

Zhodnocení investice do malé solární elektrárny

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

doc. Ing. Daniela Špírková, PhD.

Lenka Fitzová

Brno 2017

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí této bakalářské práce doc. Ing. Daniele Špírkové, PhD. za poskytnuté odborné rady a pomoc při zpracování.

Dále bych ráda poděkovala své rodině a přátelům, kteří mi byli velkou oporou, nejen po dobu psaní bakalářské práce, ale i po celou dobu studia.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci: **Zhodnocení investice do malé solární elektrárny** vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 4. 1. 2017

Abstract

Fitzová, L. The evaluation of investment in small solar power plant. Bachelor thesis. Brno: Mendel University, 2017.

The theme of this bachelor thesis is evaluation of investment efficiency in a small solar power plant, mainly to payback period. The theoretical part introduces to the issue of solar radiation, renewable sources of energy, especially photovoltaics and shows legislation related to solar power plants in the Czech Republic. The practical firstly evaluates investment from the perspective of an investor during investment decision and the values come from the facts known at the time. The second part is focused on the real values of the solar power plant. By the obtained values are these two views compared. The thesis also includes SWOT analysis.

Keywords

Solar power plant, photovoltaics, investments, methods of investment efficiency

Abstrakt

Fitzová, L. Zhodnocení investice do malé solární elektrárny. Bakalářská práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2017.

Bakalářská práce se zabývá posouzením efektivnosti investice do malé solární elektrárny, především doby její návratnosti. Teoretická část práce čtenáři přibližuje problematiku slunečního záření, obnovitelných zdrojů energie, zejména fotovoltaiky a zachycuje vývoj legislativy vztahující se k solárním elektrárnám v ČR. Praktická část nejprve hodnotí investici z pohledu investora a vychází ze skutečností známých v té době následně vychází z reálných dat provozu elektrárny. Na základě získaných hodnot jsou tyto pohledy srovnány. Součástí práce je analýza SWOT.

Klíčová slova

Solární elektrárna, fotovoltaika, investice, metody hodnocení efektivnosti investice.

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíl a metodika práce	12
3	Literární rešerše	15
3.1	Energie.....	15
3.2	Slunce a záření.....	16
3.3	Využití sluneční energie pro obnovitelné zdroje	17
3.3.1	Energie ze slunečních paprsků využita nepřímo	17
3.3.2	Energie ze slunečních paprsků využita přímo	21
3.4	Fotovoltaika – východisko z ekologicko-energetické krize	22
3.4.1	Historie tvorby fotovoltaických článků	22
3.4.2	Fotovoltaický jev	22
3.4.3	Solární článek	23
3.4.4	Typy článků	24
3.4.5	Solární panel jako celek	25
3.4.6	Faktory omezující výkonnost fotovoltaických panelů na Zemi.....	26
3.4.7	Rozdělení fotovoltaických systémů	27
3.5	Pomocná zařízení pro výrobu elektřiny	28
3.6	Vývoj množství a podpory FVE v ČR, od jejího vstupu do EU	29
3.6.1	Vývoj instalovaného výkonu ve světě	35
3.7	Moderní technologie a budoucnost solárních panelů	36
3.8	Životnost solárních panelů a ekologie.....	37
3.9	Finanční metody pro investiční rozhodování	38
3.9.1	Statické metody	38
3.9.2	Dynamická metoda	39

4	Vlastní práce	41
4.1	Zhodnocení investice před realizací investice	41
4.1.1	Porovnání dalších nabídek na elektrárnu v roce 2008.....	41
4.1.2	Charakteristika zvoleného investičního záměru.....	42
4.1.3	Odhad návratnosti investice předložený dodavatelem FVE.....	43
4.1.4	Hodnocení efektivnosti investičního záměru dle vybraných metod..	43
4.1.5	Statická metoda – doba návratnosti.....	43
4.1.6	Dynamické metody zhodnocení efektivnosti investice	49
4.2	Zhodnocení investice po letech provozu a komparace s původním očekáváním před realizací projektu.....	52
4.3	SWOT analýza investice do malé solární elektrárny	58
5	Diskuze	60
6	Závěr	63
7	Literatura	64
8	Seznam použitých tabulek, obrázků a grafů	69
9	Seznam použitých zkratk	70
A	Přiložené tabulky	72

1 Úvod

Doposud bylo zvykem, že civilizace získávala energii z neobnovitelných surovinových zdrojů. Již od konce 19. století se ve velké míře začalo využívat fosilních paliv, které vznikaly miliony let. Jejich zásoby ale velmi rychle klesají a s celosvětovými zásobami ropy a zemního plynu si lidstvo vystačí už jen několik desítek let. Zásoby uranu pro tvorbu jaderné energie vystačí dokonce jen do roku 2030.

S využíváním fosilních paliv se také pojí druhý problém, kterým je uvolňování oxidu uhličitého při jejich spalování. Hladina oxidu uhličitého v atmosféře stále přibývá a podporuje tak zvyšování množství skleníkových plynů.

V poslední době si ale můžeme povšimnout, že se od tohoto způsobu lidé začínají distancovat a snaží se využívat ekologicky získaných zdrojů, které tolik nepoškozují naši planetu. Přesto velikost spotřebované energie roste mnohem rychleji než zapojování obnovitelných zdrojů do sítě. Stále se tedy hojně využívá fosilních paliv.

Jedním z takových obnovitelných zdrojů energie jsou právě solární (fotovoltaické) elektrárny, které dokáží pracovat bez jakýchkoliv negativních vlivů na životní prostředí a zároveň je pro provoz potřebné pouze všudypřítomné sluneční záření.

Vzhledem k tomu, že dopadající množství sluneční energie na zemský povrch je pro dnešní spotřebu dostačující, vyvíjí lidstvo velké úsilí pro rozvoj právě fotovoltaických technologií. Přesto se stále jedná o velmi nákladnou a na výrobu náročnou variantu získávání energie. Z toho důvodu se státy snaží podporovat rozvoj fotovoltaických systémů zavedením dotací, legislativních změn, usměrňováním výkupních cen energií či zeleným bonusem. Díky takovým úpravám se stalo provozování vlastní solární elektrárny dosažitelným. I z toho důvodu v poslední dekádě množství instalovaných solárních elektráren velmi vzrostlo. (Haselhuhn, 2011), (Henze, 2000)

2 Cíl a metodika práce

Podnětem k vytvoření práce na téma hodnocení investice do solární elektrárny byla nespokojenost majitele jedné z nich s množstvím legislativních změn, vztahujících se právě k solárním elektrárnám v České republice, v jejichž důsledku se výrazně prodloužila investorova očekávaná doba návratnosti.

Z toho důvodu je v této práci hlavním cílem ekonomické srovnání efektivnosti investice do malé solární elektrárny, především z pohledu doby její návratnosti. Srovnání proběhne na základě dvou perspektiv, z pohledu plánované efektivnosti investice před její realizací a skutečných výsledků provozu systému. Vzhledem k tomu, že s prodloužením návratnosti investice velmi úzce souvisí i energetická legislativa, pokládám za důležité přiblížit, mimo jiné, i tuto stránku věci.

Hodnocená bude malá střešní solární elektrárna o instalovaném výkonu 3,2 kWp, uvedená do provozu v roce 2008, jejíž celková vstupní cena odpovídala hodnotě 456 000 Kč. Majitele této elektrárny budeme v práci označovat jako investora a současně majitele RD.

Práce bude rozdělena do dvou hlavních celků – literární rešerše a vlastní práce.

Literární rešerše i vlastní práce budou vycházet z poznatků získaných studiem odborné literatury a internetových zdrojů, zaměřených jak na vlivy působení Slunce, na jejich využití v podobě obnovitelných zdrojů energie, na technickou stránku fotovoltaických článků, tak i na minulou a současnou legislativu, a problematiku hodnocení investic. Na závěr celé práce budou všechny využívané zdroje citovány v seznamu literatury.

V praktické části bude využíváno též reálných hodnot poskytnutých majitelem fotovoltaické elektrárny.

V rámci literární rešerše si nejdříve přiblížíme základní informace o Slunci, bez kterého by Země nebyla, jakou je dnes a zaměříme se na jednotlivé typy obnovitelných zdrojů energie. Ty představují symbol ukončení devastování planety Země, protože mají minimální dopady na životní prostředí na rozdíl od energie získané z fosilních paliv.

Následně se přesuneme k technologiím fotovoltaiky, kde si mimo jiné vysvětlíme principy fungování fotovoltaického jevu, faktory mající vliv na výkonnost solárního systému, typy systémů a problematiku spojenou s postupem po ukončení výroby energie.

Poté si přiblížíme změny v legislativě v České republice, která upravuje oblast solárních systémů, vytyčíme poskytované dotace, garantované výkupní ceny a další zvýhodnění. Současně si nastíníme vývoj množství instalovaného výkonu fotovoltaických elektráren v České republice i ve světě.

V posledním bodu literární rešerše si představíme finanční metody hodnocení investic, které ovlivňují rozhodování investora. Nejprve si vysvětlíme některé statické metody, které nezohledňují faktor času. Konkrétně půjde o metodu doby

návratnosti, metodu průměrných ročních nákladů a průměrnou výnosnost investičního projektu. Následně si objasníme postupy dynamických metod, které naopak faktor času zohledňují. Zde budou vybrány čistá současná hodnota (Net Present Value, NPV) a metoda výpočtu vnitřního výnosového procenta (Internal Rate of Return, IRR).

Praktická část bude rozdělena na 3 hlavní části.

První část se bude zabývat zhodnocením investice z pohledu investora v době rozhodování o investici, a výchozí zde budou data a skutečnosti známé v té době, tedy roky 2007 a 2008. Nejdříve se pro srovnání zmíníme o propočtu návratnosti předložené dodavatelem FVE. Následně se přesuneme k vlastním výpočtům. V této části zohledníme především přislíbenou dotaci ve výši 200 000 Kč, osvobození od daně z příjmů na dobu 5 let plus rok uvedení do provozu, předpokládanou výši zelených bonusů a výkupních cen a dalších. Důležitou součástí je také tzv. úspora energie, která označuje finance, které provozovatel ušetřil spotřebou vlastní energie (zadarmo) namísto odkupu z distribuční sítě.

Při výpočtu využijeme předpokládaných hodnot jako jsou velikost produkce energie FVE, vlastní spotřeba energie z FVE a množství přebytečné energie odvedené do sítě či aktuálních hodnot z let 2007 a 2008, jimiž jsou ceny za decentralní výrobu a ceny za dodávku energie do sítě. Ceny zelených bonusů odpovídají každoročnímu zvýšení o 2 %, což byla spodní hranice růstu této dotace. Ceny za energii jsou počítány s každoročním 5% nárůstem, jak ve své nabídce predikuje dodavatel solárních panelů.

Propočty si ukážeme na 15letém období, které bylo v době investičního rozhodování státem garantováno jako maximální doba návratnosti investice do FVE díky stanoveným výkupním cenám energie.

Pro výpočty využijeme zejména statickou metodu doby návratnosti a dynamické metody NPV a IRR, které budou podrobně vysvětleny v literární rešerši.

Metoda doby návratnosti spočívá ve sčítání každoročních zdaněných zisků a odpisů a v roce, kdy kumulovaná částka překlene investiční náklad, je investice navrácena. Druhým způsobem, jak získat dobu návratnosti je podíl investičních nákladů a ročního cash flow. Tento vzorec se dá využít pouze v případě, že jsou každoroční příjmy stejné.

Pro zjištění výsledku dynamických metod nejdříve zjistíme budoucí cash flow (zdaněný zisk + odpisy) a pomocí odůročitele (diskontní míra) současné hodnoty cash flow. Na základě součtu současných cash flow ze všech období provozu investice získáme částku, od které odečteme kapitálový vklad. Rozdílem pak je čistá současná hodnota investice (NPV). Pro výpočet NPV se použije odůročitel s úrokovou mírou odpovídající požadované výnosnosti investice.

Pro zjištění vnitřního výnosového procenta (IRR) budeme postupovat podobně jako u zjišťování současné hodnoty cash flow, avšak diskontní míra bude tentokrát vypočítávána hned dvakrát, a to pro vyšší a nižší úrokovou míru. Pokud je úhrn diskontovaných hodnot vyšší než kapitálový výdaj, pak pro další výpočet zvolíme vyšší úrokovou míru. Pokud je však úhrn diskontovaných hodnot

nižší než kapitálový výdaj, pak pro další výpočet zvolíme nižší úrokovou míru. Zjištěná diskontovaná cash flow se následně dosadí do vzorce pro zjištění IRR. Při této hodnotě by se NPV rovnalo nule.

Ve druhé části vlastní práce pak budou výpočty provedeny podle skutečných hodnot získaných z provozu FVE v letech 2008 až 2015. Zejména se jedná o reálný výkon elektrárny, reálnou spotřebu energie domu z FVE a skutečné ceny zvýhodnění a energií vyhlášené úřady.

Vzhledem k tomu, že v průběhu psaní této práce nebyla dostupná konečná data z roku 2016, bude pro tento rok kalkulováno s průměrnými hodnotami předchozích let, případně s některými cenami pro rok 2016 již vyhlášenými. Pro následující roky bude využito dat získaných opět průměry či předpokládaným vývojem. Pro tuto část využijeme opět metodu doby návratnosti a opět počítáme i s úsporou.

Z důvodu změny v legislativě nebude do této části započítávána zmíněná dotace 200 000 Kč a s osvobozením od daně z příjmů bude počítáno pouze tři roky provozu FVE, což bude mít na návratnost značný vliv. Dále zde započítáme původně neočekávané náklady na certifikáty pro komunikaci s OTE, recyklaci panelů a vlivem požadavku na vedení podvojného účetnictví i poplatků pro účetní firmu.

Třetí část vlastní práce bude věnována analýze SWOT, pomocí níž si vytyčíme silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby investice do malé solární elektrárny a vyvodíme jistá stanoviska.

Na závěr srovnáme zjištěné výsledky predikativní a reálné varianty a vyhodnotíme ekonomické dopady, především zmíněných legislativních úprav.

3 Literární rešerše

3.1 Energie

Energie je v přírodě výchozí veličinou. Nebýt energie, nevznikl by vesmír ani naše planeta Země, tak jak ji dnes známe. Energie je ve své podstatě schopnost vykonávat práci a zároveň něco, co v našem uzavřeném systému, vesmíru, nelze vytvořit ani zničit. O tom svědčí zákon o zachování energie, který říká, že se potenciální energie mění v kinetickou a naopak, avšak celkové množství energie v soustavě zůstává stále stejné. Toto platí jak pro živou, tak neživou přírodu. (Karamanolis, 1996), (Mechanická energie, 2016)

Jako příklad předávání energie si můžeme uvést motor automobilu. Ten mění chemickou energii nafty nebo benzínu na kinetickou energii, díky níž se automobil může pohybovat. Následně se pak nashromážděná energie v pohonných hmotách mění v teplo, které je ale pro lidstvo zatím nevýznamné, protože jej neumíme patřičně využít. (Karamanolis, 1996)

V dnešní době civilizace spotřebuje obrovské množství energie. Život bez energie v podobě elektrického proudu si už snad ani neumíme představit.

Největší množství energie získává lidstvo spalováním fosilních paliv v tepelných elektrárnách a vznikají kvůli tomu tedy při nejmenším dva základní problémy.

Jednak jsou zásoby fosilních paliv, které zde rostliny vytvářely miliony let, omezené a lidé je nyní spotřebovávají několikanásobně vyšší rychlostí. Tím je mimo jiné zapříčiněn rekordní růst cen zemního plynu a ropy (Quaschnig, 2010)

Druhým problémem je ovlivňování životního prostředí. Například při těžbě ropy a zemního plynu proudí do atmosféry poměrně velké množství metanu a při spalování fosilních paliv se uvolňuje oxid uhličitý. Oba tyto plyny označujeme jako skleníkové. Jejich vysoká koncentrace způsobuje zvyšování teploty na Zemi, a tedy dle většiny odborníků globální oteplování. Za posledních 400 tisíc let je množství oxidu uhličitého v atmosféře nejvyšší, a přitom stále roste. (Murtinger, 2008)

Proč se tedy raději neuchýlit k získávání energie z obnovitelných zdrojů, které se nám volně nabízí, nehrozí zde jejich vyčerpání, nejsou tolik drahé, a navíc jsou klimaticky šetrné? (Quaschnig, 2010)

3.2 Slunce a záření

Slunce je hvězda o průměrné velikosti, která je středobodem naší sluneční soustavy o velikosti 109x větší a hmotností 330000x těžší než Země. Stáří Slunce se odhaduje na 5 miliard let, což je asi o půl miliardy více než Země. Střední vzdálenost mezi Sluncem a Zemí je 150 milionů kilometrů, což odpovídá jedné astronomické jednotce (1 AU). Ta se používá jako základní jednotka pro měření vzdálenosti ve vesmíru. (Karamanolis, 1996), (Astrofyzika, 2016)

Slunce je plynné těleso, které se skládá ze $\frac{3}{4}$ z vodíku, z $\frac{1}{4}$ z helia a pouhé 1 % hmoty tvoří těžší prvky. Toto složení hořících plynů se označuje jako plazma. Plyny zde proudí za působení gravitace, magnetických polí a tepelné energie. Gravitace také způsobuje vysoký tlak a horko v jádru, které podněcuje nukleární fúzní reakce. Nukleární fúzní reakce jsou takové reakce, které přeměňují vodík na helium, a kvůli tomu se vytváří ohromné množství energie v podobě fotonů¹. Díky této termonukleární reakci se povrchová teplota Slunce pohybuje v nepředstavitelných hodnotách, konkrétně 5800°K. (Henze, 2000), (Karamanolis, 1996), (Dunlop, 2012)

Za každou sekundu ztratí Slunce tímto způsobem 5 milionů tun své váhy v podobě vyzařené energie. (Karamanolis, 1996) Lze ho považovat za jakýsi termojaderný reaktor, který funguje bez ustání, dokonale a zcela automaticky se reguluje. (Klenovčanová, Imriš, 2006)

Z celkového množství vydané energie Sluncem však povrch Země zachytí pouze jednu dvou miliardtinu této ohromné sluneční síly. Přesto Země z této poměrně malé části původní energie nevyužije celou hodnotu. Celých 30 % energie je odraženo od mraků, částec prachu a zemského povrchu zpět do vesmíru. Zbýlých 70 % bohatě stačí, aby udržel při životě všechnu vegetaci a činnosti na Zemi po miliony let. (Henze, 2000), (Karamanolis, 1996) (Dunlop, 2012)

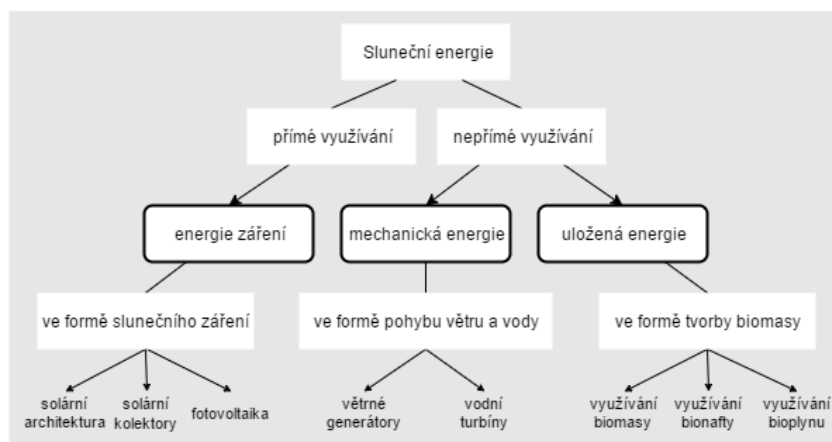
1 Foton je základní jednotkou elektromagnetické radiace, která vzniká hluboko v jádru Slunce. Doba, za jakou se foton dostane z jádra na povrch, zabere i stovky tisíc let a ztratí tak množství energie. Je to dáno tím, že fotony jsou v průběhu cesty na povrch neustále pohlcovány a znovu vyzařovány. Posléze je tedy z jednoho fotonu s velkým množstvím energie více fotonů s malou energií. Povrch Slunce následně opouští jako viditelné světlo a k zemskému povrchu se dostává přibližně za 8 minut.

Energie fotonů se různí podle vlnové délky. Čím delší vlnová délka fotonu, tím menší energie fotonu. Pro využití fotovoltaických článků tedy potřebujeme kratší vlny. Ideální je pro tyto účely foton o vlnové délce asi 1 105 nm, čemuž odpovídá tepelné infračervené záření. I fotony s kratší vlnovou délkou, viditelné světlo, jsou vyhovující. Například mikrovlny, fotony s větší vlnovou délkou, již fotovoltaický jev nezpůsobují. (Dunlop, 2012), (Astrofyzika, 2016), (Libra, 2010), (Fotovoltaický jev, 2016), (Boxwell, 2014)

3.3 Využití sluneční energie pro obnovitelné zdroje

Sluneční energie je nejvýznamnější primární zdroj energie pro biosféru, tedy pro všechny život na naší planetě.

Energii Slunce lze využívat buď přímým způsobem, kdy se paprsky přeměňují rovnou na využitelnou formu energie. Takovým prostředkem jsou fotovoltaické panely na tvorbu elektrického proudu nebo solární kolektory na ohřev teplé vody. Druhou variantou je přeměna sluneční energie na sekundární formu energie v podobě pohybu větru a vody nebo vzniku biomasy. (Henze, 2000) Mimo jaderné energie, energie z mořského přílivu a částečně geotermální energie, je tedy většina energetických zdrojů odvozena právě od energie Slunce. (Murtinger, 2010)



Obrázek 1: Způsoby využívání sluneční energie

Zdroj: vlastní zpracování dle Henze, 2000

Dá se tedy říci, že velká část energetických zdrojů nám bude k dispozici po dobu, kdy bude svítit slunce, tedy až 5 miliard let a můžeme je považovat za obnovitelné zdroje. (Karamanolis, 1996)

Pro představu si v následujícím textu uvedeme typy využívání nepřímé sluneční energie. Většina z nich patří mezi obnovitelné zdroje energie.

3.3.1 Energie ze slunečních paprsků využita nepřímo

- **Energie větru**

Vznik větru je zapříčiněn obrovským přísunem sluneční energie, která je však využitelná jen z části. Konkrétně se jedná o 2 % energie ze Slunce, jenž se přemění na proudění vzduchu.

Jak vítr vzniká? Oblasti pólů jsou kvůli sklonu Země a obíhání Slunce zahřívány nejméně a zároveň je na pólech větší množství slunečních paprsků odraženo zpět do kosmu. Naopak oblasti rovníku jsou zahřívány nejvíce. Z toho důvodu se atmosféra snaží teploty vyrovnat a dochází k masivnímu

proudění vzduchu směrem od rovníku k pólům. Otáčení Země způsobuje vychýlení tohoto proudění, a tak vznikají docela rovnoměrné větrné proudy.

Lokální větry pak vznikají kvůli vyrovnávání tlakové níže a tlakové výše nebo teplotních nesrovnalostí v oblastech, kde se setkává oceán s pevninou.

Největší množství energie z větru lze získat na otevřeném moři, kde nejsou žádné výškové překážky v podobě pahorků. Naopak na pevnině je vítr často zbrzdován nerovnostmi povrchu a stejných rychlostí jako nad oceánem dosahuje až při velkých nadmořských výškách. Proto je výhodné stavět větrné elektrárny pouze na otevřených kopcích nebo využít velké rovinné plochy. Nejlepší umístění je však tam, kde vane vítr na pevninu rovnou z otevřeného moře. (Quaschnig, 2010)

• Energie vody

Jak je na první pohled z vesmíru vidět, naše planeta je z velké většiny modrá. Je to z toho důvodu, že 71 % plochy Země zabírá právě voda v tekutém skupenství. Nebýt tepla ze Slunce, byla by planeta komplet ledová.

Slaná voda v mořích tvoří přibližně 97 % celkového množství vodních zásob Země. Zbývající 3 % sladké vody jsou ze $\frac{3}{4}$ voda ukrytá v ledu za polárním kruhem, dále jako vlhkost půdy či podzemní vody a pouhá 0,02 % je voda v jezerech a řekách.

Přicházející teplo ze Slunce nejenže udržuje vodu v kapalném stavu, ale zároveň způsobuje její vypařování. Díky tomu je neustále udržován koloběh vody. Voda, která je odpařena ze zemského povrchu se z 80 % vrátí ve formě atmosférických srážek přímo do oceánu. Zbylá část vypařené vody je transportována nad pevninu, kde se zkondenzuje a vrací zpět do oceánu pomocí povrchových a podpovrchových vod či znovu odpaří přímo z pevniny. Takto proteče na pevnině přibližně miliarda litrů za vteřinu. Tuto kinetickou energii je lidstvo schopné alespoň z části využít pomocí hydroelektráren.

Vodních elektráren je hned několik druhů. Průtočné elektrárny, které využívají velkého výškového rozdílu pomocí tvorby umělých hrází. Akumulační elektrárny, jejichž princip je založený na hromadění vody. Přečerpávací elektrárny, které potřebují dvě nádrže, mezi nimiž musí být co největší spádový rozdíl (Dlouhé stráně). Přílivové elektrárny, které využívají slapových jevů. Díky nim může vzniknout rozdíl mezi přílivem a odlivem zhruba 1 m a v mimořádných případech až 10 m. Dále pak elektrárny poháněné mořskými proudy, které fungují na podobném principu jako větrné elektrárny a elektrárny, které využívají síly mořských vln.

Pro celý tento koloběh vody v přírodě je využito přibližně 22 % sluneční energie, kterou zachytí povrch naší planety. (Karamanolis, 1996), (Quaschnig, 2010), (Benda, 2012)

- **Energie z biomasy**

Biomasa je pojem, kterým se označuje veškerá hmota organického původu na Zemi tvořená živými či odumřelými organismy a organickými produkty látkové výměny. Avšak převážnou většinu tvoří organismy rostlinného původu.

Jednoduše řečeno, živé organismy přeměňují pomocí přirozených chemických procesů sluneční záření, bez kterého by nebyl život, v biomasu. Stejně tak jako u předchozích forem, je tedy i u biomasy zapotřebí sluneční energie.

Biomasu je možno získat buď ve formě odpadu zemědělských a lesnických prací nebo po záměrném pěstování tzv. energetických plodin. Takové rostliny mají velice rychlou fotosyntézu, a lze jimi tedy dosáhnout vysoké účinnosti. Mezi takové můžeme zařadit proso, laskavec, kukuřici, cukrovou třtinu a čínský rákos.

Biomasu lze využívat k vytápění přímo, jako pevné biopalivo, které známe ve formě klasického dřeva, dřevěných slisovaných pelet či briket. Díky tomuto způsobu je biomasa nejdéle používaným zdrojem energie. Již lidé před statisíci lety se zahřívali pomocí ohně.

Druhou možností je využití jako materiál k výrobě plyných a kapalných biopaliv. Mezi takové lze zařadit bio olej, který lze získat z olejnatých rostlin a je tak nejjednodušeji vyrobitelným biopalivem. Dále pak bionafta získávaná z olejnatých rostlin či živočišných tuků nebo bioetanol vytvářený z glukózy, škrobu a celulózy cukrové řepy, cukrové třtiny a obilí. Novinkou v oboru rostlinných paliv je palivo BTL, které se nemusí soustřeďovat na konkrétní složky rostlin, ale získává užitek z rozsáhlejšího množství surovin jako je sláma, celá těla rostlin, energetické plodiny či z biologického odpadu. Poslední možností je bioplyn. Ten je vytvářen ve vlhkém prostředí bez přístupu vzduchu za pomoci kvašení.

V rámci České republiky je biomasa nejvyužívanějším zdrojem energie z obnovitelných zdrojů. (Quaschnig, 2010) (Benda, 2012)

- **Energie fosilních paliv**

Ačkoliv fosilní paliva na první pohled nevypadají, jako by měla původ ve sluneční energii, tak opak je pravdou. Fosilní paliva lze nazvat jakousi „energetickou konzervou“. (Murtinger, 2010) Odumřelé organismy, které dříve zachytily energii slunečního záření, se po miliony let ukládaly na mořská dna a vlivem tlaku a nedostatku kyslíku se nemohly řádně rozkládat. Následně se pak díky chemickým procesům tyto organické látky přeměnily na ropu, zemní plyn, černé a hnědé uhlí a rašelinu. Některá ložiska mohou být až 350 milionů let stará. (Quaschnig, 2010)

Energie fosilních paliv je dnes nejžádanější na trhu na úkor zhoršování životního prostředí.

Následujícím typem je geotermální energie. Jedná se o typ obnovitelného zdroje, který nelze sice zařadit mezi typy nepřímé sluneční energie, přesto na ni má Slunce nepopiratelný vliv. Proto si ji zde uvedeme.

- **Geotermální energie**

Zdrojem geotermální energie se rozumí teplo, které je shromažďované v zemské kůře. To může mít podobu termální horké vody, zásob horké páry či tepla ze suchých hornin. (Quaschnig, 2010), (Klenovčanová, Imriš, 2006)

Geotermální energie má původ před zhruba 4650 miliony lety, kdy Země byla rozžhavená planeta. Za několik statisíc let se ale teplota Země pomalu dostávala pod 100 °C a na povrchu začala vznikat zemská kůra, která postupem času tuhla do stále větší hloubky. I přesto má dnes Země z 99 % vyšší teplotu než je 1000 °C. Naštěstí pro lidstvo se tyto teploty pohybují pouze v zemském nitru. (Quaschnig, 2010), (Klenovčanová, Imriš, 2006)

Potenciál geotermální energie, i přes původ Země, převážně spočívá v působení rozpadu radioaktivních prvků uvnitř planety. Vliv na tvorbu geotermální energie však má zároveň i rotace Země nebo sluneční energie, která je po miliardy let shromažďována v zemské kůře. (Benda, 2012)

Geotermální energii lze efektivně využít k vytápění, ohřevu vody či k přeměně na elektrickou energii. Nejpriznivější podmínky pro získávání této energie jsou v místech, kde se horká voda či pára dostává na povrch z horkého podloží Země přirozeným způsobem a v dostatečném množství či tam, kde není nutné provádět příliš hluboké vrty. (Klenovčanová, Imriš, 2006) Ty se většinou nachází na územích přechodu litosférických desek. Vysoké teploty zemské kůry jsou takřka na dosah a je tak jednodušší jejich energii využít. (Quaschnig, 2010)

Střední Evropa není nejvhodnější oblastí pro získávání geotermální energie, protože se vyšší teploty nacházejí ve velkých hloubkách a vrty jsou tak náročnější. I přesto se jen na území České republiky nachází nad 60 vhodných lokalit pro získávání geotermální energie. (Quaschnig, 2010)

Hloubka geotermálního vrtu obvykle dosahuje hloubky 500 až 2000 metrů. (Klenovčanová, Imriš, 2006) Moderní technologie dnes však dovedou zajistit vrt až do hloubky 12 km. Jedná se o velmi nákladnou záležitost.

Výhodou využívání geotermální energie je možnost její regulace, neměnnost a relativně dobrá dostupnost. (Benda, 2012) Na druhé straně stojí vysoká cena geotermálních technologií a vrtů jako takových. (Quaschnig, 2010)

Lidstvo by však i přes obrovské zásoby geotermálního tepla mělo s touto veličinou zacházet opatrně. Ačkoliv se jedná o obnovitelný zdroj, není nutné jím plýtvat natolik, aby to způsobilo problémy budoucímu rozvoji světa. (Benda, 2012)

3.3.2 Energie ze slunečních paprsků využítá přímo

Největší předností využití slunečních paprsků přímo (na rozdíl od větru, vody a biomasy), je právě zmíněná všudypřítomná dostupnost a možnost dosažení vysoké účinnosti. (Murtinger, 2008)

Pro představu, na podložku o velikosti 1 m² na zemském povrchu, dopadne množství energie o velikosti 1353 W. Tato hodnota se označuje jako tzv. solární konstanta. Platí v okamžiku, kdy solární paprsky dopadají kolmo na podložku, Země je ve střední vzdálenosti od Slunce a pomíneme-li vliv filtračního působení atmosféry. (Klenovčanová, Imriš, 2006), (Henze, 2000)

Dle Murtingera (2008; 2010) pak dopadá na klasický rodinný dům ročně přibližně 100 MWh energie ze slunečního záření, a přitom spotřeba v takovém domě se pohybuje pouze okolo 4 MWh na běžnou spotřebu, stejně tolik na ohřev vody a asi 20 až 30 MWh na vytápění za rok. Energie ze Slunce by tedy mohla být více než dostačující, a to dokonce nepočítaje dopad záření na průměrnou zahradu, která činí přibližně další 1 GWh.

Vzato z globálního hlediska, energie ze Slunce, která dopadá na pevninu Země je 2700x větší (údaj pro rok 1994) než je celosvětová spotřeba primární energie. Z teoretického pohledu je úplné zásobování našich potřeb solární energií zcela možné a můžeme ji považovat za nejdostupnější alternativní zdroj energie. (Henze, 2000), (Murtinger, 2008), (Murtinger, 2010)

Pro takovéto přímé využití ale potřebujeme zařízení, které dokáže efektivně transformovat energii ze slunečního záření. (Murtinger, 2008)

Existují dva typy zařízení pro využívání sluneční energie přímo:

- *Fotovoltaický panel* je zařízení skládající se z mnoha fotovoltaických článků, které mění sluneční energii na elektrický proud. Množství vyrobeného elektrického proudu je přímo úměrné intenzitě dopadající energie. (Henze, 2000)
- *Sluneční kolektor* je zařízení, které slouží k zachycení a přeměně slunečního záření na teplo, které je možné využívat na ohřev vody v domácnostech či vytápění. Jako akumulátor teplé vody se následně používá bojler. (Henze, 2000)

I přesto, že se se solárními systémy (jak na ohřev vody, přitápění či fotovoltaické) setkáváme v praxi stále častěji, tak je jich stále nedostatek. V zásadě není problém z hlediska techniky, ale spíše kvůli vysokým nákladům na pořízení elektrárny, a tak stále ještě nemůže tato forma zdrojů z finančního hlediska soupeřit s jinými technologiemi. V budoucnu je ale možno očekávat rozmach solárních systémů, a to i díky neustálému snižování jejich cen a zároveň zdražování klasických energií. Je tedy jen otázkou času, kdy se solární technologie stanou na energetickém trhu populárnější a konkurenceschopné i bez dotací a dalších zvýhodnění. (Murtinger, 2010)

3.4 Fotovoltaika – východisko z ekologicko-energetické krize

V dnešní době nejefektivnější, nejrozsáhlejší a nejvíce perspektivní princip přeměny elektromagnetického slunečního záření na elektrický proud je přímá přeměna za pomoci polovodičových fotovoltaických panelů. (Libra, 2010)

3.4.1 Historie tvorby fotovoltaických článků

Fotovoltaický jev byl objeven francouzským fyzikem Alexanderem Bequerelem (dědečkem objevitele radioaktivity) již v roce 1839. (Haselhuhn, 2011), (Murtinger, 2010) O pár desítek let později byl tento jev prokázán u selenu a následně sestrojen první fotočlánek. Vzhledem k vysoké ceně selenu, se vynález nesetkal s úspěchem. (Quaschnig, 2010)

Propojenost dopadu světla a vzniku elektřiny v té době ještě nebyla zcela dobře chápána. Za popsání a vysvětlení tohoto jevu, který byl nazván fotoefekt, získal pak Albert Einstein Nobelovu cenu, a to až v roce 1921. Od padesátých let 20. století se začalo využívat křemíku jako polovodiče. Toto položilo základní kámen ve vývoji fotočlánku. (Quaschnig, 2010) Nejběžnější solární panely jsou tak i dnes složeny z fotovoltaických článků na bázi krystalického křemíku a z toho důvodu si v následujícím textu tento typ představíme. (Libra, 2010)

Křemík je krystalická pevná látka, která je svou strukturou velice podobná diamantu. Na rozdíl od diamantu ale světlo neodráží, ale částečně vstřebává. Má také vlastnosti polovodiče, což znamená, že se jeho vodivost úměrně zvyšuje s množstvím přijatého tepla či světla. (Libra, 2010) Křemík je druhý nejrozsáhlejší prvek v zemské kůře a není zde tedy takový cenový problém jako například u již zmíněného selenu. (Quaschnig, 2010)

3.4.2 Fotovoltaický jev

V okamžiku dopadu slunečního záření dojde k přenosu energie fotonu na elektron v některém z atomů křemíku. Elektron se tím uvolní, načež v křemíkové mřížce zůstane jeden kladný náboj navíc. Ten označujeme jako tzv. díra. Tato díra se chová podobně jako volný kladný náboj, protože do ní mohou přecházet elektrony z jiného atomu křemíku. Díky tomu má tato díra schopnost pohybovat se ve vrstvě. (Murtinger, 2010)

Tím, že se vstřebají fotony, se ve struktuře polovodiče vytváří dvojčky elektron-díra, které jsou nosiči náboje. Aby však nedocházelo k párování tzv. rekombinace (v tom případě by elektrony získanou energii vydávaly v podobě tepla a nikoliv proudu) je nutné tyto dvě složky od sebe izolovat. Z tohoto důvodu je solární článek vyrobený ze dvou vrstev. (Murtinger, 2010)

První plochou je křemík v kombinaci s prvkem, který má větší počet elektronů, například s fosforem. Tato vrstva je obrácená ke slunečnímu svitu a označuje se písmenem N. Spodní strana článku je opatřena vrstvou, která obsahuje křemík s příměsí bóru. Ten má naopak menší počet elektronů a vrstvu označujeme písmenem P. (Murtinger, 2010), (Haselhuhn, 2011)

Jednodušeji řečeno, existují v článku dvě opačně elektricky nabitě polovodičové oblasti, a tím i odlišně vodivé. V důsledku toho v tomto místě vzniká interní elektrické pole, které vyšle elektrony opačným směrem přes tzv. P-N přechod, z vrstvy, kde je jich více do vrstvy s nižším počtem. Tedy elektrony do N-vrstvy (polovodiče) a díry naopak do P-vrstvy. (Murtinger, 2010), (Haselhuhn, 2011) Zároveň NP přechod vytváří tzv. elektrickou bránu, která zabraňuje přenosu volných přebytečných elektronů mezi vrstvami. (Bidlová, 2010)

Tímto rozdělením se vytvoří nerovnoměrný potenciál polarity a vytváří se tak elektrické napětí o velikosti 0,6 až 0,7 V na jeden článek. Při uzavření elektrického obvodu se vytváří stejnosměrný elektrický proud. (Haselhuhn, 2011)

Stejnoseměrný proud může být využitý k nabíjení spotřebičů, napájení akumulátorů atd. Pomocí měničů je pak možné stejnosměrný proud změnit na střídavý, který se běžně používá v rozvodné síti. (Libra, 2010)

3.4.3 Solární článek

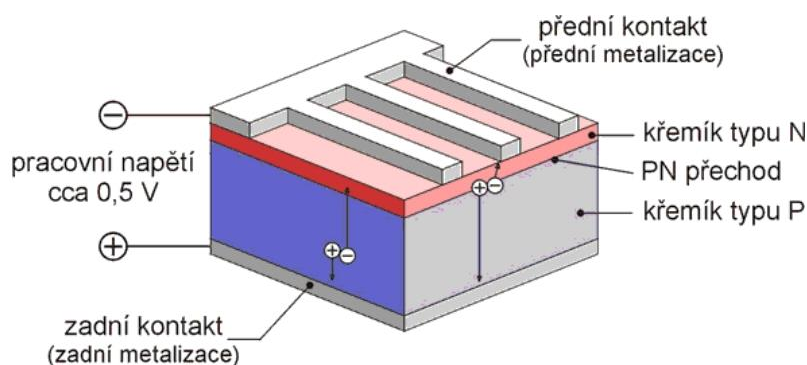
Jak již bylo řečeno v předchozím textu, solární článek se skládá ze dvou opačně nabitých křemíkových vrstev, které zde působí jako polovodiče. Pro odběr elektrického proudu jsou zde umístěny ze spodní a zvrchní strany kovové elektrody jako kontakty. Aby nebylo bráněno bezproblémovému průchodu záření, je vrchní strana solárního článku pokryta tenkou mřížkou složenou z elektrod. Ta zastíní pouze velice malou část povrchu článku. Spodní strana je pokryta jako souvislý povlak stříbrnou nebo hliníkovou kontaktní pastou. Jejím úkolem je zároveň odrazit světlo, které nebylo využito hned při prvním průchodu. (Haselhuhn, 2011), (Murtinger, 2010)

Protože jsou solární články velmi choulostivé, lehce se rozbijí a špatně snášejí vlhko, jsou ukládány do plastového obalu, přes který ještě z vrchní strany přechází mechanicky odolný skleněný kryt a ze spodní strany plastová fólie. Případně opět sklo. Vše musí být maximálně průsvitné. (Quaschnig, 2010)

Na závěr se kompletní panel orámuje a zatmelí silikonovým tmelem do hliníkových profilů. Životnost krystalických panelů se i díky tomu pohybuje okolo 20-30 let. (Libra, 2010)

Pro dosažení co nejvyšší účinnosti je povrch článku, a v moderních systémech i ochranná vnější skla panelu, pokrytá antireflexní vrstvou. Čím méně záření povrch článku odrazí, tím je lepší výkonnost panelu. Kvůli tomu jsou pak původně šedé křemíkové články zbarveny do černa (monokrystalické články) nebo do modra (polykrystalické články). (Haselhuhn, 2011)

Přesto celých 84 % slunečního záření články nedokážou zužitkovat. Příchozí sluneční paprsky se totiž většinou skládají z delších či kratších vlnových délek, než pro fotovoltaické využití potřebujeme. Efektivita je zároveň, ač v malém množství, omezována ztrátami v podobě rekombinací (spojování děr s elektrony), odrazu světla či zastínění elektrodovou mřížkou. (Haselhuhn, 2011)



Obrázek 2: Fotovoltaický článek

Zdroj: Česká agentura pro obnovitelné zdroje energie, 2011

Výroba fotovoltaických článků je poměrně energeticky náročná. I přesto však trvá ve střední Evropě dle Quaschniga (2010) přibližně 3–4 roky, než se množství vytvořené energie solárními panely vyrovná množství energie vynaložené na jejich tvorbu. V jižnějších částech je díky většímu ozáření tato doba i poloviční. Energetická návratnost se však díky moderním technologiím stále zkracuje. V budoucnu se dokonce očekává návratnost energie již za pár měsíců činnosti. (Quaschnig, 2010)

3.4.4 Typy článků

Solární články jsou dnes na trhu dostupné hned v několika odlišných provedeních. Různí se jak svou barvou či tvarem, tak výkonnými parametry nebo vlastnostmi. (Haselhuhn, 2011)

Největší podíl na trhu zabírají solární články z krystalického křemíku, až 86 %. Křemík je druhým nejvíce obsaženým prvkem na Zemi, hned po kyslíku, a tedy i lehce dostupný. Získává se z roztaveného křemenného písku za vysokých teplot a dočišťuje se pomocí chemických procesů. Fotovoltaika využívá odpadní křemík z elektronického průmyslu. (Haselhuhn, 2011)

Nyní si uvedeme nejčastěji používané, komerčně dostupné, typy fotovoltaických článků:

Prvním typem jsou *monokrystalické články*. Skládají se, jak již název napovídá, z jednoho krystalu. Jednotlivé články obvykle nemají ostré rohy, ale lehce zakulacený tvar. Z toho důvodu při výrobě vzniká velké množství odpadu a produkce se stává velmi nákladnou. Protože tím není zcela využitý prostor panelu, mají takové systémy menší účinnost. Na druhou stranu dosahují vysoké elektrické kvality, a tak v porovnání s ostatními typy článků dosahují nejvyšší efektivity. Výhodou je i jejich částečná průhlednost a lepší vzhlednost. (Haselhuhn, 2011), (Murtinger, 2008), (Boxwell, 2014)

Nejpoužívanějším typem jsou *polykrystalické články*. Lze je jednoduše rozpoznat na první pohled díky typicky modře zbarvenému povrchu, což je dáno počtem menších krystalků. Jejich účinnost je lehce nižší než u monokrystalických článků, avšak výroba je rychlejší a levnější. (Haselhuhn, 2011), (Murtinger, 2010), (Murtinger, 2008)

Vzhledem k nákladnosti a vysoké spotřebě křemíku u krystalických článků, jsou dnes populární *tenkovrstvé (amorfní) články*. Vyrábí se za nejnižší ceny a s nižší spotřebou čistého křemíku. Jedná se o tzv. druhou generaci fotovoltaických článků. Kvůli rychlému stárnutí materiálu ale nebyly moc oblíbené a používaly se převážně pro menší systémy, jako je například kalkulačka. Technologie se ale za posledních cca 7 let značně zlepšila, a tak mají dnes na trhu velký potenciál. Navíc dokážou efektivněji zpracovat nepřímé záření, které v České republice převládá. Nevýhodou však přesto je jeho nízká produktivita elektrického proudu. Z toho důvodu je nutné zapojit dvojnásobný počet solárních panelů, než by se stalo u krystalických. Velký rozdíl cen mezi krystalickými a tenkovrstvými články způsobil od roku 2008 značný pokles cen systémů ve fotovoltaickém průmyslu. (Henze, 2000), (Boxwell, 2014), (Murtinger, 2008)

Škodlivé látky v procesu výroby křemíkových fotovoltaických článků nejsou nijak výrazně obsažené. Naproti tomu u tenkovrstvých článků se vyskytují látky, které mají až 22 800x nebo 16800x horší účinek na klima než CO₂. Z toho důvodu se články vyrábí velice opatrně, aby tyto látky neunikaly. (Haselhuhn, 2011)

3.4.5 Solární panel jako celek

Cílem každé fotovoltaické elektrárny je získat pomocí slunečních paprsků co možná nejvíce elektrického napětí. Jednotlivý článek běžně vydává okolo 0,6 až 0,7 V. Z toho důvodu se několik solárních článků zapojuje do jednoho uceleného fotovoltaického modulu, který vydává použitelné množství energie. Běžně se fotovoltaický panel vyrábí ze 36, 48, 54, 60 nebo 72 článků. (Henze, 2000), (Haselhuhn, 2011)

Aby ve výsledku vznikalo stejnosměrné napětí a výkon, jsou články zapojeny sériově. (Libra, 2010) Z toho důvodu musí být procházející proud v každém článku stejný.

Pokud nejsou všechny články ozářeny stejným množstvím sluneční energie, pak každý článek vytváří jinak velký proud. V případě, že je tedy panel částečně zastíněný, vyrábí proud pouze o velikosti odpovídající výrobě nejméně osvětleného článku. Z toho důvodu úplné zakrytí i jednoho jediného článku způsobí, že nebude vznikat žádný proud, ačkoliv zbytek plochy panelu bude dostatečně osvětlený. (Henze, 2000)

Solární elektrárny se dnes instalují po celém světě, a to jak malé systémy pro napájení třeba jen jednoho zařízení, tak monumentální stavby o výkonech v řádech několika desítek MW. (Libra, 2010) Výhodou je, že přeměna sluneční

energie na elektrický proud probíhá bez jakékoliv známky hluku, stop emisí či spotřebovávání látek uvnitř panelů. (Haselhuhn, 2011)

Dnešní zákazník si často potrpí i na vzhlednosti systémů, a tak se vytváří panely, které mají různé odstíny, vizuálně působí jako střešní tašky či jsou částečně průhledné. Moderní solární panely dokáží být tak tenké a ohebné, že mohou tvořit i součást oblečení. Největší využití má armáda. (Murtinger, 2010)

3.4.6 Faktory omezující výkonnost fotovoltaických panelů na Zemi

Přestože je množství vyzářené energie ze Slunce konstantní, žádný systém nedokáže zachytit a přeměnit kompletní přísun energie ze Slunce, který se nám nabízí. Pokud by byla vytvářena elektrická energie pomocí solárních panelů ve vesmíru, pak nejsou téměř žádná omezení pro tvorbu elektřiny. Ovšem na povrch Země dopadá množství energie s různou intenzitou, což je způsobeno hned několika faktory. (Murtinger, 2010), (Henze, 2000), (Klenovčanová, Imriš, 2006)

1. Zeměpisná šířka

Oblast, ve které se fotovoltaická elektrárna nachází, je zásadní. Při oběhu Země kolem Slunce, se totiž slunečním paprskům přiřklání střídavě severní nebo jižní polokoule (způsobeno neměnným šikmým sklonem zemské osy). Největší množství energie pak lze zaznamenat kolem rovníku, kam celoročně dopadá nejvíce kolmých slunečních paprsků, a naopak nejmenší množství dopadá na severní a jižní pól. (Murtinger, 2010)

2. Roční období a oblačnost

Obíhání Země kolem Slunce má zároveň vliv na množství slunečních paprsků dopadajících na zemskou kůru v průběhu roku. V zimě, kdy je slunce nízko na obloze a den je výrazně kratší, dosahují solární panely podstatně nižší efektivity než v létě.

Zásadní vliv na množství energie, které lze získat ze slunečního záření, má zároveň aktuální počasí v dané lokalitě. V případě, že je zatažená obloha, je většina přicházejících slunečních paprsků odražena atmosférou zpátky. Toto samozřejmě částečně navazuje na již zmíněnou zeměpisnou šířku, protože jak je známo, v tropických oblastech je počet slunečních dnů mnohem vyšší, a tedy i výkonnost panelů dosáhne lepších hodnot. Podobný vliv jako oblačnost má pak i znečištění ovzduší či lokální přízemní mlhy. (Murtinger, 2010)

Z důvodu proměnlivé oblačnosti rozlišujeme sluneční záření na přímé a nepřímé. Přímé sluneční záření je v okamžiku, kdy je jasná obloha a sluneční paprsky mohou bez problému proniknout k zemskému povrchu. Nepřímé ozáření je tehdy, je-li například oblačno. (Henze, 2000)

Murtinger (2010) ve své knize pro srovnání uvádí, že při přímém slunečním ozáření v letním dni dopadne na plochu o velikosti 1 m² orientovanou na jih až 8 kWh, avšak v zimě pouhé 3 kWh.

Za špatného počasí, tedy při nepřímém ozáření, jsou to v létě 2 kWh a v zimě dokonce jen 0,3 kWh. Rozdíly jak kvůli ročnímu období, tak kvůli oblačnosti jsou tedy velice znatelné. V průměru za celý rok je zemský povrch ozařován ze 2/3 nepřímým zářením. (Henze, 2000)

3. *Sklon fotovoltaických panelů a jejich orientace ke Slunci*

Tak jako střídání ročních období není zapříčiněno vzdáleností Země od Slunce, ale měním se úhlem dopadu slunečních paprsků, stejně tak funguje i efektivita fotovoltaických panelů. V okamžiku, kdy záření dopadá na plochu kolmo, lze dosáhnout nejvyšší výkonnosti. Naopak s nižším či vyšším úhlem účinnost klesá. (Murtinger, 2010)

Z tohoto důvodu se v praxi fotovoltaické panely osazují pod úhlem 45° směrem k jihu, což dokáže zajistit celoročně nejlepší výsledné hodnoty. Pokud bychom však chtěli dosáhnout ještě lepšího zisku, pak je vhodné použít natáčecí zařízení. Ta dokážou zajistit, aby byly v zimě fotovoltaické panely pod úhlem 60°, protože jak už bylo řečeno, slunce je v tuto dobu na obloze nízko. Naopak v letním období, kdy jsou paprsky nejsilnější a slunce je vysoko, je vhodné mít panely v úhlu 30°. V praxi se ale s natáčecími zařízeními setkáváme jen zřídkakdy. (Murtinger, 2010)

Vzhledem k faktorům ovlivňujícím výkonnost solárních panelů nelze sice přesně predikovat, jaké množství energie získáme v určitý den, ale díky dlouholetým pozorováním předem víme, jak se průměrné hodnoty v dané oblasti pohybují. S takovými daty je pak jednoduché přesně stanovit, v jakém úhlu je v dané oblasti nejhodnější panel ukotvit a zároveň vypočítat návratnost investice do solární elektrárny. (Murtinger, 2010)

3.4.7 Rozdělení fotovoltaických systémů

Všechny tyto systémy je možné konstruovat buď jako síťové nebo ostrovní.

Ostrovní fotovoltaické systémy jsou takové, které nemají přístup k rozvodné síti. Zásobují obvykle jen takové množství spotřebičů, kterým dokážou zajistit chod. Při stavbě takového zařízení je nutné předem počítat s celkovou spotřebou energie spotřebičů, účinností fotovoltaického zařízení a průměrnými hodnotami dopadající energie na daném místě. V případě dobrých výsledků dodává systém přebytečnou energii do připojeného akumulátoru a spotřebiče tak mohou pracovat i v noci či za nevhodných denních podmínek. (Libra, 2010)

Síťové fotovoltaické systémy jsou takové, které jsou neustále připojeny k veřejné rozvodné síti. V době, kdy elektrárna vyrábí více energie než je spotřeba, se elektřina odvádí do sítě a naopak v době, kdy solární panely nepracují optimálně, lze energii ze sítě odebírat. (Libra, 2010)

Hybridní fotovoltaické systémy jsou kombinací ostrovních a síťových systémů.

3.5 Pomocná zařízení pro výrobu elektřiny

Výroba elektrického proudu potřebuje ještě další příslušenství než jen samotné solární panely. Samozřejmě ale záleží na typu fotovoltaických panelů a k čemu mají sloužit. Tyto komponenty mají významný vliv na výsledné ceně celé elektrárny, tedy i na době návratnosti, a zároveň na energetickém výsledku. (Murtinger, 2008)

Patří sem:

- *Měniče elektrického proudu (inventory/transformátory)* jsou zařízení, která přemění stejnosměrný elektrický proud vytvářený fotovoltaickými panely na střídavý, který je běžně užívaný v síti. (Murtinger, 2008)
- *Elektroměr* – za účelem zjistit množství vytvořené elektřiny dodávané do sítě a zároveň zjistit množství elektřiny získané ze sítě např. v domě (Murtinger, 2008)
- *Akumulátory* – pro ostrovní fotovoltaické systémy nezbytnou záležitostí v případě, že spotřebitel chce čerpat energii i v době sluneční neaktivity. Cena akumulátorů však často tvoří až 60 % ceny celého systému a životnost odpovídá často i čtvrtině životnosti panelů. Z toho důvodu bývá výhodnější pořídit si systém dodávající elektřinu do sítě. (Henze, 2000), (Murtinger, 2008)

Na trhu nalezneme hned několik typů akumulátorů. Nejčastěji používané klasické olověné akumulátory, alkalické akumulátory či lehké lithium-iontové akumulátory, které zažívají velký rozmach. (Murtinger, 2008), (Henze, 2000)

- *Náhradní zdroje (motorgenerátory)* pro případ, kdy nelze optimálně využít sluneční energie, a systémy nejsou připojené k síti. Nejčastěji se používá motor na propan, propan-butan či benzín. (Murtinger, 2008)
- *Regulátor dobíjení (odpojovač zátěže)* je spojovací částí mezi panelem, akumulátorem a spotřebičem. Kontroluje množství nabití a vybití akumulátoru. (Henze, 2000)

3.6 Vývoj množství a podpory FVE v ČR, od jejího vstupu do EU

V následující části si vytyčíme některé ze zásadních momentů změn v legislativě a podpoře fotovoltaických systémů. Ač byly základy této legislativy položeny již dříve, největší změny probíhaly až v průběhu členství v Evropské unii.

Počátky environmentální energetiky se v zákonech objevují od roku 2000. Na základě jednoho z nich, zákona č. 458/2000 Sb. (tzv. energetického zákona) byl založen Energetický regulační úřad v Jihlavě, který působí jako správní úřad pro regulování energetického sektoru. (ERÚ, Působnost ERÚ v čase, 2015)

Hlavními úkoly Energetického regulačního úřadu se stala ochrana zájmů spotřebitelů, podporování konkurenceschopnosti, kontrola nad dodávkami energie spotřebitelům, ustálení cen energie a zefektivnění činnosti energetických institucí. (ERÚ, Působnost ERÚ v čase, 2015)

Zároveň podle vyhlášky č. 426/2005 Sb. energetického zákona smí fyzické či právnické osoby podnikat v energetických odvětvích pouze na základě licence vydané Energetickým regulačním úřadem (ERÚ). Toto platí pro všechny, kteří chtějí vyrábět elektrický proud či vyrábět a rozvádět tepelnou energii a jsou připojeni do distribuční sítě. Udělení licence od ERÚ je společně s připojením elektrárny do elektrizační soustavy a zapojením měřícího zařízení, základními prvky pro oficiální uvedení elektrárny do provozu. (ERÚ, FAQ, 2016)

Po získání licence a uvedení elektrárny do provozu se dle energetického zákona stává provozovatel poplatníkem daně. (§ 33 zákona č. 337/1992 Sb.) Předmětem daně se stávají příjmy z výroby energie, které jsou zařazeny jako příjem z jiného podnikání podle zvláštních předpisů (myšleno energetický zákon). (§ 7 odst. 1 písm. c) zákona č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů)

V roce 2008 však platilo osvobození od daně z příjmů po dobu 5+1 rok. Tedy po dobu 6 let, včetně roku uvedení do provozu. Provozovatel toto osvobození ale mohl odmítnout. V tom případě by jeho základ daně odpovídal příjmům za daný rok, které přesahují prokazatelně vynaložené výdaje na jejich dosažení, zajištění a udržení a snižoval se o nezdánitelné části základu daně (§ 15 ZDP) a odčitatelné položky (§ 34 ZDP) a uplatňovala by se sazba daně 15 % (dle § 16 ZDP). (Jaroš, 2011)

V roce 2005 byl schválen nejdůležitější environmentální zákon č. 180/2005 Sb., jehož cílem byla podpora obnovitelných zdrojů energie, za účelem zlepšení životního prostředí. (Czech RE Agency, 2011) Tento zákon vstoupil v platnost v srpnu 2005, kdy Česká republika již byla součástí Evropské unie. Pomocí zákona se stát snažil dostat závazného 8% podílu spotřeby energie získané z obnovitelných zdrojů do roku 2010.

Zákon stanovil předmět podpory, a to ve dvou verzích.

První jsou tzv. garantované výkupní ceny a druhou jsou tzv. zelené bonusy. Zároveň garance 15leté návratnosti. (Zákon č. 180/2005 Sb., 2011)

Garantovaná výkupní cena:

Platí pouze pro distributory elektrické energie, kteří odvádí veškerou vyrobenou energii do distribuční sítě, tedy bez spotřebování energie v místě výroby. Dle zákona je těmito výkupními cenami garantována návratnost do 15 let. Výkupní ceny jsou fakturovány včetně DPH. Výplata podpory je zaručená po celou dobu životnosti elektrárny. (ERÚ, FAQ, 2016), (Divišová, 2013)

Zelený bonus:

Zelený bonus je podpora, kterou lze získat za veškerou vytvořenou energii, včetně té spotřebované ihned na místě. Provozovatel tak může veškerou elektřinu prodat nebo spotřebovat pro vlastní účely přímo na místě. Velikost zeleného bonusu se však liší dle typu podporovaného zdroje energie a nejedná se o každoročně stejnou částku. Výši podpory upravuje ERÚ dle aktuálních cen elektřiny na trhu tak, aby návratnost investice nepřekročila 15letou hranici. (ERÚ, FAQ, 2016)

Dle zákona není možné kombinovat tyto dvě podpory. Zelený bonus i garantované výkupní ceny mohou využívat pouze výroby uvedené do provozu do konce roku 2012. (ERÚ, FAQ, 2016)

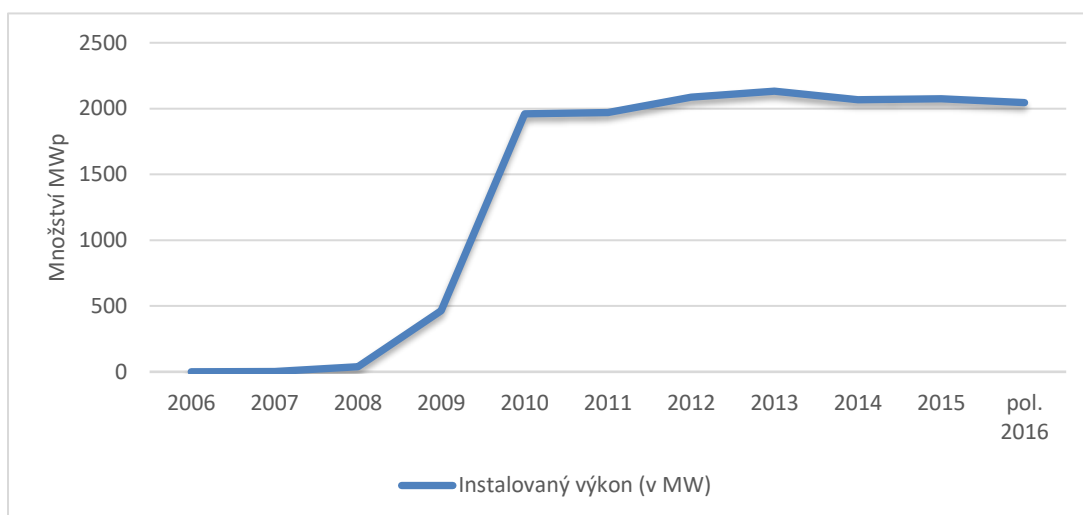
Dle vyhlášky č. 150/2007 Sb. se výkupní ceny a zelené bonusy zvyšují každoročně o minimálně 2 % a maximálně 4 %.

Na první pohled to vypadalo jako velice vhodná doložka, která ochrání provozovatele elektráren. Na druhou stranu ale tento pětiprocentní limit velice zkomplikoval budoucí legislativní změny pro přidělování podpory. V letech 2009 a 2010 totiž, hlavně kvůli levné konkurenci z Číny, výrazně poklesly náklady na fotovoltaické systémy. A kvůli tomu že stát nestihl včas adekvátně zareagovat, byl v republice způsoben velký rozmach fotovoltaických elektráren. (Divišová, 2013)

Tabulka 1: Instalovaný výkon v MWp České republiky

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

Zdroj: O energetice.cz, 2016) podle ERÚ

**Graf 1: Vývoj instalovaného výkonu v ČR**

Zdroj: O energetice.cz, 2016 podle ERÚ

V Tabulka 1 můžeme vidět, že se instalovaný výkon mezi lety 2008 a 2009 zvedl o 425,1 MW. V roce 2010 už byl ale výkon více než 4x vyšší než v předchozím roce a nastal tak tzv. solární boom. (Divišová, 2013)

Velký rozmach nezažily jen velkoplošné elektrárny, ale i ty menší, střešní. Těm byl podle směrnice o využívání obnovitelných zdrojů energie vydané Ministerstvem životního prostředí pro rok 2007, slíbený nemalý příspěvek. V té se uvádělo, že již dokončené elektrárny o velikosti instalovaného výkonu do 5 kWp mají nárok na podporu o maximální výši 200000Kč. Ačkoliv v roce 2007 byla tato podpora opravdu vyplacena, v následujícím roce se tomu tak i přes sliby Ministerstva nestalo. (Příloha II, MŽP, 2007)

Zvyšující se potřeba peněz na podporu obnovitelných zdrojů a neschopnost státu uhradit všechny tyto náklady nakonec způsobila to, že se každému odběrateli elektřiny v republice promítl příspěvek na obnovitelné zdroje v jeho ceně elektřiny. Fotovoltaika je tak často označována za jednoho z hlavních viníků zvyšování cen elektřiny v posledních letech. Částky na podporu obnovitelných zdrojů se ale každým rokem zvyšovaly. V roce 2006 se tato hodnota rovnala částce 28 Kč. Do roku 2013 se ale vyšplhala až na 583 Kč/MWh. (Divišová, 2013)

Dle analytika Deana Brabce se tak stalo hlavně kvůli úmluvě Evropské unie Evropa 2020. Nikdo si prý ale neuvědomil, že takové razantní opatření se bez pomoci ze strany státu nevyhne. (Divišová, 2013)

Strategie Evropa 2020 je projekt Evropská unie za pomoci členských států dosáhnout daného záměru. Jedním z jejich hlavních cílů je také změna klimatu a udržitelné zdroje energie. Konkrétně je cílem snížit emise skleníkových plynů o minimálně 20 % (ve srovnání s rokem 1990), zvýšit účinnost energie o 20 % a zároveň zvýšit podíl energie z obnovitelných zdrojů na 20 %. Tohoto by se mělo dosáhnout do roku 2020. (Evropská komise, 2015)

Kvůli obrovskému solárnímu boomu pak bylo provedeno hned několik změn v zákonu č. 180/2005 Sb.

Až v roce 2010 česká vláda zareagovala a pozastavila výkupní ceny pro nově postavené fotovoltaické elektrárny. Tímto se pozastavil velký rozvoj v této oblasti, zejména u velkoplošných elektráren. (Divišová, 2013)

V tomto roce proběhla změna velikosti podpory o více než 5 % v následujícím roce, pokud by došlo k poklesu návratnosti investice do solární elektrárny pod 11 let. (Zákon č. 137/2010 Sb., 2010)

Druhá novela v roce 2010 upravuje nově nárok na podporu pouze pro elektrárny postavené na střechách a zároveň do velikosti 30 kWp. (Zákon č. 330/2010 Sb., 2010)

Od roku 2010 byla také zavedena novinka v podobě zrušení osvobození od daně z příjmů z provozování ekologického zařízení. Ta platila jak pro fyzické, tak pro právnické osoby po dobu pěti let od uvedení do provozu. Od tohoto zrušení je zároveň dáno odpisování fotovoltaického zařízení po dobu 20 let. (Zákon č. 346/2010 Sb., 2010)

Dle vyhlášky č. 349/2010 Sb. byla stanovena minimální referenční závazná hodnota účinnosti polykrystalického fotovoltaického článku na 16 % a monokrystalického na 18 %. Posudek vydává energetický auditor.

Poslední novelou toho roku bylo zavedení tzv. solární daně. Ta byla zaměřená na velkoplošné elektrárny s výrobním výkonem vyšším, než je 30 kWp, které byly uvedeny do provozu v letech 2009 a 2010. Platnost solární daně byla dána na roky 2011, 2012 a 2013. Výše solární daně odpovídala 26 % výnosů (v případě pobírání zeleného bonusu 28 %) na dobu tří let. Vysoká daň ohrožuje návratnost investice do 15let. (Divišová, 2013), (Admio, 2015)

Rostoucí tendence instalovaného výkonu fotovoltaických elektráren se díky těmto opatřením značně zpomalila. Na konci roku 2012, kdy výkon solárních elektráren odpovídal 2086 MW, se podle ERÚ fotovoltaika řadila na třetí místo v české energetice, a to hned za parní a jaderné elektrárny. (Divišová, 2013), (O energetice.cz, 2016)

Původní zákon č. 180/2005 Sb. byl od 1.1.2013 nahrazen novým zákonem č. 165/2012 Sb., který upravil podmínky podpory elektřiny z obnovitelných zdrojů a postup financování.

Dle toho se předávají od roku 2013 všechna hrazení zeleného bonusu a veškerá evidence výrobních zdrojů s právem na podporu na starost společnosti OTE, a. s. (operátor trhu). Každý vlastník fotovoltaické elektrárny je tak nucen začít používat internet, zajistit a zaplatit si elektronický komerční certifikát pro přístup do jejich informačního systému a tento certifikát pravidelně obnovovat. (ERÚ, FAQ, 2016)

Nový zákon č. 165/2012 Sb. také zahrnuje povinnost jednoho ze tří hlavních českých energetických distributorů (ČEZ, E.ON, PRE) vykupovat energii za garantovanou výkupní cenu po dobu 20 let. (Divišová, 2013)

Dle novely stavebního zákona č. 350/2012 Sb. se musí od roku 2013 vyřídít stavební povolení pro elektrárny o výkonu vyšším než 20 kW.

Po novele zákona č. 310/2013 Sb. se od roku 2014 zrušila podpora pro nově vzniklé fotovoltaické elektrárny. (ERÚ, FAQ, 2016) Tímto byl vyřešený problém velkého solárního boomu a nesnází s pokrytím nákladů na jejich podporu. (TZB-info, 2013) Tato novela také prodloužila platnost solární daně pro dotčené elektrárny ze tří let na celou dobu pobírání podpory a zároveň se jim snížila sazba na 10 % (v případě pobírání zeleného bonusu 11 %). (Admio, 2015)

Vyhláška č. 178/2013 Sb., která upravuje nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a zároveň jejich financování, nově zavedla recyklační poplatek na dobu pěti let. Ten je ve výši 8,5 Kč/ kg fotovoltaického panelu, kdy jeho průměrná hmotnost odpovídá 0,11kg/Wp. Toto platí pro solární systémy uvedené do provozu nejpozději v roce 2012. (Vyhláška 178/2013 Sb., 2013)

Od roku 2014 zavádí ERÚ tzv. pevnou cenu na úhradu nákladů spojených s podporou elektřiny, a to ve výši 495 Kč/MWh. Jedná se o příspěvek od každého odběratele elektřiny, který se odvíjí od množství jím spotřebované energie. Ta začínala v roce 2006 na 28 Kč. (ERÚ: Cenové rozhodnutí 2013), (Divišová, 2013)

Na konci roku 2015 začaly být fotovoltaické elektrárny znovu podporovány. Tentokrát byly zahrnuty do programu Nová zelená úsporám. Díky ní je možné od 22. října 2015 do vyčerpání prostředků, nejdéle však do roku 2021, požádat o dotaci na pořízení elektrárny uvedené do provozu od roku 2016. Elektrárna však musí splňovat maximální výkon 10 kWp, takže se jedná o dotace pro elektrárny na rodinných domcích a zároveň účinnost fotovoltaických panelů musí být alespoň 15 %. Podpora se pohybuje v rozmezí od 40000 Kč do 105 000 Kč, nejvýše však může pokrýt 50 % investičních nákladů. (Solární experti, 2015), (Solární experti, 2016)

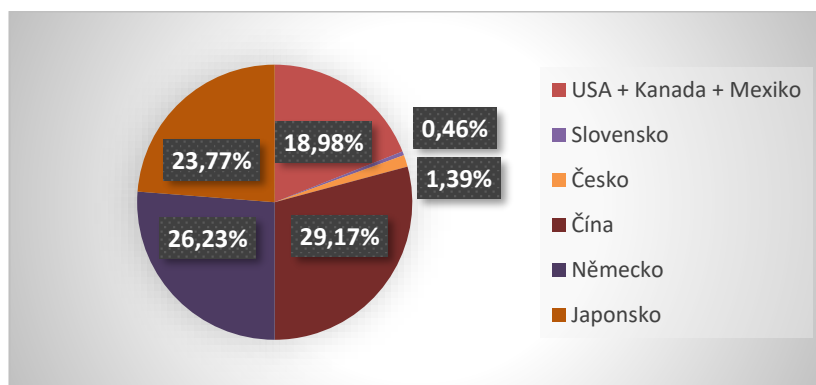
Rok 2016 s sebou přináší plno pozitivních novinek pro provozovatele solárních elektráren, které usnadňují pořízení nové elektrárny. (Solární experti, 2016)

První z nich je zrušení povinnosti vlastnit licenci ERÚ před uvedením elektrárny do provozu. Platí to však pouze pro elektrárny do 10 kWp. (Solární experti, 2016)

Zároveň se již vlastnictví střešní elektrárny nepovažuje jako podnikání, pokud je většina energie využita pro vlastní spotřebu. Tímto se příjmy z provozu elektrárny řadí do § 10 ZDP (ostatní příjmy). Pokud tedy příjmy nepřesáhnou 30 000 Kč, jsou elektrárny do 10 kWp osvobozené od daně z příjmů. Díky tomu provozovatel nemusí danit příjmy z prodeje přebytků energie do distribuční sítě a podávat daňové uznání. (Solární experti, 2016)

3.6.1 Vývoj instalovaného výkonu ve světě

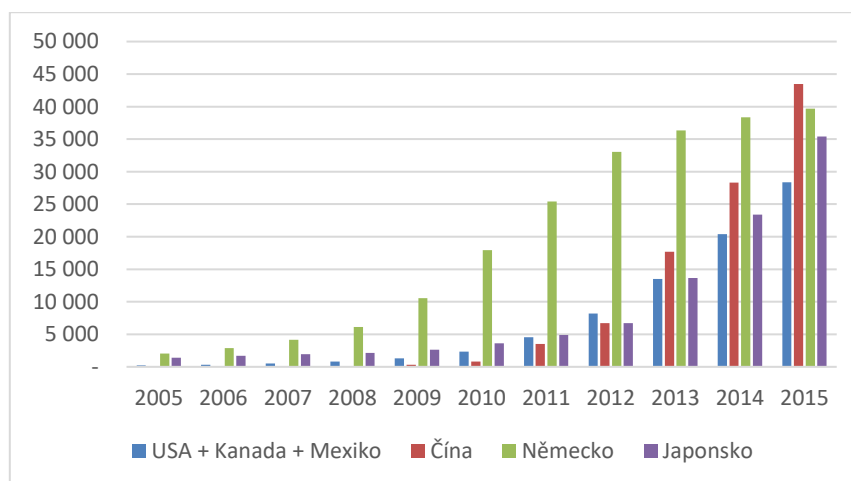
Pro ukázkou celkového vývoje instalovaného výkonu fotovoltaických zařízení, se nyní zaměříme na energetický průmysl v zahraničí. Konkrétně si zde uvedeme hodnoty pro Severní Ameriku, tedy Spojené americké státy, Kanadu a Mexiko. Dále jako největší provozovatele fotovoltaických elektráren pro rok 2015 si uvedeme Čínu, Německo a Japonsko. A pro srovnání Českou republiku a Slovensko, které však mají ve světovém měřítku téměř zanedbatelné hodnoty.



Graf 2: Světový podíl instalovaného výkonu v MWp v roce 2015

Zdroj: BP Global, 2016)

Přestože dnes jsou tyto 3 státy a Severní Amerika velmocemi, nebylo tomu tak vždy. Například hodnoty Severní Ameriky se dostaly nad hranic 1 000 MWh až v roce 2009 a Čína dokonce až v roce 2011. Pro ukázkou vývoje použijeme data pro období 2005 až 2015. Jak je z **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** Graf 3 patrné, od roku 2005 se množství ve vybraných zemích zvýšilo v řádech desetinásobků.



Graf 3: Vývoj množství instalovaného množství v zahraničí

Zdroj: BP Global, 2016

Pro rok 2015 odpovídaly celkové hodnoty instalovaného světového výkonu 230 606 MWh, z čehož celých 42 % tvořila Evropa. (BP Global, 2016)

3.7 Moderní technologie a budoucnost solárních panelů

Hlavním cílem je vytvořit pomocí fotovoltaiky takový proud, jaký by mohl cenově konkurovat klasickým zdrojům energie. (Haselhuhn, 2011)

Protože se v budoucnu jistě budou zapojovat ještě větší množství solárních elektráren, lze očekávat, že díky klesajícím výrobním nákladům a technickému rozvoji, bude jejich celková cena na trhu výrazně klesat. (Quaschnig, 2010)

Za posledních 30 let se při každém zdvojnásobení produkce solárních panelů snížily náklady o 20 %. (Quaschnig, 2010)

Solární články se dnes již využívají v mnoha různých podobách. Klasické fotovoltaické panely lze pro větší efektivitu vyrábět jako oboustranné (Libra, 2010) či lze ohebné tenkovrstvé články využívat jako zdroje energie přímo na oblečení, na batozích či jako krycí fólie. (Murtinger, 2008)

Také je lze integrovat do budov například jako střešní krytinu či zasadit je přímo do fasády, kdy kabely vedou neviditelně přímo fasádním systémem. (Haselhuhn, 2011)

V poslední době už se solární technologie vyvinula natolik, že existují auta na sluneční pohon s výkonným akumulátorem, (Haselhuhn, 2011) lodě či letadla. V červenci 2016 dokonce dokázalo první solární letadlo obletět celou zeměkouli, a to za pouhých 23 dní (čistého letu). Vědci tím dokázali neuvěřitelný pokrok v oboru energetiky. (EcoFuture, 2016)

Největší novinkou se stávají tenké a průhledné solární články, které byly v roce 2014 vyvinuty na americké univerzitě. Tento převrat v solárním průmyslu otevírá nové možnosti ve využívání fotovoltaických panelů. Průhledné solární články mohou vytvářet energii takřka kdekoli, aniž by působily nevzhledně. Jakákoliv okna budov i aut tak mohou být opatřena solárními články, stejně tak kryt mobilního zařízení, billboardy, či cokoli, co je vystavené světlu Slunce. Díky tomuto vynálezu se zdá, že využívání solární energie bude v budoucnu zažívat velký boom. (Lendino, 2015)

Odborníci také uvažují nad mnoha variantami využití solárních panelů. Využití solárních panelů na oběžné dráze pro zásobování energií Země je dle nich také možné. Projekty jsou založené na velkém solárním systému o velikosti až 50 km² a hmotnosti několika tisíc tun, které by transformovaly energii na mikrovlnné záření a následně je posílalo k Zemi. Na Zemi by bylo nutné vytvořit anténu o velikosti až 100 km² a bezpečnostní pásmo kolem něj v okruhu 100 km. Ačkoliv by množství získané sluneční energie ve vesmíru bylo podstatně vyšší než na Zemi, nejedná se o zcela vhodný návrh. Vedle obrovského území, které by zabírala anténa, se totiž jeví i další faktory jako nevýhodné. Jimi jsou například mikrovlnné záření, které by ohřívalo atmosféru a měnilo tak proudění vzduchu nebo velké ztráty zapříčiněné vícenásobnou přeměnou energie a jejím převodem z velké dálky. (Libra, 2010)

3.8 Životnost solárních panelů a ekologie

Vzhledem k tomu, že fotovoltaických elektráren stále přibývá, je nutné si položit otázku, co dělat s panely po skončení výroby energie. Jejich životnost je mnohem delší než u běžných spotřebičů, a tak se dlouho tato otázka příliš neřešila. (Murtinger, 2010)

Životnost solárních panelů se obvykle uvádí v rozpětí 30 až 35 let, takže výraznější množství fotovoltaického odpadu lze očekávat zhruba od roku 2025. (Haselhuhn, 2011) Přesto už v roce 2010 bylo v Evropě zhruba 3800 tun fotovoltaického odpadu. Toto číslo však roste každým rokem a v roce 2020 se očekává dokonce 35 000 tun tohoto fotovoltaického odpadu. (Murtinger, 2010)

Z důvodu rostoucího množství starých panelů, je ale načase zamyslet se nad způsobem likvidace. Nabízí se více možností.

- *Skládkování* – poměrně nevhodné řešení jak z hlediska „odkládání problému“ na později a zbytečného zabírání prostou ukládáním nevyužitých panelů na nějakém místě, tak z pohledu nevyužitých zpeněžitelných částí panelu (Murtinger, 2010)
- *Sešrotování* – jednoduše sešrotovat moduly by nebylo výhodné ze stejného důvodu jako při skladování. Tedy kvůli cenným součástem panelu. (Quaschnig, 2010)
- *Recyklace* – solární moduly jsou plné užitečných součástí, které se mohou buď znovu použít pro výrobu solárních panelů, nebo využít jinak v jiné sféře. (Murtinger, 2010) Zpracován může být nejen hliník a sklo, ale také křemíkové destičky či celé články.

Recyklace se provádí za teplot okolo 500 °C, kdy se moduly ve speciální peci roztaví na jednotlivé části. Nevyužitelný plastový obal se přitom spálí.

Takto uvolněné články mohou podstoupit další zpracování a stát se součástí nových panelů. Znovupoužití články mají sice o něco málo nižší účinnost, ale zato ušetří výrobní energii ve výši až 80 %. (Haselhuhn, 2011)

I samotná likvidace panelů je ale finančně náročná, a proto se dnes myslí na její financování již za života fotovoltaické elektrárny.

Příkladem je zřízení fondu zaměřeného na pozdější likvidaci panelů, na který v průběhu činnosti odvádí provozovatel část výdělku či předplatit si firmu, která se přímo zabývá sběrem starých fotovoltaických panelů. Další možností je zpětný odběr, kdy se odběratel hned při prodeji zavazuje předat panely po ukončení výroby zpět prodejci k recyklaci. (Murtinger, 2010)

3.9 Finanční metody pro investiční rozhodování

Cílem investice je co nejvíce zhodnotit tržní hodnotu firmy či majetek dané osoby.

Aby byl investor schopný posoudit vhodnost investice, lze využít finančních metod pro hodnocení efektivnosti investic. Ty jsou založené především na porovnání předpokládaných příjmů a výdajů plynoucích právě z nové investice. (Valach, 2010), (Valach, 2010) Skutečný příliv či odliv peněz do podniku zobrazuje cash flow, neboli peněžní tok, proto se také označuje za obecný efekt investic. (Synek, 2007)

Odborná literatura rozděluje metody hodnocení investic do dvou základních kategorií:

1. Statické metody – neuvažují faktor času
2. Dynamické metody – uvažují faktor času

Z těchto dvou kategorií si v následujícím textu uvedeme jen vybrané postupy statických a dynamických metod, přestože odborné literatury uvádějí větší množství variant.

3.9.1 Statické metody

Řadíme sem metody, které nezahrnují faktor času. Můžeme s nimi tedy posuzovat investice, ve kterých čas nehraje velkou roli. Tyto metody se kvůli své jednoduchosti zcela běžně používají, avšak přináší spíše orientační výsledek. (Hrdý, 2006), (Martinovičová, 2006)

Do statických metod řadíme:

a) Doba návratnosti investice

Doba návratnosti je jedním z nejčastěji používaných ukazatelů při investičním rozhodování. Jak je snadno odvoditelné z názvu této metody, úkolem je zjistit, za jak dlouhou dobu bude investice splacena pomocí z ní plynoucích příjmů. Čím je totiž rychlost navrácení vloženého obnosu do projektu kratší, tím je investice z dlouhodobého hlediska výnosnější, a zároveň nepodléhá tolika rizikům. Předpokladem pro výpočet je alespoň taková životnost investičního projektu jako doba její návratnosti.

Výpočet spočívá v jednoduché kumulaci peněžních toků z investice. Každoroční zisk upravený o zdanění a odpisy se postupně sčítá a v roce, kdy nahromaděná částka převyší investiční náklad, je investice navracena.

V případě, že jsou každoroční příjmy stejné, lze si usnadnit práci použitím tohoto jednoduchého vzorce:

$$\text{doba návratnosti} = \frac{\text{investiční náklady}}{\text{čisté peněžní příjmy (cash flow) za rok} = \text{příjmy} - \text{výdaje}} \quad (1)$$

(Kislingerová, 2007), (Valach, 2010)

b) Metoda průměrných ročních nákladů

Jedná se o metodu, která na základě průměrných ročních nákladů porovnává jednotlivé varianty investic. Investice s nejnižšími náklady je nejvhodnější. Získáme ji jako součet ročních odpisů (O), celkových provozních nákladů bez odpisů (V) a kapitálový výdajem – pořizovací cenou (KV) znásobeným minimální požadovanou výnosností investice (diskontní sazba = i), (Hrdý, 2006)

$$R = O + (i \cdot KV) + V \quad (2)$$

c) **Průměrná výnosnost investičního projektu** – jedná se o metodu, která posuzuje investice na základě průměrné roční výnosnosti po zdanění. Vzhledem k tomu, že se srovnávají průměrné hodnoty, můžeme tuto metodu využít pro projekty s různou životností. Jedná se o podíl průměrného čistého zisku z investice (Z_r) a nákladů na investici (IN) (Synek, 2007):

$$ROI = \frac{Z_r}{IN} \quad (3)$$

3.9.2 Dynamická metoda

Dynamické metody lze použít, na rozdíl od statických, u většiny investic, protože zohledňují faktor času a lze je tak využít i pro investice s dlouhou životností. V případě, že při použití těchto metod pomíneme vliv času, mohou vzniknout zcela nepřesné výsledky. (Hrdý, 2006), (Martinovičová, 2006)

a) **Čistá současná hodnota nebo-li Net Present Value (NPV)** se považuje za nej přesnější metodu při hodnocení efektivnosti investic. Porovnává okamžitou a budoucí hodnotu peněz, resp. jde o rozdíl mezi náklady na pořízení investice a budoucími diskontovanými příjmy z jejího provozu. Zároveň se počítá s tím, že výdej na investici proběhne jednorázově. (Rejnuš, 2014), (Valach, 2010)

Dle Valacha (2006) ji lze vypočítat podle tohoto vzorce:

$$NPV = \frac{P_1}{(1+i)} + \frac{P_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{P_N}{(1+i)^N} - K \quad (4)$$

nebo zjednodušeně

$$NPV = \sum_{n=1}^N P_n \frac{1}{(1+i)^n} - K \quad (5)$$

kde

NPV = čistá současná hodnota,

$P_1, 2, \dots, N$ = peněžní příjem z investičního projektu/rok,

i = požadovaný úrok (výnosnost) v %/100,

K = kapitálový výdaj,

N = doba životnosti,

n = jednotlivé roky.

Výsledky pak lze interpretovat dle Rejnuše (2014) následovně:

$NPV > 0$ investice je výnosná

$NPV < 0$ investice není výnosná, ale naopak ztrátová

$NPV = 0$ investice nezlepšuje ani nezhoršuje tržní hodnotu firmy
a je pouze na investorovi, jak se rozhodne

b) Vnitřní výnosové procento nebo-li Internal Rate of Return (IRR)

vyjadřuje takovou úrokovou míru, při které bude čistá současná hodnota odpovídat nule, resp. současná hodnota peněžních příjmů z investice je vyrovnaná s kapitálovými výdaji. Jedná se tedy o výnosy, které investiční projekt vytváří po dobu provozu.

Pro výpočet je důležité nejdříve zjistit čistou současnou hodnotu při dané diskontované míře. NPV musí vykazovat kladné hodnoty, jinak musíme ideálně najít jinou hladinu diskontu. NPV dosazujeme v absolutní hodnotě. (Fotr, 2005), (Valach, 2010)

Za využití diskontované hodnoty cash flow určíme, zda je vklad peněz do investice přijatelný. Postup provedeme tímto způsobem, jak uvádí Valach (2006)

1. Nejdříve zdiskontujeme očekávané budoucí příjmy za pomoci libovolné úrokové míry a úhrn porovnáme s vkladem do investice.
2. Pokud je diskontovaná hodnota vyšší než kapitálový výdaj, pro další výpočet zvolíme vyšší úrokovou míru. Pokud je diskontovaná hodnota nižší než kapitálový výdaj, pro další výpočet ji zvolíme nižší.

$$IRR = i_n + \frac{NPV_n}{NPV_n + |NPV_v|} * (i_v - i_n) \quad (6)$$

kde:

IRR = vnitřní výnosové procento

i_n = nižší zvolená úroková sazba

i_v = vyšší zvolená úroková sazba

NPV_n ... NPV při nižší zvolené úrokové míře

NPV_v ... NPV při vyšší zvolené úrokové míře

3. Na závěr porovnáme velikost zvolené míry výnosnosti a IRR. Pokud je IRR vyšší, pak je investiční projekt přijatelný.

4 Vlastní práce

Cílem práce je posoudit návratnost a vhodnost investice do malé fotovoltaické elektrárny.

4.1 Zhodnocení investice před realizací investice

V první části se zaměříme na rozbor návratnosti investice z pohledu v letech 2007/2008, kdy se rozhodovalo, zda investici uskutečnit.

V roce 2007, kdy se majitel rodinného domku rozhodoval, zda investovat právě do solární elektrárny, k tomu byly v České republice výborné podmínky.

Stát podporoval rozvoj obnovitelných zdrojů energie velice štedře. Nejenže přispíval provozovatelům zeleným bonusem za každou vyrobenou jednotku energie, ale zároveň byl dle směrnice SFŽP plánován pro rok 2008 příspěvek ve výši až 200 000 Kč pro již postavené elektrárny (stejně jako tomu bylo v roce 2007). S touto výpomocí se tak stalo pořízení obnovitelného zdroje proudu dostupným i pro běžné lidi. V roce 2008 také platil zákon, který provozovatele elektrárny osvobozoval po dobu pěti let, plus rok uvedení do provozu, od daně z příjmů, což opět zkracovalo dobu návratnosti.

4.1.1 Porovnání dalších nabídek na elektrárnu v roce 2008

Investor se rozhodoval mezi třemi nabídkami dodavatelů solárních panelů. Pro ukázkou, v jaké výši se pohybovaly ceny fotovoltaických panelů v roce 2007 si je zde shrneme.

Tabulka 2: Srovnání cen dodavatelů při rozhodování

Dodavatel	Cena celého systému v Kč	Nabízená velikost elektrárny v kWp	Přepočet na Kč/kWp	Množství panelů v ks
Společnost A	456 000	3,20	143 750	16
Společnost B	494 424	3,36	147 150	12
Společnost C	472 864	3,24	145 947	18

Zdroj: údaje z předložených cenových nabídek dodavateli na přelomu let 2007 a 2008

Jak je z tabulky názorně vidět ceny celého fotovoltaického systému se mohou lišit i v řádech desetitisíců. Tyto odchylky jsou způsobené rozdílnou technologií výroby panelů (typ článků atd.) a měničů. Na cenu má podstatný vliv obchodní přírážka jak výrobců, tak dodavatelů solárních systémů a zároveň rozdíly v nabídce poskytnutých záruk od dodavatele elektrárny.

4.1.2 Charakteristika zvoleného investičního záměru

Na základě vlastních propočtů a spokojených referencí od jiných provozovatelů v okolí, se majitel RD nakonec rozhodl pro investici do fotovoltaické elektrárny a uzavřel smlouvu se „Společností A“.

Jedná se o fotovoltaický systém postavený v květnu 2008 na střeše rodinného domku v moravské obci Vrbátky, které se nachází mezi Olomoucí a Prostějovem.

Tato zkoumaná solární elektrárna je napevno umístěna na šikmé střeše otečené na jih a pod úhlem 40°. Jak již bylo uvedeno v předchozí části, pokud se nejedná o otočný systém, ideální orientace panelů je jižně a pod úhlem 45°. Podle těchto kritérií tedy lze považovat umístění elektrárny za vyhovující.

Systém se na ploše 25 m² skládá ze 16 monokrystalických panelů o celkovém instalovaném výkonu 3,2 kWp. Dodavatel ve smlouvě garantuje účinnost solárních článků mezi 15,5 až 17 %, garanci výkonu na 20 let a mechanickou garanci na dobu 10 let. Očekávaná výroba energie na 1kWp je 1000 kWh/rok, tedy celkem 3200 kWh ročně.

Panely jsou pokryté speciálním kaleným sklem a ukotveny v eloxovaném (upravený hliník) rámu.

Elektrárna je zřízena sítově a bez podpory akumulátoru. To znamená, že veškerá přebytečná energie, kterou nespotřebuje rodinný dům, je odesílána do distribuční sítě.

Dle smlouvy zhotovitel poskytuje 10letou záruku na solární panely, na měnič napětí 5 let a na kabeláž 20 let.

Do celkové ceny jsou zahrnuty jak ceny solárních panelů a měniče, tak další položky podrobněji uvedené v Tabulka 3 a Tabulka 4. Vzhledem k tomu, že investor není plátcem daně, cena kompletní FVE odpovídala 456 000 Kč.

Tabulka 3: Položkový rozpočet včetně dopravy a montáže

Popis, typ	Ks	Cena/ks	Kč (bez DPH)	Kč s 9 % DPH
Solární panely	16	19250	308000	335720
Měnič napětí	1	1	35400	38586
Konstrukce	16	1680	26880	29299
Kabeláž	130	38	4940	5385
Elektromontážní materiál	1	1	19409	21156
Montáž			23720	25855
Celkem			418349	456000

Zdroj: údaje na základě smlouvy s dodavatelem

Tabulka 4: Položky zahrnuté v ceně v Kč

Shromáždění podkladů pro dotaci a licenci	3500
Připojení k síti	3500
Revize	2500
Projekt	2000
Revize ochrany měniče	2500

Zdroj: údaje na základě smlouvy s dodavatelem

4.1.3 Odhad návratnosti investice předložený dodavatelem FVE

Při rozhodování investor od zvoleného dodavatele získal statický výpočet návratnosti fotovoltaické elektrárny, který odhadoval návratnost investice přibližně do 4 let.

Pro rok 2008 ERÚ již vydal rozhodnutí o výši zeleného bonusu 12,65 Kč/ kWh. Budoucí vývoj zeleného bonusu však nelze zcela předpokládat. Jediným vodítkem je tak státem zadané roční zúročení o 2-4 % od předchozího roku. Dodavatel zobrazuje čísla při minimální míře, ceny jsou tedy pro každý rok o 2 % vyšší.

Ceny elektrické energie při nákupu ze sítě jsou dány odhadem dodavatele a každoročně navyšovány o 5 %.

V době tohoto plánování bylo počítáno s podporou SFŽP ve výši 200 000 Kč.

Ve výpočtu se zároveň uvádělo, že celková roční výroba energie bude zhruba 3200 kWh/ rok, a že toto celé množství energie bude dům schopný spotřebovat pro vlastní účely. Toto však není možné, protože elektrárna vyrábí elektrickou energii i v době, kdy je odběr domu menší, než je výroba energie a přebytek výkonu je proto předáván do distribuční soustavy. Dále také nepočítal s daňovým zatížením po 5+1 letech. Současně také počítal se vstupní cenou bez DPH. Investor ale není plátcem DPH, takže tato částka měla další vliv na kratší dobu návratnosti.

Šlo tedy spíše o jakési lákadlo pro potenciální zákazníky než o skutečné hodnoty. Přesto pro ukázkou přikládám tento dodavatelův výpočet návratnosti v Přílohách (Tabulka 18, Tabulka 19, Tabulka 20).

4.1.4 Hodnocení efektivity investičního záměru dle vybraných metod

Pro posouzení vhodnosti investice a zároveň její doby návratnosti byly vybrány tři metody, které jsou vysvětleny v první části této práce, v literární rešerši.

Jedná se o statickou metodu doby návratnosti a z dynamických metod jsou to čistá současná hodnota a vnitřní výnosové procento.

Při výpočtu jsem vycházela z informací a dat dostupných investorovi v letech 2007 a 2008.

4.1.5 Statická metoda – doba návratnosti

Jak již bylo řečeno v literární rešerši, metoda doby návratnosti je nejpoužívanější metodou pro zjištění, za jak dlouho se splatí vložené finance do investice. Postup spočívá v kumulaci každoročního zisku očištěného o daňové zatížení. Jednodušší variantu, tedy využití vzorce ale pro náš případ uplatnit nelze, protože příjmy jsou v jednotlivých letech odlišné, jak si uvedeme v následujícím textu.

Tato metoda nezahrnuje faktor času, a proto je její výsledek spíše orientační.

Nejprve si představíme základní hodnoty, ze kterých budeme vycházet a následně investici ekonomicky zhodnotíme. Zajisté je důležité také podotknout, že do investice nevstupují žádné cizí zdroje.

Data si zobrazíme na 15letém období, ve kterém stát v roce 2007/2008 garantoval návratnost investice do fotovoltaické elektrárny.

Budeme vycházet z průměrného množství spotřebované energie daného rodinného domu a z předpokladu, že se pro osobní spotřebu využije polovina fotovoltaické energie. Celkové množství vyrobené energie ponecháme pro stanovené období stejné, protože nelze předpokládat výkyvy způsobené slunečními zářeními.

Tabulka 5: Předpokládané hodnoty pro budoucí období za rok

	Množství vyrobené el. energie	Celková spotřeba domu	Vlastní spotřeba energie z FVE	Prodej energie z FVE do sítě
kWh/rok	3200	4200	1600	1600

Zdroj: Záznamy investora

Pro pochopení výpočtů si nejdříve vysvětlíme jednotlivé položky. Vzhledem k tomu, že se majitel RD rozhodoval o investici již v roce 2007, budeme provádět výpočty od počátku roku 2008, nikoliv od skutečného měsíce uvedení do provozu.

Vycházet budeme z předpokládaných cen zeleného bonusu a odhadů budoucích cen odběrů elektřiny ze sítě uvedených dodavatelem fotovoltaického systému.

Příjem ze zeleného bonusu (ZB–příjem) odpovídá celkovému množství vyrobené energie za rok znásobenému předpokládanou hodnotou zeleného bonusu.

Cena za dodávku energie do sítě je částka, za kterou energetická společnost vykupuje od provozovatele FVE přebytečnou energii. Celkový příjem za dodávku je pak znásobení této ceny a množství prodané energie do sítě, tedy 1600 kWh. Pro rok 2008 se očekávala cena za prodanou energii do sítě ve výši 1 Kč/kWh. Vzhledem k tomu, že se nedá odhadnout, jak se bude cena vyvíjet, budeme počítat s touto částkou pro celé sledované období.

Stejně tak to platí pro bonus za decentralní výrobu elektřiny (DVE). Jedná se o další formou odměny pro výrobce energie, jejíž výši každoročně stanovuje ERÚ. Částka je uváděna za 1000 kWh prodané energie do distribuční sítě. V roce 2008 se jednalo o 64 Kč /MWh a s touto hodnotou počítáme i pro následující roky. V našem případě, kde se jedná o malou elektrárnu a počítáme pouze s 50% odvodem energie do sítě, pak tento příspěvek nedosahuje vysokých částek, přesto je potřebné jej sem uvést. Větší význam má pro velkovýrobce. Násobíme bonus pro daný rok a opět odvedených 1600 kWh do sítě.

Celkové příjmy se pak skládají ze součtů příjmů ze zeleného bonusu, příjmů za dodávku energie do sítě a příjmů za decentralní výrobu energie (DVE).

Tabulka 6: Předpokládaný vývoj cen, bonusů a příjmů z FVE

Rok	Cena odběru ze sítě (Kč/ kWh)	Zelený bonus (Kč/ kWh)	Příjem ze zeleného bonusu (Kč)	Příjem za dodávku energie (Kč)	Příjem za DVE (Kč)	Celkové příjmy (Kč)
2008	4,50	12,65	40 480	1 600	102,4	42 182,4
2009	4,59	12,90	41 280	1 600	102,4	42 982,4
2010	4,68	13,16	42 112	1 600	102,4	43 814,4
2011	4,78	13,42	42 944	1 600	102,4	44 646,4
2012	4,87	13,69	43 808	1 600	102,4	45 510,4
2013	4,97	13,97	44 704	1 600	102,4	46 406,4
2014	5,07	14,25	45 600	1 600	102,4	47 302,4
2015	5,17	14,53	46 496	1 600	102,4	48 198,4
2016	5,27	14,82	47 424	1 600	102,4	49 126,4
2017	5,38	15,12	48 384	1 600	102,4	50 086,4
2018	5,49	15,42	49 344	1 600	102,4	51 046,4
2019	5,60	15,73	50 336	1 600	102,4	52 038,4
2020	5,71	16,04	51 328	1 600	102,4	53 030,4
2021	5,82	16,36	52 352	1 600	102,4	54 054,4
2022	5,94	16,69	53 408	1 600	102,4	55 110,4
Celkem						725 536,0

Zdroj: podklady dodavatele a vlastní práce

Přehled příjmů je však uvedený bez daňového zatížení, které se očekává po 5+1 letech provozu elektrárny. Pokud by však investor odmítnul počáteční osvobození od daně z příjmů, odváděl by v roce 2008 15 % ze základu daně. Základem daně se rozumí příjmy převyšující výdaje (upravené zákonem).

Pro upřesnění si uvedeme následující Tabulka 7, kde od roku 2014, tedy rok uvedení do provozu plus dalších 5 let, již počítáme s daňovým zatížením investora. Vzhledem k tomu, že se investice vrátí ještě před zavedením daně z příjmů, nebude mít vliv na návratnost, ale spíše na zisky v následujících letech.

Tabulka 7: Předpokládané daňové zatížení po 5+1 letech

Rok	Příjem z FVE v Kč	Odpisy v Kč	DZD § 7 v Kč	Základ daně v Kč	Daň z příjmů 15 % v Kč	ZP z DZD § 7 v Kč	Zdravotní pojištění v Kč
2008	42 182	22 800	osvob.	osvob.	osvob.	osvob.	osvob.
2009	42 982	22 800	osvob.	osvob.	osvob.	osvob.	osvob.
2010	43 814	22 800	osvob.	osvob.	osvob.	osvob.	osvob.
2011	44 646	22 800	osvob.	osvob.	osvob.	osvob.	osvob.
2012	45 510	22 800	osvob.	osvob.	osvob.	osvob.	osvob.
2013	46 406	22 800	osvob.	osvob.	osvob.	osvob.	osvob.
2014	47 302	22 800	24 502,40	24 500	3 675	1 653,91	1 654
2015	48 198	22 800	25 398,40	25 300	3 795	1 714,39	1 715
2016	49 126	22 800	26 326,40	26 300	3 945	1 777,03	1 778
2017	50 086	22 800	27 286,40	27 200	4 080	1 841,83	1 842
2018	51 046	22 800	28 246,40	28 200	4 230	1 906,63	1 907
2019	52 038	22 800	29 238,40	29 200	4 380	1 973,59	1 974
2020	53 030	22 800	30 230,40	30 200	4 530	2 040,55	2 041
2021	54 054	22 800	31 254,40	31 200	4 680	2 109,67	2 110
2022	55 110	22 800	32 310,40	32 300	4 845	2 180,95	2 181
Celkem	725 536						

Zdroj: vlastní práce

V prvním sloupci vidíme hodnoty čistých příjmů z fotovoltaické elektrárny, které jsou pro lepší přehlednost zaokrouhleny na celé jednotky.

Dále je zde vyčíslena předpokládaná hodnota budoucích odpisů. Fotovoltaická elektrárna spadá do 4. odpisové skupiny, odpisuje se 20 let a rovnoměrně. Proto je zde uvedena částka ve výši 22 800 Kč (tedy podíl celkové investice 456 000 Kč a daných 20 let odpisování). Daňový základ se o hodnotu odpisů snižuje, protože se jedná o výdaje (náklady) na dosažení, zajištění a udržení příjmů (§ 24 ZDP). Odpisy jsou náklad, který byl peněžním výdajem v době pořízení elektrárny.

Další výdaje předpokládáme nulové, protože samotné provozování solární elektrárny se obejde bez výdajů na údržbu. Střešní panely se totiž samostatně čistí pomocí dešťových srážek.

Dílčí základ daně § 7 daně z příjmů (podnikání), tedy rozdíl příjmů a výdajů, vč. uvedených odpisů. Následně jsou částky zaokrouhleny na stovky dolů jako konečný základ daně, protože nepočítáme s příjmy ze závislé činnosti a dalšími.

Ve sloupci daň z příjmů se kalkuluje s 15% sazbou daně, aktuální pro rok 2008. S tou budeme tedy počítat i pro celé sledované období, protože nelze určit, jak se sazba bude vyvíjet.

Vzhledem k tomu, že nebudeme zahrnovat příjmy z § 6 DZP (tedy ze závislé činnosti), ale pouze příjem z elektrárny, který spadá do § 7 DZP, nebudeme zohledňovat ani případné slevy na dani (§ 35, § 35a, § 35b, § 35ba DZP) či zvýhodnění na děti (§ 35c, § 35d DZP). Pokud bychom je zahrnovali, vznikaly by vysoké daňové bonusy, které by ale ve skutečnosti investor nezískal. Ve sloupci daň z příjmů si tedy pro účely této práce vyobrazíme pouze čistou daň, vypočítanou jako základ daně znásobený 15% sazbou.

Se zdaněním je také spojeno hrazení zdravotního a sociálního pojištění.

Vyměřovacím základem pro odvod zdravotního pojistného v roce 2008 bylo 50 % z rozdílu příjmů a výdajů pro § 7 ZDP za kalendářní měsíc. Záloha na zdravotní pojištění zároveň byla ohraničena. Minimální záloha odpovídala 1456 Kč a max. 11 643 Kč. Sazba: 13,5 % (ZPMV ČR, 2008), (OZP, 2016) Na základě této sazby si ukážeme předpokládané odvody našeho investora, protože opět nelze určit budoucí změny ve zdanění. Částka na zdravotní pojištění je zaokrouhlena o jednotku nahoru.

Vyměřovací základ u sociálního pojištění je 50 % rozdílu příjmů a výdajů z podnikání za kalendářní měsíc. Pro osobu vykonávající vedlejší samostatnou činnost byl min. měsíční vyměřovací základ 2156 Kč. Minimální záloha na důchodové pojištění byla stanovena na 639 Kč. Nemocenské pojištění je pro OSVČ dobrovolné. Pokud osoba vykonávající vedlejší samostatnou činnost dosahuje DZD dle § 7 ZDP do tzv. rozhodného příjmu (limitu), pak za něj platí sociální pojištění zaměstnavatel. (ČSSZ, 2007) Vzhledem k tomu, že náš investor má výdělek z fotovoltaické elektrárny jako vedlejší příjem a nedosahuje rozhodného příjmu, sociální pojištění neodvádí. V tabulce tedy uvedené není.

Na základě výpočtů nyní můžeme přejít ke konečné fázi, tedy určení předpokládané návratnosti investice.

Tabulka 8: Konečný výpočet předpokládané návratnosti investice, v Kč

Rok		Zdaněný zisk	Úspora energie	Celkový zisk	Kumulovaný zisk	Návratnost
Podpora SFŽP				200 000,00	200 000,00	
2008	1	42 182,40	7 200	49 382,40	249 382,40	206 617,60
2009	2	42 982,40	7 344	50 326,40	299 708,80	156 291,20
2010	3	43 814,40	7 488	51 302,40	351 011,20	104 988,80
2011	4	44 646,40	7 648	52 294,40	403 305,60	52 694,40
2012	5	45 510,40	7 792	53 302,40	456 608,00	- 608,00
2013	6	46 406,40	7 952	54 358,40	510 966,40	- 54 966,40
2014	7	41 973,40	8 112	50 085,40	561 051,80	- 105 051,80
2015	8	42 688,40	8 272	50 960,40	612 012,20	- 156 012,20
2016	9	43 403,40	8 432	51 835,40	663 847,60	- 207 847,60
2017	10	44 164,40	8 608	52 772,40	716 620,00	- 260 620,00
2018	11	44 909,40	8 784	53 693,40	770 313,40	- 314 313,40
2019	12	45 684,40	8 960	54 644,40	824 957,80	- 368 957,80
2020	13	46 459,40	9 136	55 595,40	880 553,20	- 424 553,20
2021	14	47 264,40	9 312	56 576,40	937 129,60	- 481 129,60
2022	15	48 084,40	9 504	57 588,40	994 718,00	- 538 718,00
Celkem		670 174,00	124 544	994 718,00		

Zdroj: vlastní práce

Zdaněný zisk jsme získali po odečtení daně z příjmů a zdravotního pojištění od příjmů z investice.

Úsporou energie se označuje částka, kterou by majitel RD zaplatil, pokud by nečerpal energii z vlastní FVE. Spotřeba vlastní fotovoltaické energie zde znamená úsporu financí, protože majitel RD nemusí kupovat energii ze sítě, ale spotřebuje svoji vlastní. Zde počítáme s 50 % celkově vyrobené energie za rok, tedy 1600 kWh vynásobené nákupní cenou za energii. Ačkoliv s úsporou energie nepočítáme při zdaňování, je neodmyslitelnou součástí pro navrácení investice.

Součtem zdaněného zisku a úspor energie dostaneme celkový očekávaný zisk pro daný rok. Jak je z Tabulka 8 patrné, na celkový zisk mělo velký vliv zavedení daně z příjmů po 5+1 letech provozu. Po zavedení v roce 2014 se propadla hodnota výtěžku o 4 273 Kč, což je pro investora citelné. První roky po zrušení osvobození se tak vrací roční zisky téměř na hodnoty při uvedení elektrárny do provozu, jak je znázorňuje Graf 4.



Graf 4: Vývoj celkového předpokládaného zisku

Zdroj: vlastní práce

Speciální položkou je zde očekávaná podpora od SFŽP ve výši 200 000 Kč, která měla být jednorázově přidělena po uvedení systému do provozu v roce 2008. Jak můžeme vidět ve sloupci kumulovaných zisků, na základě této podpory by se návratnost podstatně zkrátila.

Stejně tak můžeme ve sloupci kumulovaných zisků vidět, že se v roce 2012 překlene investovaná částka 456 000 Kč a můžeme tedy říci, že návratnost investice je možná nejdříve v pátém roce provozu fotovoltaické elektrárny. Ceny energie a bonusů zde však nejsou pružné a zároveň nejsou započítány další nečekané investice v podobě oprav a jiného. Z toho důvodu lze tento přehled považovat za orientační výsledek pro investora, ne však za jednoznačný pravdivý výrok o návratnosti investice.

4.1.6 Dynamické metody zhodnocení efektivnosti investice

Dalšími možnostmi, jak zhodnotit vhodnost realizace investice, je využití dynamických metod, tedy takových, které zohledňují čas. Pro jejich výpočet si nejprve představíme souvislosti mezi současnou a budoucí hodnotou peněžních příjmů.

Budoucí hodnota celkových očekávaných peněžních příjmů pocházejících z investice jsou součtem čistého zisku a odpisů v daném roce. Protože zde hraje roli faktor času a dnešní hodnota peněz je cennější než hodnota budoucí, musíme použít diskontní míru pro přepočítání na současnou hodnotu.

Než tedy přejdeme k výpočtům vhodnosti investic, zaměříme se na současné a budoucí hodnoty cash flow.

V první řadě si tedy vypočítáme provozní cash flow jako součet zdaněného zisku a odpisů pro jednotlivé roky pomocí údajů v Tabulka 7 a Tabulka 8 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** Následně vypočítáme odúročitel pro každý rok zvlášť. Dle Kaloudy (2011) volíme tuto diskontní míru pro výpočet ve výši $i = 5\%$. Jedná se o evropskou normativní úrokovou sazbu. Odúročitelem následně vynásobíme provozním cash flow a získáme jeho současnou hodnotu.

Tabulka 9: Výpočet současné hodnoty cash flow

	Rok	Zdaněný zisk v Kč	Odpisy v Kč	Cash flow v Kč (zisk + odpisy)	Odúročitel	Současná hodnota cash flow v Kč
0	SFŽP	200 000		200 000		200 000
1	2008	42 182	22 800	64 982	0,95	61 888
2	2009	42 982	22 800	65 782	0,91	59 667
3	2010	43 814	22 800	66 614	0,86	57 544
4	2011	44 646	22 800	67 446	0,82	55 488
5	2012	45 510	22 800	68 310	0,78	53 523
6	2013	46 406	22 800	69 206	0,75	51 643
7	2014	41 973	22 800	64 773	0,71	46 033
8	2015	42 688	22 800	65 488	0,68	44 325
9	2016	43 403	22 800	66 203	0,64	42 675
10	2017	44 164	22 800	66 964	0,61	41 110
11	2018	44 909	22 800	67 709	0,58	39 588
12	2019	45 684	22 800	68 484	0,56	38 135
13	2020	46 459	22 800	69 259	0,53	36 730
14	2021	47 264	22 800	70 064	0,51	35 387
15	2022	48 084	22 800	70 884	0,48	34 097
	Celkem	670 174		1 212 174		897 833

Zdroj: vlastní práce

Z tabulky vidíme, že současná (diskontovaná) hodnota peněžních příjmů se rovná 897 833 Kč, je tedy o 314 341 Kč nižší než budoucí hodnota cash flow.

- **Čistá současná hodnota**

Jak již bylo uvedeno v literární rešerši, čistou současnou hodnotu lze definovat jako rozdíl mezi současnou hodnotou peněžních toků – cash flow a vstupním vkladem do investice (kapitálový výdaj).

V našem případě tedy:

$$897\,833 - 456\,000 = 441\,833 \text{ Kč} \quad (7)$$

Na základě tohoto výpočtu jsme zjistili, že příjmy z investice převyšují její náklady, a tedy při 5 % výnosnosti přinese investorovi užitek. Výnos během stanoveného 15letého období by tak měl odpovídat částce 441 883 Kč. Do této částky však není zahrnutá úspora energie.

- **Vnitřní výnosové procento**

Vyjadřuje roční úrokovou míru investice, pokud se výdaje na investici rovnají jejím příjmům, tedy NP je rovno nule.

Výpočet provedeme dle postupu uvedeném v literární rešerši.

Jako první zkusíme dosadit 10% sazbu úrokové míry.

Jak můžeme vidět v Tabulka 10, hodnota diskontovaného cash flow je vyšší než kapitálový výdaj. Proto zvolíme jako druhou úrokovou míru sazbu 20 %, která je vyšší. Při té jsou diskontované příjmy nižší než výdaj. Z toho plyne, že vnitřní výnosové procento se pohybuje mezi 10 % a 20 %.

Tabulka 10: Stanovení vyšší a nižší úrokové míry pro výpočet IRR

	Rok	Cash flow v Kč(zisk + odpisy)	Diskontní míra 10 %	Diskontované cash flow v Kč	Diskontní míra 20 %	Diskontované cash flow v Kč
0	SFŽP	200 000		200 000		200 000
1	2008	64 982	0,91	59 075	0,95	54 152
2	2009	65 782	0,83	54 366	0,91	45 682
3	2010	66 614	0,75	50 048	0,86	38 550
4	2011	67 446	0,68	46 067	0,82	32 526
5	2012	68 310	0,62	42 415	0,78	27 452
6	2013	69 206	0,56	39 065	0,75	23 177
7	2014	64 773	0,51	33 239	0,71	18 077
8	2015	65 488	0,47	30 551	0,68	15 231
9	2016	66 203	0,42	28 077	0,64	12 831
10	2017	66 964	0,39	25 818	0,61	10 815
11	2018	67 709	0,35	23 732	0,58	9 113
12	2019	68 484	0,32	21 821	0,56	7 681
13	2020	69 259	0,29	20 062	0,53	6 473
14	2021	70 064	0,26	18 450	0,51	5 457
15	2022	70 884	0,24	16 969	0,48	4 601
	Celkem	1 212 174		709 755		311 818
	Kapitálový vklad			456 000		456 000
	NPV			253 755		- 144 182

Zdroj: vlastní práce

Zjištěné hodnoty nyní můžeme dosadit do daného vzorce pro výpočet IRR. Zápornou hodnotu NPV vložíme v absolutním tvaru.

$$IRR = 10 + \frac{253\,755}{253\,755 + |-144\,182|} * (20 - 10) \quad (8)$$

$$IRR = 10 + 0,64 * 10 \quad (9)$$

$$IRR = 16,38 \quad (10)$$

Při hodnotě 16,38 % vnitřního výnosového procenta by se čistá současná hodnota pohybovala, či přímo rovnala, nule.

Abychom však mohli zhodnotit vhodnost investice, musíme IRR porovnat s již určenou mírou výnosnosti. Vzhledem k tomu, že požadovaná výnosnost odpovídá 5 %, a tedy vnitřní výnosové procento je vyšší, můžeme investici označit za přijatelnou.

4.2 Zhodnocení investice po letech provozu a komparace s původním očekáváním před realizací projektu

Ve druhé části vlastní práce se zaměříme na hodnocení investice z dnešního pohledu, tedy z doby, kdy je fotovoltaická elektrárna provozována již devátým rokem. Na rozdíl od první části budeme vycházet ze skutečných hodnot v čase. Vzhledem k tomu, že tato reálná data nejsou prozatím pro rok 2016 úplná, budeme vycházet z provozu elektrárny od května 2008 do konce roku 2015.

Ačkoliv jsme si v předchozí části ukázali, jak by byla návratnost a další aspekty výhodné, z dnešního pohledu můžeme tuto část označit jako velice zkreslenou. Od doby uvedení elektrárny do provozu totiž nastalo množství legislativních změn a i ceny energie se vyvíjely jinak než se očekávalo. Z toho důvodu se návratnost investice podstatně prodloužila, jak si v této části ukážeme.

Následující propočty budou probíhat na bázi metody doby návratnosti. Vzhledem k tomu, že jsme se v této kapitole zabývali rozpisem a odůvodněním výpočtů podrobně, zde si je u většiny případů pouze nastíníme, aby nedocházelo k opakování již vyřčených slov.

V první řadě si představíme v Tabulka 11 reálné výsledky provozu elektrárny a spotřeby domu. Od roku 2016 uvádíme průměrnou hodnotu předchozích let.

Tabulka 11: Reálné a průměrné hodnoty z provozu elektrárny a spotřeby domu v kWh

Rok	Množství vyrobené energie v kWh	Celková spotřeba domu v kWh	Vlastní spotřeba energie z FVE v kWh	Prodej energie z FVE do sítě v kWh
2008	2 501,00	3 031,00	1 213,00	1 288,00
2009	2 867,00	4 124,00	1 138,00	1 729,00
2010	2 608,00	4 052,00	1 011,00	1 597,00
2011	3 349,00	4 561,00	1 587,00	1 762,00
2012	3 318,00	4 430,00	1 625,00	1 693,00
2013	2 994,00	4 655,00	1 509,00	1 485,00
2014	2 913,00	4 548,00	1 424,00	1 489,00
2015	3 140,00	4 145,00	1 406,00	1 734,00
2016	2 961,25	4 193,25	1 364,13	1 597,13
2017	2 961,25	4 193,25	1 364,13	1 597,13
2018	2 961,25	4 193,25	1 364,13	1 597,13
2019	2 961,25	4 193,25	1 364,13	1 597,13
2020	2 961,25	4 193,25	1 364,13	1 597,13
2021	2 961,25	4 193,25	1 364,13	1 597,13
2022	2 961,25	4 193,25	1 364,13	1 597,13

Zdroj: vlastní práce

Nejzásadnějším momentem pro návratnost investice se stalo zrušení dotace ve výši až 200 000 Kč od SFŽP. Jak se uvádí v literární rešerši, podpora měla být přidělena po uvedení elektrárny do provozu, ale nestalo se tak.

Z toho důvodu se ani do konce roku 2015, jak uvidíme v Tabulka 15, nepovedlo navrátit vklad do investice. Abychom tedy byli schopní zjistit aktuální dobu návratnosti, použijeme pro výpočty od roku 2016 průměrné hodnoty. Konkrétně jde o cenu energie odebrané ze sítě (dle ceníku dodavatele) a cen za dodávku elektřiny do sítě (dle smlouvy uzavřené mezi investorem a distributorem energie).

Cena odběru energie ze sítě – v Tabulka 12 je uvedena vypočítaná průměrná cena elektřiny, zaplacená investorem pro daný rok.

S příspěvkem na decentralní výrobu energie (DVE) od roku 2016 nepočítáme, protože byl novelou energetického zákona č. 131/2015 Sb. zrušen. (Tzbinfo, 2016)

Zelený bonus je uváděný do roku 2016 dle skutečné ceny vyhlášené každoročně Energetickým regulačním úřadem. Od roku 2017 budeme počítat s hodnotou zeleného bonusu vždy o 2 % vyšší. (Cenová rozhodnutí, ERU, 2016)

Tabulka 12: Přehled vývoje cen energií a bonusů

Rok	Cena odběru ze sítě v Kč	Zelený bonus v Kč	Cena dodávky energie v Kč	Bonus za DVE v Kč
2008	4,40	12,65	0,81	64,00
2009	5,05	12,75	0,98	64,00
2010	5,22	13,04	0,40	64,00
2011	5,23	13,30	0,10	64,00
2012	5,20	13,51	0,30	0,00
2013	5,28	13,95	0,40	0,00
2014	4,84	14,45	0,40	27,00
2015	4,86	14,75	0,40	30,12
2016	4,93	15,14	0,40	0,00
2017	4,93	15,45	0,40	0,00
2018	4,93	15,76	0,40	0,00
2019	4,93	16,07	0,40	0,00
2020	4,93	16,39	0,40	0,00
2021	4,93	16,72	0,40	0,00
2022	4,93	17,05	0,40	0,00

Zdroj: vlastní práce

Na základě Tabulka 11 a Tabulka 12 se můžeme přesunout k jednotlivým kritériím pro výpočet konečného výnosu.

Tabulka 13: Přehled skutečných příjmů

Rok		Příjem ze zeleného bonusu v Kč	Příjem za dodávku energie v Kč	Příjem za DVE v Kč	Celkové příjmy v Kč
2008	1	31 637,65	1 043,28	82,43	32 763,36
2009	2	36 554,25	1 694,42	110,66	38 359,33
2010	3	34 008,32	638,80	102,21	34 749,33
2011	4	44 541,70	176,20	112,77	44 830,67
2012	5	44 826,18	507,90	-	45 334,08
2013	6	41 772,29	594,00	-	42 366,29
2014	7	42 092,85	595,60	40,20	42 728,65
2015	8	46 327,56	693,60	52,23	47 073,39
2016	9	44 845,17	638,85	-	45 484,02
2017	10	45 742,07	638,85	-	46 380,92
2018	11	46 656,91	638,85	-	47 295,76
2019	12	47 590,05	638,85	-	48 228,90
2020	13	48 541,85	638,85	-	49 180,70
2021	14	49 512,69	638,85	-	50 151,54
2022	15	50 502,95	638,85	-	51 141,80
Celkem					666 068,75

Zdroj: vlastní práce

Příjem ze zeleného bonusu (ZB–příjem) odpovídá celkovému množství vyrobené energie za rok znásobenému předpokládanou hodnotou zeleného bonusu.

Příjem za dodávku energie je znásobení ceny za dodávku energie a množství prodané energie do sítě.

Příjem z bonusu za decentralní výrobu energie (DVE) získáme násobením stanoveného bonusu pro daný rok a množství energie odvedené do sítě.

Celkové příjmy se skládají ze součtů úspor energie, příjmů ze zeleného bonusu, příjmů za dodávku energie do sítě a příjmů za decentralní výrobu energie.

Pro reálné zjištění návratnosti je však důležité zahrnout i daňové zatížení. Podstatnou změnou oproti původním plánům je zrušení pětiletého, resp. šestiletého osvobození od daně z příjmů. Kvůli tomuto nařízení z roku 2010, musíme ve výpočtech zohlednit daň z příjmů již od roku 2011, namísto od roku 2014. S touto skutečností souvisí i dřívější zahrnutí odpisů majetku, odvod zdravotního pojištění, ztížená administrativa a vedení podvojného účetnictví.

Tabulka 14: Daňové zatížení v Kč

Rok	Příjem z FVE	Další náklady	Odpisy	DZD § 7	Základ daně	Daň z příjmů 15 %	Zdravotní pojištění
2008	32 763	-	22800	osvob.	osvob.	osvob.	osvob.
2009	38 359	-	22800	osvob.	osvob.	osvob.	osvob.
2010	34 749	-	22800	osvob.	osvob.	osvob.	osvob.
2011	44 831	-	22 800	22 030,67	22 000	3 300	1 488
2012	45 334	434	22 800	22 100,08	22 100	3 315	1 492
2013	42 366	650	22 800	18 916,29	18 900	2 835	1 277
2014	42 729	2 783	22 800	17 145,65	17 100	2 565	1 158
2015	47 073	1 495	22 800	22 778,39	22 700	3 405	1 538
2016	45 484	1 495	22 800	21 189,02	21 100	3 165	1 431
2017	46 381	1 495	22 800	22 085,92	22 000	3 300	1 491
2018	47 296	1 495	22 800	23 000,76	23 000	3 450	1 553
2019	48 229	1 495	22 800	23 933,90	23 900	3 585	1 616
2020	49 181	1 495	22 800	24 885,70	24 800	3 720	1 680
2021	50 152	1 495	22 800	25 856,54	25 800	3 870	1 746
2022	51 142	1 495	22 800	26 846,80	26 800	4 020	1 813
Celkem	666069						

Zdroj: vlastní práce

V prvním sloupci si uvádíme příjem z provozu elektrárny, který je pro lepší přehlednost zaokrouhlený.

Následně si uvádíme původně neočekávané další náklady. Od roku 2012 je tam zahrnutý certifikát pro přístup do systému OTE pro zadávání dat ve výši 348 Kč, náklady na korespondenci a poplatek za vedení účetnictví. Ve výši 598 Kč se od roku 2014 odvádí částka společnosti, která zajišťuje sběr

a likvidaci panelů po ukončení produktivity. Od roku 2016 používáme hodnoty nákladů dle předchozího roku.

Odpisy jsou opět zobrazeny v hodnotě, která odpovídá rovnoměrnému dvacetiletému odpisování.

Dílčí základ daně § 7 DZP odpovídá rozdílu příjmů a výdajů z podnikání, kam patří i odpisy. Vzhledem k tomu, že zde neuvádíme příjmy ze závislé činnosti, zaokrouhlíme tuto hodnotu na stovky dolů a získáme tak konečný základ daně, ze kterého vypočítáme 15% daň z příjmů. Z důvodu nezahrnutého příjmu z § 6 DZP nebudou tyto částky zcela odpovídat skutečnosti, proto zde poslouží jen pro výpočetní účely.

Zdravotní pojištění odpovídá 50 % rozdílu příjmů a výdajů z podnikání (DZD § 7 DZP). Částka je zaokrouhlena na jednotky nahoru.

Na základě zjištěných hodnot nyní přejdeme ke konečnému výpočtu návratnosti investice.

Tabulka 15: Konečný výpočet návratnosti investice v Kč

Rok	Zdaněný zisk	Úspora energie	Celkový zisk	Kumulovaný zisk	Návratnost
2008	1	32 763	5 337	38 101	417 899
2009	2	38 359	5 747	44 106	373 793
2010	3	34 749	5 277	40 027	333 766
2011	4	40 043	8 300	48 343	285 424
2012	5	40 093	8 450	48 543	236 881
2013	6	37 604	7 968	45 572	191 309
2014	7	36 223	6 892	43 115	148 194
2015	8	40 635	6 833	47 469	100 726
2016	9	39 393	6 725	46 118	54 607
2017	10	40 095	6 725	46 820	7 787
2018	11	40 798	6 725	47 523	495 736
2019	12	41 533	6 725	48 258	-87 994
2020	13	42 286	6 725	49 011	-137 004
2021	14	43 041	6 725	49 766	-186 770
2022	15	43 814	6 725	50 539	-237 309
Celkem		591 429	101 880	693 309	

Zdroj: vlastní práce

Pro lepší přehlednost jsou částky opět zaokrouhleny na celá čísla.

V prvním sloupci vidíme zdaněný zisk získaný odečtením 15% daně z příjmů, a částky na zdravotní pojištění od příjmu z FVE.

Úsporou energie se míjí částka, kterou by majitel RD zaplatil, pokud by využíval energii ze sítě namísto vlastní FVE. Vypočítáme ji jako násobek spotřebované vlastní energie a ceny energie odebrané ze sítě. Přestože tento

parametr nemá vliv na výpočet daně, podílí se na návratnosti investice a pro investora tak má významnou hodnotu.

Na základě součtu zdaněného zisku, úspor energie a odečtu ročních nákladů získáme celkový roční zisk. Jeho kumulací pak můžeme jednoduše zjistit, ve kterém roce příjmy z investice překlenuly vstupní výdaj 456 000 Kč. Jak je uvedeno v Tabulka 15, investice se navrátí v průběhu roku 2018, tedy v 11. roce provozu elektrárny.

Návratnost se tedy oproti pohledu z let 2007/ 2008 prodlouží až o 6 let, resp. 7 oproti výpočtům dodavatele FVĚ. Na tomto srovnání můžeme vidět jaký značný vliv mělo zrušení očekávané dotace SFŽP, dřívější zavedení daně z příjmů a snížení cen za vykoupenou energii i za odebranou ze sítě.

4.3 SWOT analýza investice do malé solární elektrárny

SWOT analýza je technika používaná především pro strategické řízení a marketing, jejíž cílem je vyhodnocení vnějších a vnitřních faktorů, přesto by měla být součástí každého investičního rozhodování. Proto se na něj zaměříme i v této práci.

Zkratka SWOT je odvozena od počátečních písmen anglických názvů Strengths (silné stránky), Weaknesses (slabé stránky), Opportunities (příležitosti) a Threats (hrozby). Tyto faktory jsou rozvrženy do 4 kvadrantů, které jsou v matici rozdělené na vnější, vnitřní, pozitivní a negativní vlivy.

Jako první jsou v matici uvedeny silné stránky(S), které spadají do pozitivních kladných vlivů. Označujeme jimi oblasti, ve kterých investice vyniká a jsou výjimečně prospěšné. Druhým vnitřním faktorem jsou (W). Ty bychom se měli pokusit přeměnit na příležitosti či eliminovat.

Příležitosti (O) jsou vnější vlivy, které se dají dobře zúročit, avšak obvykle není lehké je přesně určit. Druhým externím vlivem jsou hrozby (T), které spadají do negativní části matice. Jedná se o skutečnosti, které mohou narušit budoucí dění.

Úkolem SWOT analýzy je určit, jak pomocí pozitivních faktorů snížit nebo přímo odstranit slabé stránky a hrozby. (Čevelová, 2011)

V Tabulka 16 jsme si uvedli faktory, které mají vnější nebo vnitřní vliv na investici a provoz. Ty jsme rozdělili do matice a pro lepší přehlednost i dle jejich původu.

Na tomto základě lze vyvodit například tyto oblasti, kde silné stránky a příležitosti investice mohou ovlivnit slabé stránky a hrozby.

- Vzhledem k tomu, že klasické panely na střeších jsou nepřehlédnutelné, jako jednu z hrozeb lze označit možnost účelného poškození fotovoltaických systémů člověkem. Situaci ale mohou řešit nové technologie, které jsou zabudované přímo do fasád domů, vytvořené přímo jako střešní krytina či téměř neviditelná fólie, které zapadají do struktury domu. Nemluvíme o kvalitní mechanické ochraně systémů.
- Náklady na zprovoznění fotovoltaické elektrárny jsou stále vysoké a v případě, že investor nezíská na tuto investici dotaci, doba návratnosti se pro něj často stává nepřijatelnou a většinou tak ani realizaci neuskuteční. Naproti tomu zde ale v silných stránkách vidíme, že stát garantuje návratnost do určité doby, aktuálně 20 let, a investor tak nemusí mít obavy z nenávratnosti.
- Další finanční slabou stránkou investice do FVE jsou vysoké vstupní náklady jako takové. Vzhledem k tomu, že je ale životnost FVE dost dlouhá na to, aby po navrácení investice mohla elektrárna efektivně působit ještě mnoho dalších let, investor bude mít v budoucnu zajištěn stálý pasivní příjem.
 - Množství vyrobené energie ovlivňují jisté faktory. Mezi ně řadíme polohu elektrárny na Zemi, roční období, oblačnost, množství slunečního svitu během dne, sklon fotovoltaických panelů a jejich orientaci ke Slunci. Přestože většinu z nich ovlivnit nemůžeme, pro vyřešení problému se sklonem panelů a orientací, je možné investovat do otočných systémů.

Tabulka 16: SWOT analýza

		Pozitivní faktory	Negativní faktory
		Silné stránky	Slabé stránky
Interní	Životní prostředí	<ul style="list-style-type: none"> • Ekologie–provoz bez zplodin, znečištění a škodlivých látek • Sluneční paprsky jsou všudypřítomné 	
	Přírodní podmínky	<ul style="list-style-type: none"> • Slunce bude svítit dalších 5 miliard let 	<ul style="list-style-type: none"> • Nemožnost výroby energie v noci • Nestabilita počasí ovlivňuje produkci • Množství vyrobené energie ovlivňují zeměpisné podmínky, sklon panelů a doba
	Legislativa	<ul style="list-style-type: none"> • Garance návratnosti do 20 let, dle zákona 	<ul style="list-style-type: none"> • Administrativní zátěž • Bez dotací se prodlužuje návratnost investice
	Obecné	<ul style="list-style-type: none"> • Budovy s FVE se stávají částečně energeticky soběstačnými • Možnost otočných systémů 	
	Technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Nízká poruchovost – články se mechanicky neopotřebovávají, protože nemají pohyblivé díly • Není nutná údržba panelů – samočištění • Provoz bez hluku či zápachu • Jednoduchá instalace střešního systému • Dlouhá životnost 	<ul style="list-style-type: none"> • Nefunkčnost/ zastínění jednoho článku zastaví výrobu energie v celém panelu • Výkonnost panelů může po letech slábnout
	Finance	<ul style="list-style-type: none"> • Po navrácení investice bude mít investor stabilní pasivní příjem (cca 15-20 let) 	<ul style="list-style-type: none"> • Velmi nákladné počáteční investice
Externí		Příležitosti	Hrozby
	Životní prostředí	<ul style="list-style-type: none"> • Způsob, jak snížit množství využívaných fosilních zdrojů pro výrobu energie • Způsob, jak snížit množství vypuštěných emisí do ovzduší 	<ul style="list-style-type: none"> • Snižování množství křemíkových zásob a dalších surovin pro výrobu FVE
	Přírodní podmínky		<ul style="list-style-type: none"> • Poškození panelů vlivem přírodních jevů (kroupy, blesky, pád stromu atd.)
	Legislativa		<ul style="list-style-type: none"> • Legislativní změny v průběhu životnosti FVE
	Obecné	<ul style="list-style-type: none"> • Výroba na nepřístupných místech 	<ul style="list-style-type: none"> • Úmyslné poškození panelů člověkem
	Technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Dnešní technologie umožňují instalovat takřka neviditelné systémy • Vědci vyvíjejí stále účinnější technologie 	
	Finance	<ul style="list-style-type: none"> • Ceny fotovoltaických panelů stále klesají • Zelený bonus každoročně roste o 2 % 	

Zdroj: vlastní práce

5 Diskuze

Cílem této práce je srovnat očekávané hodnoty provozu solární elektrárny s jejími reálnými výsledky a následně vyhodnotit ekonomické dopady těchto rozdílů.

Pojmem reálný výsledek zde budeme nazývat výpočty z pohledu 2016, tedy výpočty s reálnými a následně průměrnými hodnotami.

Jak již bylo zmíněno, jedná se o malou fotovoltaickou elektrárnu na střeše rodinného domu, která byla uvedena do provozu v roce 2008.

Jako podklad pro porovnání doby návratnosti elektrárny nyní využijeme:

- Propočet návratnosti solární elektrárny prezentovaný dodavatelem FVE (Tabulka 18, Tabulka 19, Tabulka 20).

Dodavatel zde uvádí návratnost elektrárny ve čtvrtém roce jejího provozu, tedy v roce 2011. Takto nízká návratnost je způsobena nezapočítáním DPH do zobrazené konečné ceny, na které prezentoval návratnost investice (investor není plátcem DPH) a nepočítal s daňovým zatížením příjmů po 5+1 letech. Dále počítal s předpokladem, že rodinný dům investora spotřebuje veškerou energii vyrobenou FVE, čímž investor toto množství energie nebude muset nakoupit z distribuční sítě. Tento předpoklad je taktéž chybný vzhledem k tomu, že FVE vyrábí elektrickou energii i v době, kdy ji RD nespotřebovává všechnu, a tudíž přebytky odchází do sítě distributora elektrické energie.

Výše uvedené faktory byly buďto chybou, anebo obchodním tahem dodavatele, který se snažil předložit co nejvýhodnější nabídku.

- Nově provedené výpočty návratnosti, které vycházejí z legislativních podkladů, dat a odhadů známých investorovi v době stavby FVE, tedy v letech 2007 a 2008. Z kalkulací vychází návratnost v pátém roce provozu elektrárny, tedy v roce 2012 (viz Tabulka 8). V porovnání s touto možností se tedy dodavatel FVE tolik nemýlil.

V rámci zhodnocování investice dle předpokládaných hodnot z let 2007 a 2008 byly taktéž použity i dvě dynamické metody, tedy ty, které zahrnují faktor času. Metoda čisté současné hodnoty investice a vnitřního výnosového procenta.

Ty jsme zjistili na základě součtu každoročních zdaněných zisků a odpisů (označených jako budoucí roční cash flow), ze kterých jsme pomocí odúročitele, při použití 5% míry výnosnosti, následně získali hodnoty současných cash flow. Čistou současnou hodnotu investice jsme na závěr dostali odečtením kapitálového vkladu od úhrnu současných cash flow. Tím jsme zjistili, že při 5% výnosnosti přinese investice investorovi za 15 leté období částku ve výši 441 883 Kč. Do cash flow však není započítávána úspora energie, a proto se může lišit od výsledku dle metody doby návratnosti.

V případě IRR jsme postupovali obdobně, avšak diskontované cash flow bylo zjišťováno hned dvakrát, a to za pomoci odúročitele

s 10% a 20% úrokovou mírou. Vypočítané součty diskontovaných cash flow jsme následně dosadili do vzorce a získali IRR ve výši 16,38 %. Vzhledem k tomu, že je vnitřní výnosové procento vyšší než požadovaná výnosnost 5 %, lze investorovi doporučit realizaci investice.

- Propočet návratnosti vycházející z dat ze skutečného osmiletého provozu malé fotovoltaické elektrárny v letech 2008 až 2015, a dalších průměrných a předpokládaných hodnot. Z výpočtů vychází návratnost v jedenáctém roce provozu elektrárny, tedy v roce 2018 (viz Tabulka 15)

Pro přehlednost si zjištěné hodnoty zahrneme do Tabulka 17:

Tabulka 17: Přehled výsledných hodnot za 15 let provozu FVE

	Příjem z FVE DzP za 15 let provozu v Kč	Další náklady v Kč	Celkový zisk za 15 let provozu (s DzP) v Kč	Rok provozu při navrácení	Rok navrácení investice
Předpoklad dodavatele	949 063	-	DzP nezohledněno	4.	2011
Vlastní předpoklad	850 080	-	994 718	5.	2012
Reálný výsledek	767 949	15 827	677482	11.	2018
Rozdíl	82 131		317236		

Zdroj: vlastní práce

V prvním sloupci vidíme očekávaný nebo reálný příjem z provozu FVE za 15 let. Tato hodnota je vč. úspory energie, ale není zde zahrnuté daňové zatížení. Rozdíl je myšlen mezi vlastním předpokladem a reálným výsledkem.

Celkový zisk za 15 let provozu zobrazuje zdaněný příjem, včetně úspory energie a po odečtení nákladů. Předpoklad dodavatele však započítat nelze, protože nezohledňoval daň z příjmů. Pro vlastní předpoklad je do zisku zahrnuta i podpora SFŽP ve výši 200 000 Kč, která měla značný vliv na očekávanou návratnost investice.

Z porovnání výpočtů celkových zisků a doby návratnosti v Tabulka 17 vidíme obrovské rozdíly mezi předpoklady a reálným výsledkem. Jak je vidět, investor při patnáctiletém provozu ztratil na celkovém zdaněném zisku (vč. úspor energie) celých 317 236 Kč.

Tento velký rozdíl u zisku a doby návratnosti je způsoben nedodržením příslibů státu na poskytnutí dotace na výstavbu elektrárny a následnými změnami legislativy, které postupně podnikání v oblasti obnovitelných zdrojů energie zatěžovaly dalšími náklady, se kterými v době úvah o výstavbě elektrárny nemohlo být uvažováno.

Konkrétně se jedná o:

- Zrušení dotace na výstavbu malých fotovoltaických elektráren v roce 2008. Dotace byla ještě v březnu roku 2008 veřejně inzerována, ale následně bylo rozhodnuto, že tento typ dotací již poskytován nebude.
- Původní osvobození od daní z příjmů na dobu 5 let plus rok uvedení do provozu, bylo zrušeno již po třech letech od výstavby FVE.
- Nutnost zavést podvojný účetnictví. Vzhledem k tomu, že vedení podvojnýho účetnictví je podstatně složitější než vedení jednoduchýho účetnictví, se kterým uvažoval investor v době stavby elektrárny, je nutné každoroční zpracování účetní uzávěrky předat účetní firmě, s čímž jsou spojené náklady za její zpracování.
- Požadavek na uzavření smlouvy se společností pro recyklaci zařízení elektrárny a s tím spojeným placením recyklačního poplatku.
- Zavedení povinnosti komunikace s OTE pomocí internetu a s tím spojeným využíváním komerčního certifikátu, který je nutno každoročně za úplatu obnovovat.

Jednou z mála pozitivních legislativních změn, která se dotkla našeho investora, bylo prodloužení povinnosti energetických distributorů vykupovat energii za garantovanou výkupní cenu po dobu 20 let.

Pro každého investora je důležitá stabilita faktorů, ze kterých vychází při investičním rozhodování. Pokud je navíc investice provedena za účasti nebo přispění státu, měl by stát být tím garantem, který zaručí, že podmínky se po avizované době nezmění.

Z výše uvedených konstatování je vidět, že v případě investic do malé FVE se stát tím garantem nestal a v průběhu 9letého provozu elektrárny došlo k mnoha legislativním změnám, které zkomplikovaly investorovi provozování elektrárny a podstatně prodloužily její návratnost.

Dovoluji si tady tedy konstatovat, že by mělo platit:

Pokud se stát rozhodne pro podporu nějaké činnosti a pro tuto činnost stanoví nějaká pravidla, měl by tato pravidla dodržet po celou dobu, kterou pro tuto podporu avizoval.

A pokud se stane to, co proběhlo v letech 2009 a 2010 – tedy obrovský boom investic do velkoplošných FVE, a s tím spojené obrovské čerpání podpory obnovitelných zdrojů, musí být stát připraven zareagovat pružněji a zavčas omezit podporu pro nově zřizované projekty, a ne dodatečně měnit pravidla pro projekty již provozované.

6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit investici do malé fotovoltaické elektrárny instalované na střeše rodinného domu v obci Vrbátky a porovnat předpokládanou dobu návratnosti elektrárny se skutečnou dobou návratnosti.

Na základě předložených podkladů a výpočtů lze tedy konstatovat, že doba návratnosti FVE, kterou investor na základě údajů z roku 2007 a 2008 očekával v délce 4-5 roků, a s tímto předpokladem se pro stavbu FVE rozhodl, se v průběhu 9 roků provozu elektrárny zásadně změnila na skutečnou dobu návratnosti až 11 roků. Investice do elektrárny se tak dodnes nevrátila a teprve v roce 2018 elektrárna začne generovat skutečný zisk.

Tato skutečnost však bude platit jen za předpokladu, že nedojde k žádné poruše některého z komponentů elektrárny, poškození fotovoltaických panelů přírodními živly nebo lidskou rukou nebo dalším zásahu ze strany státu do legislativy týkající se výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie.

Investice je tedy z pohledu investora velmi problematická a prozatím nesplnila očekávání, která do ní vkládal.

Neodmyslitelnou součástí ekonomiky elektrárny nejsou jen finanční ukazatele zmiňované v předchozích kapitolách, ale je nutno brát v úvahu i další dopady, které zřízení FVE a její provozování má.

Majitel FVE se na základě požadavků legislativy z roku 2008 stal osobou samostatně výdělečně činnou. Pokud by tuto činnost vykonával jako vedlejší samostatnou činnost, protože by byl běžně zaměstnán, pak v případě ztráty hlavního zaměstnání by nastávaly velké problémy na úřadu práce s poskytnutím podpory v nezaměstnanosti. V případě potřeby změnit vlastníka elektrárny (úmrť, změna majitele domu, změna bydliště ...) by bylo nutné licenci na provozování elektrárny, a s ní spojenou samostatně výdělečnou činnost, převést na jinou osobu, což je administrativně velmi náročné. Veškeré tyto úkony mají v případě nutnosti jejich provedení i finanční vliv na návratnost elektrárny a její ekonomiku.

Naštěstí pro nové provozovatele solárních elektráren, se od roku 2016 vlastnictví střešní elektrárny již nepovažuje za podnikání, pokud je většina energie využita pro vlastní spotřebu. Tímto se příjmy z provozu elektrárny řadí do § 10 ZDP (ostatní příjmy). Pokud tedy příjmy nepřesáhnou 30 000 Kč, jsou elektrárny do 10 kWp osvobozené od daně z příjmů. Tato nová úprava neplatí pro našeho investora, ale pro nově vytvořené systémy.

Závěrem své práce bych ráda upozornila na to, že pořízení FVE nemusí být tak výhodné jako se to jeví na začátku, už vzhledem k tomu, že se jedná o dlouhodobou investici a v průběhu životnosti elektrárny může dojít k mnoha změnám v legislativě i v životních osudech, a proto je třeba každou takovou investici pečlivě zvažovat, důsledně nashromáždit dosažitelná data, řádně je propočítat, vyhodnotit a přihlídnout i k ostatním aspektům, které provozování elektrárny s sebou přináší.

7 Literatura

- BENDA, Vítězslav. Obnovitelné zdroje energie. Praha: Profi Press, 2012. ISBN 978-80-86726-48-9.
- BIDLOVÁ, Jitka. Fotovoltaické články v architektuře. [Brno: Vysoké učení technické v Brně], c2010. Vědecké spisy Vysokého učení technického v Brně. PhD Thesis. ISBN 9788021441194.
- BOXWELL, Michael. Solar electricity handbook: a simple, practical guide to solar energy: how to design and install photovoltaic solar electric systems : 2014 edition Internet linked. Coventry: Greenstream Publishing, 2014. ISBN 9781907670398.
- FOTR, J., SOUČEK, I. Podnikatelský záměr a investiční rozhodování, 1. vyd. Praha: Grada, 2005. 356 s. ISBN 80-247-0939-2.
- HASELHUHN, Ralf. Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu. Ostrava: HEL, 2011. ISBN 9788086167336.
- HENZE, Andreas a Werner HILLEBRAND. Elektrický proud ze slunce: fotovoltaika v praxi : technika, přehled trhu, návody ke stavbě. Ostrava: HEL, c2000. ISBN 8086167127.
- HRDÝ, M. Hodnocení efektivnosti investičních projektů EU, 1. vyd. Praha: ASPI, 2006. 203 s. ISBN 80-7357-137-4.
- JAROŠ, Tomáš. Zdanění příjmů 2011 komplexní průvodce. 1. Praha: GRADA Publishing, 2011. 240 s. ISBN 978-80-247-3822-2.
- KALOUDA, Franstišek. Finanční řízení podniku. 2. vyd. Plzeň: Aleš Čeněk, 2011. 299 s. ISBN 978-80-7380-315-5.
- KARAMANOLIS, Stratis. Sluneční energie: východisko z ekologicko-energetické krize. Praha: Sdružení MAC, 1996. ISBN 80-86015-02-5.
- KISLINGEROVÁ, Eva. Manažerské finance. 2., přeprac. a rozš. vyd. Praha: C.H. Beck, 2007. Beckova edice ekonomie. ISBN 9788071799030.
- KLENOVČANOVÁ, Alexandra a Ivan IMRIŠ. Zdroje a prameny energie. Prešov: ManaCon, 2006. Edicía vedeckej a odbornej literatury. ISBN 80-89040-29-2.
- LIBRA, Martin a Vladislav POULEK. Fotovoltaika: teorie i praxe využití solární energie. 2., dopl. vyd. Praha: Ilsa, 2010. ISBN 9788090431157.
- MARTINOVIČOVÁ, Dana. Základy ekonomiky podniku. Brno: B.I.B.S., 2006. ISBN 80-86575-46-2.
- MURTINGER, Karel a Jan TRUXA. Solární energie pro váš dům. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2010, 107 s. ISBN 978-80-251-3241-8.
- MURTINGER, Karel, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. Fotovoltaika: elektřina ze slunce. 2. vyd. Praha: EkoWATT, 2008. 21. století. ISBN 9788073661335.
- QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3.

- SYNEK, Miloslav a Eva KISLINGEROVÁ. Podniková ekonomika. 5., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2010. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 9788074003363.
- VALACH, Josef. Investiční rozhodování a dlouhodobé financování. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2006. ISBN 8086929019.
- VALACH, Josef. Investiční rozhodování a dlouhodobé financování. 3. přeprac., a rozš. vyd. Praha: Ekopress, 2010, 465 s. ISBN 978-80-86929-71-2.

Internetové zdroje:

- Astrofyzika: Slunce. Aldebaran [online]. [cit. 2016-12-07]. Dostupné z: <http://www.aldebaran.cz/astrofyzika/sunsystem/slunce.html>
- BP Statistical Review of World Energy June 2016. BP Global [online]. 2016 [cit. 2016-12-21]. Dostupné z: <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-renewable-energy.pdf>
- Cenová rozhodnutí. Energetický regulační úřad [online]. 2016 [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/poze/cenova-rozhodnuti>
- Často kladené otázky (FAQ). Energetický regulační úřad [online]. 2016 [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/poze/casto-kladene-dotazy>
- DIVIŠOVÁ, Michaela. Jak to bylo a je s fotovoltaikou v Česku. Penize.cz [online]. 2013 [cit. 2016-12-15]. Dostupné z: <http://www.penize.cz/nakupy/275131-jak-to-bylo-a-je-s-fotovoltaikou-v-cesku>
- Dostupné z: https://www.sfzp.cz/soubor-ke-stazeni/8/2685-prilohy_ii_2007.pdf
- Energetický regulační věstník: Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 5/2013 ze dne 27. listopadu 2013, kterým se stanovují regulované ceny související s dodávkou elektřiny. Energetický regulační úřad [online]. 2013 [cit. 2016-12-19]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/480760/ERV8_2013titul_konec_fin.pdf/133bfd09-2f67-4a08-844f-7ffce87b082a
- Evropa 2020: Cíle strategie Evropa 2020. Evropská komise [online]. 2015 [cit. 2016-12-19]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index_cs.htm
- Fotovoltaický jev. Solární energie [online]. [cit. 2016-12-09]. Dostupné z:
- Fyzika 007: Mechanická energie. Zákon zachování mechanické energie [online]. [cit. 2016-11-30]. Dostupné z: <http://www.fyzika007.cz/mechanika/mechanicka-energie-zakon-zachovani-mechanicke-energie>
- Instalovaný výkon solárních elektráren v ČR od roku 2012 stagnuje. Oenergetice.cz [online]. 2016 [cit. 2016-12-15]. Dostupné z:

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

LENDINO, Jamie. This fully transparent solar cell could make every window and screen a power source. EXTREMETECH [online]. 2015 [cit. 2016-12-13]. Dostupné z: <https://www.extremetech.com/extreme/188667-a-fully-transparent-solar-cell-that-could-make-every-window-and-screen-a-power-source>

Minimální a maximální výše zdravotního pojištění od 1.1.2008. Zdravotní pojišťovna Ministerstva vnitra ČR [online]. 2008 [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <http://www.zpmvcr.cz/platci/aktuality/minimalni-a-maximalni-vyse-zdravotniho-pojisteni-o/>

Obnovitelné zdroje – stručná historie podpory v ČR. Czech RE Agency: Česká agentura pro obnovitelné zdroje energie [online]. 2011 [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/strucna-historie-podpora-oze>

OSVČ a pojistné na sociální zabezpečení v roce 2008. Česká správa sociálního zabezpečení. [online]. 2007 [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <http://www.cssz.cz/cz/o-cssz/informace/media/tiskove-zpravy/tiskove-zpravy-2007/2007-12-20-osvc-a-pojistne-na-socialni-zabezpeceni-v-roce-2008.htm>

Půda a hydrosféra. Vítejte na Zemi: multimediální ročenka životního prostředí [online]. [cit. 2016-12-27]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=puda_a_hydrosfera&site=puda

Působnost ERÚ v čase. Energetický regulační úřad [online]. 2015 [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <http://www.eru.cz/o-uradu/pusobnost-eru-v-case>

Sazby pojistného - historie. OZP [online]. [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <http://www.ozp.cz/pro-platce/samoplatce/historicke-sazby-pojistneho>

Senát posvětil ukončení podpory obnovitelných zdrojů. TZB-info [online]. 2013 [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-obnovitelna-energie/10336-senat-posvetil-ukonceni-podpory-obnovitelnych-zdroju>

Směrnice Ministerstva životního prostředí o poskytování finančních prostředků ze Státního fondu životního prostředí ČR“ na opatření v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie platné pro rok 2007: Příloha II. Ministerstvo životního prostředí [online]. 2007 [cit. 2016-12-19].

Solární daň. Admio [online]. 2015 [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <http://www.admio.cz/blog/solarni-dan.html>

Solární letadlo úspěšně dokončilo první let kolem světa bez fosilních paliv. EcoFuture [online]. [cit. 2016-12-13]. Dostupné z:

- <https://www.ecofuture.cz/clanek/solarni-letadlo-uspesne-dokoncilo-prvni-let-kolem-sveta-bez-fosilnich-paliv>
- Stát začal nabízet dotace na fotovoltaiku. Solární experti [online]. 2015 [cit. 2016-12-19]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/dotace-zelena-usporam-na-fotovoltaicke-elektrarny/>
- Střešní fotovoltaické elektrárny jsou osvobozeny od daní. Solární experti [online]. 2016 [cit. 2016-12-19]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/osvobozeni-od-dane-z-prijmu-pro-fotovoltaicke-elektrarny-na-rodinnych-domech/>
- SWOT analýza. Magdalena Čevelová [online]. 2011 [cit. 2016-12-22]. Dostupné z: <http://www.cevelova.cz/proc-swot-analyza/>
- Vyhláška 178/2013 Sb.: VYHLÁŠKA ze dne 24. června 2013 kterou se mění vyhláška č. 352/2005 Sb., o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a o bližších podmínkách financování nakládání s nimi (vyhláška o nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady), ve znění pozdějších předpisů. Resolar [online]. 2013 [cit. 2016-12-19]. Dostupné z: http://www.resolar.cz/dokumenty/178_2013_sb_novela_vyhlasiky_352_2005.pdf
- Vyhláška č. 349/2010 Sb.: Vyhláška o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie. Zákony pro lidi [online]. 2010 [cit. 2016-12-19]. Dostupné z: <http://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=349&r=2010>
- Vyhláška č. 150/2007 Sb.: Vyhláška o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen. Zákony pro lidi [online]. 2007 [cit. 2016-12-19]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-150#f3801193>
- Vyhláška č. 178/2013 Sb.: Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 352/2005 Sb., o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a o bližších podmínkách financování nakládání s nimi (vyhláška o nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady), ve znění pozdějších předpisů: Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 352/2005 Sb., o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a o bližších podmínkách financování nakládání s nimi (vyhláška o nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady), ve znění pozdějších předpisů. Zákony pro lidi [online]. 2013 [cit. 2016-12-19]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-178>
- Zákon č. 137/2010 Sb.: Zákon, kterým se mění zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů). Zákony pro lidi [online]. 2010 [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2010-137>
- Zákon č. 165/2012 Sb.: ZÁKON ze dne 31. ledna 2012 o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů. Portál veřejné správy [online]. 2012 [cit.

- 2016-12-19]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?page=0&idBiblio=77573&nr=165~2F2012&rpp=15#local-content>
- Zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů), 2011 [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/475627/ZOZE_1_1_2011_vcetne_402_10.pdf/29caff76-ee1a-4f46-9488-5df178614ef0
- Zákon č. 310/2013 Sb.: Zákon, kterým se mění zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, ve znění zákona č. 407/2012 Sb., a další související zákony. Zákony pro lidi [online]. 2013 [cit. 2016-12-19]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-310>
- Zákon č. 330/2010 Sb.: Zákon, kterým se mění zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů), ve znění pozdějších předpisů. Zákony pro lidi [online]. 2010 [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2010-330>
- Zákon č. 346/2010 Sb.: ZÁKON ze dne 12. listopadu 2010, kterým se mění zákon č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. Portál veřejné správy [online]. 2010 [cit. 2016-12-19]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=72457&nr=346~2F2010&rpp=15#local-content>
- Zákon č. 350/2012 Sb., kterým se mění zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů, a některé související zákony. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=78383&nr=350~2F2012&rpp=15#local-content>
- Zákon č. 586/1992 Sb.: Zákon České národní rady o daních z příjmů. Zákony pro lidi [online]. [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-586>
- Zákon o správě daní a poplatků (zákon č. 337/1992 Sb.). Zákony online [online]. [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <http://zakony-online.cz/?s176&q176=all>
- Změny v energetické legislativě od 1. 1. 2016 a jejich první dopady na výrobu elektřiny z OZE Zdroj: <http://oze.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-obnovitelna-energie/14243-zmeny-v-energeticke-legislative-od-1-1-2016-a-jejich-prvni-dopady-na-vyrobu-elekriny-z-oze>. Tzbinfo [online]. 2016 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-obnovitelna-energie/14243-zmeny-v-energeticke-legislative-od-1-1-2016-a-jejich-prvni-dopady-na-vyrobu-elekriny-z-oze>

8 Seznam použitých tabulek, obrázků a grafů

Tabulka 1: Instalovaný výkon v MWp České republice	31
Tabulka 2: Srovnání cen dodavatelů při rozhodování	41
Tabulka 3: Položkový rozpočet včetně dopravy a montáže	42
Tabulka 4: Položky zahrnuté v ceně v Kč	42
Tabulka 5: Předpokládané hodnoty pro budoucí období za rok.....	44
Tabulka 6: Předpokládaný vývoj cen, bonusů a příjmů z FVE	45
Tabulka 7: Předpokládané daňové zatížení po 5+1 letech	46
Tabulka 8: Konečný výpočet předpokládané návratnosti investice, v Kč.....	48
Tabulka 9: Výpočet současné hodnoty cash flow	50
Tabulka 10: Stanovení vyšší a nižší úrokové míry pro výpočet IRR.....	51
Tabulka 11: Reálné a průměrné hodnoty z provozu elektrárny a spotřeby domu v kWh.....	53
Tabulka 12: Přehled vývoje cen energií a bonusů	54
Tabulka 13: Přehled skutečných příjmů	54
Tabulka 14: Daňové zatížení v Kč	55
Tabulka 15: Konečný výpočet návratnosti investice v Kč	56
Tabulka 16: SWOT analýza.....	59
Tabulka 17: Přehled výsledných hodnot za 15 let provozu FVE.....	61
Tabulka 18: Návratnost solární elektrárny prezentovaná dodavatelem – 1. část...	72
Tabulka 19: Návratnost solární elektrárny prezentovaná dodavatelem – 2. část...	72
Tabulka 20: Návratnost solární elektrárny prezentovaná dodavatelem – 3. část...	73
Obrázek 1: Způsoby využívání sluneční energie	17
Obrázek 2: Fotovoltaický článek.....	24
Graf 1: Vývoj instalovaného výkonu v ČR Zdroj: O energetice.cz, 2016 podle ERÚ..	31
Graf 2: Světový podíl instalovaného výkonu v MWp v roce 2015.....	35
Graf 3: Vývoj množství instalovaného množství v zahraničí.....	35
Graf 4: Vývoj celkového předpokládaného zisku	49

9 Seznam použitých zkratk

- DPH – daň z přidané hodnoty
- DVE – decentrální výroba elektřiny
- DZD – dílčí základ daně
- DZP – daň z příjmů
- ERU – Energetický regulační úřad
- FVE – fotovoltaická elektrárna
- kW, MW – jednotka výkonu
- kWh, MWh – jednotka energie
- kWp, MWp – jednotka instalovaného výkonu fotovoltaické elektrárny
- OSVČ – osoba samostatně výdělečně činná
- OZE – obnovitelné zdroj energie
- RD – rodinný dům
- SFŽP – státní fond životního prostředí
- SWOT – analýza silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb
- ZB – zelený bonus
- ZDP – Zákon o dani z příjmů
- ZP – zdravotní pojištění

Přílohy

A Přiložené tabulky

Tabulka 18: Návrátnost solární elektrárny prezentovaná dodavatelem – 1. část

Vstupní údaje/varianty	Roky provozu	1. rok	2. rok
Instalovaný výkon	kWp	3,2	3,2
Vstupní cena instalace bez DPH	Kč	418 349	418 349
Cena instalace za 1 kWp	Kč	130 734	-
Podíl dotace ze SFŽP nebo max. 100 tis. Kč	%	50	0
Výše dotace	Kč	200 000	100 000
Doplatek do celkové ceny	Kč	218 349	218 349
Výroba energie na 1kWp za rok	kWh	1 000	1 000
Celková plocha instalace	m ²	25	25
Celková výroba energie	kWh	3 200	3 200
Zelený bonus za 1 kWh	Kč	12,65	12,90
Úspora elektrické energie	Kč	4,50	4,59
Zbytek investice	Kč	163 469	107 491
Tržba za rok, cena 2007–stat. systém	Kč	54 880	55 978
Návrátnost investice statický systém	rok	4,0	2,9
Roční výnos investice–stat. systém	%	25	34

Zdroj: údaje z předložené cenové nabídky dodavatele zrealizované FVE na přelomu let 2007 a 2008

Tabulka 19: Návrátnost solární elektrárny prezentovaná dodavatelem – 2. část

3. rok	4. rok	5. rok	6. rok	7. rok	8. rok	9. rok
3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
418 349	418 349	418 349	418 349	418 349	418 349	418 349
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000
218 349	218 349	218 349	218 349	218 349	218 349	218 349
1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
25	25	25	25	25	25	25
3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200
13,16	13,42	13,69	13,97	14,25	14,53	14,82
4,68	4,78	4,87	4,97	5,07	5,17	5,27
50 394	- 7 845	- 67 249	- 127 841			
57 097	58 239	59 404	60 592	61 804	63 040	64 301
1,9	0,9	- 0,1	- 1,1	1,0	1,0	1,0
53	116	- 757	- 90	100	100	100

Zdroj: údaje z předložené cenové nabídky dodavatele zrealizované FVE na přelomu let 2007 a 2008

Tabulka 20: Návratnost solární elektrárny prezentovaná dodavatelem - 3. část

10. rok	11. rok	12. rok	13. rok	14. rok	15. rok
3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
418 349	418 349	418 349	418 349	418 349	418 349
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000
218 349	218 349	218 349	218 349	218 349	218 349
1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
25	25	25	25	25	25
3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200
15,12	15,42	15,73	16,04	16,36	16,69
5,38	5,49	5,60	5,71	5,82	5,94
65 587	66 898	68 236	69 601	70 993	72 413
1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
100	100	100	100	100	100

Zdroj: údaje z předložené cenové nabídky dodavatele zrealizované FVE na přelomu let 2007 a 2008