

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomiky



Diplomová práce

**Ekonomická analýza malé fotovoltaické elektrárny:
případová studie**

Bc. Ondřej Petr

© 2014 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekonomiky
Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Petr Ondřej

Provoz a ekonomika

Název práce

Ekonomická analýza malé fotovoltaické elektrárny - případové studie

Anglický název

Economic Analysis of Small Photovoltaic Powerplant: A Case Study

Cíle práce

Cílem práce je ekonomická analýza vybrané fotovoltaické elektrárny ve vztahu k programu Zelená úsporám a následné porovnání s ostatními nejčastěji používanými zdroji energie.

Metodika

studium dokumentů; metody finanční analýzy; rozhovory s odborníky

Harmonogram zpracování

- zimní semestr prvního akademického roku zpracování práce: screening témat prací, konkurz, zpracování osnovy práce, zejména pak formulování cíle práce a zevrubné formulování metodiky práce,
- letní semestr prvního akademického roku zpracování práce: studium literatury, rozpracování rešeršní části práce, konzultace s vedoucím práce,
- zimní semestr druhého akademického roku zpracování práce: rozpracování rešeršní části práce a její dokončení, rozpracování analytické části práce, konzultace s vedoucím práce, absolvování praxe, obdržení 1. a 2. zápočtu
- letní semestr druhého akademického roku zpracování práce: dokončení analytické části, formulace závěrů, dopracování práce, konzultace s vedoucím práce, tisk a odevzdání práce.

Rozsah textové části

50-60 stran

Klíčová slova

solárně-termické kolektory; finanční analýza; obnovitelné zdroje energie; zelená úsporám; poměrové ukazatele, fotovoltaická kalkulačka

Doporučené zdroje informací

GRÜNWARD, Rolf. Finanční analýza a plánování podniku. Vyd. 1. Praha: Ekopress, 2007, 318 s. ISBN 978-80-86929-26-2

Finanční analýza: krok za krokem. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, 2005, xiii, 137 s. ISBN 80-717-9321-3.

Finanční analýza: metody, ukazatele, využití v praxi. 2. aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2008, 120 s. ISBN 978-80-247-2481-2.

Ekonomické dopady výstavby fotovoltaických a větrných elektráren v ČR;

Národohospodářská fakulta VŠE, Oeconomica - Nakladatelství VŠE, srpen 2010, ISBN: 978-80-245-1687-5

Energie z odpadů - (zatím) nevyužitý potenciál

Národohospodářská fakulta VŠE, Oeconomica - Nakladatelství VŠE, srpen 2010, ISBN: 978-80-245-1686-8

Vedoucí práce

Procházka Petr, Ing., MSc, Ph.D.

Termín odevzdání

březen 2014

prof. Ing. Miroslav Svatoš, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Jan Hron, DrSc., dr. h. c.

Děkan fakulty

V Praze dne 3.10.2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Ekonomická analýza malé fotovoltaické elektrárny: případová studie“ vypracoval samostatně po konzultacích s vedoucím práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24. 11. 2014

Vlastnoruční podpis

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval Ing. Petru Procházkovi, MSc, Ph.D. z České zemědělské univerzity v Praze za podnětné rady, trpělivost a odborné vedení diplomní práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Petru Horákovi, technickému řediteli firmy SVP Solar s.r.o., za cenné informace a poskytnuté materiály, jež mi posloužily k dokončení empirické části.

Ekonomická analýza malé fotovoltaické elektrárny: případová studie

Economic Analysis of Small Photovoltaic Powerplant: A Case Study

Souhrn

Práce se zabývá ekonomickou analýzou malých solárních elektráren do celkového jmenovitého výkonu 6 kWp. Analýza je prováděna na základě údajů reálných solárních systémů. Hlavním cílem je posoudit výhodnost jednotlivých investic a určit budoucí trend ekonomického vývoje v oboru fotovoltaických elektráren na území České republiky. Práce vychází z dat poskytnutých firmou SVP Solar s.r.o., energetického regulačního úřadu a OTE (operátor trhu s elektřinou).

Práce je rozdělena na dvě části – teoretickou (literární rešerši) a praktickou část. Teoretická část definuje základní principy a fungování fotovoltaických systémů. Dále popisuje základní pojmy týkající se finanční a investiční analýzy a metodiku pro vlastní zpracování. Je zde popsána současná situace v oblasti fotovoltaiky na území České republiky, a to jak z hlediska legislativy, tak situace vůči jiným obnovitelným zdrojům energie. Jsou zde také zmíněny různé environmentální aspekty, které jsou s výrobou solární energie spojeny.

Praktická část se soustředí na ekonomiku fotovoltaických elektráren vybudovaných v letech 2009, 2012 a 2014. K vytvoření průkazných závěrů je použita finanční a investiční analýza. Jsou zkoumány různé varianty třech různých projektů.

Summary

Diploma thesis focuses on economic analysis of small power plants with maximum output of 6 kWp. The analysis is working with data of real solar systems. The main objective is to assess the profitability of each investment and determine the future trend of economic

development of photovoltaics in the Czech Republic. Thesis is based on data provided by SVP Solar Ltd., ERÚ and OTE (Electricity Market Operator).

Thesis is divided into two parts – theoretical and practical part. The theoretical part defines basic principles and functioning of photovoltaic systems. It also relates to basic concepts of financial and investment analysis and methodology for the actual processing. This part describes the current situation with photovoltaics in the Czech Republic, both in term of legislation and the situation to other renewable energy sources. Various environmental aspects that are linked to the production of solar energy are mentioned.

The practical part focuses on economics of photovoltaic power plants built in years 2009, 2012 and 2014. Financial analysis is made to create conclusion to this topic. There are three projects with different variants created.

Klíčová slova:

finanční analýza, solární a termické panely, solární elektrárna, obnovitelné zdroje energie, zelená úsporám, fotovoltaická kalkulačka, externality

Keywords:

financial analysis, solar and thermic panels, solar power plant, renewable sources of energy, green to savings, photovoltaic calculator, externalities

Obsah

1. Úvod	10
2. Cíl diplomové práce	11
3. Metodika práce	11
3.1. Hodnocení projektu	12
3.1.1. Finanční analýza	12
3.1.2. Investiční analýza projektu	12
3.2. Vstupní data projektu	13
3.3. Výstupní data projektu a vzorce	15
I. Teoretická východiska	18
4. Sluneční energie	18
4.1. Sluneční ozáření země	18
4.2. Přeměna slunečního záření na různé formy energie	20
4.3. Způsoby využívání sluneční energie	20
5. Kolektory	21
6. Fotovoltaické články	23
7. Nejpoužívanější typy článků	25
8. Ekonomické porovnání solárního fototermického a fotovoltaického ohřevu vody	27
8.1. Výsledky simulace celoročního provozu	29
9. Environmentální aspekty fotovoltaiky (externality)	31
9.1. Energetická náročnost výroby	32
9.2. Environmentální dopady	33
9.2.1. Ohrožování zemědělského půdního fondu	33
9.2.2. Přímé ohrožování životního prostředí	33
10. Solární elektrárny	35

10.1.	Ostrovní solární systém	35
10.2.	Síťový fotovoltaický systém.....	36
11.	Fotovoltaika v České republice	36
11.1.	Vývoj výroby z OZE a její podíl na hrubé domácí spotřebě.....	36
11.2.	Legislativa týkající se fotovoltaiky	37
11.2.1.	Daňové zákony týkající se fotovoltaiky v ČR.....	38
11.3.	Zelený bonus	39
11.4.	Přímý prodej	42
II.	Praktická část.....	44
12.	O společnosti SVP Solar, s.r.o.....	44
13.	Realizované projekty	45
13.1.	Projekt I.....	45
	Instalace střešní fotovoltaické elektrárny na klíč - Říčany 2009.....	45
13.1.1.	Varianta se zeleným bonusem a financování cizím kapitálem	48
13.1.2.	Varianta se zeleným bonusem a financování vlastním kapitálem	48
13.1.3.	Varianta s přímým prodejem (vlastní kapitál, hypotéka).....	50
13.2.	Projekt II.....	51
	Instalace střešní fotovoltaické elektrárny na klíč - Říčany 2012.....	51
13.3.	Projekt III.....	54
	Instalace střešní fotovoltaické elektrárny na klíč - Zdiby - Přemýšlení 2013	54
14.	Zhodnocení výsledků a doporučení.....	59
15.	Závěr.....	63
16.	Zdroje	64
17.	Seznam obrázků, tabulek a grafů.....	67
18.	Přílohy	69

1. Úvod

Žijeme v době, kdy jako obyvatelé této planety musíme řešit několik otázek týkajících se energetiky. Dochází k technickému rozvoji lidské společnosti a růstu počtu obyvatel Země. Lidé se stávají čím dál tím více závislí na dodávkách energie. Bez pravidelných dodávek elektrické energie by se celý systém fungování společnosti zhroutil. Přestaly by fungovat bezpečnostní systémy, nemocnice, obchodní domy, média jako je internet, televize nebo rádio. Museli bychom si vystačit se studenou stravou a tak dále.

Prvním problémem je rostoucí poptávka po energiích. S rostoucí poptávkou ovšem roste i cena. Větší podíl na upokojování energetických potřeb tvoří fosilní paliva, jako jsou ropa, uhlí a zemní plyn. Množství fosilních zdrojů ale není nekonečné, je vzácné, v úvahu tedy připadá zvyšování podílu obnovitelných zdrojů. Mezi ty hlavní patří fotovoltaika, biomasa, bioplyn, větrné a vodní elektrárny.

Další otázkou je trvale udržitelný rozvoj. Ten uvádí v soulad hospodářský a společenský pokrok s plnohodnotným zachováním životního prostředí pro další generace. Aktuální stav je z dlouhodobého hlediska neudržitelný. Fosilní zdroje produkují negativní externality v podobě ekologické zátěže. Mezi nevíce známé průmyslové katastrofy posledních třiceti let bychom mohli zařadit Černobylskou havárii, katastrofu chemického závodu v Bhópálu, havárii tankeru Exxon Valdez, havárii plovoucí vrtné plošiny Deepwater Horizon v Mexickém zálivu nebo havárii elektrárny Fukušima 1. Tyto havárie donutily k hlubokým otázkám nejen veřejnost, ale i nejrůznější organizace.

Jedním z východisek by mohla být fotovoltaika, kterou se tato práce zabývá. Budou zkoumána ekonomická hlediska využívání fotovoltaiky na území České republiky. Práce se skládá z teoretické a praktické části. Teoretická část se zaměřuje na přeměnu sluneční energie na různé formy energie a různé způsoby jejího využití. Budou zjišťovány environmentální dopady fotovoltaiky. Bude provedeno ekonomické srovnání fotovoltaického a fototerického ohřevu vody. Práce představí typy solárních elektráren – jejich výhody a nevýhody. Budou popsány finanční ukazatele použité v praktické části práce a vstupní data projektu s hodnocením projektu (jeho ukazatelů). Bude popsán stav fotovoltaiky v České republice, její vývoj a podíl na hrubé domácí spotřebě. Práce pracuje s pojmy zelený bonus a přímý prodej. V praktické části bude provedena finanční a investiční analýza tří projektů. Prvním bude elektrárna postavená v roce 2009 v Říčanech,

následovat bude elektrárna postavená za podmínek roku 2012. Třetím projektem je elektrárna z roku 2013 umístěná v obci Zdiby, kterou bude zkoumána i v podmínkách roku 2014. Tyto projektu budou zkoumány v několika variantách, aby je bylo možné porovnat.

Tato diplomní práce by měla poskytovat informace a rady případným zájemcům o investici do malé fotovoltaické elektrárny.

2. Cíl diplomové práce

Hlavním cílem této práce je provést ekonomickou analýzu menších fotovoltaických elektráren do výkonu 6kWp. Na základě získaných dat od společnosti SVP Solar, s.r.o. vypočítat návratnost investice do solárního systému. Investiční analýza bude prováděna pomocí ukazatelů, jako jsou doba návratnosti, čistá současná hodnota a vnitřní výnosové procento. Bude vycházeno z dat týkajících se elektráren vybudovaných v určitých letech z důvodu porovnání výhodnosti investic v letech jejich boomu a v současné době. V úvahu se bude brát více možností financování projektů. Pomocí vytvořené kalkulačky dojde k porovnání výsledných hodnot v režimu přímého prodeje a zeleného bonusu. Na závěr uvedu, jak by vypadala finanční analýza elektrárny postavené v podmínkách roku 2014. Budu brát v úvahu 30% spotřebu vyrobené energie. Pro zajímavost bude uveden model se spotřebou vyrobené energie ve výši 70%, kdy se bude počítat s tím, že rodinný dům slouží i jako sídlo firmy, kdy se většina vyrobené energie spotřebuje.

3. Metodika práce

Teoretická část diplomové práce je vytvořena čerpáním poznatků z odborné literatury, vědeckých časopisů, odborných internetově dostupných textů a rad odborníků z firmy SVP Solar, s.r.o. zabývající se fotovoltaickými systémy.

Na praktickou část byla použita data poskytnutá zaměstnanci SVP Solar, s.r.o. S jejich pomocí byla vytvořena finanční a investiční analýza, kde hlavní roli hrají vstupní ukazatele jako je pořizovací cena investice, čas, přímé výkupní ceny a zelené bonusy. Data jako jsou výkupní ceny silové elektřiny a výše zelených bonusů pro daná období byla čerpána ze stránek Energetického regulačního úřadu. Na výpočet hypotéky byla použita hypoteční kalkulačka serveru iDnes. Solární kalkulačka k vypočítání veškerých metod finanční analýzy byla vytvořena vlastním zpracováním za použití softwaru MS Excel 2013.

3.1. Hodnocení projektu

Při hodnocení projektu budu využívat finanční analýzu. Jedná se o jednu z nejčastěji využívaných oblastí finančního řízení. Finanční analýza se skládá ze dvou oblastí – analýzy *interní* a analýzy *externí*. Mezi hlavní rozdíl mezi nimi patří dostupnost podkladů pro analýzu.

3.1.1. Finanční analýza

Pro externí analýzu se používají data, která jsou běžně dostupná veřejnosti – rozvaha, výsledovka, výkaz o cashflow a ostatní publikovaná data. Objevují se ve výročních zprávách, na tiskových konferencích, v článkách public relations apod.

Naproti tomu u interní analýzy se používají data, která se považují za tajná a veřejnosti nepřístupná. Jsou přístupná pouze vedení a zaměstnancům společnosti. Interní analýza se v podstatě shoduje s pojmem controlling.¹

3.1.2. Investiční analýza projektu

Investiční analýza je proces na sebe navazujících postupů, činností a kroků vedoucích k získání odpovědí na základní otázky. Vyplatí se tato investice? Která z investičních variant bude uskutečněna? Porovnávají se mezi sebou jednotlivé projekty a jejich varianty a vybírá se ta, která má nejvyšší současnou hodnotu.

Rozeznáváme dvě základní skupiny metod vyhodnocení efektivity investic podle jejich vztahu k časové hodnotě peněz. Do té první skupiny patří *metody statické*, které nerespektují faktor času. Tyto metody jsou použitelné pro krátkodobé projekty s nízkou požadovanou dobou návratnosti. Pokud ovšem neuvažujeme v hodnocení efektivnosti investice čas, může docházet k zásadnímu zkreslení a tím i k nesprávnému rozhodování. Do těchto metod patří například prostá doba návratnosti.

Naproti tomu *metody dynamické* faktor času respektují. Mezi dynamické metody můžeme zařadit například vnitřní výnosové procento nebo čistou současnou hodnotu.²

¹ PAVLÍKOVÁ, A. a kolektiv, *Finanční řízení v praxi*

² PROSTĚJOVSKÁ, Z., *Finanční řízení a investování*

3.2. Vstupní data projektu

Ekonomické hodnocení projektů zabývajících se fotovoltaickými elektrárnami ovlivňuje řada ekonomických veličin. V praktické části diplomové práce přicházejí v úvahu následující vstupní údaje:

Životnost fotovoltaického systému

Životnost zpravidla značí dobu, po kterou je zhotovováno ekonomické hodnocení investice. Tato doba nemusí a zpravidla neodpovídá životnosti celého systému. V tomto výzkumu je počítáno s dobou životnosti 20 let. Záruční podmínky, které nabízí firma SVP Solar, s.r.o. jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 1: Záruční podmínky SVP Solar, s.r.o.

Panely	10 let	
Výkon panelů:	10 let	min. 90% výkonu
	25 let	min. 80% výkonu
Střídače:	5 let	
Zbytek systému:	2 roky	

Zdroj: Vlastní zpracování

Výkon elektrárny

Výkon solární elektrárny je závislý na typu a počtu fotovoltaických panelů. V dnešní době se můžeme setkat s panely o výkonech od 50Wp po 300Wp. Pro naše využití na rodinném domě, kde je omezené místo pro jejich instalaci, jsou výhodnější určitě panely s vyšším výkonem. V následujících třech modelech bylo počítáno s panely o jmenovitém výkonu 230Wp a 245Wp.

Každý rok je do tabulky zohledňován pokles výkonu panelů o 0,8%. To je podloženo výrobcem garantovaným zachováním výkonu 80% po 25 letech.

Pořizovací náklady

Investiční náklady vyjadřují celkový objem finančních prostředků, který je zapotřebí k uvedení solární elektrárny do provozu. Pořizovací náklady vycházejí z cenové nabídky poskytnuté firmou SVP Solar s.r.o. Cenová nabídka obsahuje materiál (fotovoltaické panely dle specifikace, nosná konstrukce panelů včetně spojovacího materiálu, střídač, kabely, rozváděče, jističe, ochrany, podružné elektroměry), práci (projekce elektro části; rozměření a odborná montáž panelů na místo určení; rozvody

kabelů DC i AC; zapojení a uvedení do provozu veškerých elektro-zařízení; revize elektro), administrativu + kolek (zajištění stanoviska k žádosti o připojení-ČEZ; žádost o licenci ERÚ; podání žádostí o smlouvy o připojení a podpoře výroby elektřiny; podklady vyžádané stavebním úřadem v rozsahu: schéma rozmístění panelů, obecná technická zpráva o FVE, detail uchycení panelů; regulační poplatek ERÚ – kolek 1000,- Kč) a další náklady (doprava na místo určení; úklid pracoviště po dokončení prací; pojištění proti škodám).

Cenová nabídka neobsahuje neočekávané odůvodněné výdaje jako je špatný technický stav střechy, úprava domovních elektro rozvodů, výměna rozvaděče, atd. Nabídka se dále netýká zajištění stanoviska stavebního úřadu a hasičů, projektu a dodávky hromosvodu, zemních prací, instalace Wattrouteru – řeší se individuálně. Nevztahuje se také na elektronickou registraci v systému OTE, vyřízení smlouvy o prodeji přebytků s obchodníkem s elektřinou.

Ostatní náklady

Mezi ostatní náklady počítáme náklady na pojištění a fond oprav. V některých případech nemusí být fond oprav vůbec čerpán, vše záleží na stavu jednotlivých komponent. Pokud je majitel elektrárny zručný, může si některé opravy provést svépomocí. V tomto případě má tato účetní položka zkreslující charakter. Může nastat situace, že oprava bude potřeba každý rok nebo také každých deset let.

Diskontní míra

Používá se k ocenění vynaložených či přijatých prostředků v budoucnosti (časové zohlednění hodnoty finančních toků při posuzování projektů). Diskontní sazba vyjadřuje minimální požadovanou míru návratnosti, jedná se v podstatě o úrokovou míru, z investovaného kapitálu odvozenou z nákladů na příslušný kapitál, které jsou dány oportunitními náklady. *Jinými slovy se jedná o výnos z investované částky, o který přijdeme, jestliže budeme posuzovaný projekt realizovat tím, že nebudeme realizovat alternativní investici.*³ Její výši je třeba stanovit například pro potřeby dynamických metod hodnocení investic a při oceňování – nejen podniku (dále třeba nemovitosti, stroje apod.) – výnosovou metodou.

³ <https://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/3a86fbee-beab-48cb-8ad1-aa9ed89af9bc/1136372212-zpracov-n-anal-zy-n-klad-a-p-nos>

Při stanovování diskontní sazby je s ohledem na vývoj cenové hladiny nutné používat jednotná data. Výpočet diskontní sazby zachycuje následující vzorec:

$$RN = (1 + RR) \times (1 + IE) - 1$$

kde:

RN=nominální diskontní sazba

RR=reálná diskontní sazba

IE=inflační koeficient (většinou roční míra inflace)

Úroková míra

Úrokové sazby bank se odvozují od úrokových sazeb na mezibankovním trhu. Ty zase reagují na nastavení základních úrokových sazeb centrální banky. Krátkodobé úrokové sazby centrální banka ovlivňuje dvoutýdenní repo sazbou, kterou centrální banka úročí vklady, které u ní mají komerční banky. Čím vyšší je tato sazba, tím větší motiv mají banky ukládat peníze u centrální banky, místo aby je půjčovaly firmám a domácnostem. Do ekonomiky se tak dostane méně peněz a tempo jejího růstu se zpomalí.⁴

Index růstu příjmů a výdajů

V této studii se objevuje jako růst cen elektřiny a předpokládaný růst zelených bonusů. Pro zjednodušení výpočtů, uvažujeme konstantní růst po celou dobu životnosti projektu.

Příjmy a úspory za elektřinu

Příjmy za prodej přebytků elektrické energie jsou v tabulce počítány podle zadané výše odkupu přebytečné energie. Úspory se počítají automaticky ze zadané vlastní spotřeby vyrobené energie.

3.3. Výstupní data projektu a vzorce

Jedná se o data, ke kterým vedly výpočty v jednotlivých projektech. Mají vypovídající hodnotu a slouží k vytvoření závěrů a porovnání investic.

Cash Flow (CF)

Jedná se o tok peněz. Pro upřesnění jde o tok hotovosti v daném roce v cenách daného roku. Sestavuje se rozdílem příjmů a výdajů. V tomto projektu pomůže při výpočtu prosté doby návratnosti a vnitřní výnosové míry. Do cash flow se promítnou investiční

⁴ <http://www.penize.cz/80356-co-jsou-urokove-sazby>

náklady, hypoteční úvěr, uspořené náklady za energii, náklady za nákup energie, pojištění a fond oprav.

Kumulované CF

Jedná se o průběžný součet všech toků hotovosti za sledované období. V tomto projektu jsou kumulované toky peněz v tabulce znázorněny ve sloupci *Stav účtu*.

Diskontované CF

Diskontovaný tok hotovosti zohledňuje faktor času (časovou hodnotu peněz). Jde o tok peněz diskontovaný k roku zahájení realizace projektu. Diskontované CF se počítá podle vzorce:

$$CF_t = \frac{CF}{(1 + d)^t}$$

t - čas

d - diskont

Diskontované kumulované CF

Tento ukazatel zohledňuje časovou hodnotu peněz v celkové ekonomice projektu. Jedná se o součet diskontovaných toků za všechna období.

Doba návratnosti (Payback Period – PP)

Prostá doba návratnosti je nejjednodušší, nejméně vhodné, ale naopak velice často užívané ekonomické kritérium. Největší nevýhodou tohoto kritéria je, že zanedbává efekty po době návratnosti a zanedbává fakt, že peníze můžeme vložit do jiných investičních příležitostí.⁵ Snažíme se zjistit dobu, kdy kladné peněžní toky vyrovnají kapitálový výdaj. Čím nižší tato doba bude, tím víc se projekt jeví výhodnější.

Diskontovaná doba návratnosti (DPP)

Tato metoda již patří mezi metody dynamické a od té předchozí se liší tím, že zohledňuje faktor času. Princip zůstává stejný, snažíme se zjistit, kdy kladné diskontované toky převýší kapitálový výdaj. Tento ukazatel má srovnatelnou přesnost jako vnitřní míra výnosnosti a čistá současná hodnota.

⁵ <http://www.tzb-info.cz/2786-vypoctova-pomucka-ekonomicka-efektivnost-investic-ii>

Čistá současná hodnota (Net Present Value - NPV)

Jedna z metod nejvíce používaných v praxi. Je definována jako rozdíl sumy diskontovaných příjmů z investice a kapitálového výdaje. Pokud vyjde NPV kladné číslo, je projekt ekonomicky efektivní a lze jej doporučit k realizaci. V případě posuzování více projektů, vybereme ten, jehož NPV je nejvyšší.

NPV se počítá podle vzorce:

$$NPV = \sum_0^t DCF = \sum_0^t \frac{CF}{(1+r)^t}$$

DCF - diskontované peněžní toky v jednotlivých letech
t - doba životnosti projektu

Vnitřní výnosové procento (Internal Rate of Return – IRR)

Tento ukazatel není nic jiného než čistá současná hodnota rovna nule. Je to tedy nejnižší diskontní míra, při které ještě projekt není ztrátový. V případě vyššího IRR než je uvažovaná diskontní míra, hodnotíme projekt jako ekonomicky výhodný. V případě porovnávání jednotlivých projektů vybíráme ten s nejvyšším IRR. Výhodou použití metody IRR je eliminace subjektivní volby diskontního faktoru. Ovšem zůstává faktem, že je potřeba, aby investor měl nějakou představu o míře zhodnocení požadované od projektu.

Návratnost investice (Return on Investment - ROI)

Návratnost investice vyjadřuje čistý zisk nebo ztrátu, která se počítá vůči počáteční investici. Její výsledek se zpravidla uvádí v procentech.

Rentabilita vlastního kapitálu (Return on Equity - ROE)

Tento ukazatel zobrazuje podíl výsledku hospodaření k vlastnímu kapitálu. V podstatě označuje, kolik čistého zisku připadá na jednu korunu investovaného kapitálu. Využívá se při analýze poměrových ukazatelů. V podniku je tento ukazatel klíčový zejména pro akcionáře, společníky a další investory. V tomto modelu bude ROE patřit mezi jeden z rozhodujících realizačních ukazatelů.

I. Teoretická východiska

4. Sluneční energie

Naše Slunce je běžnou hvězdou, jakých je ve vesmíru mnoho. Pomalu vznikalo před cca 5 miliardami let z mlhoviny řídkých plynů a prachu. Postupně docházelo působením gravitačních sil ke gravitačnímu smršťování mlhoviny a tedy i k postupnému zahřívání. Když teplota v centru dosáhla kritické hranice, kdy může docházet k termonukleárním reakcím nebo k jaderné fúzi jader vodíku, začala se ve slunečním jádru uvolňovat jaderná energie a slunce se tak stalo přírodním gigantickým termonukleárním reaktorem. Postupně se vytvořila rovnováha mezi energií uvolněnou v jádru a energií vyzářenou z jeho povrchu.⁶

Intenzita záření na povrchu Slunce při teplotě 5 500 °C činí asi 63 000 kW/m². Z tohoto množství energie obdrží Země pouze malý, ale přesto významný zlomek. Samotná energie záření dopadajícího na zemský povrch činí 219 000 000 miliard kWh ročně, což odpovídá 2000 násobku světových energetických potřeb.⁷

4.1. Sluneční ozáření země

Dalo by se říci, že mimo zemskou atmosféru je ozáření sluncem konstantní. Je dáno pouze vzdáleností země od slunce. Mimo atmosféru je solární ozáření, tzv. solární konstanta, 1367 W/m². V důsledku proměnného filtračního působení atmosféry vyvolaného mraky, vodními, prachovými a jinými částicemi a také v důsledku proměnných drah paprsků závisajících na postavení slunce je povrch Země ozařován s různou intenzitou. V závislosti na počasí a denní době kolísá ozáření v našich zeměpisných polohách mezi 0 W/m² (v noci) a 1000 W/m² (při hezkém počasí kolem poledne). Maximální hodnota ozáření asi 1000 W/m² je téměř nezávislá na umístění a na rovníku je jen mírně vyšší. Záření, které je před dopadem na zemský povrch ovlivňováno například mraky, je označováno jako záření nepřímé. Přímé záření převládá při bezmračné obloze.⁸

V následujícím obrázku je zachycen dopad slunečního záření na povrch České republiky. Sluneční mapa ukazuje, že nejvíce záření dopadá na území jižní Moravy.

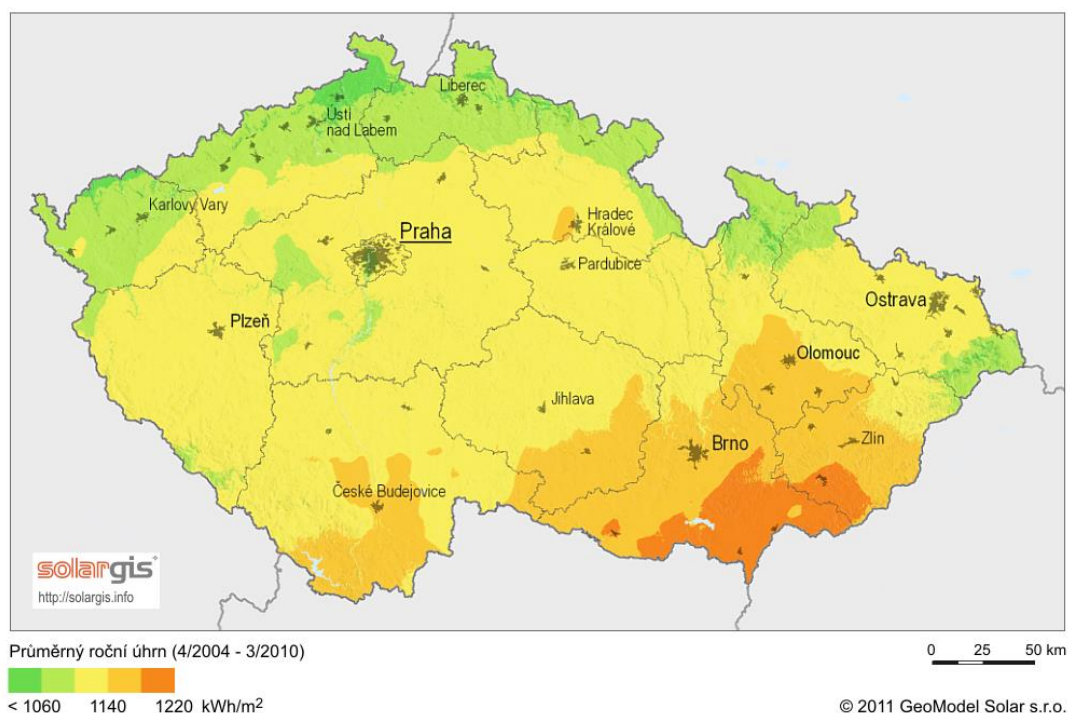
⁶ LIBRA, M., POULEK, V., *Fotovoltaika*

⁷ THEMESSEL, A., WIESS, W., *Solární systémy*

⁸ HENZE, A., HILLEBRAND, W., *Elektrický proud ze slunce*

Hodnoty zde dosahují úrovně až 1220 kWh/m². Oblasti kolem Českých Budějovic, Olomouce, Zlína, Brna ale i Hradce Králové dosahují nejvyššího záření velikosti 1140 kWh/m².

Obrázek 1: Globální horizontální záření, Česká republika



Zdroj: solargis.info

Doba slunečního svitu a intenzita záření jsou závislé na zeměpisné poloze, ročním období a na povětrnostních podmínkách. Roční úhrny globálního záření dosahují v nejslunečnějších oblastech Země hodnot přes 2 200 kWh/m². V České republice se nejmenším počtem hodin vyznačuje severo-západ území a směrem na jiho-východ se počet hodin zvyšuje. Lokality se od sebe běžně liší v průměru o +-10%. V oblastech se silně znečištěnou atmosférou nebo v oblastech s vysokým výskytem inverzí je nutné počítat s poklesem globálního záření o 5-10%. Pro oblasti s nadmořskou výškou od 700 do 2000 m.n.m. je možné počítat s 5% nárůstem globálního záření.

Měření dopadajícího slunečního záření provádějí zpravidla meteorologické stanice. Používá se k tomu přístroj zvaný pyranometr. Měření je založeno na tom, že se porovnává

teplota černého a bílého povrchu pod skleněným krytem a rozdíl teplot měřený souborem termočlánků je úměrný intenzitě dopadajícího slunečního záření. To, že sluneční záření je přeměněno na teplo, zaručuje, že odezva nezávisí na vlnové délce záření.⁹ Grafické znázornění ozáření světa a celé Evropy přikládám v příloze.

4.2. Přeměna slunečního záření na různé formy energie

Při vzájemném působení slunečního záření a zemského povrchu vzniká celá řada přirozených procesů transformace. Značná část slunečního záření jen ohřívá naše prostředí. Zvedá teploty vzduchu, půdy a povrchové vody. Pouze několik promile záření je prostřednictvím biochemických procesů přeměněno v biomasu. Biomasou nazýváme souhrn všech živých, mrtvých a rozložených organismů a z nich pocházejících látek. Fosilní zdroje energie jako je uhlí, ropa a zemní plyn lze tedy pokládat za sluneční energii uloženou tímto způsobem. V tomto případě jde o energii, která před miliony let vystoupila z přírodního koloběhu.

Asi jedna čtvrtina sluneční energie dopadající na Zemi se využije k vypařování vody. Znovu se srážející pára spolu s rozdíly teplot pohání vítr a ten potom vlny, z kondenzovaná voda dává vzniknout vodním tokům. Z těchto procesů vycházejí metody pohonu strojů – například generátorů elektrické energie.

V nedávné minulosti se začala řešit otázka samotného přežití lidstva na Zemi v budoucnosti. Lidé si uvědomili, že naše současné hlavní zdroje energie (uhlí, ropa a zemní plyn) nejsou neomezené. Mimo jiné spalování fosilních zdrojů energie zatěžuje životní prostředí – skleníkový efekt, kyselá dešť, atd. Určité východisko by mohlo nabízet zvýšené využívání solárních systémů.¹⁰

4.3. Způsoby využívání sluneční energie

Energii ze Slunce je možné využívat několika způsoby. Hlavní rozdělení je na přímé a nepřímé formy sluneční energie. Při přímém využívání se záření přeměňuje přímo na užitečnou formu energie. Jde o ohřívání interiérů skrze okna, používání slunečních kolektorů na teplou vodu nebo prostřednictvím solárních článků na elektrický proud.

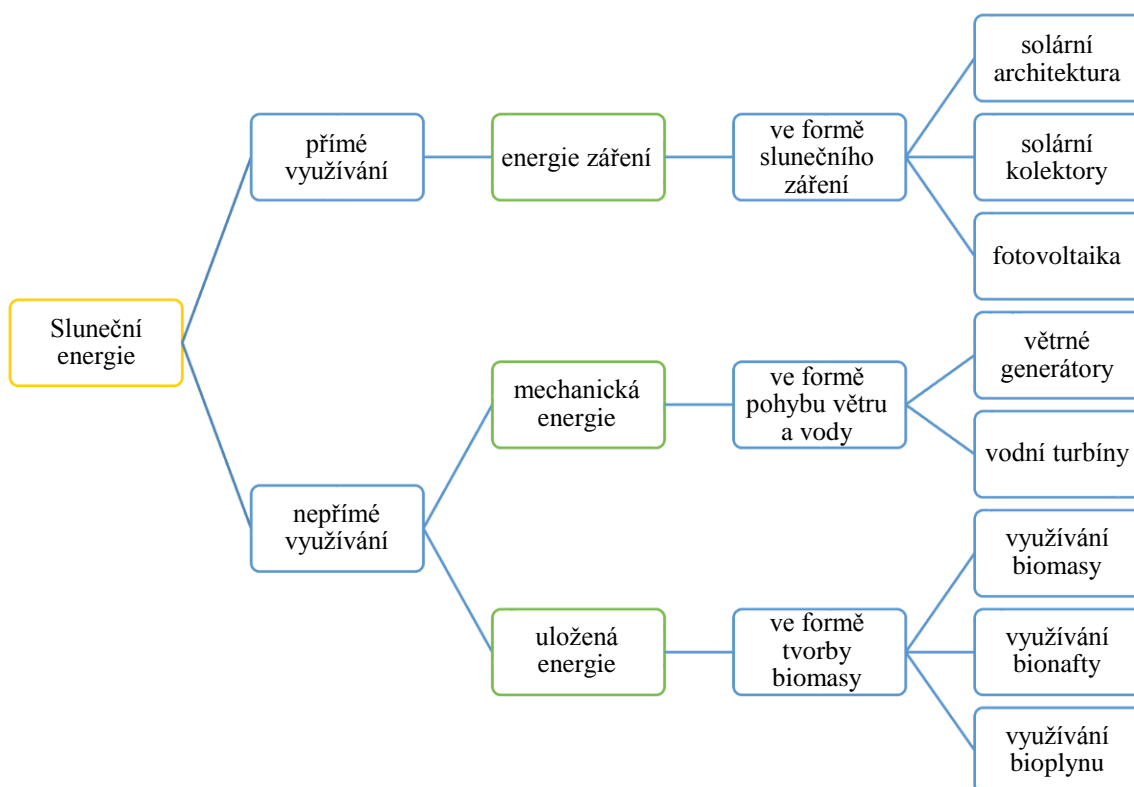
⁹ MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J., TOMEŠ, M., *Fotovoltaika*

¹⁰ THEMESSEL, A., WIESS, W., *Solární systémy*

Nepřímé nastává v případě jedné nebo několikanásobné přeměny přímého slunečního záření – vzniká vítr, voda, biomasa atd. V následujících odstavcích budou blíže představeny typy a způsob fungování solárních kolektorů sloužících pro solární zařízení.

Pro lepší představivost rozdělení využití sluneční energie byl sestaven následující diagram.

Obrázek 2: Možnosti využívání sluneční energie



Zdroj: vlastní zpracování

5. Kolektory

Kolektory se používají v fototermických zařízeních, využívají teplo přinášené slunečním zářením k ohřevu tekutiny, kterou pak přivádějí ke spotřebiči (zásobník na teplou vodu, topná soustava budovy, plavecký bazén). Kolektor je vlastně sběrač slunečního záření. Mezi kolektory můžeme zařadit: *Absorbéry z umělých hmot k ohřevu vody v bazénech, koncentrující kolektory, vakuové kolektory a ploché kolektory.*

Absorbéry z umělých hmot se vzhledem k jejich omezené odolnosti vůči tlaku a teplotám používají hlavně k ohřevu vody pro plavecké bazény. Požadovaná teplota je jen o málo vyšší než okolní teplota. Kolektory z umělých hmot jsou uváděny do provozu pouze v letní polovině roku. Před prvními mrazy je potřeba je vyprázdnit, aby nedošlo díky rozpínavosti vody k poškození systému.

V koncentrujících absorbérech dochází k přímé koncentraci slunečního světla válcovými, většinou parabolickými zrcadly na potrubí nebo kulovými zrcadly (paraboloid) do jednoho ohniska, kde je dosahováno velmi vysokých teplot. Koncentrujících kolektorů se užívá především v solárních elektrárnách k ohřevu pracovní látky na vysokou teplotu (250-800 °C).¹¹ Ve zmíněných solárních systémech koncentrované sluneční záření dopadá na výměník tepla, který slouží jako ohřívač. Mezi nevýhody tohoto systému patří potřeba přesného sledování Slunce a rovněž fakt, že koncentrátory s parabolickým zrcadlem koncentrují pouze přímé sluneční záření, nikoliv difúzní. Jsou tedy vhodné jen v místech s převládajícími slunečnými dny s vysokým podílem přímého záření. Mezi další nevýhody patří neustálá potřeba čištění zrcadel.¹²

Ty vakuové bývají provedeny ve formě řady trubic. Úzký pás absorbéru pokrytý *selektivní vrstvou*¹³ je vsazen do skleněné trubice, která sluneční záření skoro nepohlcuje a je tepelně odolná. Díky vakuu mezi skleněnou trubicí a absorbérem jsou ztráty podstatně redukovány. S vakuovými kolektory ale nelze dosáhnout vyšších ročních výnosů tepla než s hi-tech plochým kolektorem. Výhodu začínají mít až při použití technologickém, při pracovních teplotách nad 60 °C, ekonomické jsou až při mnohem vyšších teplotách. Především vinou své vysoké ceny se příliš neprosadily.¹⁴

Plochý kolektor se skládá z pláště kolektoru, absorbéru, tepelné izolace a průhledného krytu. Dopadající záření proniká sklem a dopadá na absorbér. Ten záření pohlcuje a tím se zahřívá. Pokud bychom z něj teplo neodebírali, zahřál by se na velmi vysokou teplotu. Tento skleníkový efekt známe například z automobilu ponechaného na

¹¹ THEMESSEL, A., WIESS, W., Solární systémy

¹² LIBRA, M., POULEK, V., Fotovoltaika

¹³ Povrch absorbéru solárního kolektoru, vytvořený galvanickým pokovením nosného materiálu lamely v chemických lázních s různými přísadami. Ty mimo jiné zbarvují selektivní povrchy od zlatohnědé přes černou až po různé odstíny tmavomodré, důležitější jsou však její parametry. Kvalitní selektivní vrstvy vykazují až 96% absorptivitu "a" (pohlčení) slunečního záření a minimální 3–5% emisivitu "e" (vyzáření). Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/slovník-odbornych-vyrazu/selektivni-vrstva/>

¹⁴ THEMESSEL, A., WIESS, W., Solární systémy

slunci. Účinnost takového kolektoru je dána následujícími faktory: druh a kvalita plochy absorbéru, jeho geometrický tvar, tepelná vodivost absorbéru, jeho tepelné ztráty způsobené vyzařováním, průsvitnost krytu, konvekcí a vedením tepla. Při srovnání se jako nejdůležitější faktor účinnosti jeví především ztráty způsobené vyzařováním.

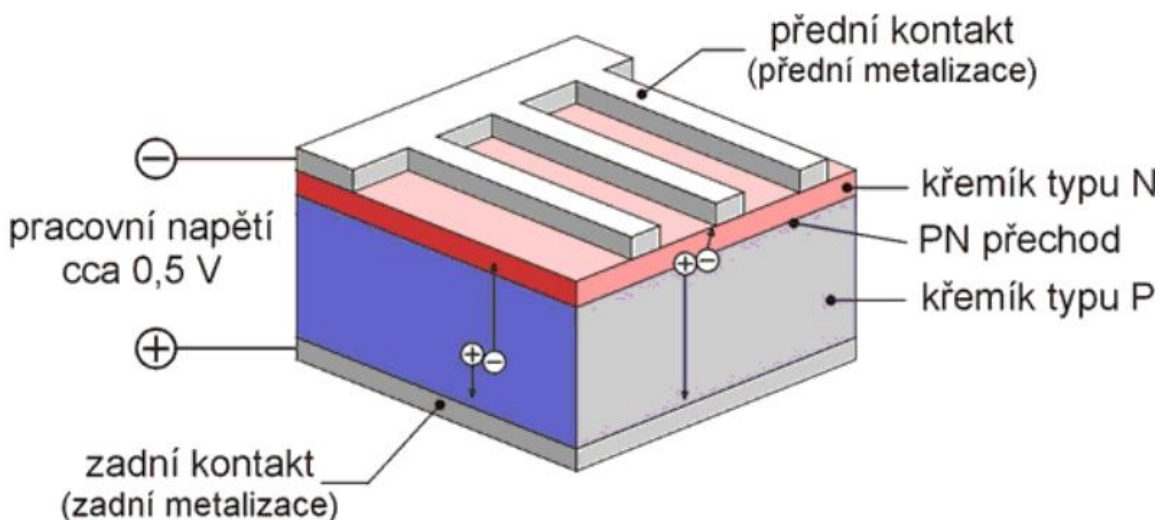
6. Fotovoltaické články

Solární článek je plochá elektronická součástka, která při dopadu světla může vytvářet elektrické napětí mezi dvěma kontaktními plochami na přední a zadní straně a dodávat elektrický proud. Do jisté míry je možno fotovoltaický článek přirovnat k baterii. Fotovoltaická přeměna světelné energie na elektrickou probíhá bez mechanických pohyblivých dílů, takže na rozdíl od motorů a generátorů odpadá opotřebení a ztráty třením a také mazání a údržba. Ve srovnání s jinými technologiemi přeměny energie má výroba elektřiny pomocí solárních článků rozhodující přednosti.

K přeměně proudu fotonů (sluneční záření) na energii pohybujících se elektronů (elektrický proud) potřebujeme v zásadě jen dvě věci: volné elektrony a elektrický potenciál (pole), který je uvede do pohybu směrem ze zdroje do spotřebiče. Volné elektrony jsou k dispozici v každém kovu, horší je jim dodat potřebnou energii a usměrnit jejich tok potřebným směrem. Již od 19. století je známo, že pokud ozařujeme povrch kovu zářením, tak dochází k uvolňování elektronů z jeho povrchu. V případě, že je energie dostačující, vylétne elektron z povrchu kovu a zanechá po sobě kladný náboj. Tento náboj nazývají fyzikové dírou. Pokud ale zůstane elektron v kovu, pak je zase velmi rychle přitažen k díře, jež po něm zbyla, a jeho energie se uvolní jako neužitečné teplo. Z tohoto důvodu je nutné od sebe oddělit elektrony a díry a přimět elektrony, aby předtím, než zapadnou zpět do díry, prošly elektrickým obvodem a odevzdaly energii získanou slunečním zářením. K tomuto oddělení dochází lépe v polovodičích než v kovech. Vlastní fotovoltaický článek je vlastně taková velkoplošná dioda. Je vytvořen tak, že v tenkém plátku křemíku je v malé hloubce pod povrchem vytvořen p-n přechod opatřen z obou stran vhodnými kovovými kontakty.

Následující obrázek znázorňuje, jak je fotovoltaický článek z krystalického křemíku konstruován.

Obrázek 3: Solární článek z krystalického křemíku



Zdroj: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika>

Fotovoltaické články už za sebou mají téměř 50 let vývoje a byla vyvinuta celá řada typů a konstrukcí s využitím různých materiálů. Surovina, která se nejčastěji používá k výrobě fotovoltaických článků, je křemík. Křemík je pevná krystalická látka se strukturou, která se podobá struktuře diamantu (má čtyři valenční elektrony jako uhlík). Na rozdíl od diamantu však absorbuje část slunečního záření (ve viditelné a blízké infračervené oblasti). Má vlastnosti polovodiče, to znamená, že zahřátím nebo osvětlením dochází k prudkému zvýšení jeho vodivosti.

Tabulka 2: Účinnost typů fotovoltaických článků

	Běžná účinnost	Max. laboratorní účinnost
Monokrystalický	14-17%	25%
Polykrystalický	13-16%	20%
Amorfnní	5-7%	12%

Zdroj: <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k32.htm>

7. Nejpoužívanější typy článků

Křemíkové monokrystalické články

Jsou základní a nejstarší typ fotovoltaických článků. Rozměr krystalů se pohybuje v řádu 10cm (nemusí se jednat o jeden neporušený krystal). Vyrábí se z ingotů polykrystalického křemíku zpravidla Czocharského metodou¹⁵. Ingoty monokrystalického křemíku se poté nařežou speciální drátovou pilou na tenké plátky (s tloušťkou 0,25-0,35 mm; v poslední době i 0,1 mm). Plátky se poté zarovnají na rovnoměrnou tloušťku, naleští a na povrchu odleptají, kvůli odstranění nepravidelností a nečistot. Polovodičový přechod p-n se vytvoří přidáním fosforu, který vytvoří vrstvu s vodivostí *n*. Tato poměrně energeticky i technicky náročná metoda se dá nahradit systémem na přímé tažení křemíkových pásků. Touto metodou se dá ze stejného množství křemíku vyrobit dvojnásobná plocha fotovoltaických článků. Účinnost takto vyrobených článků je ovšem o něco nižší než u článků vyráběných první metodou.¹⁶

Fotovoltaické články z polykrystalického křemíku

V dnešní době jde o nejběžnější typ článků. Vyrábějí se odléváním čistého křemíku do forem a řezáním ingotů na plátky. Odlévání je podstatně jednodušší než tažení monokrystalu a v neposlední řadě lze připravit bloky se čtvercovým nebo obdélníkovým průřezem. Tímto způsobem vyrobené články mají horší elektrické vlastnosti (nižší proud a účinnost) z důvodu většího elektrického odporu na styku krystalových zrn. Tento typ článků má zajímavý vzhled a hlavně základní surovina je levnější. Viditelné hranice krystalů připomínají leštěný kámen, což je činí oblíbenými u architektů.¹⁷

Články z amorfního křemíku

Články z tohoto typu křemíku spotřebují podstatně méně materiálu, to je činí ve velkosériové výrobě podstatně levnějšími. Výroba je založena na rozkladu vhodných sloučenin křemíku (silanu nebo dichlorsilanu) ve vodíkové atmosféře. Takto se dají

¹⁵ Czochralského metoda= Při této metodě je pevný krystal pomalu (5–150 mm za hodinu, s rotací 10–100 otáček za minutu) vytahován z kapalné taveniny na zárodku vysoce kvalitního materiálu, nejčastěji wolframu (materiál s vysokým bodem tání). Pro vypěstování kvalitních monokrystalů se užívá speciálních typů kelímků (v angličtině zvaných crucibles – doslova výheň) vyráběných z křemene, do kterých je na začátku umístěn roztavený materiál (při teplotě cca 1500 °C). Koncentrace se podél tahaného materiálu mění a nečistoty mají tendenci zůstat v kapalné fázi. Při růstu je nutno v peci udržovat stále podmínky, např. atmosféru tvoří některý z inertních plynů (např. argon), též velmi záleží např. na ovládnání teploty a prostorové orientaci. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Czochralsk%C3%A9ho_metoda

¹⁶ MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J., TOMEŠ, M., Fotovoltaika

¹⁷ MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J., TOMEŠ, M., Fotovoltaika

připravit velmi tenké vrstvy křemíku na skleněné, nerezové nebo plastové (polymerové) podložce. Takto nanesená vrstva je amorfni, to znamená, že nemá pravidelnou krystalickou strukturu a obsahuje určité množství vodíku. Tak lze připravovat velmi tenké a ohebné fotovoltaické články a moduly, které se dají použít jako krycí fólie na střechy nebo našít na oblečení. Ovšem tento materiál má oproti krystalickému křemíku daleko méně pravidelnou strukturu s velkým množstvím poruch. Některé atomy křemíku nemají kolem sebe potřebné sousedy, se kterými by mohly vytvořit vazbu. Na těchto místech může docházet k rekombinaci nábojů, a tím se snižuje proud a účinnost. Částečně se tohoto problému lze zbavit vodíkovou pasivací či hydrogenací – navázání vodíku na volné vazby. Díky navázání vodíku může ale docházet k oxidaci vzdušným kyslíkem, a to zadělává na nestabilitu článku. Výkon panelů z těchto článků postupně klesá a zastavuje se kolem 80% původní hodnoty. Amorfni články mají poněkud modifikovaný p-n přechod. Horní vrstva s p vodivostí je velmi tenká a zachytí málo fotonů, pod ní je další tenká vrstva (označuje se jako vrstva i), v níž dochází k pohlcení většiny dopadajícího slunečního záření a vytvoření volných elektronů a děr. Když elektrické pole p-n přechodu zasahuje přes vrstvu, v níž se tvoří elektrony a díry, dochází k okamžité separaci, a tím se snižuje možnost jejich rekombinace. Z tabulky je patrné, že účinnost tohoto článku je kolem 7%, větší účinnosti se dá dosáhnout přidáním více vrstev.¹⁸

¹⁸ MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J., TOMEŠ, M., Fotovoltaika

8. Ekonomické porovnání solárního fototermického a fotovoltaického ohřevu vody

Stručně bude představena zajímavá studie portálu TZB-info provedená 21. 4. 2014, jejímž cílem bylo porovnat za srovnatelných podmínek odběru tepla a klimatických podmínek fotovoltaický systém a fototermický systém pro přípravu teplé vody. Na základě situace na českém trhu byly stanoveny investiční a provozní náklady srovnávaných systémů a porovnána jejich ekonomická návratnost.

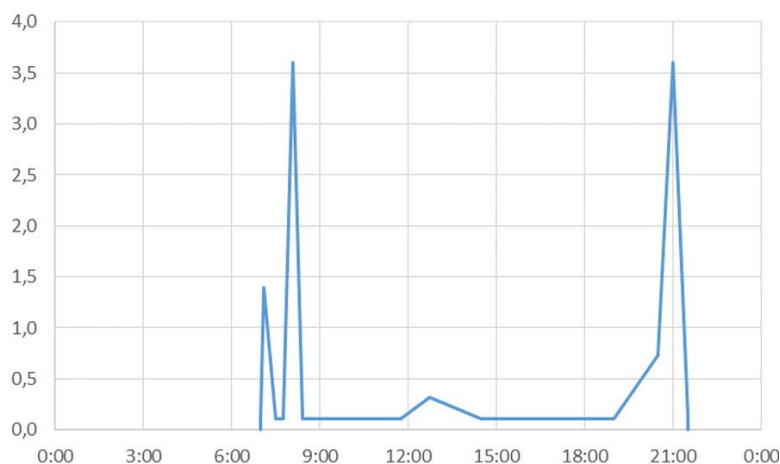
Stále více se v souvislosti s poklesem cen fotovoltaické technologie a zastavením provozní podpory hovoří a píše o možnosti využití fotovoltaických panelů pro elektrický ohřev vody v podobě jednoduchých systémů s elektrickým ohříváčem vybaveným elektrickým topným tělesem na stejnosměrný proud. Někteří dokonce hovoří o tom, že solární tepelné kolektory jsou již „odsouzeny k zániku“ či „jsou slepou vývojovou větví“ solární techniky. Zmiňuje se i tradovaný mýtus, že účinnost FV panelu v zimě neklesá, a tedy musí mít oproti fototermickému kolektoru „výrazně vyšší produkci v zimním období“. Solární termický kolektor je pak označen za ten, který od listopadu do února „nic nedá“. To odporuje nejen běžným technickým výpočtům, ale i realizovaným měřením, která byla provedena na desítkách monitorovaných a publikovaných instalacích. Zdrojem uvedených tvrzení jsou bohužel zjednodušené výpočty vycházející z podmínek a předpokladů, které v reálném provozu solárních systémů, ať už fotovoltaických nebo fototermických, nenastávají.¹⁹

Matematické modely pro porovnání systémů byly vytvořeny v simulačním softwaru TRNSYS²⁰. Zkoumané varianty byly následující: fotovoltaický ohřev bez sledovače maximálního výkonu; se sledovačem maximálního výkonu a fototermický ohřev. Pro všechny varianty bylo počítáno pouze se samotným ohřevem vody. Velikost odběru teplé vody byla uvažována 160 l/den. Žádoucí teplota teplé vody byla 55 °C, u studené vody 10 °C. Profil odběru teplé vody přes den byl použit v souladu s normami EU a je zobrazen na následujícím obrázku.

¹⁹ <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/11103-porovnani-solarniho-fototermickeho-a-fotovoltaickeho-ohrevu-vody>

²⁰ Transient System Simulation Tool TRNSYS 17.1 (2012), University of Madison, dostupné z <http://www.trnsys.com>

Graf 1: Profil odběru teplé vody použitý při simulaci



Zdroj: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/11103-porovnani-solarniho-fototermickeho-a-fotovoltackeho-ohrevu-vody>

Je uvažována celková spotřeba energie na přípravu teplé vody 2 767 kWh/rok. Klimatické údaje byly převzaty z typického meteorologického roku pro Prahu. Vykazují konzervativní úhrn dopadající sluneční energie na vodorovnou rovinu 998 kWh/m² za rok s roční průměrnou teplotou venkovního vzduchu 8,9 °C. Sklon panelů uvažovaný ve všech případech je 45° a jsou orientovány na jih.

K porovnávání byly vybrány skutečné systémy solárního ohřevu v konfiguraci, jež je na trhu nabízena jako vzájemná alternativa pro tři až čtyřčlennou rodinu. Všechny varianty mají solární zásobník teplé vody o objemu 200l s denní teplotní ztrátou 1,4 kWh/den. Každý z těchto zásobníků byl vybaven elektrickým topným tělesem, které se ale pro účely tohoto porovnávání nebralo v úvahu. Pro všechny modely se počítalo s maximální teplotou vody v zásobníku 85 °C, tepelnou ztrátou, ale také jeho tepelné zisky v případě, že teplota v zásobníku je nižší než teplota okolí (15 °C).

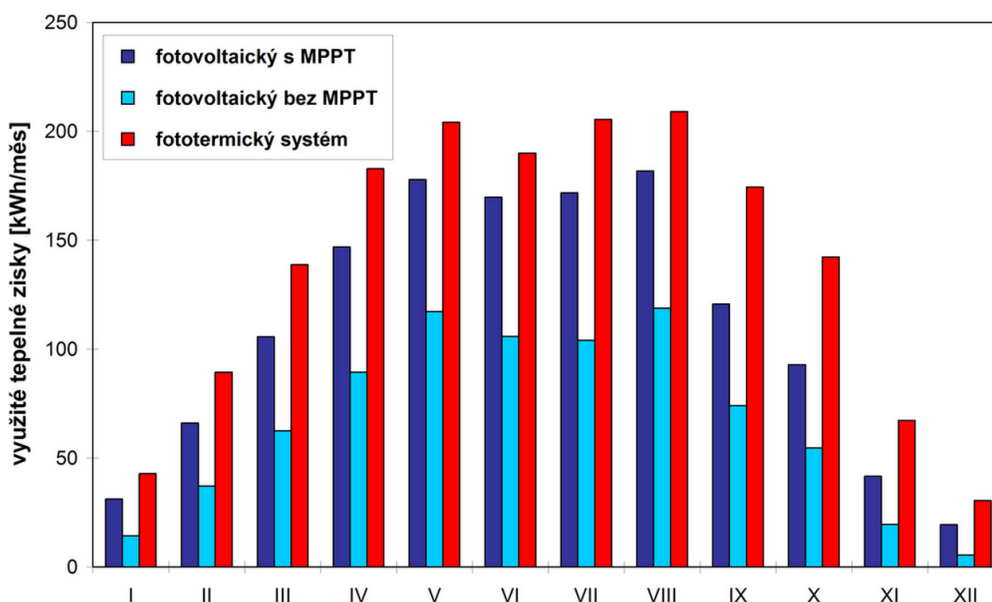
Fotovoltický systém k ohřevu 200l zásobníku je tvořen 8 polykrystalickými panely o ploše 13,2 m² a špičkovém výkonu 2000 Wp. Rozdíl v ohřevu solárními panely spočívá v použití sledovače maxima výkonu fotovoltaického systému (MPPT-Maximum power point tracker). Neřízenou zátěží se solární panel v provozu dostává mimo optimální bod výkonového maxima a celková produkce elektrické energie je nižší než při použití MPPT.

Fototermický systém byl uvažován se dvěma plochými kolektory s plochou 4,5 m². Průtok okruhem solárních kolektorů byl uvažován 50 l/h na m² plochy kolektorů. Rozvod okruhu je tvořen měděným potrubím 18×1 mm krytého tepelnou izolací s tloušťkou 19 mm. Okruh je dlouhý 40m. Do provozní spotřeby elektrické energie byla započítána také spotřeba oběhového čerpadla s příkonem v provozním stavu 25W. Výměník tepla v zásobníku teplé vody má plochu 1 m².

8.1. Výsledky simulace celoročního provozu

Monitorování všech variant systémů bylo provedeno s minutovým krokem z důvodu stejné definice odběrového profilu teplé vody. Na následujícím grafu jsou zobrazeny tepelné zisky všech variant v měsíčních intervalech.

Graf 2: Měsíční zisky u jednotlivých variant



Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/11103-porovnani-solarniho-fototermickeho-a-fotovoltaickeho-ohrevu-vody>

Z grafu je viditelné, že fototermické kolektory mají nad fotovoltaickými náskok v každém měsíci v roce, dokonce produkují zisk i v zimních měsících. Roční výsledky v číslech zobrazuje následující tabulka.

Tabulka 3: Výsledky solárního ohřevu za rok

Varianta systému	En. pro dohřev [kWh]	Solární tepelné zisky [kWh]	Solární podíl [%]
FV MPPT off	1964	803	29
FV MPPT on	1442	1325	48
FT	1090	1677	61

Zdroj: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/11103-porovnani-solarniho-fototermickeho-a-fotovoltaiickeho-ohreву-vody>

Ekonomické srovnání na základě jednotlivých nabídek na dodávku fototermických a fotovoltaických systémů včetně montáže je zachyceno na následující tabulce. Náklady jsou uváděny bez DPH.

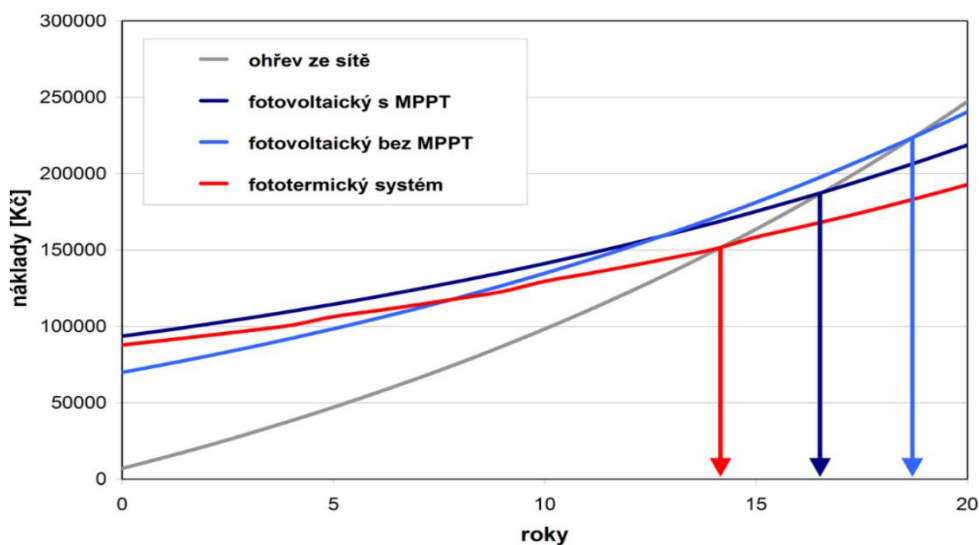
Tabulka 4: Pořizovací náklady systémů

Systém	Materiál [Kč]	Montáž [Kč]	Celkem [Kč]
FT MPPT off	60000	5000	65000
FT MPPT on	85000	5000	90000
FT	70000	15000	85000

Zdroj: [http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/11103-porovnani-solarniho-fototermickeho-a-fotovoltaiickeho-ohreவு-vody](http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/11103-porovnani-solarniho-fototermickeho-a-fotovoltaiickeho-ohreву-vody)

K vyhodnocení ekonomické návratnosti zvažovaných variant byla uvažována průměrná cena elektrické energie 2,5 Kč/kWh s 5% ročním růstem. Diskont, uvažovaný jako cena investovaných peněz do solárního systému, byl uvažován na úrovni 0,1 % za předpokladu použití vlastních finančních prostředků uložených v běžné bance na běžném účtu. U fototermického systému se navíc uvažuje každých 5 let výměna solární kapaliny (3000 Kč) a energie potřebná na provoz oběhového čerpadla (50 kWh/rok). Výsledky porovnávání jsou graficky znázorněny v následujícím grafu.

Graf 3: Ekonomické porovnání solárního ohřevu vody



Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/11103-porovnani-solarniho-fototermickeho-a-fotovoltaickeho-ohrevu-vody>

Z grafu je patrné, že v případě ekonomického srovnání tří systémů vítězí fototermická metoda ohřevu vody s nejkratší finanční návratností kolem 13let. Z analýzy těchto tří systémů vyplynulo několik důležitých závěrů. Zejména, že fotovoltaický systém bez MPPT dodá o 40% méně energie než systém se sledovačem a poloviční množství energie oproti srovnatelnému fototermickému systému. Závěrem k této studii bych dodal, že fototermický způsob ohřevu vody vyšel z této studie jako vítěz jak z hlediska efektivity, tak ekonomické návratnosti. Mimo jiné zabírá FT model v této studii i menší plochu na střeše, což může být pro někoho i další faktor usnadňující rozhodování.

9. Environmentální aspekty fotovoltaiky (externality)

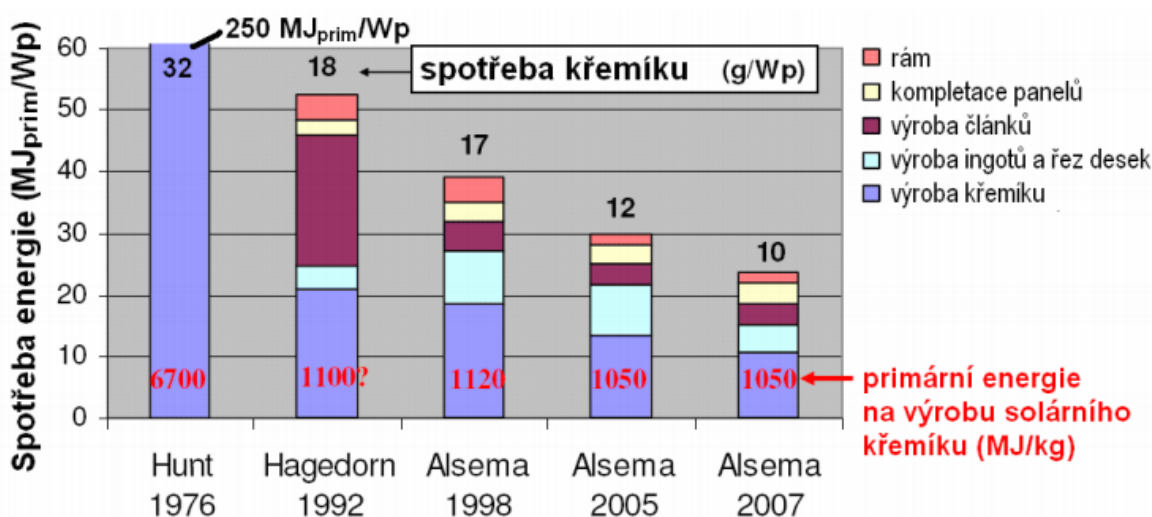
Solární články nepotřebují žádnou pohonnou látku, nemají žádné opotřebení, je možno je sestavovat do solárních fotovoltaických generátorů libovolné velikosti, nevytvářejí žádné znečištění, hluk, zplodiny a žádný zápach. Mimo jiné neuvolňují do ovzduší žádný CO₂. Nejdříve je ale nutné si připomenout, že je nutné vyrobit a nainstalovat a posléze, když skončí jejich životnost, je demontovat a zpracovat. Je jasné, že při jejich výrobě se spotřebovává energie. „Od roku 1975 do roku 2006 poklesla cena fotovoltaických systémů na 1/20 a roční produkce vzrostla 25 000 krát. Na pokles ceny má vliv několik faktorů, nejvýznamnější jsou růst účinnosti článků, pokles ceny křemíku, používání tenčích desek a v neposlední řadě zmiňovaný růst objemu výroby. Energetická

návratnost – doba, za kterou systém vyrobí stejné množství energie, jako se spotřebovalo na jeho výrobu – se ve stejné době zkrátila na 1/10. Rovněž tato skutečnost má výrazný vliv na cenu. Dalším pozitivním důsledkem je snižování environmentálních dopadů.²¹ V závislosti na typu článku musí fotovoltaické články vyrábět elektřinu 1-5 let, aby vyrovnaly energii spotřebovanou k jejich výrobě (doba energetické návratnosti). Tato doba je mnohem kratší než životnost těchto zařízení, která se odhaduje na 20-30 let. Tento obrovský potenciál spolu s možnostmi technologického rozvoje činí z fotovoltaiky velmi důležitou technologii pro výrobu elektrického proudu.²²

9.1. Energetická náročnost výroby

S pokrokem vědy a techniky je vyvíjen tlak na snižování spotřeby křemíku na výrobu článků. Klesá jednak snižování ztrát křemíku ve výrobě a dochází ke zvyšování účinnosti článků a panelů. Snižování spotřeby křemíku vesměs vede ke zmenšování výrobních nákladů. V současné době se spotřebuje 10-12g/Wp. V horizontu nejbližších let se očekává pokles na 4-6g/Wp. Za technologickou hranici se v současné době považují 2g/Wp. Při tak nízké energetické náročnosti převažuje energetická náročnost ostatních komponent. Na následujícím obrázku je znázorněna spotřeba energie v MJ na kilogram křemíku v průběhu jednotlivých let.

Graf 4: Vývoj spotřeby energie v závislosti na spotřebě křemíku



Zdroj: ALSEMA, E. A.; de WILD, M. J. Reduction of Environmental Impacts in Crystalline Silicon Photovoltaic Technology, An Analysis of Driving Forces and Opportunities, In: MRS Fall 2007, Boston, 26-29 November 2007

²¹ <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/ziv-cyklus>

²² HENZE, A, HILLEBRAND, W., Elektrický proud ze slunce

9.2. Environmentální dopady

Sledování environmentálních dopadů je velmi důležitou činností a je potřeba jí věnovat dostatečnou pozornost. Tyto dopady jde z hlediska jejich vzniku rozdělit na přímé a nepřímé. Ty *přímé* se vážou konkrétně na výrobní proces a můžeme mezi ně počítat například zábor půdy, emise z těžby primárních surovin, spotřeba vody při výrobě, emise chemických látek a další. S *nepřímými* dopady souvisejí především emise z výroby spotřebované elektřiny z dopravy. Z pohledu trvalé udržitelnosti je důležitá rychlost čerpání surovinových zdrojů k vyhodnocení jejich dostupnosti v budoucnosti.

9.2.1. Ohrožování zemědělského půdního fondu

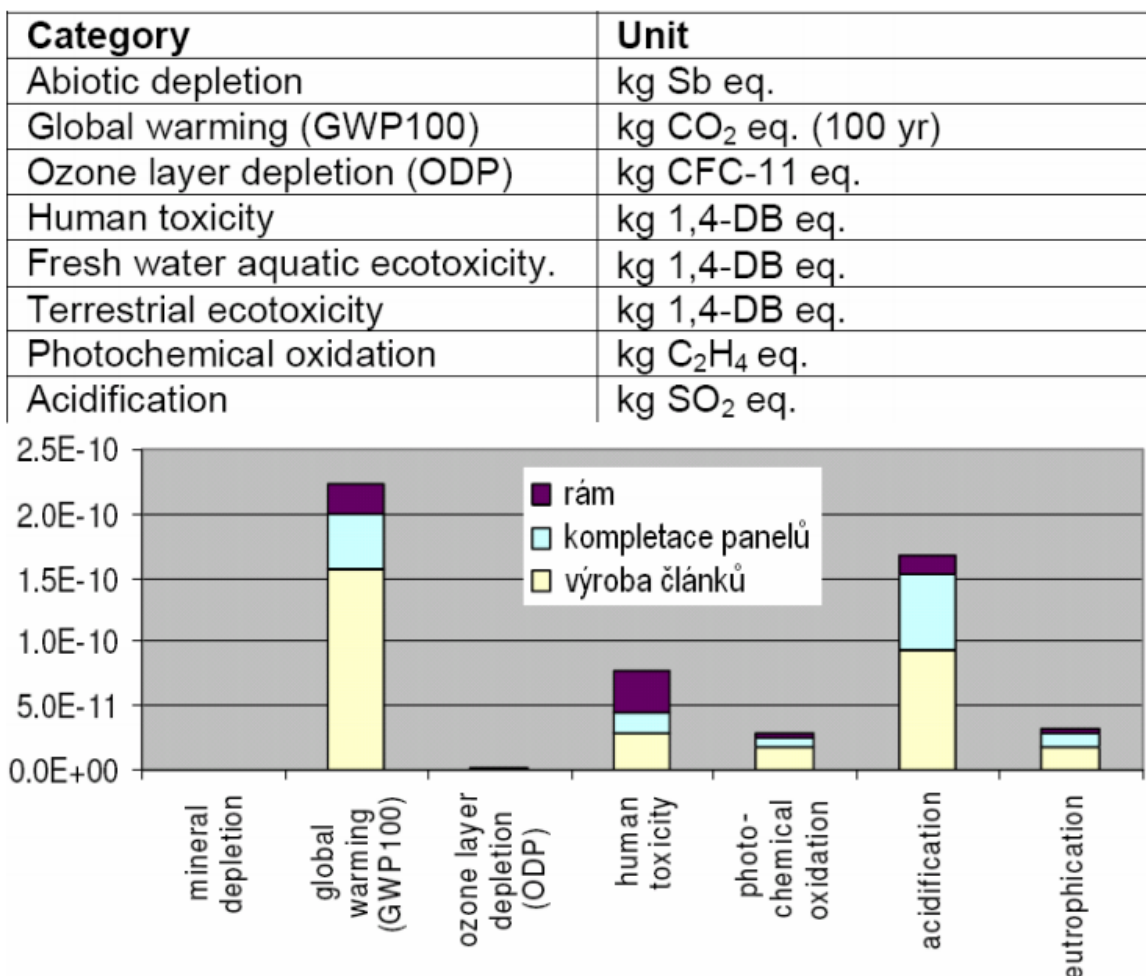
Mezi nejvíce diskutované negativní dopady fotovoltaiky patří bezesporu zastavování zemědělské půdy fotovoltaickými elektrárnami. *Solární elektrárny zabírají v Česku zhruba 4000 hektarů nejkvalitnější zemědělské půdy. Dne 26. 3. 2013 to v tiskové zprávě uvedli zástupci Agrární komory, podle které by na obsazené půdě bylo možné za rok vypěstovat dostatek pšenice pro výrobu 20 milionů bochníků chleba. Ve většině případů půda nebyla z fondu vyňata trvale, solární elektrárny by ale na ní měly stát až 30 let. Agrární komora vyjádřila obavy z toho, že pokud bude půda tak dlouho ležet ladem, může se její kvalita znatelně zhoršit. Je proto nutné po ukončení životnosti fotovoltaických elektráren zajistit rekultivaci půdy. Aby se mohla půda následně obdělávat, je potřeba ji do hloubky zorat a důkladně prohnojit.*²³

9.2.2. Přímé ohrožování životního prostředí

Negativní externality jako je vyčerpávání nerostů, globální oteplování, oslabování ozonové vrstvy, fotochemická oxidace, okyselování půdy a eutrofizace zobrazuje následující tabulka s grafem.

²³ <http://www.denik.cz/ekonomika/solarni-elektrarny-zabiraji-4000-hektaru-zemedelske-pudy-20130326.html>

Graf 5: Environmentální dopady výroby FV panelů o výkonu 1 kWp



Zdroj: ALSEMA, E. A.; de WILD, M. J. Reduction of Environmental Impacts in Crystalline Silicon Photovoltaic Technology, An Analysis of Driving Forces and Opportunities, In: MRS Fall 2007, Boston, 26-29 November 2007

Na předchozím grafu je viditelné, který z procesů má jaký vliv na naše životní prostředí. První položka grafu je vyčerpání nerostů, které se díky nízké surovinové náročnosti výroby na grafu vůbec nezobrazuje. Následuje globální oteplování, na kterém se při výrobě panelů nejvíce podílí výroba článků, následovaná kompletací panelů a výrobou rámu. Na ztenčování ozonové díry se výrobní proces skoro nepodílí. Na toxicitě pro člověka se stejnou měrou podílí jak výroba článku, tak výroba rámu. N okyselování se nejvíce podílí výroba článků následovaná kompletací panelů. Na eutrofizaci²⁴ nemá výroba FV panelů přílišný vliv.

²⁴ proces obohacování vod o živiny, zejména dusík a fosfor

10. Solární elektrárny

Solární elektrárny z fotovoltaických panelů se instalují po celém světě od malých systémů s maximálními výkony řádově jednotek kW_p až po elektrárny s maximálními výkony řádově několika desítek MW_p (index p znamená „peak“²⁵). Stejnoseměrný proud lze použít k napájení spotřebičů, k dobíjení akumulátorů či k výrobě vodíku elektrolýzou vody a k akumulaci energie v této formě. Tyto malé fotovoltaické systémy i větší elektrárny mohou být konstruovány jako ostrovní nebo síťové.

10.1. Ostrovní solární systém

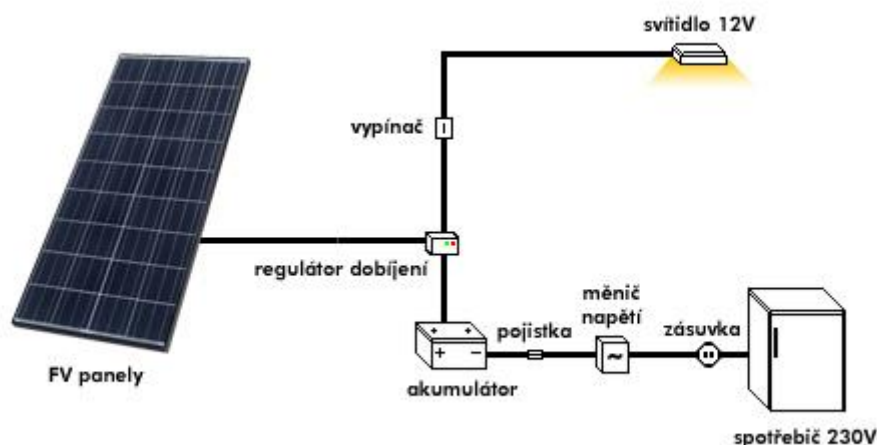
Tyto systémy nejsou napojeny na rozvodnou síť a zásobují jen malou oblast, někdy se může jednat dokonce o samostatný spotřebič. Provozovatelé pomocí ostrovních solárních systémů řeší především nedostupnost běžné elektrické přípojky. Spotřeba energie je limitována množstvím energie, kterou systém vyrobí. Při budování takového systému je nutné brát v zřetel hodnoty slunečního svitu v místě dané instalace, celkovou spotřebu všech používaných zařízení i účinnost celého fotovoltaického systému.²⁶ Ostrovní solární systémy se skládají ze solárního panelu, solárního regulátoru, solárního akumulátoru, vhodné kabeláže a měniče napětí. V případě tohoto systému je vhodné používat úsporné spotřebiče, kvůli omezenému výkonu systému a nestálosti slunečního záření. S většími ostrovními systémy lze používat ledničku, rychlovarnou konvici nebo dokonce i míchačku na beton. Asi největším technickým problémem při provozování ostrovní solární elektrárny je akumulace energie. Tento systém musí mít dostatečně dimenzované akumulátory a elektroniku pro jejich dobíjení a monitoring. Pořizovací ceny těchto baterií jsou vysoké a jejich životnost není příliš dlouhá. Při využívání energie ostrovním systémem sice není možné vyrobenou elektřinu prodávat, ale tímto způsobem se člověk vyhne všem byrokratickým překážkám, které by ho čekaly při napojení na síť.

Pokud se připojí k ostrovnímu systému například elektrocentrála nebo se systém připojí do sítě, pak se jedná o hybridní fotovoltaický systém.

²⁵ Peak= maximální hodnota (vrcholek)

²⁶ LIBRA, M., POULEK, V., Fotovoltaika

Obrázek 4: Ostrovní systém s akumulací elektrické energie (12V i 230V)



Dostupné z: <http://www.elgelectric.com/oblast-cinnosti/slaboproute-technologie/fotovoltaiicke-elektrarny-a-ostrovní-systemy>

10.2. Síťový fotovoltaický systém

Rozdíl oproti ostrovním systém je v napojení na veřejnou rozvodovou síť. Když nastane přebytek vlastního výkonu, může dodávat energii do sítě a v době nedostatku vlastního systému energii ze sítě naopak odebírat. Moderní síťové měniče se samy automaticky sfázují se sítí a při poklesu napětí v síti se automaticky odpojí (z bezpečnostních důvodů), aby do odstavené sítě nedodávaly elektrické napětí a proud. Mimo jiné datový výstup umožňuje sledovat okamžitý dodávaný výkon i celkové množství vyrobené elektrické energie.

11. Fotovoltaika v České republice

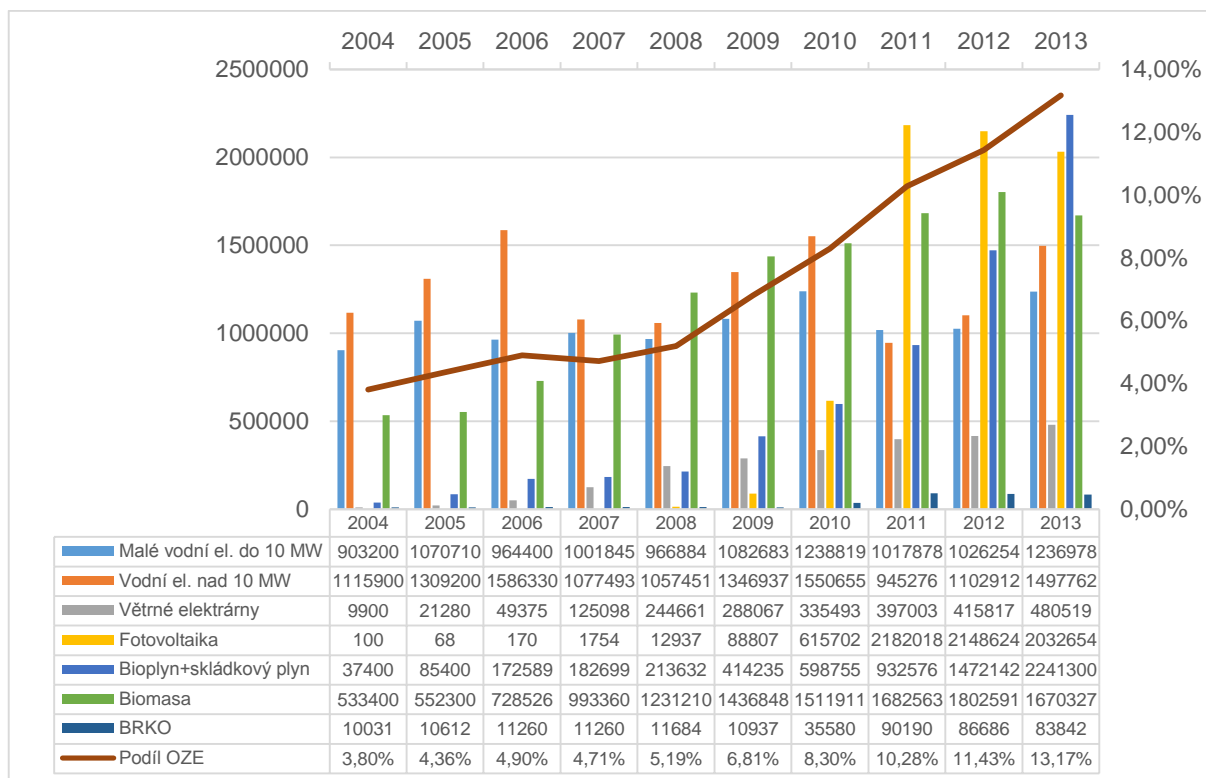
Podpora obnovitelných zdrojů energie (OZE) v České republice zahrnuje větrnou i vodní energii, ale do centra pozornosti obyvatelstva se nejvíce dostala podpora výroby elektřiny ze slunečního záření. Mimo jiné byla fotovoltaika označena za jednoho z největších viníků zdražování elektřiny v posledních letech. Důvody k tomuto tvrzení se pokusím vysvětlit v následujících odstavcích.

11.1. Vývoj výroby z OZE a její podíl na hrubé domácí spotřebě

Pro lepší představu o vývoji fotovoltaiky a OZE obecně je vypracovaná následující tabulka o vývoji výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie. Mapovány jsou

roky 2004 až 2013. Jak je z grafu patrné, tak prudký rozvoj fotovoltaiky v ČR začíná roku 2009, kdy oproti předchozímu roku stoupl skoro o 700%. Tento trend se drží až do roku 2011, kdy začíná výroba solární energie stagnovat. Data jsou získány z Energetického regulačního úřadu, který je má převzaté z OTE, a.s. a statistiky MPO. Hodnoty jsou uváděny v MW.

Graf 6: Vývoj výroby z OZE a její podíl na hrubé domácí spotřebě



Zdroj: vlastní zpracování, data dostupná z: <http://www.eru.cz>

11.2. Legislativa týkající se fotovoltaiky

Roku 2005 byl na základě směrnice EU 2001/77/EC (jedná se o závazek zvýšit výrobu el. energie z OZE na 22.1% do roku 2010)²⁷ schválen vládou zákon o obnovitelných zdrojích 180/2005 Sb., který stanovuje maximální pokles výkupních cen elektřiny o 5% ročně. Ke stanovování výkupní ceny byl v Energetickém zákoně pověřen Energetický regulační úřad (ERÚ) formou cenového rozhodnutí. Výkupní ceny by měl ERÚ stanovovat každý rok na základě trhu s technologiemi. Vždy se jedná o pořizovací cenu elektráren uváděných do provozu v předchozím roce. S náhlým přílivem levných

²⁷ http://europa.eu/legislation_summaries/energy/renewable_energy/127035_en.htm

solárních panelů z Číny, při relativním zachování dotací a výkupních cen elektřiny, nastal v České republice boom fotovoltaiky. Podobný růst zájmu po solárních systémech nastal i jinde v Evropě. Jako příklad bych zmínil Německo, které se ale snažilo omezit dotace velkých fotovoltaických parků rozdělením podpory na zdroje do 30 kWp a nad tuto mez. Mezitím se v České republice budovaly megawattové parky, které se občas nacházeli i ve vlastnictví těch, co o podpoře pro OZE hlasovali. Předtím, než se začala řešit neudržitelnost tohoto boomu a rostoucích dotací, bylo vhodné tyto obří elektrárny výhodně prodat. Poté ČEZ zakázal připojovat k síti přibližně třikrát větší výkon elektráren, než je elektrizační síť schopna unést. Roku 2010 bylo ERÚ povoleno snížení výkupních cen o více než 5% na následující rok. Toho se ERÚ chopil snížením výkupních cen o zhruba 50%.

11.2.1. Daňové zákony týkající se fotovoltaiky v ČR

Následovalo zavedení tzv. solárního odvodu. *K zavedení odvodu z elektřiny ze slunečního záření došlo poprvé v roce 2010, a to na období tří let. Tento krok způsobil vášnivě diskuse, řadu soudních řízení a nakonec i neúspěšný senátorský návrh na zrušení příslušných ustanovení tehdy platného zákona č. 180/2005 Sb., o podpoře využívání obnovitelných zdrojů („Zákon OZE“) Ústavním soudem. O to více překvapí, že po prodloužení solárního odvodu na celou dobu trvání podpory příslušné fotovoltaické elektrárny („FVE“) poskytované nyní již na základě zákona č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie („Zákon POZE“), se žádná vášnivá diskuse nekoná. Pro úplnost shrňme, že v aktuální podobě se solární odvod vztahuje pouze na FVE s instalovaným výkonem nad 30kW, uvedené do provozu v roce 2010, přičemž výše odvodu již dosahuje „jen“ 10% z výkupní ceny, resp. 11% zeleného bonusu. Proti původní výši 26% resp. 28% se tedy může zdát nová výše jako relativně přijatelná. Je však zřejmé, že i relativně nižší solární odvod aplikovaný po dobu 17 let v absolutních částkách působí mnohem větší zásah do práv investora, než původní odvod tříletý.*²⁸ Zpětné zavedení solární daně znejistilo zahraniční investory a zmařilo důvěru ve vládu této země. To by mohlo znamenat, že český fotovoltaický trh by se mohl potýkat s problémy a o práci by přišly vysoké počty lidí, které zahraniční investoři ve svých firmách zaměstnávají.

²⁸ Dostupné z: <http://www.epravo.cz/top/clanky/je-solarni-odvod-v-rozporu-s-evropskym-pravem-94184.html>

Restrikce ohledně připojování trvaly celý rok 2011 a v roce 2012 bylo opět možné elektrárny připojovat. Rok 2012 byl pro fotovoltaiku úspěšný, elektrárny se začaly budovat s rozumnými výkony a umisťovaly se smysluplně na střechy domů. Předtím totiž neexistoval jednoduchý metodický předpis, který by reguloval výstavbu fotovoltaických elektráren.

11.3. Zelený bonus

Zelený bonus je příplatek k tržní ceně elektřiny. Prodá-li výrobce elektřinu za smlouvanou tržní cenu distributorovi el. energie (PRE, EON, ČEZ) nebo vyrobenou elektřinu sám spotřebuje, má právo navíc inkasovat od provozovatele přenosové nebo regionální distribuční soustavy na základě předloženého výkazu zelené bonusu. Výše zeleného bonusu je pro každý druh OZE každoročně upravována a zveřejněna v cenovém rozhodnutí ERÚ. Příjem v režimu zeleného bonusu sestává ze dvou částí: tržní ceny elektřiny a pevného bonusu podle aktuálního cenového rozhodnutí. Vzhledem k tomu, že tržní cenu může výrobce ovlivnit, lze získat vyšší výnos než v režimu pevných výkupních cen. Nevýhodou systému zelených bonusů je vyšší míra rizika, neboť výrobce nemá zaručen 100% odbyt vyrobené elektřiny na trhu ani výši tržní ceny.²⁹

Výše zeleného bonusu pro rok 2014 zůstane na stejné nebo vyšší úrovni jako v letošním roce. V původním návrhu cenového rozhodnutí stanovujícím výši podpory pro podporované zdroje energie pro příští rok počítal ERÚ až se sedmiprocentním snížením zeleného bonusu. Nakonec budou fotovoltaici, kteří uvedli elektrárny do provozu nejpozději v letošním roce, získávat v případě zeleného bonusu prakticky stejnou podporu jako v roce 2013.³⁰

²⁹ Dostupné z: <http://solarnienergie-cz.webnode.cz/zeleny-bonus-jak-funguje/>

³⁰ Dostupné z: <http://www.fotovoltaika.cz/slunecni-energie/292/zeleny-bonus-rok-2014-neklesne/>

Pro lepší představu o pohybech a výkupních cen a zelených bonusů je uvedena následující tabulka. Jsou zde vidět drastické poklesy výkupních cen v návaznosti na určitá období zmíněná výše.

Tabulka 5: Výkupní ceny a roční zelené bonusy na elektřinu pro výrobu elektřiny využitím slunečního záření

ř./sl.	Druh podporovaného zdroje (výrobní)	Datum uvedení výrobní do provozu		Instalovaný výkon výrobní [kW]		Jednotarifní pásmo provozování	
		od (včetně)	do (včetně)	od	do (včetně)	Výkupní ceny [Kč/MWh]	Zelené bonusy [Kč/MWh]
	a	b	c	d	e	l	m
500	Výroba elektřiny využitím slunečního záření	-	31.12.2005	-	-	7418	6688
501		1.1.2006	31.12.2007	-	-	15565	14835
502		1.1.2008	31.12.2008	-	-	15180	14450
503		1.1.2009	31.12.2009	0	30	14243	13643
504		1.1.2009	31.12.2009	30	-	14139	13409
505		1.1.2010	31.12.2010	0	30	13265	12665
506		1.1.2010	31.12.2010	30	-	13161	12431
507		1.1.2011	31.12.2011	0	30	7959	7359
508		1.1.2011	31.12.2011	30	100	6264	5534
509		1.1.2011	31.12.2011	100	-	5837	5107
510		1.1.2012	31.12.2012	0	30	6410	5810
511		1.1.2013	30.6.2013	0	5	3478	2878
512		1.1.2013	30.6.2013	5	30	2887	2287
513		1.7.2013	31.12.2013	0	5	3050	2450
514		1.7.2013	31.12.2013	5	30	2479	1879

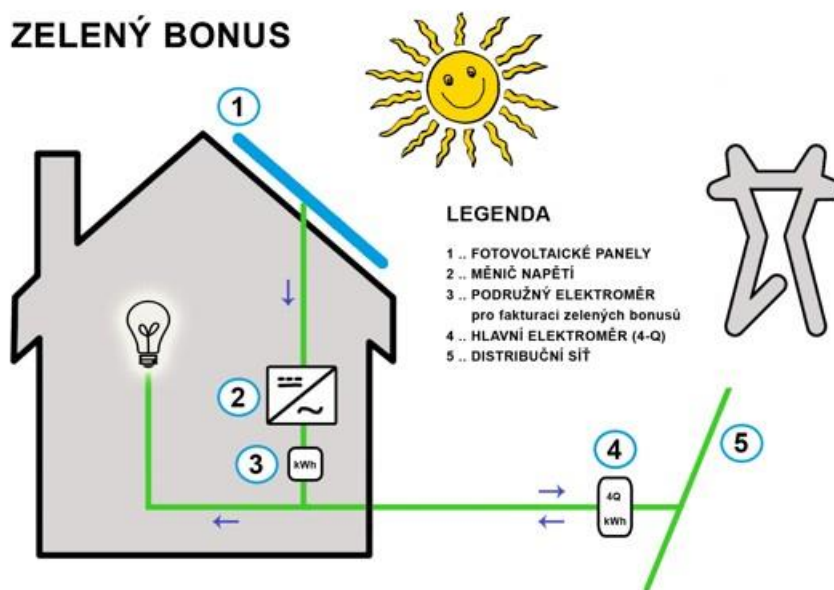
Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/vyse-vykupnich-cen-a-zelenych-bonusu>

S příchodem nového zákona č. 165/2012 Sb. vznikly pro obnovitelné zdroje nově uvedené do provozu po 1. lednu 2013 dva režimy podpory jako podle stávající právní úpravy, a to forma výkupních cen nebo zelených bonusů. Zelené bonusy se nově budou poskytovat v ročním nebo hodinovém režimu.

Podpora formou ročních zelených bonusů přísluší výrobcí, který bude vyrábět elektřinu z obnovitelných zdrojů energie ve výrobně s instalovaným výkonem do 100 kW nebo při využití biologicky rozložitelné části komunálního odpadu. Podpora formou ročních zelených bonusů se dále vztahuje na elektřinu vyrobenou spalováním obnovitelného a neobnovitelného zdroje, elektřinu vyrobenou ve vysokoúčinné kombinované výrobě elektřiny a tepla a elektřinu vyrobenou z druhotných zdrojů.

Podpora formou hodinových zelených bonusů náleží výrobci vyrábějící elektřinu ve výrobně využívající obnovitelné zdroje s instalovaným výkonem nad 100 kW, s výjimkou výroby elektřiny při využití biologicky rozložitelné části komunálního odpadu nebo vyrobenou spoluspalováním obnovitelných a neobnovitelných zdrojů.³¹

Obrázek 5: Schéma prodeje elektrické energie přes zelený bonus



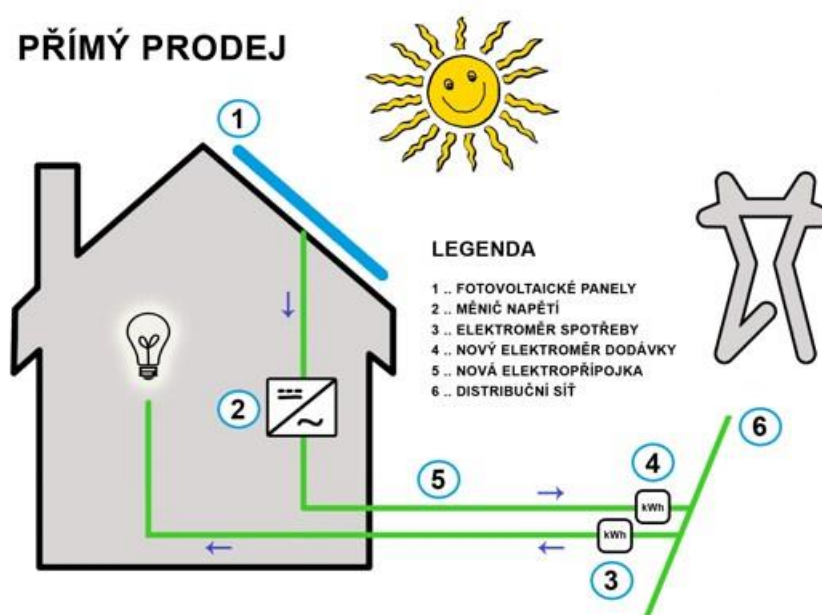
Zdroj: <http://www.svp-solar.cz/wp-content/uploads/2010/07/Zelen%C3%BD-bonus1.jpg>

³¹ <http://www.eon.cz/cs/o-spolecnosti/informace-pro-partnery/informace-pro-vyrobce-elektřiny.shtml#a1>

11.4. Přímý prodej

Ze zákona č. 180/05 Sb. vyplývá povinnost pro provozovatele přenosové soustavy nebo distribuční soustavy připojit fotovoltaický systém do přenosové soustavy a veškerou vyrobenou elektřinu (na kterou se vztahuje podpora) vykoupit. Výkup probíhá za cenu určenou pro daný rok Energetickým regulačním úřadem (viz Cenové rozhodnutí č.8/2008) a tato cena bude vyplácena jako minimální (navyšuje se o index PPI) po dobu následujících dvacet let. Když se investor se rozhodl uvést do provozu systém v roce 2012 a rozhodl se pro systém výkupních cen. Pro daný rok uvedení systému do provozu je platná cena 6,16 Kč/kWh a tudíž v následujících dvaceti letech bude investor svoji elektřinu prodávat minimálně za tuto cenu. Tato cena nemůže klesnout, naopak, bude navyšována o index PPI (Cenový index průmyslové výroby = čili „průmyslová inflace“), který činí 2 – 4% ročně.³²

Obrázek 6: Schéma přímého prodeje elektrické energie



Zdroj: <http://www.svp-solar.cz/wp-content/uploads/2010/07/P%C5%99%C3%ADm%C3%BD-prodej1.jpg>

³² <http://www.svp-solar.cz/fotovoltaika/legislativa/>

Od 1. 1. 2014 je režim podpory elektřiny vyrobené fotovoltaickými elektrárnami pomocí výkupních cen a zelených bonusů zrušen novelou zákona č. 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie. Jediným a pouhým příjmem majitele solární elektrárny je tržní cena silové elektřiny, kterou v případě přebytků prodá do sítě. Nesmí být opomenut ekonomický přínos výrobce solární energie v okamžiku, kdy se vyrobená energie ihned spotřebovává v budově a není třeba nakupovat elektřinu ze sítě.

II. Praktická část

12. O společnosti SVP Solar, s.r.o.

Společnost SVP solar s.r.o. je nejmladší ze samostatných divizí skupiny SVP. Její hlavní činnost spočívá v instalaci solárních systémů, fotovoltaických elektráren a tepelných čerpadel na klíč. Kromě těchto činností nabízí také tzv. solární osvětlení – nezávislé lampy, které se přes den dobíjí fotovoltaickými články a v noci svítí. Poskytované služby zahrnují vše od poradenství přes studie, projektování, inženýrské práce, až po vlastní realizaci a následný servis. Sídlo společnosti se nachází na jihovýchodním okraji Prahy v Kunraticích, nedaleko dálnice D1.³³

Aby se společnost sama podílela na ochraně životního prostředí a úsporách energie, rozhodla se na střechu jejího objektu umístit fotovoltaickou instalaci o výkonu cca 10kWp. Záznamy o vyrobené elektřině z této elektrárny lze nalézt na: <http://www.svp-solar.cz/o-firme/nase-elektrarna/>

³³ <http://www.svp-solar.cz/o-firme/>

13. Realizované projekty

13.1. Projekt I

Instalace střešní fotovoltaické elektrárny na klíč – Říčany 2009

Informace o objektu:

Lokalita instalace: Říčany,
Orientace střechy: 45° (0=jih; +XX=odklon k JZ, -XX=odklon k JV)
Sklon střechy: 40 °
Typ krytiny: Taška pálená
Poznámky: nutno přesně zaměřit střechu s okny, přesunout odvětrání

Základní parametry navrženého systému:

Nominální výkon: 5,06 kWp
Forma připojení: Zelený bonus

Cenová kalkulace:

	Počet ks	Cena / ks	Sleva	Cena celkem
1. Fotovoltaické panely SILIKEN SLK60P6L 230 Wp	22	17 854 Kč	7%	365 288 Kč
2. Měnič napětí Fronius IG Plus 50 + příslušenství	1	50 963 Kč	7%	47 395 Kč
3. Jističe, přepětíové ochrany, AC, DC rozvaděč, elektroměr	1	20 000 Kč	0%	20 000 Kč
4. Kabely, konektory, lišty, ... (za 1bm kabelu)	90	98 Kč	0%	8 809 Kč
5. Konstrukce - střešní háky, hliníkové lišty, úchytky (za panel)	22	1075	0%	23 650 Kč
6. Projekce (elektro, stavební)	1	12 500 Kč	0%	12 500 Kč
7. Montážní práce (nosná konstrukce, panely, zapojení)	22	1 250 Kč	0%	27 500 Kč
8. Doprava (materiál, pracovníci)	1	7 500 Kč	30%	5 250 Kč
9. Administrativa (ČEZ/PRE/E.ON, Stavební úřad, ERÚ, ...)	1	7 500 Kč	30%	5 250 Kč
10. Ostatní			0%	0 Kč

Celkem bez DPH 515 642 Kč
Cena za 1kWp bez DPH 101 905 Kč
Celkem včetně DPH 9% 562 049 Kč

V první variantě se jedná o rodinný dům v Říčanech. Uvažujeme téměř ideální podmínky, to znamená sklon střechy 40° a orientaci směrem na jih. Majitel domu není podnikatel a není plátcem DPH.

Pro dosažení požadovaného výkonu kolem 5 kWp byly použity monokrystalické panely SILIKEN SLK60P6L, každý o špičkovém výkonu 230 Wp. K vytvoření požadovaného výkonu bylo použito 22 těchto panelů. Výsledný výkon tedy činí 5,06 kWp. K této kombinaci panelů byl zvolen měnič Fronius IG Plus 50, systém bude dále obsahovat systém pro ukotvení panelů na krytinu tvořenou z pálených tašek Bramac (střešní háky, hliníkové lišty a úchytky za panel), kabeláž a další prvky elektroinstalace (přepětíové ochrany, jističe, DC rozvaděč a elektroměr). Do kalkulace je také započítaná projekce,

doprava, montážní práce a administrativa související s povolením sluneční elektrárny a její zapojení do sítě.

V podmínkách České republiky můžeme počítat s minimální roční výrobou 919 kWh na 1 kWp. Tento odhad je ovšem trochu podhodnocený, zpravidla fotovoltaické systémy dosahují 1 kWh/kWp/rok. V prvním roce by tedy elektrárna měla vyrobit energii ve výši 4650 kWh. Další roky se výroba energie snižuje díky započítanému poklesu výkonnosti panelů, v našem případě je to pokles o 0,8% za rok. Systém je koncipován tak, že část vyrobené energie bude spotřebovávána v rámci potřeb domu a nespotebované přebytky budou dodávány do sítě. V této první variantě počítáme s tím, že 30% vyrobené energie bude spotřebováno a zbytek dodán do sítě.

V roce 2009 počítáme cenu odebírané energie ze sítě, kterou majitel domu platí distribuční společnosti, 3 Kč/kWh včetně DPH. V tabulce se bere v úvahu i roční zdražování nakupované elektřiny, v tomto případě je to čtyřprocentní nárůst za rok, jež povede ke zdražení ze 3Kč na 6,32 Kč za 20 let. Laťka zelených bonusů byla v roce 2009 nastavena hodně vysoko a to na 11,91 Kč/kWh a předpokládal se růst 2% za rok. Cena za prodej nespotebovaných přebytků energie závisí na dohodě s obchodníkem s elektřinou. V prvním projektu je tato cena nastavena na 0,84 Kč/kWh.

Požizovací náklady se v tomto případě vyšplhaly na 515 642 Kč bez DPH, s daní je to 562 049 Kč. Mezi další náklady je započítáno 1500 Kč za rok, které se vztahuje na pojištění fotovoltaického systému. K Dalším výdajům počítáme údržbu systému (2000 Kč/rok) a fond oprav (4000 Kč/rok). Fond oprav využijeme například při výměně střídače, pravidelné elektrevize a přecejchování elektroměrů. Firma SVP Solar s.r.o. požaduje uhradit 10% celkové ceny při podpisu smlouvy, 70% před instalací panelů a zařízení a 20% po připojení do distribuční sítě. Tyto typy nákladů jsou pouhým odhadem, velikost nákladů na opravy závisí na nastalých skutečnostech. Některé z těchto nákladů může majitel redukovat nebo se jich úplně zbavit – například pokud je schopen si tyto činnosti provést svépomocí nebo si je schopen sehnat odbornou firmu s nižšími cenami.

Tabulka 6: Kalkulace návratnosti s 20% financováním z vlastních zdrojů a 80% z cizího kapitálu za použití ZB (Řičany 2009)

Výkon elektrárny	5,06	kWp
Předpokládaná výtěžnost	919	kWh/kWp
Zelený bonus	11,91	Kč/kWh
Předpokládaný růst ZB	2%	rok
Prodej přebytků za	0,84	Kč/kWh
Cena odebírané elektřiny	3,00	Kč/kWh
Vlastní spotřeba vyr. en.	30%	výroby
Roční snížení výkonu pan.	0,80%	poč.
Roční zdražení elektřiny	4%	

Vlastní kap./Pořizovací nák.	112 410 Kč	562 049 Kč
Výše roční splátky úvěru	35 016 Kč	
Fond oprav + poj. / rok	7 500 Kč	

Celkem za 20 let provozu:	
Výnosy	1 400 721 Kč
Náklady	-962 730 Kč
Zisk (výnosy-náklady)	437 991 Kč
Průměrný roční zisk	27 119 Kč
Zhodnocení inv. / 20let	45,49%
Diskontní míra	0,01

	Rok	Výkon [kW]	Vyr. en. [kWh]	Zelený bonus [Kč/kWh]	Výnosy ze ZB [Kč]	Úspora nákladů [Kč]	Prodej přebytků [Kč]	Náklady celkem [Kč]	Roční zisk (CF) [Kč]	Stav účtu (CCF) [Kč]	DCF [Kč]	DCCF [Kč]
1	2009	5,06	4650	11,91	55383	4185	2734	-154926	19787	-92 623	19591	-92819
2	2010	5,02	4613	12,15	56039	4318	2712	-42516	20553	-72 070	20148	-72671
3	2011	4,98	4576	12,39	56699	4454	2691	-42516	21327	-50 743	20700	-51971
4	2012	4,94	4539	12,64	57363	4595	2669	-42516	22110	-28 633	21247	-30724
5	2013	4,90	4501	12,89	58030	4739	2647	-42516	22900	-5 733	21789	-8935
6	2014	4,86	4464	13,15	58702	4888	2625	-42516	23699	17 966	22325	13390
7	2015	4,82	4427	13,41	59377	5041	2603	-42516	24505	42 471	22856	36246
8	2016	4,78	4390	13,68	60055	5199	2581	-42516	25319	67 790	23382	59628
9	2017	4,74	4353	13,95	60737	5361	2559	-42516	26142	93 932	23902	83531
10	2018	4,70	4315	14,23	61422	5528	2537	-42516	26972	120 904	24417	107948
11	2019	4,66	4278	14,52	62111	5699	2516	-42516	27810	148 713	24927	132874
12	2020	4,61	4241	14,81	62802	5876	2494	-42516	28656	177 369	25430	158305
13	2021	4,57	4204	15,10	63496	6057	2472	-42516	29509	206 878	25929	184234
14	2022	4,53	4167	15,41	64193	6244	2450	-42516	30371	237 249	26421	210655
15	2023	4,49	4129	15,71	64892	6436	2428	-42516	31240	268 489	26908	237564
16	2024	4,45	4092	16,03	65594	6633	2406	-42516	32117	300 606	27390	264953
17	2025	4,41	4055	16,35	66297	6835	2384	-42516	33001	333 607	27865	292819
18	2026	4,37	4018	16,68	67003	7044	2362	-42516	33893	367 500	28335	321154
19	2027	4,33	3981	17,01	67710	7257	2341	-42516	34792	402 292	28799	349953
20	2028	4,29	3943	17,35	68419	7477	2319	-42516	35699	437 991	29257	379210
Σ			85935		1236325	113867	50530	-962730	437991		491620	

Zdroj: vlastní zpracování

13.1.1. Varianta se zeleným bonusem a financování cizím kapitálem

Majitel elektrárny zvolil způsob financování z 20% vlastním kapitálem a z 80% hypotečním úvěrem. Těch 20% tvoří minimální částku, kterou musí vložit, aby získal úvěr. Hypoteční úvěr je čerpán po dobu 20 let, aby se doba kryla s kalkulací tvořenou na garantovanou životnost panelů. Solární elektrárnu bude majitel financovat částkou 112 409,80 Kč z vlastního kapitálu a na zbývající částku o výši 449 639,20 Kč potřebnou k pokrytí pořizovacích nákladů bude čerpat hypoteční úvěr s úrokovou sazbou 4,80%. V tomto případě budeme uvažovat rovnoměrné rozložení měsíčních splátek, nebudeme brát v úvahu využití speciálních bankovních produktů, kde je možné přizpůsobit splátkový kalendář výši námi dosahovaných výnosů. Splátky majitel uhradí vždy na konci měsíce. Pravidelné měsíční splátky budou ve výši 2 917,97 Kč, z čehož vyplývá fakt, že majitel bude muset roční náklady spojené se solární elektrárnou navýšit o 35 015,64 Kč. To znamená, že kromě prvního roku, kdy byly náklady díky vloženému vlastnímu kapitálu 154 925 Kč, bude každý další rok suma nákladů činit 42 516 Kč. Z výše uvedené tabulky je patrné, že prostá doba návratnosti se nachází mezi pátým a šestým rokem ode dne uvedení elektrárny do provozu. Přesně vyjádřeno je to 5,25 let.

Diskontní sazbu uvažujeme ve výši 1%. Tuto sazbu používáme z důvodu zohlednění faktoru času a vyjádření současných hodnot toku hotovosti. Při započítání časové hodnoty peněz nám vychází diskontovaná doba návratnosti 6,15 let.

Tabulka 7: Hypoteční tabulka

Vlastní kapitál	112 409,80 Kč
Výše úvěru	449 639,20 Kč
Úroková sazba	4,80%
Délka úvěru	20let
Výše jedné splátky	2 917,97 Kč
Suma splátek za rok	35 015,64 Kč
Celkově splacené	700 312,12 Kč
Zaplacené úroky	250 672,92 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

13.1.2. Varianta se zeleným bonusem a financování vlastním kapitálem

Při srovnání tohoto modelu financovaného z 80% hypotékou a varianty financované ze 100% vlastním kapitálem zobrazeného v následující tabulce je vidět razantní rozdíl

v prosté (i diskontované) době návratnosti. V druhé variantě prvního modelu se do kladných čísel dostáváme mezi devátým a desátým rokem ode dne spuštění elektrárny. Když vezmeme v úvahu faktor času (diskontní sazbu), tak se diskontovaná doba návratnosti v tomto případě dostane mezi třináctý a čtrnáctý rok. Tato situace nastala z důvodu, že jsme v první variantě počítali s výší vlastního kapitálu 112 409,80 Kč.

Následující tabulka zachycuje zjednodušenou bilanci na účtu při nepoužití žádného úvěrového nástroje.

Tabulka 8: Bilance účtu při 100% financování majitelem

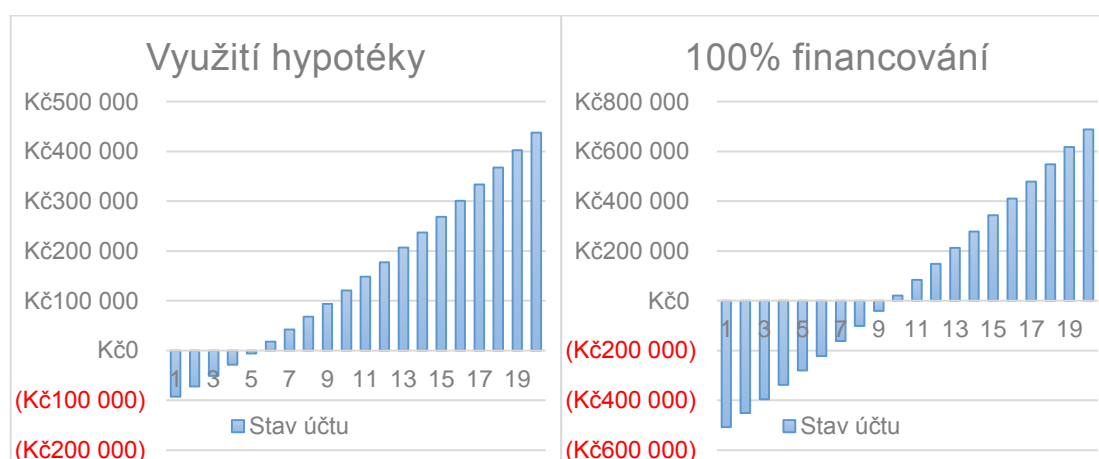
Stav účtu při 100% financování majitelem									
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
-507 246	-451 677	-395 334	-338 208	-280 292	-221 577	-162 056	-101 721	-40 563	21 425
11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
84250	147 922	212 447	277 834	344 090	411 223	479 240	548 149	617 957	688 672

Zdroj: vlastní zpracování

V první variantě při použití hypotéky tvoříme dvacátý rok zisk 437 998 Kč (čistá současná hodnota = 379 210 Kč), zatímco při vlastním financování celého projektu jsme dvacátý rok v zisku 688 672 Kč (čistá současná hodnota = 561 454 Kč).

Grafické porovnání prosté doby návratnosti u obou variant umožňuje následující graf.

Graf 7: Srovnání modelů financování (jednoduchá doba návratnosti)



Zdroj: vlastní zpracování

Následující tabulky přehledně zobrazují srovnání prvního projektu ve dvou variantách. Jsou zde zachyceny finanční ukazatele jako prostá a diskontovaná doba návratnosti, návratnost vlastního kapitálu, čistá současná hodnota a vnitřní výnosové procento.

Tabulka 9: Další finanční ukazatele (verze s hypotékou)

PP	5,25 let
DPP	5,41 let
ROE	45,49%
NPV	379 210 Kč
IRR	22%

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 10: Další finanční ukazatele (100% financování majitelem)

PP	9,66 let
DPP	10,18 let
ROI	96,72%
NPV	561 454 Kč
IRR	1%

Zdroj: vlastní zpracování

Nastává otázka, zda je lepší tvořit menší zisky dříve nebo větší zisky později? V první variantě s hypotékou se dostáváme ke zhodnocení vlastního kapitálu (ROE) 45,49%, bez hypotéky je to 96,72%. V první variantě je vnitřní výnosové procento vyšší než námi nastavená diskontní sazba, to znamená, že investice je ekonomicky výnosná. Má pro nás větší vnitřní výnosnost, než požadujeme. V druhé variantě prvního projektu je IRR rovno (1%) s námi nastavená diskontní mírou (1%), tudíž je na hranici ekonomické výnosnosti.

13.1.3. Varianta s přímým prodejem (vlastní kapitál, hypotéka)

V této variantě počítáme s tím, že veškerou vyrobenou energii prodáme za 12,89 Kč/kWh. Ze zákona je dovoleno maximální možné roční snížení výkupních cen o 3 až 5%, zde je počítáno s nejnižším možným snížením 3% za rok. Výpočty došly k závěru 15,81 let diskontovaná doba návratnosti, 19,31% ROI a 78 988 Kč čistá současná hodnota při financování vlastním kapitálem. Při použití hypotéky se doba návratnosti nevyskytuje v rozpětí 20 let, ROE je -11,75% a čistá současná hodnota -103 256 Kč.

13.2. Projekt II

Instalace střešní fotovoltaické elektrárny na klíč – Říčany 2012

4. Informace o objektu

Lokalita instalace: *Říčany*
Orientace střechy: 10° (0=jih; +XX=odklon k JZ, -XX=odklon k JV)
Sklon střechy: 40°
Typ krytiny: *Taška betonová*
Poznámky: *povolení ČEZ na 4,6kWp*



5. Základní parametry navrženého systému

Nominální výkon: **4,60 kWp**
Forma připojení: **Zelený bonus**

6. Cenová kalkulace

	Počet ks	Cena / ks	Sleva	Cena celkem
1. Fotovoltaické panely SCHOTT 230 POLY 230 Wp	20	7 699 Kč	25%	115 489 Kč
2. Měníč napětí Fronius IG TL 4.0 + příslušenství	1	34 873 Kč	16%	29 293 Kč
3. Elektro-DC/AC jištění, ochrany, rozvaděč, elektroměr, práce	1	22 500 Kč	16%	18 900 Kč
4. Kabely, konektory, lišty, ... (za 1bm kabelu)	90	61 Kč	50%	2 756 Kč
5. Konstrukce - střešní háky, hliníkové lišty, úchytky (za panel)	20	725 Kč	16%	12 180 Kč
6. Projekce (elektro, stavební, hromosvod)	1	7 500 Kč	40%	4 500 Kč
7. Montážní práce (nosná konstrukce, panely, zapojení)	20	840 Kč	30%	11 760 Kč
8. Doprava (materiál, pracovníci)	1	3 750 Kč	30%	2 625 Kč
9. Administrativa (ČEZ/PRE/E.ON, Stavební úřad, ERÚ, ...)	1	3 750 Kč	100%	0 Kč
10. Ostatní	0	0 Kč	0%	0 Kč

Geny platné od 1.1.2012

Celkem bez DPH **197 503 Kč**
Cena za 1kWp bez DPH **42 935 Kč**
Celkem včetně DPH 14% **225 153 Kč**

Druhá varianta se zabývá analýzou rodinného domu umístěného také v Říčanech u Prahy, ale nyní se jedná o instalaci provedenou v roce 2012, kdy podmínky pro fotovoltaiku byly ještě dobré a pořizovací ceny panely panelů se rapidně snižovaly. Střecha domů je kryta betonovými taškami, směřuje na jih a má sklon 40° .

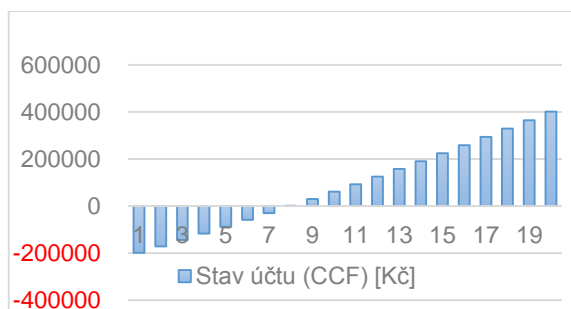
V tomto domě je majitel limitován celkovým výkonem elektrárny 4,6 kWp z důvodu uděleného povolení od ČEZ. Firma SVP Solar s.r.o. navrhla systém skládající se ze solárních panelů SCHOTT 230 POLY Wp. Bude použito celkem 20 panelů tohoto typu. Každý panel má výkon 230 Wp, z toho vyplývá celkový nominální výkon systému 4,6 kWp. Jako měnič napětí firma zvolila Fronius IG TL 4.0. Dále jsou do kalkulace započítány rozvaděč, elektroměr, ochrany, jištění střídače napětí, kabely, konektory, lišty, uchycovací systém panelů, práce doprava a administrativa.

Suma této kalkulace vychází na 225 153 Kč s DPH. V tomto případě nebudeme uvažovat hypotéku ani jiný druh spotřebitelského úvěru. Počítáme s tím, že majitel pořídí tento fotovoltaický systém z jeho úspor na běžném účtu.

U takto složeného modelu je předpokládaná výtěžnost elektrárny 980 kWh/KWp/rok. Za rok 2012 se počítá s vyrobenou energií ve výši 4 508 kWh. Následující roky se získaná energie snižuje díky poklesu výkonnosti panelů o 0,8% za rok. Systém bude fungovat na principu zelených bonusů a přebytečná energie nebude prodávána do sítě. V tomto případě počítáme s nejhorší možnou variantou, kdy nenalezneme žádného odběratele naší přebytkové energie. Pro domácí potřeby počítáme se spotřebou 30% vyrobené energie. Zelené bonusy byly sníženy díky poklesu cen technologií a pro rok 2012 jsou na úrovni 5,08 Kč/kWh. Předpokládaný růst výše zelených bonusů je 2% za rok. Cena odebírané elektřiny je 4,50 Kč/kWh. Uvažujeme roční zdražování odebírané elektřiny o 4% za rok.

Za 20 let provozu elektrárna vygeneruje výnosy ve výši 676 793 Kč. Když tuto částku snížíme o pořizovací náklady a náklady na provoz, získáváme zisk 401 640 Kč. Díky dané úrovni zelených bonusů a relativně nízké pořizovací ceně vychází ROE ukazatel 145,97%. Prostá návratnost vložených prostředků činí 8 let.

Graf 8: Prostá návratnost investice (Říčany 2012); Tabulka 11: Finanční ukazatele (Říčany 2012)



PP	8,01 let
DPP	8,36 let
ROI	145,97%
NPV	337 198 Kč
IRR	7%

Zdroj: vlastní zpracování

Při pohledu na tento projekt z časového hlediska s využitím diskontní míry se nám výstupní údaje poněkud změnil. Diskontovaná doba návratnosti je 8,36 let a čistá současná hodnota projektu je 337 198 Kč. Vnitřní výnosové procento je vyšší než navrhovaná diskontní míra (1%) a to 7%, tudíž je investice stále efektivní.

Tabulka 12: Kalkulace návratnosti při použití zelených bonusů (Říčany 2012)

Výkon elektrárny	4,6	kWp
Předpokládaná výtěžnost	980	kWh/kWp
Zelený bonus	5,08	Kč/kWh
Předpokládaný růst ZB	2%	rok
Prodej přebytků za	0,00	Kč/kWh
Cena odebírané elektřiny	4,50	Kč/kWh
Vlastní spotřeba vyr. en.	30%	výroby
Roční snížení výkonu pan.	0,80%	poč.
Roční zdražení elektřiny	4%	

Pořizovací náklady	225 153 Kč
Pojištění / rok	1 000 Kč
Fond oprav / rok	1 500 Kč

Celkem za 20 let provozu:	
Výnosy	676 793 Kč
Náklady	-275 153 Kč
Zisk (výnosy-náklady)	401 640 Kč
Průměrný roční zisk	31 465 Kč
Zhodnocení inv. / 20let	145,97%
Diskontní míra	0,01

Zdroj: vlastní zpracování

	Rok	Výkon [kW]	Vyr. en. [kWh]	Zelený bonus [Kč/kWh]	Výnosy ze ZB [Kč]	Úspora nákladů [Kč]	Prodej přebytků [Kč]	Náklady celkem [Kč]	Roční zisk (CF) [Kč]	Stav účtu (CCF) [Kč]	DCF [Kč]	DCCF [Kč]
1	2012	4,60	4508	5,08	22901	6086	0	-227653	26486	-198667	26224	-198929
2	2013	4,56	4472	5,18	23172	6279	0	-2500	26950	-171716	26419	-172509
3	2014	4,53	4436	5,29	23445	6477	0	-2500	27422	-144294	26615	-145894
4	2015	4,49	4400	5,39	23719	6681	0	-2500	27900	-116394	26812	-119082
5	2016	4,45	4364	5,50	23995	6892	0	-2500	28387	-88007	27009	-92073
6	2017	4,42	4328	5,61	24273	7108	0	-2500	28881	-59126	27207	-64866
7	2018	4,38	4292	5,72	24552	7331	0	-2500	29383	-29743	27406	-37460
8	2019	4,34	4256	5,84	24833	7560	0	-2500	29893	149	27605	-9855
9	2020	4,31	4219	5,95	25115	7796	0	-2500	30410	30559	27805	17950
10	2021	4,27	4183	6,07	25398	8038	0	-2500	30936	61496	28006	45956
11	2022	4,23	4147	6,19	25682	8288	0	-2500	31470	92966	28208	74164
12	2023	4,20	4111	6,32	25968	8544	0	-2500	32013	124979	28410	102574
13	2024	4,16	4075	6,44	26255	8808	0	-2500	32564	157542	28612	131186
14	2025	4,12	4039	6,57	26543	9079	0	-2500	33123	190665	28816	160002
15	2026	4,08	4003	6,70	26833	9358	0	-2500	33691	224356	29020	189021
16	2027	4,05	3967	6,84	27123	9645	0	-2500	34268	258624	29224	218246
17	2028	4,01	3931	6,97	27414	9940	0	-2500	34853	293477	29429	247675
18	2029	3,97	3895	7,11	27705	10242	0	-2500	35448	328925	29635	277310
19	2030	3,94	3859	7,26	27998	10553	0	-2500	36051	364976	29841	307151
20	2031	3,90	3823	7,40	28291	10873	0	-2500	36664	401640	30048	337198
Σ			83308		511214	165579	0	-275153	401640		562351	

13.3. Projekt III

Instalace střešní fotovoltaické elektrárny na klíč – Zdiby – Přemyšlení 2013

Informace o objektu

Lokalita instalace: *Zdiby - Přemyšlení*
 Orientace panelů: 0° ($0=$ jih; $+XX=$ odklon k JZ, $-XX=$ odklon k JV)
 Sklon střechy 45°
 Střešní krytina: *Taška betonová*



Základní parametry navrženého systému

Nominální výkon: **4,90 kWp**
 Forma připojení: **Zelený bonus**

Cenová kalkulace

	před slevou			po slevě
	Počet ks	Cena / ks	Sleva	Cena celkem
1. Fotovoltaické panely YINGLI YL P-29b 245 Wp	20	5 055 Kč	8%	93 011 Kč
2. Měnič napětí KOSTAL Piko 4.2 3-f, 2x MPPT	1	35 714 Kč	3%	34 642 Kč
3. Elektro - jištění, přepětové ochrany, rozváděče AC+DC, elektroměr, kabely, konektory, lišty, elektropráce, revize	1	30 900 Kč		30 900 Kč
4. Konstrukce - střešní háky, hliníkové lišty, úchytky (na panel)	20	775 Kč		15 500 Kč
5. Projekt elektro	1	7 500 Kč	5%	7 125 Kč
6. Montážní práce (nosná konstrukce, panely, zapojení)	20	840 Kč	5%	15 960 Kč
7. Wattrouter CWx (přístroj) - pro vyšší využití FV elektrárny	1	4 990 Kč	100%	0 Kč
8.				
9.				
10. Doprava (materiál, pracovníci)	1	3 500 Kč	5%	3 325 Kč
11. Administrativa (ČEZ), podklady pro stav. úřad, ERÚ, kolek...)	1	4 750 Kč	5%	4 513 Kč
12. Poskytnutá sleva (bez DPH)				-15 777 Kč

Ceny bez DPH, platné od 1.4.2013

Celkem bez DPH 204 975 Kč
Cena za 1 kWp bez DPH 41 832 Kč
Celkem včetně DPH 15% 235 722 Kč

V tomto modelu použijeme další skutečný model, ale převedeme ho do podmínek roku 2014, kdy došlo k výše zmíněnému zrušení režimu podpory elektřiny vyrobené fotovoltaickými elektrárnami pomocí výkupních cen a zelených bonusů novelou zákona č. 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie. Do příloh vložím graf modelu z první poloviny roku 2013 ještě v režimu podpory.

Tento rodinný dům se nachází ve vsi ležící ve Středočeském kraji, v okrese Praha-východ a spadá pod obec Zdiby. Střecha je postavena z betonových tašek se sklonem 45° a orientací na jih. Majitel tohoto domu vlastní také venkovní bazén, který může být v případě potřeby dohříván.

Fotovoltaický systém byl sestaven z 20 panelů YINGLI YL P-29b 245 Wp. Jedná se o nejvýkonnější panely z těchto třech projektů, jejich špičkový výkon je 245 Wp. Jako měnič napětí byl použit KOSTAL Piko 4.2 se sledovačem maxima výkonu. Dále systém pracuje s klasickými součástkami, jako jsou přepětové ochrany, rozváděče AC/DC,

elektroměr, kabely a konektory. Nechybí zde ani wattrouter, který napomáhá vyššímu využití vyrobené fotovoltaické elektřiny. V cenové kalkulaci je započítáno vytvoření projektu, montážní práce, administrativa a doprava materiálu a dělníků. Pořizovací cena této elektrárny s nominálním výkonem 4,9 kWp je 235 722 Kč včetně DPH. Pořizovací cena takovéto elektrárny bude v roce 2014 na podobné úrovni, a tak budu počítat s touto cenou. V tomto modelu financování cizím kapitálem opět nezvažujeme, majitel bude elektrárnu financovat z vlastních úspor na běžném účtu.

Předpokládaná výtěžnost elektrárny je 970 kWh/kWp/rok. Zelené bonusy jsou v roce 2014 zrušené, v tabulce jsou znázorněny hodnotou 0. Prodej přebytkové elektřiny činí 0,6 Kč/kWh. Cenu elektřiny ze sítě budeme uvažovat 4,89 Kč/kWh. Jelikož má majitel domu i bazén, budeme brát vlastní spotřebu fotovoltaické energie 40% celkové výroby. V tabulce bereme ve všech případech 0,8% snížení výkonu panelů za rok. Elektřina bude zdražovat o 5% ročně.

Celkové náklady se skládají z pořizovací ceny, každoročního pojištění a fondu oprav. Suma celkových nákladů je 285 722 Kč, naproti tomu velikost výnosů za 20 let provozu je 311 740 Kč. Do výnosů jsou počítány uspořené náklady (tzn. 40% spotřebované FV energie) a prodané přebytky.

Následující tabulky zobrazují srovnání situací na účtu (CCF) během roku 2014 a 2013.

Tabulka 13: Bilance účtu při 100% financování majitelem v roce 2014

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
-227 214	-218 333	-209 064	-199 390	-189 294	-178 761	-167 771	-156 307	-144 349	-131 877
11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
-118 871	-105 309	-91 169	-76 428	-61 063	-45 049	-28 361	-10 972	7 145	26 018

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 14: Bilance účtu při 100% financování majitelem v roce 2013

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
-213 982	-191 722	-168 928	-145 583	-121 670	-97 171	-72 068	-46 343	-19 977	7 051
11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
34 761	63 174	92 312	122 198	152 856	184 309	216 582	249 701	283 693	318 585

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 15: Kalkulace návratnosti při použití zelených bonusů (Zdiby – Přemyšlení – model roku 2014)

Výkon elektrárny	4,9	kWp
Předpokládaná výtěžnost	970	kWh/kWp
ZB	0	Kč/kWh
Předpokládaný růst ZB	0%	rok
Prodej přebytků za	0,60	Kč/kWh
Cena odebírané elektřiny	4,89	Kč/kWh
Vlastní spotřeba vyr. en.	40%	výroby
Roční snížení výk. pan.	0,80%	poč.
Roční zdražení elektřiny	5%	

Pořizovací náklady	235 722 Kč
Pojištění / rok	1 000 Kč
Fond oprav / rok	1 500 Kč

Celkem za 20 let provozu:	
Výnosy	311 740 Kč
Náklady	-285 722 Kč
Zisk (výnosy-náklady)	26 018 Kč
Průměrný roční zisk	11 631 Kč
Zhodnocení inv. / 20let	9,11%
Diskontní míra	0,01

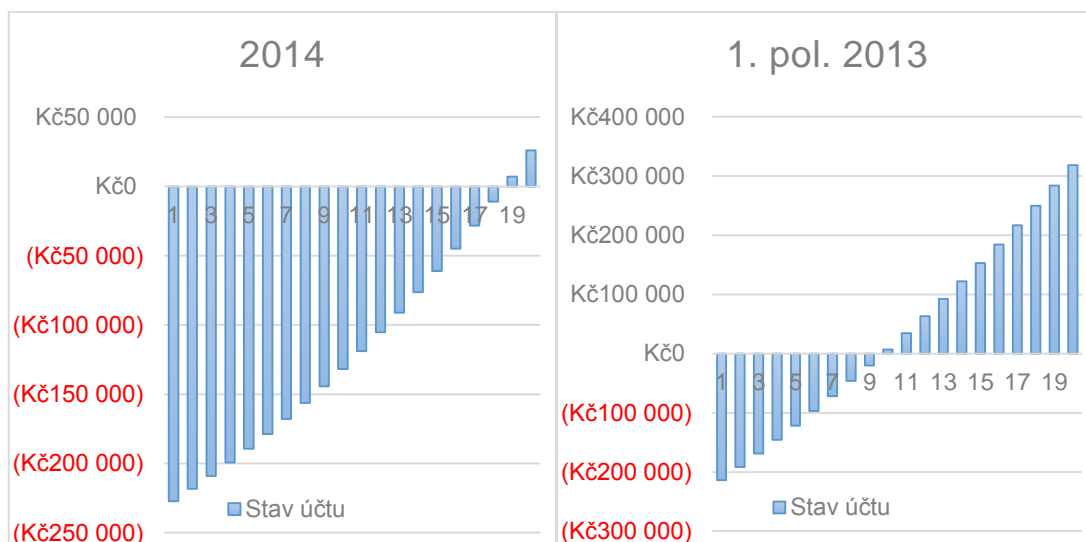
	Rok	Výkon [kW]	Vyr. en. [kWh]	Zelený bonus [Kč/kWh]	Výnosy ze ZB [Kč]	Úspora nákladů [Kč]	Prodej přebytků [Kč]	Náklady celkem [Kč]	Roční zisk (CF) [Kč]	Stav účtu (CCF) [Kč]	DCF [Kč]	DCCF [Kč]
1	2013	4,90	4753	0	0	9297	1711	-238222	8508	-227214	8424	-227298
2	2014	4,86	4715	0	0	9684	1697	-2500	8881	-218333	8706	-218592
3	2015	4,82	4677	0	0	10086	1684	-2500	9270	-209064	8997	-209595
4	2016	4,78	4639	0	0	10504	1670	-2500	9674	-199390	9297	-200299
5	2017	4,74	4601	0	0	10939	1656	-2500	10095	-189294	9605	-190694
6	2018	4,70	4563	0	0	11391	1643	-2500	10533	-178761	9923	-180771
7	2019	4,66	4525	0	0	11861	1629	-2500	10990	-167771	10250	-170521
8	2020	4,63	4487	0	0	12349	1615	-2500	11464	-156307	10587	-159933
9	2021	4,59	4449	0	0	12857	1602	-2500	11958	-144349	10934	-149000
10	2022	4,55	4411	0	0	13384	1588	-2500	12472	-131877	11291	-137709
11	2023	4,51	4373	0	0	13932	1574	-2500	13006	-118871	11658	-126051
12	2024	4,47	4335	0	0	14502	1561	-2500	13562	-105309	12036	-114015
13	2025	4,43	4297	0	0	15093	1547	-2500	14140	-91169	12424	-101591
14	2026	4,39	4259	0	0	15707	1533	-2500	14741	-76428	12824	-88767
15	2027	4,35	4221	0	0	16346	1519	-2500	15365	-61063	13235	-75533
16	2028	4,31	4183	0	0	17008	1506	-2500	16014	-45049	13657	-61876
17	2029	4,27	4145	0	0	17696	1492	-2500	16688	-28361	14091	-47784
18	2030	4,23	4107	0	0	18411	1478	-2500	17389	-10972	14538	-33247
19	2031	4,19	4069	0	0	19152	1465	-2500	18117	7145	14996	-18251
20	2032	4,16	4031	0	0	19922	1451	-2500	18873	26018	15467	-2784
Σ			87835		0	280119	31621	-285 722	26 018		232938	

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulek je patrné, že investice do solárního systému v roce 2014 u rodinného domu, který spotřebovává 40% vyrobené energie, generuje zisk až počátkem 19. roku. Diskontovaná doba návratnosti přesahuje námi stanovenou celkovou životnost systému hodnotou 20,18 let. Návratnost investice (ROI) je v tomto případě pouhých 9,11%. Zisky v posledním roce nezohledňující faktor času jsou 26 018 Kč. Čistá současná hodnota je záporná na úrovni -2784 Kč, tudíž není možné vypočítat IRR.

Naproti tomu v podmínkách první poloviny roku 2013 činí ROI 111,5%. Pro představu celkové tržby v roce 2013 jsou na úrovni 604 307 Kč, náklady tvoří 285 722 Kč. Zisk po 20 letech provozu 318 585 Kč. Čistá současná hodnota je v tomto případě 260 316 Kč. Vnitřní výnosové procento je 2%.

Graf 9: Prostá návratnost investice (Zdiby – Přemyšlení 2014)



Zdroj: vlastní zpracování

Pro poslední porovnání si představme situaci, kdy majitel má v tomto domě také vybudovanou živnost a tráví zde veškerý čas. Jak jsme si popsali výše, fotovoltaická elektrárna nevyrobí energii po celou denní dobu. Nejvíce energie je vyrobeno, když se majitel nenachází v objektu, a tak je tato energie nevyužitá. V poslední variantě je tedy uvažováno, že dům spotřebuje 70% vyrobené sluneční energie. Zůstaneme v podmínkách roku 2014. Vyplatí se posléze tato investice?

Tabulka 16: Bilance účtu při 100% financování majitelem a 70% spotřebě - 2014

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
-221 097	-205 802	-189 810	-173 093	-155 622	-137 367	-118 296	-98 378	-77 578	-55 862
11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
-33 193	-9 535	15 151	40 905	67 770	95 787	125 002	155 460	187 208	220 297

Zdroj: vlastní zpracování

Při hypotetické spotřebě 70% vyrobené energie se prostá doba návratnosti nachází na 12,4 letech. Diskontovaná doba návratnosti je 13,14 let. Návrátnost investice činí 77,1%. Čistá současná hodnota je na úrovni 169 990 Kč. Vnitřní výnosové procento (-6%) je nižší než nastavená diskontní sazba.

Tabulka 17: Další finanční ukazatele při 70% spotřebě vlastní energie

PP	12,4 let
DPP	13,14 let
ROI	77,10%
NPV	169 990 Kč
IRR	-6%

Zdroj: vlastní zpracování

14. Zhodnocení výsledků a doporučení

První projekt z roku 2009 se za tehdejších podmínek s financováním zelenými bonusy jistě vyplatil a byla to rozumná investice kapitálu ať už při použití hypotéky nebo při volbě samofinancování. Pořizovací cena elektrárny byla sice velmi vysoká, ale tomu odpovídala výše zelených bonusů. Finanční ukazatele podporující tento závěr jsou zejména vnitřní výnosová míra, čistá současná hodnota a rentabilita vlastního kapitálu a diskontovaná doba splatnosti. V první variantě s hypotékou se vnitřní výnosové procento vyšplhalo až na hranici 22%, a to při naší nastavené diskontní míře (1%) značí výhodnou investici. Důležité parametry hypotéky jsou doba splácení (20 let) a výše hypoteční sazby (4,8%). Za celou dobu životnosti tohoto projektu nám přinese sumu ve výši 379 210 Kč (NVP). Investice by se měla navrátit se zohledněním faktoru času za 5,41 let, což je z ekonomického hlediska na střednědobé úrovni. Druhá varianta se samofinancováním vychází z ekonomického pohledu poněkud hůře, IRR vychází 1%. To je stejná hodnota, jako nastavená diskontní míra. To staví tuto variantu na pomezí ekonomické výhodnosti. S návratností investice 96,72% a diskontovanou dobou návratnosti 10,18 let je ale tato investice stále ekonomicky zajímavá.

Při volbě přímého prodeje se do kladných výsledných čísel investice dostává pouze při financování vlastním kapitálem. Bezpečnost investice zaručoval garantovaný odkup vyrobené elektrické energie po celou dobu životnosti elektrárny (20 let). Rentabilita je v tomto případě pouhých 19,31%, diskontovaná doba návratnosti dlouhých 15,81 let a čistá současná hodnota pouze 78 988 Kč. Vnitřní výnosové procento nebylo možné určit. Varianta s hypotékou a přímým prodejem nepřipadá vůbec v úvahu a je z ekonomického hlediska neproveditelná.

Druhý projekt z roku 2012 se ještě pořád nacházel ve „zlaté éře“ fotovoltaiky v ČR. Skončily restriktce z roku 2011, jež znamenaly zavedení solární daně a omezování připojování elektráren do sítě. Zelené bonusy se snižovaly, ale s nimi i pořizovací ceny solárních panelů. V tomto projektu bylo počítáno jen s variantou samofinancování, protože pořizovací cena FV elektrárny byla 225 153 Kč. Investiční analýza prokázala, že tento projekt je výhodný. Vnitřní výnosové procento 7% znamená vyšší vnitřní výnosnost investice, protože se počítá s diskontní mírou o velikosti 1%. Čistá současná hodnota je

337 198 Kč a diskontovaná doba návratnosti 8,36 let. Návratnost investice oproti vloženému kapitálu je přibližně 146%. Tento projekt bych jednoznačně doporučil.

V posledním projektu z roku 2013 zkoumaném v podmínkách roku následujícího (2014) se objevují tři varianty. V první je zkoumána situace při 40% spotřebě vyrobené elektřiny a podmínkách roku 2014, kdy došlo ke zrušení Zelených bonusů. Již při prvním pohledu je zřejmé, že jediné zisky plynoucí z této varianty jsou za uspořené energii a prodané přebytky energie za 0,6 Kč/kWh. Z FV kalkulačky nás v tomto případě zajímá pouze jedna hodnota a tou je čistá současná hodnota, která je -2784 Kč. Toto záporné číslo indikuje nevýhodnost investice. Můžeme se také podívat na diskontovanou dobu návratnosti, která svou hodnotou (20,18 let) přesahuje námi stanovenou dobu životnosti projektu. Na tomto případě je vidět, že v současné době se investice do malé fotovoltaické elektrárny nevyplácí. I kdybychom používali FV na ohřev vody, bude výhodnější pořídit si fototermické panely. Pokud se tedy rozhodneme pořídit si v současnosti solární elektrárnu, bude to z důvodu optimalizace spotřeby, snížení závislosti na dodavatelích energie a s tím spojená environmentální odpovědnost. Jediné, co se v této době vyplatí je vybudování menšího off-grid systému na chatu. V tomto případě není realizátor výrobce (podnikatel) a není nucen si zařizovat licenci – je to řešení bez dotací a poplatků, co si vyrobí a naakumuluje, to si také spotřebuje.

Druhá varianta třetího projektu zobrazuje situaci z první poloviny roku 2013, kdy Zelený bonus byl na úrovni 2,85 Kč/kWh. V tomto období je diskontovaná doba návratnosti projektu 10,26 let a vnitřní výnosové procento 2%. Čistá současná hodnota je 260 136 Kč. V tomto období je patrné, že se investice stále vyplatila.

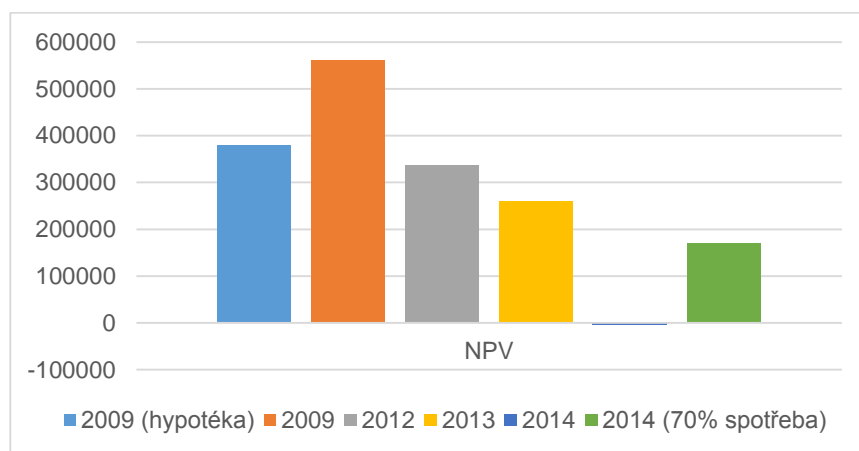
V třetí variantě řešíme teoretickou situaci, kdy v podmínkách roku 2014 uvažujeme 70% spotřebu energie. V tomto málo reálném případě se DPP vyšplhala na 13,14 let a IRR na -6%. To znamená, že s 1% diskontní mírou je tento projekt ekonomicky nevýhodný.

Tabulka 18: Přehled výsledků jednotlivých variant

Roky	NPV	IRR	DPP
2009 (hypotéka)	379 210 Kč	22%	5,41 let
2009 (100% fin. VK)	561 454 Kč	1%	10,18 let
2012	337 198 Kč	7%	8,36 let
2013 (1. pol)	260 316 Kč	2%	10,26 let
2014	-2 784 Kč		20,18 let
2014 (70% spotřeba)	169 990 Kč	-6%	13,14 let

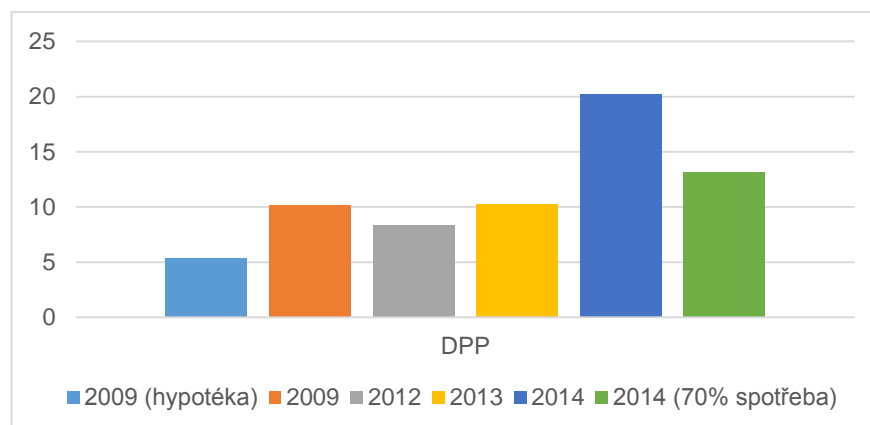
Zdroj: vlastní zpracování

Graf 10: Přehled čistých současných hodnot jednotlivých variant (vyšší hodnota=lepší)



Zdroj: vlastní zpracování

Graf 11: Přehled diskontované doby návratnosti všech variant (menší hodnota=lepší)



Zdroj: vlastní zpracování

Předchozí tabulky zachycují grafické srovnání vybraných ukazatelů všech variant tří zkoumaných projektů. V roce 2009 byly podmínky pro výstavbu solární elektrárny očividně nejpříznivější. Varianta s hypotékou je ekonomicky zajímavější. Ovšem i v letech 2012 a 2013 se výstavba fotovoltaik stále vyplatila. Zlom nastal v roce 2014, kdy jediná možná varianta by byla s vysokou spotřebou vlastní výroby energie (málo pravděpodobné).

Jedno z řešení, které by mohlo zvrátit současnou podobu FV podnikání by mohlo být zavedení systému NET METERINGU. *Základní princip je jednoduchý – výrobce (majitel zdroje) má na střeše svého domku např. fotovoltaickou elektrárnu a zároveň je připojen k síti. Používá oba zdroje zároveň, tedy pokud svítí slunce, bere elektřinu z fotovoltaiky a pokud potřebuje elektřiny více nebo je noc, čerpá ze sítě. Ovšem pokud vyrábí více, než právě potřebuje, elektřinu do sítě „vrací“, „točí elektroměrem na druhou stranu“, či „provádí virtuální akumulaci prostřednictvím sítě“. Účet za elektřinu, jenž výrobce platí, je následně spočítán rozdílem jeho výroby a spotřeby za dané období. Název tedy znamená „netto měření“ nebo „měření čisté spotřeby“, nikoli „měření sítě“, jak by se mohlo na první pohled zdát. Lze se setkat též s výstižnějším označením „net billing“ (netto účtování).*³⁴ V současné době funguje net metering ve většině států USA, Kanadě a Austrálii, v Evropě se rozšiřuje velmi pomalu. Výhody tohoto systému jsou zřejmé – net metering slouží ke snižování až vynulování účtů za elektřinu. Snahou je tedy spíše ušetřit než vydělat, to umožňuje instalovat menší (levnější) zdroje. Ještě díky malé administrativní náročnosti se jedná o účinnou pobídku k pořízení OZE. Net metering však nemůže být výhodný pro všechny zúčastněné. Nejvíce se proti němu ozývají energetické společnosti, které tímto přicházejí o zisky. Prodají méně elektřiny a ještě musí vykupovat jejich přebytečnou elektřinu. Těmto společnostem se poté zvyšují náklady. Spravování systému netmeteringu není zadarmo a snižují se zisky na údržbu infrastruktury.

³⁴ Zdroj: <http://oze.tzb-info.cz/9862-jak-funguje-net-metering>

15. Závěr

Tato práce se zabývá jedním z obnovitelných zdrojů energie - fotovoltaikou. Snaží se zachytit principy a stávající trendy objevující se v solární energetice. Tento druh energie za poslední roky prošel neskutečným vývojem a inovace ve výrobě ho přiblížily blíže k obyčejnému spotřebiteli. Každoročně rostl objem instalovaného výkonu a střechy rodinných domů, paneláků ale bohužel i pole a louky se začaly plnit solárními panely. Za boom FV mohla v první řadě Evropská unie a její vyhlášení, že je zapotřebí splnit požadavek 20% vyrobené energie z OZE do roku 2020. K této vyhlášce se slepě přihlásily národní vlády.

Práce zkoumá návratnost FV systémů s použitím ukazatelů finanční analýzy a snaží se dokázat, že i v klimatických podmínkách České republiky je možné dosahovat zisků. Z analýzy vyplývá, že jedním z nejdůležitějších parametrů ovlivňujících investiční návratnost je podpora ze strany státu. S příslibem 20 leté garance zelených bonusů a výkupních cen je snadné vyrábět ekologicky šetrnou energii a zároveň generovat zisk. V horizontu let 2009 - 2013 se návratnost investice pohybuje přibližně v rozmezí 5 - 10let.

Nic ale netrvá věčně, a tak se špatně nastavená neudržitelná dotační politika projevila roku 2014 zrušením podpor a jednu chvíli i zavedením solární daně. To se projevilo na výpočtech z tohoto roku, které hodnotí investici do malé fotovoltaické elektrárny jako zcela nevýhodnou.

Solární elektrárny nejsou z důvodu fázového posunu mezi dobou výroby a dobou spotřeby energie ideální pro celkovou energetickou nezávislost spotřebitele, to ale rozhodně nevyvrací jejich potenciál. Jedná se o čistý zdroj energie s malými výrobními energetickými nároky. Z důvodu ubývajících světových zásob fosilních paliv a zhoršujícímu se životnímu prostředí bychom se měli zamyslet a pokusit se propojit výrobu této čisté energie s národní ekonomikou. Je jasné, že solární technologie nikdy nepokryje celkovou spotřebu, a proto je vhodné hledat co nejrozzumnější kombinaci obnovitelných zdrojů. Znovunastartování fotovoltaické ekonomiky v České republice by mohlo být učiněno zavedením net meteringu.

16. Zdroje

Literatura:

LIBRA, Martin a Vladislav POULEK. *Fotovoltaika: teorie i praxe využití solární energie*. 1. vyd. Praha: ILSA, 2009, 160 s. ISBN 978-80-904311-0-2.

MURTINGER, Karel, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Fotovoltaika, elektřina ze slunce*. 2. vyd. Brno: ERA, 2008, vii, 81 s. ISBN 978-80-7366-133-5.

THEMESSL, Armin, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Solární systémy: návrhy a stavba svépomocí*. V Gradě 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 116 s. ISBN 80-247-0589-3.

MURTINGER, K., TRUXA, J. *Solární energie pro váš dům*. Brno: ERA group spol. s r.o., 2005. 92 s. ISBN 80-7366-029-6.

HENZE, Andreas, Werner HILLEBRAND a Milan TOMEŠ. *Elektrický proud ze slunce: fotovoltaika v praxi: technika, přehled trhu, návody ke stavbě*. 1. české vyd. Překlad Václav Losík. Ostrava: HEL, 2000, 136 s. ISBN 80-861-6712-7

BENDA, Vítězslav. *Obnovitelné zdroje energie*. 1. vyd. Praha: Profi press, 2012, 208 s. ISBN 978-808-6726-489.

PROSTĚJOVSKÁ, Zita. *Finanční řízení a investování*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2006, 105 s. ISBN 80-01-03566-2

PAVLÍKOVÁ, Alena a kolektiv. *Finanční řízení v praxi*. 1.vyd. Praha, 1998, 467 s.

CARLBERG, Conrad. *Analýza podnikání s programem Microsoft® Excel*. 2. vyd. Que Publishing, 2004, 544 s. ISBN 80-86497-58-5

Periodika:

Přírodovědci.cz: magazín Přírodovědecké fakulty UK v Praze. ISSN 1805-5591.

Televizní dokumenty:

Ta naše povaha česká, epizoda *Zaplat' za Slunce*, TV, ČT 2, 14. 4. 2014, K. Bělohlavý a J. Večeřa

Internetové zdroje:

SolarGIS: *Online data and tools for solar energy projects*. [online]. [cit. 2014-8-3].
Dostupné z: solargis.info

Energetický poradce PRE. [online]. [cit. 2014-8-10].
Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/slovník-odborných-vyrazu/selektivní-vrstva/>

Czech RE Agency: *Analýza životního cyklu fotovoltaických systémů*. [online].
[cit. 2014-8-12]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/ziv-cyklus>

Solární energie. [online]. [cit. 2014-8-13].
Dostupné z: <http://www.cez.cz/eede/content/microsites/solarni/k32.htm>

Wikipédia: *Czochralského metoda*. [online]. [cit. 2014-8-13].
Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Czochralsk%C3%A9ho_metoda

TZB-info: *Porovnání solárního fototerického a fotovoltaického ohřevu vody*. [online].
[cit. 2014-10-20]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/11103-porovnani-solarniho-fototerickeho-a-fotovoltaickeho-ohrevu-vody>

ELG-ELECTRIC, s.r.o.: *Fotovoltaické systémy a ostrovní technologie*. [online].
[cit. 2014-10-20]. Dostupné z: <http://www.elgelectric.com/oblast-cinnosti/slaboproude-technologie/fotovoltaicke-elektrarny-a-ostrovní-systemy>

Strukturální-fondy: *Analýza nákladů a přínosů*. [online]. [cit. 2014-8-23].
Dostupné z: <https://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/3a86fbee-beab-48cb-8ad1-aa9ed89af9bc/1136372212-zpracov-n-anal-zy-n-klad-a-p-nos>

Peníze.cz: *Co jsou úrokové sazby*. [online]. [cit. 2014-8-23].
Dostupné z: <http://www.penize.cz/80356-co-jsou-urokove-sazby>

- TZB-info: *Ekonomická efektivnost investic*. [online]. [cit. 2014-8-23].
Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2786-vypoctova-pomucka-ekonomicka-efektivnost-investic-ii>
- Europa: *Renewable energy: the promotion of electricity from renewable energy sources*. [online]. [cit. 2014-9-13].
Dostupné z: http://europa.eu/legislation_summaries/energy/renewable_energy/127035_en.htm
- Epravo.cz: *Je solární odvod v rozporu s evropským právem?* [online]. [cit. 2014-9-10].
Dostupné z: <http://www.epravo.cz/top/clanky/je-solarni-odvod-v-rozporu-s-evropskym-pravem-94184.html>
- Solarniproud: *Zelený bonus jak funguje*. [online]. [cit. 2014-9-3].
Dostupné z: <http://solarnienergie-cz.webnode.cz/zeleny-bonus-jak-funguje/>
- TZB-info: *Výše výkupních cen a zelených bonusů*. [online]. [cit. 2014-9-15].
Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/vyse-vykupnich-cen-a-zelenych-bonusu>
- Fotovoltaika.cz: *Zelený bonus pro rok 2014 neklesne*. [online]. [cit. 2014-11-22].
Dostupné z: <http://www.fotovoltaika.cz/slunecni-energie/292/zeleny-bonus-rok-2014-neklesne/>
- Fotovoltaika: *SVP Solar, s.r.o.* [online]. [cit. 2014-10-3]. Dostupné z: <http://www.svp-solar.cz/fotovoltaika/>
- E.ON: *Informace pro výrobce elektřiny*. [online]. [cit. 2014-10-5].
Dostupné z: <http://www.eon.cz/cs/o-spolecnosti/informace-pro-partnery/informace-pro-vyrobce-elektriny.shtml#a1>
- IDnes: *Hypoteční kalkulačka*. [online]. [cit. 2014-10-8].
Dostupné z: http://kalkulacky.idnes.cz/cr_hypotecni-kalkulacka.php
- Deník.cz: *Solární elektrárny zabírají 4000 hektarů zemědělské půdy*. [online]. [cit. 2014-11-23]. Dostupné z: <http://www.denik.cz/ekonomika/solarni-elektrarny-zabiraji-000-hektaru-zemedelske-pudy-20130326.html>

17. Seznam obrázků, tabulek a grafů

Seznam obrázků

Obrázek 1: Globální horizontální záření, Česká republika.....	19
Obrázek 2: Možnosti využívání sluneční energie.....	21
Obrázek 3: Solární článek z krystalického křemíku	24
Obrázek 4: Ostrovní systém s akumulací elektrické energie (12V i 230V)	36
Obrázek 5: Schéma prodeje elektrické energie přes zelený bonus.....	41
Obrázek 6: Schéma přímého prodeje elektrické energie	42

Seznam tabulek

Tabulka 4: Záruční podmínky SVP Solar, s.r.o.....	13
Tabulka 1: Účinnost typů fotovoltaických článků.....	24
Tabulka 2: Výsledky solárního ohřevu za rok	30
Tabulka 3: Pořizovací náklady systémů	30
Tabulka 5: Výkupní ceny a roční zelené bonusy na elektřinu	40
Tabulka 6: Kalkulace návratnosti s 20% VK a 80% z CK za použití ZB (Říčany 2009) ...	47
Tabulka 7: Hypoteční tabulka.....	48
Tabulka 8: Bilance účtu při 100% financování majitelem	49
Tabulka 9: Další finanční ukazatele (verze s hypotékou).....	50
Tabulka 10: Další finanční ukazatele (100% financování majitelem).....	50
Tabulka 11: Finanční ukazatele (Říčany 2012); Graf 8: ROI (Říčany 2012).....	52
Tabulka 12: Kalkulace návratnosti při použití zelených bonusů (Říčany 2012).....	53
Tabulka 13: Bilance účtu při 100% financování majitelem v roce 2014.....	55
Tabulka 14: Bilance účtu při 100% financování majitelem v roce 2013.....	55
Tabulka 15: Kalkulace návratnosti při použití zelených bonusů (2014)	56
Tabulka 16: Bilance účtu při 100% financování majitelem a 70% spotřebě - 2014	58
Tabulka 17: Další finanční ukazatele při 70% spotřebě vlastní energie.....	58
Tabulka 18: Přehled výsledků jednotlivých variant	61

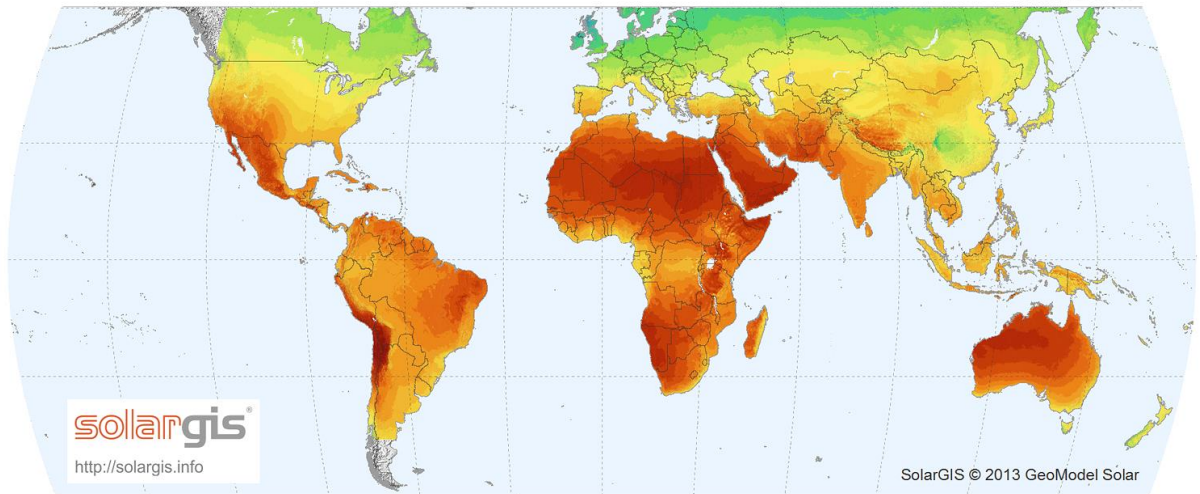
Seznam grafů

Graf 1: Profil odběru teplé vody použitý při simulaci	28
Graf 2: Měsíční zisky u jednotlivých variant.....	29
Graf 3: Ekonomické porovnání solárního ohřevu vody.....	31
Graf 4: Vývoj spotřeby energie v závislosti na spotřebě křemíku.....	32
Graf 5: Environmentální dopady výroby FV panelů o výkonu 1 kWp	34
Graf 6: Vývoj výroby z OZE a její podíl na hrubé domácí spotřebě.....	37
Graf 7: Srovnání modelů financování (jednoduchá doba návratnosti)	49
Graf 8: ROI (Říčany 2012); Tabulka 11: Finanční ukazatele (Říčany 2012).....	52
Graf 9: Prostá návratnost investice (Zdiby - Přemyšlení 2014).....	57
Graf 10: Přehled čistých současných hodnot jednotlivých variant.....	61
Graf 11: Přehled diskontované doby návratnosti všech variant	61

18. Přílohy

WORLD MAP OF GLOBAL HORIZONTAL IRRADIATION

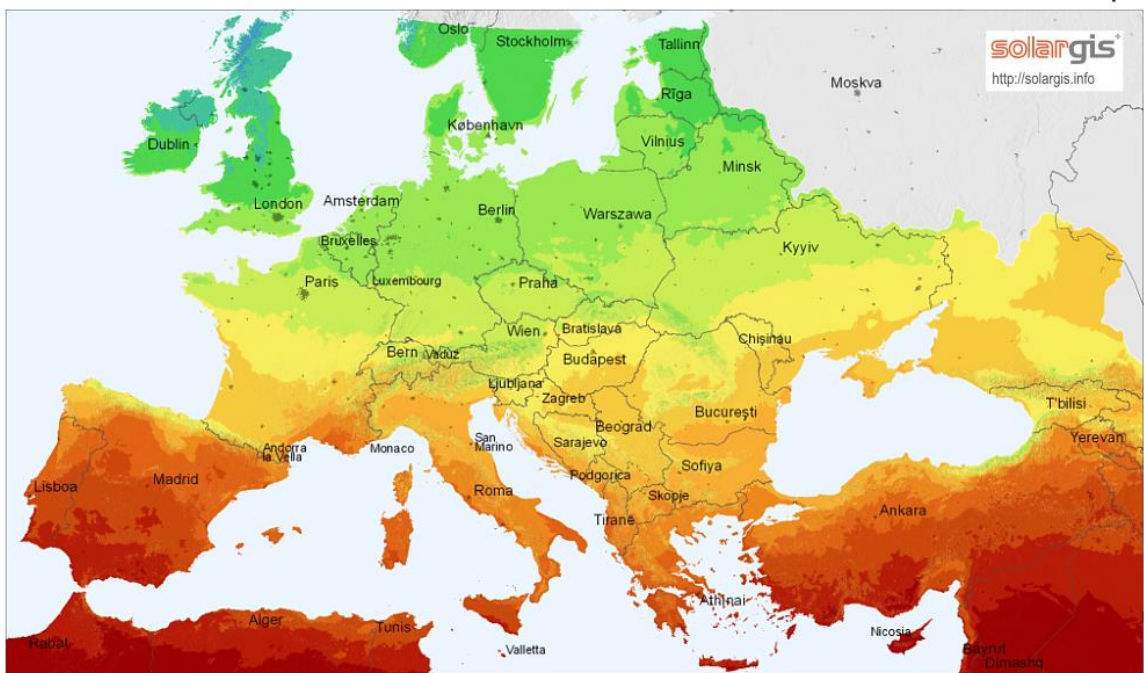
GeoModel
SOLAR



Long-term average of: Annual sum < 700 900 1100 1300 1500 1700 1900 2100 2300 2500 2700 >
Daily sum < 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 > kWh/m²

Globální horizontální záření

Evropa



Průměrný roční úhrn (4/2004 - 3/2010)
< 700 900 1100 1300 1500 1700 1900 > kWh/m²

© 2011 GeoModel Solar s.r.o.

Dostupné z: <http://americanhistory.si.edu/powering/images/gallery53.htm>

Elektrárna vybudovaná v podmínkách roku 2009 (Přímý prodej) při financování VK

Výkon elektrárny	5,06	kWp
Předpokládaná výtěžnost	919	kWh/kWp
Přímý prodej	12,89	Kč/kWh
Pokles výkupních cen	-3%	rok
Vlastní spotřeba vyr. en.	0%	výroby
Roční snížení výkonu pan.	0,80%	poč.

Vlastní kap./Pořizovací nák.	562 049 Kč	562 049 Kč
Výše roční splátky úvěru	0 Kč	
Fond oprav + poj. / rok	7 500 Kč	

Celkem za 20 let provozu:	
Výnosy	849 569 Kč
Náklady	-712 049 Kč
Zisk (výnosy-náklady)	137 520 Kč
Průměrný roční zisk	35 353 Kč
Zhodnocení inv. / 20let	19,31%
Diskontní míra	0,01

	Rok	Výkon [kW]	Vyr. en. [kWh]	Zelený bonus [Kč/kWh]	Výnosy z přím. pr. [Kč]	Náklady celkem [Kč]	Roční zisk (CF) [Kč]	Stav účtu (CCF) [Kč]	DCF [Kč]	DCCF [Kč]
1	2009	5,06	4650,14	12,89	59940	-569549	52440	-509 609	51921	-510128
2	2010	5,02	4613	12,50	57677	-7500	50177	-459 432	49188	-460940
3	2011	4,98	4576	12,13	55495	-7500	47995	-411 436	46584	-414356
4	2012	4,94	4539	11,76	53393	-7500	45893	-365 543	44102	-370253
5	2013	4,90	4501	11,41	51367	-7500	43867	-321 677	41738	-328516
6	2014	4,86	4464	11,07	49414	-7500	41914	-279 763	39485	-289031
7	2015	4,82	4427	10,74	47532	-7500	40032	-239 731	37339	-251693
8	2016	4,78	4390	10,41	45719	-7500	38219	-201 512	35294	-216398
9	2017	4,74	4353	10,10	43971	-7500	36471	-165 041	33347	-183051
10	2018	4,70	4315	9,80	42288	-7500	34788	-130 253	31493	-151558
11	2019	4,66	4278	9,51	40665	-7500	33165	-97 088	29727	-121832
12	2020	4,61	4241	9,22	39102	-7500	31602	-65 486	28045	-93786
13	2021	4,57	4204	8,94	37597	-7500	30097	-35 389	26445	-67341
14	2022	4,53	4167	8,68	36146	-7500	28646	-6 743	24921	-42420
15	2023	4,49	4129	8,42	34749	-7500	27249	20 505	23470	-18950
16	2024	4,45	4092	8,16	33402	-7500	25902	46 408	22090	3140
17	2025	4,41	4055	7,92	32106	-7500	24606	71 013	20777	23917
18	2026	4,37	4018	7,68	30857	-7500	23357	94 370	19527	43443
19	2027	4,33	3981	7,45	29654	-7500	22154	116 524	18338	61781
20	2028	4,29	3943	7,23	28496	-7500	20996	137 520	17207	78988
	Σ		85935		849569	-712049	137520		641037	

Elektrárna vybudovaná v podmínkách roku 2009 (Přímý prodej) při financování hypotékou

Výkon elektrárny	5,06	kWp
Předpokládaná výtěžnost	919	kWh/kWp
Přímý prodej	12,89	Kč/kWh
Pokles výkupních cen	-3%	rok
Vlastní spotřeba vyr. en.	0%	výroby
Roční snížení výkonu pan.	0,80%	poč.

Vlastní kap./Pořizovací nák.	112 410 Kč	562 049 Kč
Výše roční splátky úvěru	35 016 Kč	
Fond oprav + poj. / rok	7 500 Kč	

Celkem za 20 let provozu:	
Výnosy	849 569 Kč
Náklady	-962 730 Kč
Zisk (výnosy-náklady)	-113 161 Kč
Průměrný roční zisk	2 088 Kč
Zhodnocení inv. / 20let	-11,75%
Diskontní míra	0,01

	Rok	Výkon [kW]	Vyr. en. [kWh]	Přímý prodej [Kč/kWh]	Výnosy z přím. pr. [Kč]	Náklady celkem [Kč]	Roční zisk (CF) [Kč]	Stav účtu (CCF) [Kč]	DCF [Kč]	DCCF [Kč]
1	2009	5,06	4650	12,89	59940	-154926	17424	-94 986	17252	-95158
2	2010	5,02	4613	12,50	57677	-42516	15161	-79 825	14862	-80296
3	2011	4,98	4576	12,13	55495	-42516	12979	-66 845	12598	-67698
4	2012	4,94	4539	11,76	53393	-42516	10877	-55 968	10453	-57246
5	2013	4,90	4501	11,41	51367	-42516	8851	-47 118	8421	-48825
6	2014	4,86	4464	11,07	49414	-42516	6898	-40 220	6498	-42327
7	2015	4,82	4427	10,74	47532	-42516	5016	-35 204	4679	-37648
8	2016	4,78	4390	10,41	45719	-42516	3203	-32 001	2958	-34690
9	2017	4,74	4353	10,10	43971	-42516	1455	-30 546	1331	-33360
10	2018	4,70	4315	9,80	42288	-42516	-228	-30 774	-207	-33567
11	2019	4,66	4278	9,51	40665	-42516	-1851	-32 625	-1659	-35225
12	2020	4,61	4241	9,22	39102	-42516	-3414	-36 039	-3029	-38255
13	2021	4,57	4204	8,94	37597	-42516	-4919	-40 958	-4323	-42577
14	2022	4,53	4167	8,68	36146	-42516	-6370	-47 328	-5542	-48119
15	2023	4,49	4129	8,42	34749	-42516	-7767	-55 096	-6691	-54810
16	2024	4,45	4092	8,16	33402	-42516	-9114	-64 209	-7772	-62582
17	2025	4,41	4055	7,92	32106	-42516	-10410	-74 620	-8790	-71372
18	2026	4,37	4018	7,68	30857	-42516	-11659	-86 279	-9747	-81119
19	2027	4,33	3981	7,45	29654	-42516	-12862	-99 141	-10646	-91766
20	2028	4,29	3943	7,23	28496	-42516	-14020	-113 161	-11490	-103256
Σ			85935		849569	-962730	-113161		9154	

Elektrárna vybudovaná v podmínkách roku 2013 (ZB) při 40% vlastní spotřeby – Zdiby

Výkon elektrárny	4,9	kWp
Předpokládaná výtěžnost	970	kWh/kWp
ZB 1. pol. 2013	2,86	Kč/kWh
Předpokládaný růst ZB	2%	rok
Prodej přebytků za	0,60	Kč/kWh
Cena odebírané elektřiny	4,70	Kč/kWh
Vlastní spotřeba vyr. en.	40%	výroby
Roční snížení výkonu pan.	0,80%	poč.
Roční zdražení elektřiny	5%	

Pořizovací náklady	235 722 Kč
Pojištění / rok	1 000 Kč
Fond oprav / rok	1 500 Kč

Celkem za 20 let provozu:	
Výnosy	604 307 Kč
Náklady	-285 722 Kč
Zisk (výnosy-náklady)	318 585 Kč
Průměrný roční zisk	26 259 Kč
Zhodnocení inv. / 20let	111,50%
Diskontní míra	0,01

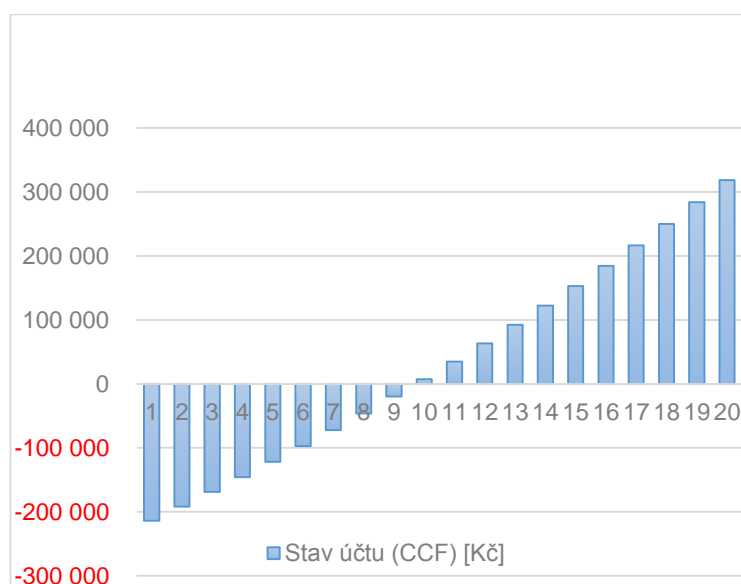
	Rok	Výkon [kW]	Vyr. en. [kWh]	Zelený bonus [Kč/kWh]	Výnosy ze ZB [Kč]	Úspora nákladů [Kč]	Prodej přebytků [Kč]	Náklady celkem [Kč]	Roční zisk (CF) [Kč]	Stav účtu (CCF) [Kč]	DCF [Kč]	DCCF [Kč]
1	2013	4,90	4753	2,86	13594	8936	1711	-238222	21740	-213 982	21525	-214 197
2	2014	4,86	4715	2,92	13755	9307	1697	-2500	22259	-191 722	21821	-192 376
3	2015	4,82	4677	2,98	13916	9694	1684	-2500	22794	-168 928	22124	-170 253
4	2016	4,78	4639	3,04	14079	10096	1670	-2500	23345	-145 583	22434	-147 818
5	2017	4,74	4601	3,10	14243	10514	1656	-2500	23913	-121 670	22753	-125 065
6	2018	4,70	4563	3,16	14408	10948	1643	-2500	24499	-97 171	23079	-101 986
7	2019	4,66	4525	3,22	14574	11400	1629	-2500	25103	-72 068	23414	-78 573
8	2020	4,63	4487	3,29	14740	11869	1615	-2500	25725	-46 343	23756	-54 816
9	2021	4,59	4449	3,35	14908	12357	1602	-2500	26366	-19 977	24108	-30 708
10	2022	4,55	4411	3,42	15076	12864	1588	-2500	27028	7 051	24468	-6 241
11	2023	4,51	4373	3,49	15245	13391	1574	-2500	27710	34 761	24837	18 596
12	2024	4,47	4335	3,56	15415	13938	1561	-2500	28413	63 174	25215	43 812
13	2025	4,43	4297	3,63	15585	14507	1547	-2500	29138	92 312	25603	69 414
14	2026	4,39	4259	3,70	15756	15097	1533	-2500	29886	122 198	26000	95 414
15	2027	4,35	4221	3,77	15928	15710	1519	-2500	30657	152 856	26407	121 821
16	2028	4,31	4183	3,85	16100	16347	1506	-2500	31453	184 309	26824	148 645
17	2029	4,27	4145	3,93	16272	17009	1492	-2500	32273	216 582	27251	175 896
18	2030	4,23	4107	4,00	16446	17695	1478	-2500	33119	249 701	27688	203 584
19	2031	4,19	4069	4,08	16619	18408	1465	-2500	33992	283 693	28136	231 720
20	2032	4,16	4031	4,17	16793	19148	1451	-2500	34892	318 585	28596	260 316
	Σ		87835		303451	269235	31621	-285722	318585		496038	

Finanční ukazatele Zdiby 2013

PP	9,76
DPP	10,26
ROI	111,50%
NPV	260 316 Kč
IRR	2%

Zdroj: vlastní zpracování

Prostá návratnost investice Zdiby 2013 při 40% spotřebě vlastní energie



Zdroj: vlastní zpracování

Elektrárna vybudovaná v podmínkách roku 2014 při 70% vlastní spotřeby

Výkon elektrárny	4,9	kWp
Předpokládaná výtěžnost	970	kWh/kWp
ZB	0	Kč/kWh
Předpokládaný růst ZB	0%	rok
Prodej přebytků za	0,60	Kč/kWh
Cena odebírané elektřiny	4,89	Kč/kWh
Vlastní spotřeba vyr. en.	70%	výroby
Roční snížení výkonu pan.	0,80%	poč.
Roční zdražení elektřiny	5%	

Pořizovací náklady	235 722 Kč
Pojištění / rok	1 000 Kč
Fond oprav / rok	1 500 Kč

Celkem za 20 let provozu:	
Výnosy	506 019 Kč
Náklady	-285 722 Kč
Zisk (výnosy-náklady)	220 297 Kč
Průměrný roční zisk	22 135 Kč
Zhodnocení inv. / 20let	77,10%
Diskontní míra	0,01

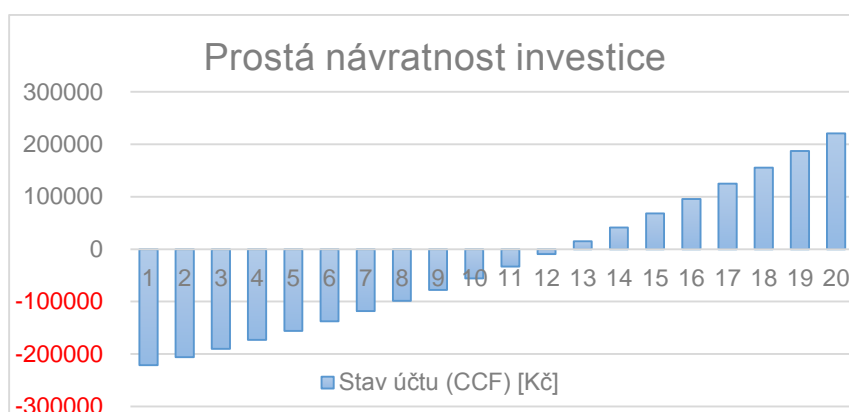
	Rok	Výkon [kW]	Vyr. en. [kWh]	Zelený bonus [Kč/kWh]	Výnosy ze ZB [Kč]	Úspora nákladů [Kč]	Prodej přebytků [Kč]	Náklady celkem [Kč]	Roční zisk (CF) [Kč]	Stav účtu (CCF) [Kč]	DCF [Kč]	DCCF [Kč]
1	2013	4,90	4753	0	0	16270	856	-238222	14625	-221097	14480	-221242
2	2014	4,86	4715	0	0	16946	849	-2500	15295	-205802	14994	-206248
3	2015	4,82	4677	0	0	17650	842	-2500	15992	-189810	15522	-190726
4	2016	4,78	4639	0	0	18382	835	-2500	16717	-173093	16065	-174662
5	2017	4,74	4601	0	0	19143	828	-2500	17471	-155622	16623	-158039
6	2018	4,70	4563	0	0	19934	821	-2500	18255	-137367	17197	-140841
7	2019	4,66	4525	0	0	20756	814	-2500	19071	-118296	17788	-123054
8	2020	4,63	4487	0	0	21611	808	-2500	19918	-98378	18394	-104659
9	2021	4,59	4449	0	0	22499	801	-2500	20800	-77578	19018	-85641
10	2022	4,55	4411	0	0	23422	794	-2500	21716	-55862	19659	-65982
11	2023	4,51	4373	0	0	24381	787	-2500	22668	-33193	20318	-45664
12	2024	4,47	4335	0	0	25378	780	-2500	23658	-9535	20995	-24669
13	2025	4,43	4297	0	0	26413	773	-2500	24686	15151	21691	-2978
14	2026	4,39	4259	0	0	27488	767	-2500	25755	40905	22406	19428
15	2027	4,35	4221	0	0	28605	760	-2500	26864	67770	23140	42567
16	2028	4,31	4183	0	0	29764	753	-2500	28017	95787	23894	66461
17	2029	4,27	4145	0	0	30968	746	-2500	29215	125002	24668	91129
18	2030	4,23	4107	0	0	32219	739	-2500	30458	155460	25463	116592
19	2031	4,19	4069	0	0	33516	732	-2500	31749	187208	26280	142872
20	2032	4,16	4031	0	0	34863	725	-2500	33089	220297	27118	169990
Σ			87835		0 Kč	490208	15810	-285 722	220 297		405712	

Finanční ukazatele Zdiby 2014

PP	12,4 let
DPP	13,14 let
ROI	77,10%
NPV	169 990 Kč
IRR	-6%

Zdroj: vlastní zpracování

Prostá návratnost investice Zdiby 2014 při 70% spotřebě vlastní energie



Zdroj: vlastní zpracování