varianta č. 1 – bez akumulace elektrické energie

rok	% změna účinnosti	výroba MWh/rok	40 % na spotřebu	VT (67 %)
1	100,0 %	45,0	18,0	93 963 Kč
2	99,2 %	44,6	17,8	93 212 Kč
3	98,4 %	44,2	17,7	92 460 Kč
4	97,6 %	43,9	17,5	91 708 Kč
5	96,8 %	43,5	17,4	90 957 Kč
6	96,0 %	43,2	17,3	90 205 Kč
7	95,2 %	42,8	17,1	89 453 Kč
8	94,4 %	42,4	17,0	88 702 Kč
9	93,6 %	42,1	16,8	87 950 Kč
10	92,8 %	41,7	16,7	87 198 Kč

NT (33 %)	Úspora Kč	Prodej MWh	Prodej Kč	Příjmy
29 661 Kč	123 625 Kč	27,0	40 455 Kč	164 079,55 Kč
29 424 Kč	122 636 Kč	26,8	40 131 Kč	162 766,91 Kč
29 186 Kč	121 647 Kč	26,5	39 808 Kč	161 454,27 Kč
28 949 Kč	120 658 Kč	26,3	39 484 Kč	160 141,64 Kč
28 712 Kč	119 669 Kč	26,1	39 160 Kč	158 829,00 Kč
28 475 Kč	118 680 Kč	25,9	38 837 Kč	157 516,36 Kč
28 237 Kč	117 691 Kč	25,7	38 513 Kč	156 203,73 Kč
28 000 Kč	116 702 Kč	25,5	38 190 Kč	154 891,09 Kč
27 763 Kč	115 713 Kč	25,2	37 866 Kč	153 578,46 Kč
27 525 Kč	114 724 Kč	25,0	37 542 Kč	152 265,82 Kč

Výdaje 1 % z investice	Úroky	-	Odpisy	Daň z příjmu
11 850 Kč	58 404 Kč	-	59 250 Kč	7 261 Kč
11 850 Kč	54 264 Kč	-	59 250 Kč	7 855 Kč
11 850 Kč	49 816 Kč	-	59 250 Kč	8 513 Kč
11 850 Kč	45 037 Kč	-	59 250 Kč	9 241 Kč
11 850 Kč	39 902 Kč	-	59 250 Kč	10 044 Kč
11 850 Kč	34 386 Kč	-	59 250 Kč	10 926 Kč
11 850 Kč	28 458 Kč	-	59 250 Kč	11 896 Kč
11 850 Kč	22 090 Kč	-	59 250 Kč	12 957 Kč
11 850 Kč	15 249 Kč	-	59 250 Kč	14 118 Kč
11 850 Kč	7 898 Kč	-	59 250 Kč	15 386 Kč

<b>CF</b>	<b>Diskontované CF</b>
<b>-1 185 000 Kč</b>	-
86 565 Kč	78 799 Kč
88 798 Kč	73 580 Kč
91 275 Kč	68 847 Kč
94 014 Kč	64 551 Kč
97 033 Kč	60 647 Kč
100 354 Kč	57 095 Kč
104 000 Kč	53 861 Kč
107 994 Kč	50 911 Kč
112 362 Kč	48 218 Kč
117 132 Kč	45 756 Kč

### FVE varianta č. 2 – s akumulací elektrické energie

<b>Rok</b>	<b>% změna účinnosti</b>	<b>výroba MWh/rok</b>	<b>75 % na spotřebu</b>	<b>VT (67 %)</b>
<b>1</b>	100,0 %	45,0	33,7	176 182 Kč
<b>2</b>	99,2 %	44,6	33,4	174 772 Kč
<b>3</b>	98,4 %	44,2	33,2	173 363 Kč
<b>4</b>	97,6 %	43,9	32,9	171 953 Kč
<b>5</b>	96,8 %	43,5	32,6	170 544 Kč
<b>6</b>	96,0 %	43,2	32,4	169 134 Kč
<b>7</b>	95,2 %	42,8	32,1	167 725 Kč
<b>8</b>	94,4 %	42,4	31,8	166 315 Kč
<b>9</b>	93,6 %	42,1	31,6	164 906 Kč
<b>10</b>	92,8 %	41,7	31,3	163 496 Kč

<b>NT (33 %)</b>	<b>Úspora Kč</b>	<b>Prodej MWh</b>	<b>Prodej Kč</b>	<b>Příjmy</b>
55 614 Kč	231 796 Kč	11,2	16 856 Kč	248 652 Kč
55 170 Kč	229 942 Kč	11,1	16 721 Kč	246 663 Kč
54 725 Kč	228 087 Kč	11,1	16 587 Kč	244 674 Kč
54 280 Kč	226 233 Kč	11,0	16 452 Kč	242 685 Kč
53 835 Kč	224 379 Kč	10,9	16 317 Kč	240 695 Kč
53 390 Kč	222 524 Kč	10,8	16 182 Kč	238 706 Kč
52 945 Kč	220 670 Kč	10,7	16 047 Kč	236 717 Kč
52 500 Kč	218 815 Kč	10,6	15 912 Kč	234 728 Kč
52 055 Kč	216 961 Kč	10,5	15 777 Kč	232 739 Kč
51 610 Kč	215 107 Kč	10,4	15 643 Kč	230 749 Kč



Výdaje 1 % z investice	Úroky	Reinvestice do baterií	Odpisy	Daň z příjmu
13 331 Kč	69 422 Kč	-	66 655 Kč	20 841 Kč
13 331 Kč	64 501 Kč	-	66 655 Kč	21 457 Kč
13 331 Kč	59 214 Kč	-	66 655 Kč	22 150 Kč
13 331 Kč	53 533 Kč	-	66 655 Kč	22 925 Kč
13 331 Kč	47 430 Kč	-	66 655 Kč	23 789 Kč
13 331 Kč	40 873 Kč	-	66 655 Kč	24 748 Kč
13 331 Kč	33 827 Kč	-	66 655 Kč	25 810 Kč
13 331 Kč	26 258 Kč	-	66 655 Kč	26 982 Kč
13 331 Kč	18 125 Kč	-	66 655 Kč	28 272 Kč
13 331 Kč	9 388 Kč	-	66 655 Kč	29 689 Kč

CF	Diskontované CF
-1 333 095 Kč	-
145 058 Kč	132 577 Kč
147 374 Kč	123 105 Kč
149 979 Kč	114 503 Kč
152 896 Kč	106 686 Kč
156 146 Kč	99 579 Kč
159 755 Kč	93 115 Kč
163 749 Kč	87 232 Kč
168 157 Kč	81 873 Kč
173 010 Kč	76 988 Kč
178 342 Kč	72 532 Kč

Zdroj: Vlastní zpracování

**Příloha 2: Cenová nabídka od firmy Schlieger, s.r.o:**

**SCHLIEGER**

*Jednička v počtu realizací v ČR*

**Fotovoltaické  
elektrárny a tepelná  
čerpadla od jedničky  
na českém trhu**

- ✓ Vlastní výroba
- ✓ Profi montáž
- ✓ Servis po celé ČR
- ✓ Bezkonkurenční záruky
- ✓ 100% jistota kvality

**SCHLIEGER**

**Optimální využití dostupných energií**

Lokalita: J.A.Komenského 1076, Blatná

Cenová nabídka na instalaci FVE

SCHLIEGER, s.r.o.  
U nákladového nádraží 3265/10  
130 00 Praha 3

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

## Návrh instalace FVE na objektu.

Znázorněna možná osaditelnost panelů na ploše se zohledněním rozmístění existujících technologických prvků.



SCHLIEGER, s.r.o.  
U nákladového nádraží 3265/10  
130 00 Praha 3

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

**Fotovoltaická elektrárna - 49,5 kWp**  
hybridní střídač, baterie

**Položkový rozpočet**

**Fotovoltaický systém**

Produkt	ks	cena
Fotovoltaický panel DAH Solar 550Wp set	49,5 kWp	460 345 Kč
Třífázový asymetrický hybridní střídač SofarSolar 20000TL-3PH	1	61 005 Kč
Třífázový asymetrický hybridní střídač SofarSolar 15000TL-3PH	2	115 134 Kč
Řídící jednotka baterie SOFARSOLAR BTS 5K-BDU	1	10 538 Kč
Baterie SOFARSOLAR BTS 5K	4	184 608 Kč
Optimizér TIGO TS4 A-O 700W set	1	89 910 Kč
Konstrukce (např. příchytky, spojky, profily, spojovací mat.)	1	121 500 Kč
<b>Celkem za fotovoltaický systém</b>		<b>1 043 040 Kč</b>


**Montáž, doprava a uvedení do provozu**

Produkt	ks/den	cena
DC strana, rozvaděč, jištění, přepěťové ochrany, DC kabeláž	1	102 550 Kč
AC strana, kabeláž, rozvaděč, jištění AC, spotřební materiál	1	47 505 Kč
Instalace a nastavení (fakturace dle skutečnosti)	5	45 500 Kč
Doprava	1	16 000 Kč
Propojení se současným systémem (fakturace dle skutečnosti)	1	5 000 Kč
Stavební připravenost - FVE	1	5 000 Kč
Příprava pro backup	1	3 500 Kč
Autorizované spuštění a revize	1	15 000 Kč
<b>Celkem za montáž dopravu a uvedení do provozu</b>		<b>240 055 Kč</b>

Zajištění potřebné dokumentace (fakturace dle skutečnosti)	1	50 000 Kč
<b>Cena celkem za dílo bez DPH</b>		<b>1 333 095 Kč</b>
Cena celkem za dílo s 21% DPH		1 613 045 Kč

Záloha je navržena ve výši 50% z ceny díla s daní

**Výše zálohy: 806 522 Kč**

 **SCHLIEGER**

Technologie

### Používáme nejvyšší kvalitu komponenty

Výrobky značky Schlieger navrhujeme a vyvíjíme v České republice. Díky největším skladovým zásobám v ČR a vlastním montážním týmům provádíme více než 1 000 instalací



Bezrámcový solární panel

#### Patentovaný panel 550 Wp

- Záruka 30 let na výkon panelu
- Vysoká účinnost
- Patentovaná bezrámcová technologie

Střídač Soltec

#### Třífázový hybridní střídač

- ONLINE monitoring
- Vysoká účinnost



Stuhlovatelná baterie LiFePO4

#### s životností 8000 cyklů

- O 50 % delší životnost
- Snadné navýšení kapacity baterie
- Hloubka vybití 10%



## Co za Vás vyřídíme ?

- ≡ Vyřídíme dotaci, pokud na ni vznikne nárok.
- ≡ Podáme žádost o připojení k distribuční soustavě.
- ≡ Nainstalujeme.
- ≡ Provedeme revizi zařízení.
- ≡ Vyřídíme první paralelní připojení výroby a její uvedení do provozu.

Vyhrazujeme si právo na technické změny a případné chyby tisku.\*\*

## ZÁRUKY

**30** let  
na výkon FV panelů

**5** let  
na střídač  
(lze prodloužit)

**12** let  
na mechanické  
části FV panelů

**2** roky  
na ostatní  
komponenty

**5** let  
na baterie

SCHLIEGER, s.r.o.  
U nákladového nádraží 3265/10  
130 00 Praha 3

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

Zdroj: Schlieger, s.r.o.