

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA



Studijní program: Hospodářská politika a správa

Studijní obor: Podnikání a administrativa

Školní rok: 2010/2011

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Využití solárních systémů a jejich ekonomický přínos

Solar systems utilization and its economic gain

Vypracoval: **Bc. Tomáš MYSLIVEC**

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Antonín VALDER, CSc.**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Tomáš Myslivec

obor Podnikání a administrativa

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze
čl. 17 odst. 2 určuje tuto diplomovou práci.

Název práce: **VYUŽITÍ SOLÁRNÍCH SYSTÉMŮ A JEJICH
EKONOMICKÝ PŘÍNOS**

Osnova diplomové práce:

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Literární rešerše
4. Charakteristika solárních systémů
5. Analýza a hodnocení solárních systémů
6. Závěr
7. Seznam použitých zdrojů
8. Přílohy


Rozsah hlavní textové části: 60 - 80 stran

Doporučené zdroje:

- (1) Martin Libra, Vladislav Poulek, Solární energie, Fotovoltaika – perspektivní trend současnosti i blízké budoucnosti, ČZU v Praze, 2005, ISBN 80-213-1335-8
- (2) M. Cenek a kol., Obnovitelné zdroje energie, FCC Public, Praha, 2001
- (3) Armin Themessl, Werner Weiss, Solární systémy, Návrhy a stavba svépomocí, Grada Publishing, a.s., 2005
- (4) Hermann Scheer, Světové sluneční hospodářství, Eurosolar.cz, 2004
- (5) Andrea Henze, Werner Hillebrand, Elektrický proud ze slunce, HEL, 2000
- (6) Bernard Krieg, Elektřina ze slunce, HEL, 2003

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Antonín Valder, CSc.**

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2011



Vedoucí katedry



Děkan

V Praze dne: 23. 3. 2011

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že diplomovou práci na téma „Využití solárních systémů a jejich ekonomický přínos“ jsem vypracoval samostatně s použitím literatury, kterou uvádím v příloženém seznamu.

V Praze dne 30. března 2011

Podpis.....

Poděkování

Poděkování patří mému vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Antonínu VALDEROVI, CSc., za jeho čas a obětavé vedení práce.

Využití solárních systémů a jejich ekonomický přínos

Solar systems utilization and its economic gain

Souhrn

Základní myšlenkou práce je vyhodnocení investice do fotovoltaické elektrárny, která byla ovlivněna změnou zákona a podmínek pro již fungující projekty. Změna podmínek pro fotovoltaické elektrárny byla zdůvodněna hrozbou zdražení elektrické energie pro koncové uživatele. V práci je znázorněno, jak se změna podmínek projeví u malé modelové elektrárny, která je umístěna na rodinném domě. Z výsledku je zřejmé, že změna zákona se těchto malých zdrojů o nominálním výkonu do 30 kW příliš nedotkne.

Další část se týká analýzy projektu větší elektrárny o výkonu 159 kW na střeše výrobní haly. Jedná se o konkrétní instalaci, která je sledována od výběru technologie, přes výběr dodavatele až po výpočet návratnosti před a po změně podmínek. Z výsledků je zřejmé, že návratnost projektu se prodlouží, investor získá méně zisku a odvede více na daních. Přesná čísla jsou uvedena v tabulkách a jejich výsledky jsou podrobně interpretovány.

Ze situace vyplývá, že na každý projekt je potřeba vytvářet rezervu. I podmínky pro investice, které byly garantované zákony České republiky, nejsou neměnné, jak se mnozí investoři domnívali. Podobný problém se týká programu Zelená úsporám, který se v současné době potýká s nedostatkem financí pro tisíce žádostí.

Summary

The basic idea of the diploma thesis is an interpretation of investment in photovoltaic power plant, which has been affected by legislative change and conditions for existing projects. The terms change for photovoltaic power plant was argued by threat of rise in price of electricity for final user. I specify how this change will affect a small test power plant placed on a family house. I came to a result, that it does not affect these small sources up to nominal output 30kW much.

The next part is concerned with an analysis of bigger power plant with 159kW output placed on the roof of manufacturing hall. It is a particular installation, where we can follow a technology and provider selection, an economic return calculation before and after the term change. The economic return extends, the investor has less returns and pays more taxes. The exact numbers are mentioned in tables.

From this situation follows, that making reserves is necessary in every project. Also that investments, which are guaranteed by the government, are not so sure as many investors supposed. Similar case concerns funding program „Zelená úsporám“ which has problem with financing of thousands applications

Klíčová slova:

Key words

Fotovoltaický jev - fyzikální jev, při němž vzniká elektrický proud osvětlením polovodiče

Photovoltaic effect - the creation of a voltage or a corresponding electric current in a material upon exposure to light.

Fotovoltaický panel – solární články spojené v jeden modul.

Photovoltaic panel – solar cells packed into a modul

Fotovoltaická elektrárna – systém spojení fotovoltaických panelů a měničů, které generují elektrický proud

Photovoltaic power plant – system of photovoltaic panels and invertors that generate electricity

Seznam zkratk:

TUV – Teplá užitková voda

PV GIS – Photovoltaic Geographical Information System – aplikace pro zjišťování intenzity slunečního záření dle přesné lokace v Evropě

kWp – kilo Watt Peak – nominální výkon elektrárny dle technických parametrů

ROI – Return on Investments – metoda hodnocení návratnosti investic

Obsah:

1 Úvod.....	11
2 Cíl a metodika práce.....	12
3 Literární rešerše.....	13
3.1 Právní úprava.....	13
3.2 Fosilní palivo – neekologický a omezený zdroj pro výrobu energie.....	15
3.3 Druhy alternativních zdrojů elektrické energie.....	16
4. Charakteristika solárních systémů.....	22
4.1 Solární termické systémy.....	22
4.2 Fyzikální podstata přeměny slunečního záření na elektrický proud.....	23
4.3 Solární elektrárny.....	23
4.4 Fotovoltaické elektrárny.....	24
4.5 Křemíkové fotovoltaické články.....	25
4.6 Typy fotovoltaických zařízení.....	27
4.7 Měníče napětí.....	29
4.8 Využití tepelné energie ze slunce.....	30
4.8.1 Solární kolektory.....	31
4.8.2 Ohřev TUV.....	32
4.8.3 Návratnost solárního systému pro ohřev TUV.....	33
4.9 Ekonomika fotovoltaických systémů.....	34
4.9.1 Roční výkon systému dle umístění v České republice.....	34
5. Analýza a hodnocení solárních systémů	38
5.1 Domácí sluneční elektrárny a jejich ekonomická analýza.....	39
5.2 Analýza konkrétního projektu.....	42
5.3 Požadavky na elektrárnu a celý projekt.....	45
5.4 Průběh výběrového řízení.....	49
5.5 Výběr dodavatele.....	53
5.6 Průběh realizace.....	54

5.7 Ekonomická analýza projektu.....	56
5.8 Fotovoltaika v roce 2011.....	68
5.9 Ekonomické přínosy.....	69
6. Závěr.....	70
7. Seznam použité literatury.....	73
8. Přílohy	75

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Mapa slunečního záření v ČR - kWh/m ² /rok.....	19
Obrázek č. 2: Mapa slunečního záření v Evropě - kWh/m ² /rok.....	20
Obrázek č. 3: Půdorys haly.....	44
Obrázek č. 4: Řez halou.....	44
Obrázek č. 5: Zatěžovaná střešní konstrukce.....	47
Obrázek č. 6: Nezatěžovaná střešní konstrukce.....	48
Obrázek č. 7: Ocelové konstrukce zabudované ve střešním plášti.....	48

Seznam grafů

Graf č.1: Roční úhrn vyrobené energie fotovoltaickým systémem o výkonu 10 kWp v Ústí nad Labem.....	35
Graf č.2: Roční úhrn vyrobené energie fotovoltaickým systémem o výkonu 10 kWp v Hodoníně.....	36
Graf č. 3: Sluneční elektrárny celosvětově, celkový výkon k 1.12.2010.....	57
Graf č. 4: Sluneční elektrárny v ČR, stav k 1.3.2011.....	57

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Výpočet návratnosti sestavy SolarHit.....	33
Tabulka č. 2: Roční úhrn vyrobené energie fotovoltaickým systémem o výkonu 10 kWp v Ústí nad Labem.....	35
Tabulka č. 3: Roční úhrn vyrobené energie fotovoltaickým systémem o výkonu 10 kWp v Hodoníně.....	36
Tabulka č. 4: Ceny platné pro rok 2010 dle cenového rozhodnutí 5/2009.....	39
Tabulka č.5: Model 10kW elektrárny v Ústí nad Labem 1.....	39

Tabulka č. 6: Výkupní ceny platné pro rok 2010 dle cenové rozhodnutí ERU č. 02/2010.....	40
Tabulka č. 7: Model 10kW elektrárny v Ústí nad Labem 2.....	41
Tabulka č. 8: Elektrárna v Ústí nad Labem o nominálním výkonu 10 kWp.....	42
Tabulka č. 9: Harmonogram realizace.....	52
Tabulka č. 10: Průběh realizace.....	55
Tabulka č. 11: Cenové rozhodnutí ERU č. 2/2010.....	59
Tabulka č. 12: Předpokládaný roční výkon elektrárny Power Get.....	59
Tabulka č. 13: Model výnosů elektrárny za původních podmínek roku 2010.....	62
Tabulka č. 14: Výkupní ceny platné pro všechny elektrárny zapojeny do konce roku 2010.....	63
Tabulka č. 15: Model výnosů elektrárny za nových podmínek roku 2010.....	63
Tabulka č. 16: Srovnání rozdílů v příjmech projektu za 20 let fungování elektrárny...	65
Tabulka č. 17: Model výnosů elektrárny za nových podmínek roku 2010 v Hodoníně	66
Tabulka č. 18: Srovnání výnosů stejné elektrárny umístěné v Chabařovicích a v Hodoníně.....	66
Tabulka č. 19: Elektrárna připojená v roce 2011.....	67

1. Úvod

Rozvoj výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů je v zájmu celého lidstva. Sníží se tím závislost na fosilních zdrojích, které nejsou nahraditelné a hlavně se omezí devastace životního prostředí. S devastací životního prostředí souvisí vypouštění skleníkových plynů do atmosféry a jejich působení na globální oteplování planety.

Obnovitelné zdroje jako vítr nebo vodu, využívá ke svému užitku lidstvo již stovky let, výroba elektřiny pomocí těchto zdrojů je známá již delší dobu. Poměrně novou oblast představuje využití slunečního záření pro výrobu elektrické energie. Sluneční energie se využívá již řadu let pro potřeby tepelného výkonu a ohřevu (ohřev vody v bazénech apod.). Rozšíření systémů přeměny slunečního záření na elektrický proud bránila vysoká cena této technologie a prakticky nulová návratnost při přímé spotřebě takto vyrobené elektrické energie bez dotací nebo jiné finanční podpory.

Toto se změnilo s rozvojem fotovoltaického objevu a celého odvětví. Rozvoj odvětví také souvisí s ekologickým smýšlením vyspělé části světa, ochranou životního prostředí a potřebou snižování závislosti na fosilních zdrojích. Vlády vyspělých zemí světa se rozhodly více podporovat rozvoj formou dotací nebo garantovaných výkupních cen. Na základě těchto kroků se fotovoltaické a termické solární systémy dostaly do širšího veřejného podvědomí a potenciální investoři si o technologiích začali získávat více informací a s nimi také důvěru v tyto technologie.

V České republice se díky nastaveným výkupním cenám a poklesu ceny technologie stalo odvětví fotovoltaického průmyslu velmi zajímavým a rentabilním. Proto se během několika málo let dočkalo obrovského rozmachu.

Zájem o tuto investici byl tak obrovský, že se v ČR začaly budovat rozsáhlé sluneční elektrárny a byla vláda nucena pod hrozbou skokového zdražení elektrické energie změnit již nastavené stávající ekonomické podmínky.

V diplomové práci bude názorně ukázáno, jak se tato změna dotkla konkrétního projektu sluneční elektrárny na střeše skladovací haly společnosti Zdemar s.r.o. se sídlem v Ústí nad Labem.

2. Cíl a metodika práce

Cílem diplomové práce je vyhodnocení investice do fotovoltaických elektráren z hlediska jejich návratnosti s ohledem na změnu zákona o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. Dalším cílem je poukázat na přínosy a dopady rozvoje investic do solárních elektráren pro českou ekonomiku.

Práce se také zaměřuje na porovnání budoucích výnosů z konkrétního projektu elektrárny umístěné na střeše výrobní haly. Jedná se o kalkulaci výnosů a odvedených daní s ohledem na předpokládaný a aktuální stav právních předpisů, kdy vláda České republiky změnila existující podmínky zákona.

V práci jsou použity metody porovnání účinnosti systémů v různých lokalitách České republiky. U konkrétního návrhu projektu sluneční elektrárny byly použity poznatky z konferencí a veletrhů a jejich analýzou získány podklady pro volbu nejvhodnější technologie a konstrukce. Vyhodnocením teoretických znalostí a nabídek byl vybrán nejvhodnější dodavatel systému. Pro konkrétní projekt byla propočítána a porovnána reálná návratnost, se kterou lze v investici počítat. Všechny podkladové údaje byly získány aktivní účastí na projektu výběru technologie a dodavatele pro společnost Zdemar Ústí nad Labem s.r.o. respektive Power Gett s.r.o.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Právní úprava

Po vstupu do EU se ČR jako člen společenství musí řídit závazky vycházejícími z principů koordinované energetické politiky EU. Zásadním dokumentem je Směrnice 77/2001 ES „Podpora výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů v podmínkách jednotného trhu s elektřinou“, která měla být začleněna do naší legislativy ještě před vstupem do EU. Návrh zákona o výrobě elektřiny z obnovitelných zdrojů byl předložen do vlády a následně Poslanecké sněmovně v listopadu roku 2003. Vše bylo naplánováno tak, aby byl zákon přijat ještě před vstupem do EU, ale projednávání bylo nakonec velmi složité a zákon vstoupil v platnost 1. srpna 2005 v upravené formě i přesto, že jej prezident republiky nepodepsal. Jedná se Zákon č. 180/2005 Sb., Zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů energie. Dále je tento zákon upravován několika vyhláškami. Cíle tohoto zákona se dají shrnout do několika bodů:

- zvýšit podíl výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů ve výši 8% hrubé spotřeby,
- snížit emise skleníkových plynů k ochraně klimatu,
- snížit emise ostatních škodlivin zatěžující životní prostředí,
- snížit závislost na dovozu energetických surovin,
- zvýšit diverzifikaci a decentralizaci zdrojů energie a tím zvýšit bezpečnost dodávek energie,
- přispět ke zvýšení podnikatelské jistoty investic do obnovitelných zdrojů energie.

Uvádí OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE, ČEZ 2007.

Pro zájemce o alternativní zdroje připravil Energetický úřad na svých stránkách mnoho informací, které potřebuje výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů, zvláště potom energie ze slunečního záření.

Výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů se týkají tyto předpisy: zákon č. 458/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů (energetický zákon), zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře

využívání obnovitelných zdrojů, vyhláška ERÚ č. 475/2005 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů, v platném znění, vyhláška MŽP č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy, v platném znění, vyhláška ERÚ č. 502/2005 Sb., o stanovení způsobu vykazování množství elektřiny při společném spalování biomasy a neobnovitelného zdroje, vyhláška ERÚ č. 541/2005 Sb., o pravidlech trhu s elektřinou, zásadách tvorby cen za činnosti operátora trhu s elektřinou a provedení některých dalších ustanovení energetického zákona, v platném znění. Vyhláška ERÚ č. 150/2007 Sb., o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen.

Důležitými dokumenty jsou Cenová rozhodnutí Energetického regulačního úřadu, kterými se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných energetických zdrojů. Jsou zde zejména uvedeny výše výkupních cen z výroben elektřiny. Platnost výkupních cen a zelených bonusů je odvozena od životnosti jednotlivých systémů, u solárních elektráren je garance 20 let. Podrobnosti o výši výkupních cen se objevují v praktické části

Zeleným bonusem se rozumí příplatek za spotřebovanou energii vyrobenou z obnovitelných zdrojů. Znamená to, že za takto spotřebovanou energii se neplatí a navíc je čerpána dotace. Výrobce si může každý rok zvolit, zda bude energii prodávat do sítě nebo zda bude využívat zelených bonusů. Jestliže se rozhodne pro zelené bonusy, měl by veškerou vyrobenou energii spotřebovávat a případné přebytky odprodávat. Musí si však sám najít odběratele této energie. Oproti tomu při přímém prodeji veškeré vyrobené energie je provozovatel distribuční sítě povinen elektřinu vykoupit.

Výkupní ceny energie jsou vyhlašovány na základě vyhlášky Energetického regulačního úřadu č. 150/2007 Sb. Meziročně mohly stoupat minimálně o 2% maximálně však o 4% u elektráren uvedených do provozu do konce roku 2009. Naopak výkupní ceny pro další roky mohou podle § 6 odst. 4 zákona č. 180/2005 Sb. klesnout maximálně o 5%, aby byla zachována investiční doba návratnosti 15 let.

Při poklesu ceny pořízení technologie prudce stoupl zájem o investici do fotovoltaických elektráren až do té míry, že hrozí zdražení elektrické energie pro koncové uživatele. Z tohoto důvodu byly schváleny nové výkupní ceny, které byly postupně řešeny vyhláškami ERU. O aktuálních výkupních cenách pojednává vyhláška ERU č. 2/2010. Zároveň vláda přistoupila ke změně zákona 180/2005, který je upraven zákonem 402/2010. O konkrétních změnách se pojednává dále v textu. Vyhláška spolu s výše zmíněným zákonem jsou stěžejními právními předpisy pro oblast fotovoltaiky. Přehledně jsou další závazné předpisy týkající se tohoto odvětví k nahlédnutí například na portálu o stavebnictví www.tzb-info.cz.

3.2 Fosilní palivo – neekologický a omezený zdroj pro výrobu energie

Dle Wikipedie je fosilní palivo surovina, která vznikla v dávných dobách přeměnou organických látek, jako jsou rostliny nebo živočichové se zamezením přístupu vzduchu. Mezi fosilní paliva se řadí hlavně uhlí, ropa a zemní plyn.

Jak uvádí Scheer, 2004, současné hospodářství se dá charakterizovat jako „fosilní“, protože k zásobování energií se používají fosilní paliva. Lidstvo začalo z těchto paliv vyrábět elektrickou energii. Nelze zapomínat na vyčerpání zdrojů a při spalování a zpracování na negativní dopady na životní prostředí. Na těchto palivech v současnosti závisí hospodářství celé planety. Každé odvětví je založeno na přeměnách energie do jiných forem. Tento systém však není nekonečný. Jestliže chce civilizace na Zemi přežít, je nutné využívat fosilních paliv co nejméně a hledat další způsoby. Na jedné straně se dá říci, že cestou z fosilní krize je využívání atomové energie, jejíž odpad se dá dále zpracovat a energeticky využívat. Existuje zde však hrozba atomového nebezpečí a zvyšující se radioaktivní zátěž planety. Největšími problémy fosilních paliv jsou tedy jejich odpady a vedlejší produkce a hlavně jejich vyčerpatelnost.

3.3 Druhy alternativních zdrojů elektrické energie

Vodní elektrárny

Podle statistické ročenky Českého statistického úřadu byl podíl ve výrobě elektřiny z obnovitelných zdrojů u vodních elektráren 65% v roce 2007. Elektrická energie z vodních zdrojů se vyrábí pomocí turbín, na jejichž lopatky dopadá voda a ta celou turbínu roztáčí. Ideální pro tento druh elektráren jsou vodní toky prudkým proudem a velkým spádem. Takových toků v republice není příliš, a proto jsou vodní elektrárny budovány v přehradách nebo na klasických vodních tocích, kde však nedosahují tak velké účinnosti jako na horských prudkých tocích. Výroba elektrické energie ve vodních elektrárnách je ekologicky naprosto šetrná, elektrárny jsou bezpečné, bezodpadové a nejsou závislé na dovozu surovin.

Mezi vodní elektrárny se řadí také přečerpávací elektrárny, které fungují na podobném principu jako klasické vodní, ale pro přesun vody do vyšších míst používají levnější elektřinu, na kterou je v nočních hodinách levnější tarif, protože je snížený počet odběratelů. Elektrárna se skládá ze dvou nádrží. Ty jsou v rozdílných výškách a jsou spojeny potrubím. Při levném tarifu je voda přečerpána do horní nádrže a padá zpět dolů, kde je umístěna turbína, která vyrábí elektrický proud. V těchto elektrárnách se používají turbíny s rezervním chodem a nastavitelnými lopatkami.

Geotermální elektrárny

Staví se v oblastech s vysokou vulkanickou aktivitou a fungují díky horké páře, která je tlačena k povrchu gejzíry, nebo se do vrtů vpravuje medium, které horké vychází zpět k povrchu. Výkon všech těchto elektráren na zemi se odhaduje na 800MW. Nevýhodou je, že se dají stavět pouze v některých vhodných oblastech a jejich stavba je až pětikrát dražší než u jaderných elektráren. V České republice se geotermální energie využívá pro přímé vytápění nebo ohřev teplé vody.

Větrné elektrárny

Větrná energie se historicky využívala pro pohon mlýnu nebo jinou mechanickou činnost, jako zdroj elektrické energie se začala využívat v 70. letech 20. století. Na území České republiky jsou na více jak padesáti místech, ideální jsou pro ně oblasti severních a západních Čech a severní Morava. Nominální výkon elektrárny dosahuje maximální hodnoty

2MW (nejběžnější jsou elektrárny o výkonech 300-500kW), ale po většinu doby nedosahují maximálních hodnot díky rychlosti proudění vzduchu. Reálné využití v našich podmínkách se pohybuje kolem 20%. Princip fungování je v působení aerodynamických sil na lopatky, které pohánějí rotor a na něm instalovaný generátor vyrábějící elektrickou energii. Lopatky vrtule mají aerodynamický tvar podobný křídlu letadla a natáčejí se podle intenzity proudění větru, protože hrozí mechanické poškození při velmi silném větru a naopak při slabším proudění vzduchu pomáhá správný náklon lopatek rychlé a optimální využití proudění. Životnost větrné elektrárny je na horizontu 20 let.

Vhodné lokality vycházejí z větrného atlasu, který vydal Ústav fyziky atmosféry Akademie věd ČR, jsou příhraniční horské oblasti s nadmořskou výškou nad 500m, kde rychleji a častěji, než na zbytku území republiky. Velká část těchto lokalit spadá do chráněné krajinné oblasti, proto je zde stavba elektráren nemožná. Vliv na životní prostředí větrných elektráren je minimální. Hovoří se o negativním vlivu zejména v souvislosti se zvýšenou hlučností, reakcí zvěře nebo změnou rázu krajiny. V souvislosti s hlučností se hovoří o slyšitelném hluku a o infrahluku, který je pro lidské ucho neslyšitelný. Aerodynamický hluk, který lze slyšet, by neměl v dle norem v denních hodinách překročit 50 decibelů a v nočních 40 decibelů. Naše norma je v tomto ohledu jedna z nejpřísnějších v EU. Měření hluku probíhá před vydáním kolaudačního rozhodnutí a nejbližší obydlí by mělo být umístěno ve vzdálenosti cca 500 m od elektrárny. Při měřeních se prokázalo, že větší hluk než elektrárny vydávají šumící keře nebo stromy ve větru. Co se týče infrahluku, jde o zvuk, který má frekvenci menší než 20Hz (pro lidské ucho je slyšitelný hluk v rozmezí 100-160Hz) a od 70.let 20. století je bez problémů měřitelný. V přírodě se jedná o hluk z vodopádů nebo bouřek, ve městech jsou jeho zdrojem automobily, letadla, vlaky, klimatizace aj. V našich podmínkách se pro škodlivou hodnotu infrazvuku dle legislativy uvádí 90dB. Z měření vyplynulo, že větrná elektrárna při své činnosti zvyšuje hladinu okolního infrazvuku o 2dB a okolní infrahluk dosahuje hodnot maximálně 73dB. V tomto ohledu nelze hovořit o škodlivosti pro lidský organismus.

Zvěř na větrné elektrárny reaguje také rozdílně. Některé druhy ptáků se elektrárnám vyhýbají, jiné druhy si staví hnízda v prostorech generátorů. V Německu probíhal výzkum mezi myslivci, kteří sledovali stavy zvěře na územích, kde jsou vybudovány větrné elektrárny

a dospěli ke zjištění, že na těchto plochách zůstal stav domácí nízké zvěře na stejné úrovni nebo se dokonce zvýšil.

Energie z biomasy

Biomasa se rozumí látka živočišného původu, která zahrnuje rostliny, houby, bakterie, sinice a také odpady produkované živočišnou výrobou. Všechna biomasa má původního zdroj ve slunečním záření. Podle Obnovitelné zdroje energie v ČR, ČEZ 2005 za biomasu v České republice považujeme:

- dřevní odpady – štěpky, piliny, hobliny, kůra, větve a pařezy,
- nedřevní fytomasa – zelená biomasa, obilná a řepková sláma, energetické plodiny (šťovík, rákos, konopí),
- průmyslové a komunální odpady rostlinného původu - papírenské odpady,
- produkty živočišné výroby – kejda, chlévská mrva,
- čistírenské kaly, skládky odpadů, tříděný komunální odpad,
- kapalná biopaliva.

Pro přeměnu biomasy na energii se používají různé technologické procesy, hovoří se tedy o biopalivech. Procesem spalování se vyrábí elektrická energie ve větších elektrárnách nebo se proces využívá pro ohřev vody, případně se kombinují oba procesy (tzv. kogenerační jednotky). Spalování biomasy je její nejčastější využití. Další možností je biomasu zkapalňovat a používat jako olej nebo bionaftu. Pomocí zplynování se z biomasy tvoří plyny, které jsou dále využívány pro výrobu elektrické energie, tepla nebo pohon vozidel. Spalování biomasy má výhodu v minimálním uvolňování CO₂, který navíc ve stejném množství pohltí rostliny. Větším problémem jsou však zvýšené hodnoty polétavého prachu, které jsou však výrazně nižší než u spalování samotného uhlí. Jak uvádí ČEZ, 2007, jsou hodnoty popelnatosti při společném spalování biomasy a uhlí v elektrárnách celkově nižší. Uhlí navíc kompenzuje problém některých biopaliv se spékáním popele.

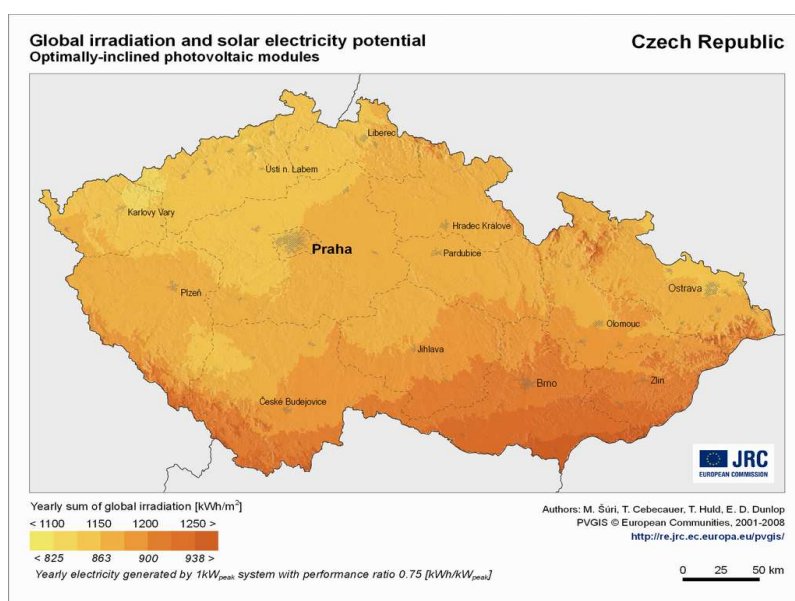
Využití solární energie

Míra využití solární energie závisí na více faktorech. Jak uvádí Murtinger, Truxa, 2005, jsou to zejména:

- zeměpisná šířka – nejvíce slunečního záření dopadá na oblasti okolo rovníku, nejméně u pólů Země.

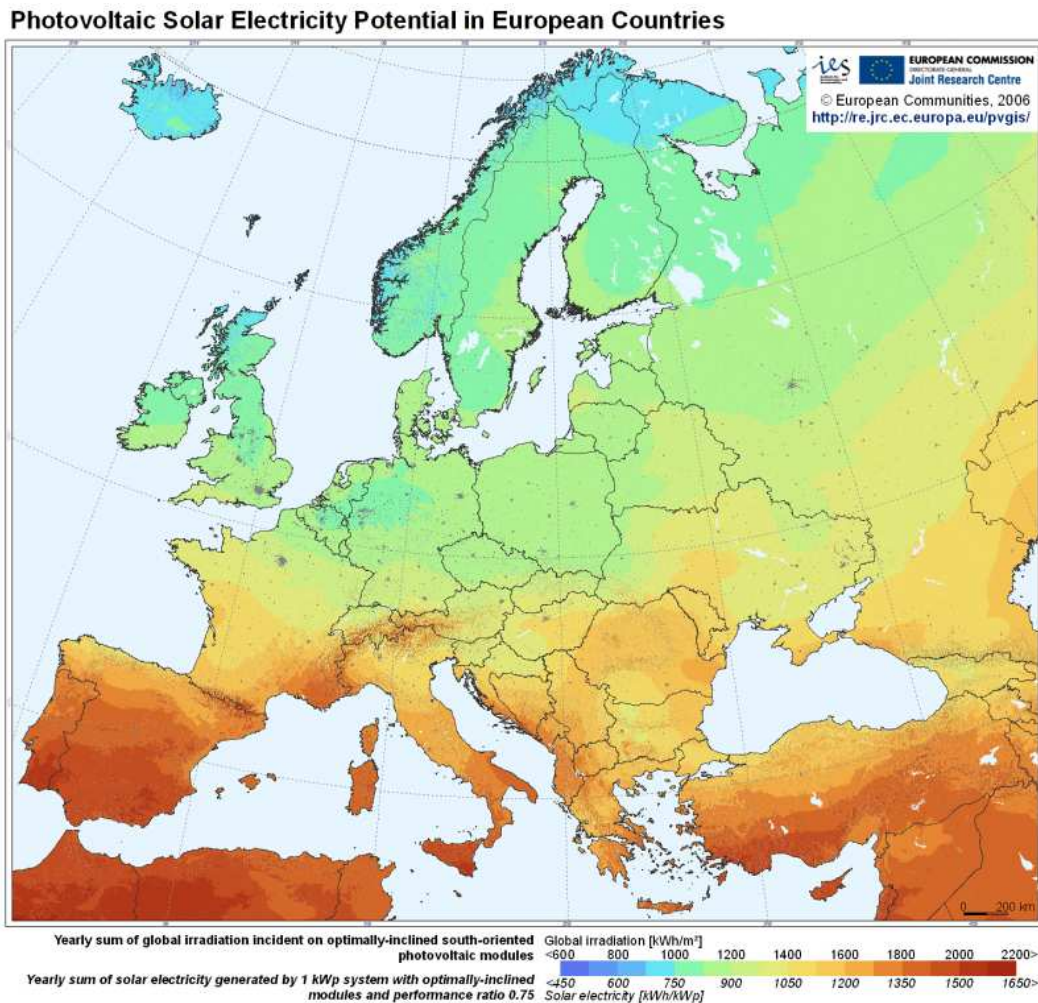
- roční doba – v závislosti na ročním období se mění množství a intenzita slunečního záření. Zimní období se vyznačuje větší oblačností a slunce je na obloze nízko, což výrazně snižuje výkon solárních zařízení. Pro srovnání v letním období dopadne na 1m² plochy orientované na jih přibližně 7-8 kWh slunečního záření, při zvětšené oblačnosti jsou to jen 2 kWh. Za zimního slunečného dne jsou to 3 kWh a při oblačnosti méně než 0,3 kWh.
- místní klima a oblačnost – každá oblast světa i naší republiky se vyznačuje specifickými klimatickými podmínkami a různou intenzitou oblačnosti. Překážkou slunečnímu záření nejsou pouze mraky, ale také přízemní mlhy nebo znečištěná atmosféra, přes kterou projde méně slunečního záření. V oblasti severních Čech lze uvést oblast Krušných hor a jejich úpatí, kde bývá mnohem více oblačnosti, srážek, inverzních mlh než například o několik kilometrů jižněji v oblastech Žatecka nebo v okolí Roudnice nad Labem. Tyto lokality se vyznačují tzv. dešťovým stínem, kdy se oblačnost zachytí nad Krušnými horami a dále se pohybuje značně členitá. Díky tomu je zde více slunečních dní než pod Krušnými horami, nemluvě o jižních částech naší republiky. Největší intenzita slunečního svitu na našem území je na jižní Moravě, kde se tak dobře daří vínu. Intenzitu slunečního záření v České republice a v Evropě dokazují obrázky č. 1 a 2.

Obrázek č. 1: Mapa slunečního záření v ČR - kWh/m²/rok.



Zdroj: <http://re.jrc.ec.europa.eu>

Obrázek č. 2: Mapa slunečního záření v Evropě - kWh/m²/rok.



Zdroj: <http://re.jrc.ec.europa.eu>

- sklon a orientace plochy, na které sluneční záření dopadá – nejvíce energie bychom z panelů nebo kolektorů získali, kdyby byly vždy nasměrovány kolmo ke slunečnímu svitu. To ovšem vyžaduje pohyblivý systém, který kopíruje dráhu slunce. Ten je však nespolehlivý a složitý na výrobu a údržbu. Používá se spíše výjimečně a panely se osazují zpravidla pod úhlem 45° směrem k jihu. V létě by byl ideální náklon 30°, v zimě 60°.

Sluneční energie se nejčastěji využívá k:

- výrobě tepelné energie,
- výrobě elektrické energie.

Pro ohřev teplé vody se používají sluneční kolektory, jejichž účinnost dosahuje v průměru 30-40%. Fotovoltaické články, které vyrábí elektrickou energii, pracují s účinností 10-20%. Největším problémem zůstává volba systému pro domácí využití, kdy bychom chtěli využívat energii v době, kdy svítíme a v zimě pro topení. Slunce je však nejaktivnější v létě přes den, kdy systémy vyrábí nejvíce energie. Proto se solární systémy při přeměně záření na teplo používají například k těmto činnostem (Murtinger, Truxa, 2005):

- ohřev vody v bazénu,
- ohřev užitkové vody,
- ohřev vzduchu a vytápění,
- destilace vody,
- dezinfekce vody,
- vaření a sušení,
- solární chlazení a klimatizace.

Ideální je využívat solární energii k přeměně na elektrický proud pro provozy, které fungují přes den (instituce, kanceláře, výrobní závody). Na střechu nebo do blízkosti těchto objektů se umísťují sluneční systémy, které z velké části nebo alespoň částečně pokryjí denní spotřebu elektrické energie při denním provozu.

4. Charakteristika solárních systémů

4.1 Solární termické systémy

Jedná se zejména o kolektory, které přenášejí tepelnou energii získanou ze slunce jinému médiu. Jako médium může fungovat voda, nemrznoucí směs nebo vzduch. Vzniklé teplo může být rovnou předáváno dále a nebo se uchovává v zásobnících pro pozdější využití. V souvislosti s těmito systémy vzniká největší problém ve formě tepelných ztrát při transportu ohřátého média a uchovávání tepla pro pozdější využití. Rozdělení solárních termických systémů podle Murtingera a Truxe, 2005 je následující:

a) dle využití získané energie

- systémy pro ohřev teplé vody – teplá užitková voda,
- systémy pro ohřev bazénů,
- systémy pro vytápění,
- systémy pro chlazení a klimatizaci.

b) dle způsobu přenosu tepla

- systémy pasivní – bez nutnosti použít pro transport tepla další zařízení, které potřebuje energii. Systém funguje pouze na bázi přirozené konvekce, je jednoduchý a spolehlivý,
- systémy aktivní – k přenosu tepla, jehož nositelem je médium, se používá čerpadla nebo ventilátoru. Celý systém proto možno regulovat.

c) dle použitého média

- systémy využívající k přenosu tepla vodu a nemrznoucí směs – jsou nejběžnější, dobře se integrují do stávajících topných systému, ve kterých je voda stejným médiem. Voda nebo nemrznoucí kapalina má také dobré teplovodní vlastnosti a nepotřebuje pro průtok trubky s velkým průměrem.
- systémy využívající vzduch – tyto systémy se uplatňují v pasivních domech s rekuperací vzduchu a jeho přitápěním. Bohužel v létě zůstávají tyto systémy nevyužité.

4.2 Fyzikální podstata přeměny slunečního záření na elektrický proud

Wikipedia a Libra, Poulek, 2009 uvádí, že Slunce je nejbližší hvězdou planety Země a jedná se o běžnou hvězdu, kterých je ve vesmíru mnoho. Slunce vznikalo před cca 5 miliardami let z mlhoviny a prachu, které díky působení gravitace začaly zahřívat až na teplotu, kdy dochází k termonukleárním reakcím (dochází k fúzi jader vodíku). Slunce je tvořeno žhavou plazmou a ta vyzařuje obrovské množství energie. Slunce můžeme považovat za obrovský přírodní termonukleární reaktor, ze kterého vyzařuje obrovské množství energie, ale na Zemi dopadá naprosté minimum.

Plazmou je tvořena téměř všechna hmota ve vesmíru, na Zemi se s plazmatem setkáme ve formě blesků. Jelikož se ve vysokoteplotním plazmatu pohybují velkou rychlostí elektricky nabitě částice, které na sebe působí a rychle mění směr pohybu, vyzařuje plazma elektromagnetické vlny, a proto vnímáme plazma jako zdroj světla. Plazma se díky svým vlastnostem odlišuje od pevných látek, kapalin nebo plynů, označuje se proto jako čtvrté skupenství hmoty.

V důsledku termonukleárních reakcí na Slunci dopadá na zemský povrch sluneční svit ve formě elektromagnetického záření. Infračervené a ultrafialové záření pohlcuje atmosféra Země.

4.3 Solární elektrárny

Existují elektrárny na analogickém principu uhelné elektrárny, kde vodu respektive páru ohřívá koncentrovaný sluneční svit. Jedná se o systém zrcadel nastavených vždy do jednoho bodu, ve kterém je absorbér. Zrcadla mohou mít tvar paraboly, žlabu, nebo jsou plochá a nasměrovaná na věž, kde je absorbér tzv. věžové elektrárny. Počáteční projekty vypadaly velmi slibně kvůli účinnosti až 17%, narazilo se však na několik problémů. Zrcadla musejí být nasměrována všechna na stejný bod a musí kopírovat dráhu slunce, vznikají časté odchylky od správného úhlu. Zrcadla musejí být čistá a to vyžaduje pravidelnou údržbu. Vzhledem k velikosti zrcadel (některé mají plochu až 40m²) často neodolají silnému větru. Elektrárna tohoto typu pracuje v Kalifornii.

4.4 Fotovoltaické elektrárny

Větší spolehlivost, minimální nároky na údržbu a menší požadavky na investice vykazují elektrárny na principu fotovoltaického jevu. Tato technologie se jeví jako daleko perspektivnější a je větší možnost jejího masového využití. S fotovoltaickými články se setkáváme již delší dobu v kalkulačkách, kde miniaturní článek reaguje na osvit a dodává do přístroje energii. Podle Scheera, 1999 by solární články instalované v Německu v domovních zvoncích namísto připojení ze sítě, ušetřily tolik energie, jako spotřebuje město o 100.000 obyvatelích. Tento fotovoltaický článek by přitom mohl mít velikost krabičky od zápalek a mohl by být zapojen přímo ke zvonku bez střídače, protože produkuje stejnosměrný proud. Podobných možností využití, kdy by se solárními panely nahradili různé druhy nabíječek domácích spotřebičů je mnoho.

Většina fotovoltaických panelů funguje na bázi křemíkového polovodiče. Křemík je chemický prvek z kategorie polokovů, který je druhým nejčastějším prvkem v zemské kůře po kyslíku (cca 26% zemské kůry). Díky svým vlastnostem se jedná o materiál pro výrobu polovodičů nebo také skla. V přírodě se nevyskytuje v čisté formě, ale pouze ve sloučeninách, ve kterých tvoří základní složku (žuly, pískovcové horniny, jíly). Křemík se vyskytuje ve většině vyvřelých hornin. Z mineralogického hlediska se nejčastěji mluví o křemenu, chemicky oxid křemičitý. Podle obsahu cizorodých prvků se křemen nachází jako různobarevný minerál. Téměř čistý oxid křemičitý se označuje jako křišťál, fialový je ametyst, žlutý je citrín, a další. (Wikipedia)

Elektromagnetické záření se mění v polovodičových fotovoltaických panelech na bázi křemíkových krystalů na stejnosměrný elektrický proud. Analogickým způsobem funguje přeměna i na bázi jiných polovodičů. Fotovoltackým panelem (solárním článkem) rozumíme velkoplošnou diodu s jedním PN přechodem. PN přechodem se rozumí dvě vrstvy křemíkových krystalů s různou hladinou elektronů. Vrstva s nedostatkem elektronů se nazývá polovodič typu p a vrstva s nadbytkem polovodič typu n. Jestliže je článek ozářen, plynou elektrony z jedné vrstvy do druhé a mezi těmito vrstvami vzniká elektrické napětí. Jednoduše řečeno mezi vrstvami polovodičů p a n vzniká při ozáření stejnosměrný elektrický proud. Stejnosměrný proud se dá využít pro napájení dopravních značek nebo jiných zařízení, které

fungují na bázi stejnosměrného proudu. Pro výrobu střídavého proudu je potřeba k panelům zapojit také střídač.

4.5 Křemíkové fotovoltaické články

Fotovoltaické články na bázi křemíkových krystalů jsou v současnosti považovány za nejlepší řešení při přeměně slunečního záření na elektrický proud a přisuzuje se jim velké využití v budoucnosti. Nejpoužívanější jsou technologie na bázi monokrystalického, polykrystalického křemíku nebo tenkovrstvé (amorfní) technologie, které reagují na denní světlo. Křemík (Si) má několik výhod a proto se používá pro fotovoltaické účely. Je to druhý nejrozšířenější prvek v zemské kůře, a proto je relativně levný a dostupný, není jedovatý a je nejvíce používaným a prozkoumaným polovodičem. V přírodě se vyskytuje ve formě křemene (oxidu křemičitého) a lidé ho znají křemenný písek, jak uvádí Wikipedia.

Výrobu křemíku popisuje Libra, Poulek, 2009. Surový křemík se vyrábí z křemičitého písku za pomoci redukce uhlíkem v obloukové peci, do které se neustále sype křemenný písek promíchaný s karbonizovaným uhlím – koksem. V peci směrem dolů stoupá teplota a probíhají zde postupné chemické reakce. Ve spodní části s nejvyšší teplotou 2000°C se hromadí roztavený křemík a ten se pravidelně odlévá. Surový křemík má čistotu 99% a 1% nečistot tvoří příměsi železa, hliníku nebo uhlíku. Pro použití křemíku jako polovodiče je však potřeba větší čistota a surový křemík se dále čistí převodem na kapalinu a destilací za pomoci chloru (tzv. Siemens chlorový cyklus). Po vyčištění vzniknou hrudky čistého křemíku, které se kontrolují pomocí elektrického odporu, aby se odhalily případné zbývající nečistoty. Z těchto hrudek se tvoří ingoty monokrystalického nebo polykrystalického křemíku.

Výroba polykrystalických ingotů je jednodušší. Surový křemík se roztaví a nalije do formy, ve které se nechá předepsanou rychlostí pomalu chladnout. Výroba monokrystalických ingotů je složitější a časově náročnější. Do roztavené hmoty křemíku o teplotě 1450°C se vnoří malý monokrystal jako zárodek a ten se pomalu vytahuje z taveniny a otáčí se kolem své osy. Při tomto procesu v interní atmosféře při sníženém tlaku na sebe navazuje další monokrystaly. Vzniklé ingoty se poté příčně řežou na destičky, které se skládají na plochu

panelu a tvoří fotovoltaické články. Tyto články se laminují do struktury plastových folií a panely jsou opatřeny krycím sklem, které bývá ošetřeno tak, aby se na něm zachytávalo co nejméně nečistot. Český výrobce panelů Solartec s.r.o., provedl v letech 2003 – 2005 výzkum, ve kterém zkoumal účinnost panelů v závislosti na znečištění krycího skla. V různých částech České republiky byly umístěny fotovoltaické systémy o jmenovitém výkonu každý kolem 200W. Některé systémy byly v oblastech s vyšší prašností a některé byly pravidelně čištěny a další nikoliv. Výzkum probíhal po dobu dvou let a došlo se k závěru, že účinnost panelů se v závislosti na čištění krycího skla snižuje o cca 2%. Tato hodnota není na tolik významná, aby se vynakládalo úsilí a finance na pravidelné čištění vrchní plochy panelů.

Libra, Poulek, 2009 opět uvádí, že účinnost monokrystalických článků se u kvalitních panelů seriové výroby pohybuje kolem 20%. Vyšší účinnosti dosahují články na bázi jiných polovodičů 25%, ale náklady na jejich výrobu jsou podstatně vyšší. V laboratorních podmínkách se dosáhlo u křemíkových panelů se zdokonalujícími prvky účinnosti přes 30%. Takové panely se používají pro využití v kosmu, kde výrobní cena nehraje důležitou roli, ale klade se důraz na maximální účinnost.

Články na bázi tenkých vrstev (tenkovrstvé) reagují na denní světlo a není nutné přímé ozáření. Říká se jim amorfní články a mají účinnost kolem 10%. Jsou poměrně levné, ale pro jejich efektivní využití je potřeba větší plochy a tím se celý systém značně prodrazí, leží-li na pozemku. Proto se využívání těchto článků zatím příliš nerozšířilo. Začínají se však využívat pro obložení fasády budovy, kde jsou tyto plochy nevyužité a mohou mít pro budovu energetický přínos. Je však otázkou, zda se vynaložená investice vyplatí. Na toto se pokusím odpovědět v praktické části. Právě tyto tenkovrstvé technologie se využívají např. v kalkulačkách, protože pracují dobře i při nízké intenzitě světla. Dají se také použít pro flexibilní panely ve formě folií, které se dají sbalit na cestu nebo využívat jako střešní krytina pro málo staticky únosné střechy, na něž by se osadily klasické panely.

V poslední době se stále více uplatňují oboustranné panely složené z oboustranných fotovoltaických článků. Jejich cena se od klasických liší pouze minimálně, ne-li vůbec a přitom jsou výhodnější než jednostranné. Výroba spočívá v tom rozdílu, že zadní plocha panelu je z průhledného laminátu a zadní kontakty PV článků nejsou celoplošné. Panel je jako

klasický určen pro dopad světla na přední stranu, ale účinnost záření při dopadu na zadní stranu je o něco málo nižší. Navíc jsou tyto panely méně náchylné na přehřívání a tím pádem se tolik nesnižuje jejich, když se zahřejí.

4.6 Typy fotovoltaických zařízení

Fotovoltaické systémy nezávislé na rozvodné síti se nazývají **ostrovní systémy** a jsou instalovány tam, kde není ekonomické nebo možné vybudovat elektrickou přípojku. Například chaty a chalupy v odlehlých částech. Výkony těchto systému se pohybují v rozmezí 1W – 10kW a je zde kladen velký důraz na minimální ztráty energie a používání úsporných spotřebičů.

Systémy s přímým napájením se používají tam, kde provozu nevádí, že elektřina se bude vyrábět pouze v případě osvitů. Jedná se o přímé propojení panelu a spotřebiče např. závlaha, napájení ventilátorů, čerpadla apod.

Systémy s akumulací elektrické energie se používají tam, kde je potřeba využívat elektrickou energii i po západu slunce. Součástí systému jsou akumulátorové baterie, ve kterých se uchovává vyrobená energie (zdroj elektrické energie pro chaty a chalupy, zdroj veřejného osvětlení, světelné reklamy, využití pro camping a jachting)

Hybridní ostrovní systémy se používají tam, kde je zapotřebí celoročně čerpat elektrickou energii. Jelikož fotovoltaické systémy v zimním období vyrobí podstatně méně energie, je třeba tento zdroj doplnit větrnou elektrárnou, malou vodní elektrárnou, elektrocentrálou apod.

Síťové fotovoltaické systémy se oproti ostrovním používají tam, kde je hustá rozvodná síť a elektrická energie putuje přes střídač přímo do sítě. Výkon těchto elektráren se pohybuje v řádu kW až MW. Elektrárny tohoto typu se nejčastěji staví na pozemcích nebo střeších.

Další rozdělení síťových systémů představují **systémy s pevným stojanem** nebo **pohyblivé**. Optimální nasměrování systémů s pevným stojanem je směrem k jihu, aby v pravé poledne vznikal nulový úhel dopadu. V našich zeměpisných šířkách je toto nastavení složité, díky rozdílné dráze slunce v letním a zimním období. Zvýšit výkon systému lze pomocí oboustranných panelů, za podmínky, že na jejich pozadí nebo na podložce je materiál, který je schopen odrážet světlo (sníh, beton, křemenný písek, světlá folie). Díky těmto podkladovým materiálům, které jsou schopné odrážet světlo, nemusí být vždy instalace kolmo ke slunečnímu svitu výhodná. Zejména v zimním období, kdy je dráha slunce nízko, se jeví jako účinnější instalovat panely do svislé polohy, kdy mají na pozadí reflexní materiál. Libra, Poulek, 2009 uvádějí, že v zimním období tyto panely s reflexním pozadím vyrobí o 25% více energie než klasické pevné instalace. Pro maximální využití panelů v letním i zimním období, by bylo vhodné panely alespoň v zimě naklonit pod úhel 60° a v létě 30°.

Pohyblivé systémy kopírují dráhu Slunce díky speciálnímu zařízení a snaží se, aby dopadový úhel slunce byl po celou dobu záření Slunce nulový. Podle Libry, Poulka, 2009 je možné takto zvýšit účinnost panelů na některých místech na světě o 40% a v podmínkách České republiky o 30%. Kdyby se neuvažovaly vlivy atmosféry, mohlo by to být až 57% procent, například na Měsíci.

V praxi se nejvíce používají následující sledovače Slunce:

- sledovače na principu hodinových strojků jsou velmi přesné, odolávají místním povětrnostním podmínkám, pracují za každého počasí i za tmy. Používají se také v astronomických dalekohledech, kde je nutné přesné sledování oblohy.
- sledovače na principu kondenzace a vypařování freonů jsou jednoduché, ale přesnost sledování u nich není nejlepší. Na vyvážené konstrukci systému jsou na každé straně připevněny lahvičky s freonem propojené trubicí. Vlivem zahřívání jedné lahvičky sluncem dochází ke kondenzaci freonu, který kondenzuje v druhé nezahřáté lahvičce a tak se jedna strana stává těžší a pohybuje se.
- sledovače na principu diferenciálního porovnání intenzity slunečního záření na PV článcích tvořících senzor – sledovač má tvar jehlanu z fotovoltaických článků, na které dopadá slunce, jehož intenzitu vyhodnocuje složité elektronické zařízení, které řídí motor a ten pohybuje solárním zařízením.

- sledovače na principu pružin z paměťových slitin – zjednodušeně řečeno jsou založeny na materiálech, které si pamatují svůj tvar, po zahřátí se tvar změní a poté se vrací zpět do původního tvaru.
- sledovače typu TRAXLE™ - toto zařízení bylo vyvinuto ve spolupráci firmy Poulek Solar s.r.o. a Technické fakulty ČZU v Praze. Na protilehlých stranách konstrukce (východ, západ) jsou umístěny menší fotovoltaické panely, na které když dopadá sluneční záření, vyrábí proud, který pohání elektromotor, který otáčí konstrukcí kolem podélné osy a sleduje pohyb Slunce od východu k západu. Motor rozezná, z jakého panelu pochází proud (východní, západní) a podle toho pohybuje konstrukcí, ta je na konci dne nakloněna k západu a jakmile druhý den ráno od východu zasvítí slunce, reaguje na proud, který pochází z panelu nasměrovanému k východu a k tomuto směru se také otáčí.

Výkon panelů se dá násobit také pomocí instalace zrcadel, které koncentrují sluneční svit, díky tomu na panel dopadá větší množství záření. Profesor Martin Libra z Technické fakulty ČZU úspěšně ozkoušel několik systémů, které zvyšují výkony panelů a prodlužují jejich životnost. Jedná se zejména o použití oboustranných fotovoltaických panelů za podpory sledovače TRAXLE™ a koncentrování záření pomocí zrcadel. Při používání zrcadel se u běžných panelů zvyšuje provozní teplota panelu a tím se snižuje jejich účinnost. Díky použití oboustranného panelu není jeho provozní teplota nižší o 5-12°, než u jednostranných panelů a lze navýšit množství vyrobené energie o 3-5%. Nižší teplota navíc zaručuje delší životnost panelu.

4.7 Měníče napětí

Každý fotovoltaický systém vyrábí stejnosměrný proud a napětí, které je potřeba pomocí měničů upravit na proud střídavý a střídavé napětí, aby se mohla energie dále zpracovávat. Střídavé napětí je takové, které se používá pro provoz běžných spotřebičů fungujících na tzv. 220 (správně už 230V).

Pro konkrétní systémy se vyrábějí měniče ostrovní a síťové. Ostrovní měniče fungují výhradně v uzavřené ostrovní síti, do které dodávají střídavý proud, který spotřebovávají

elektrické přístroje této sítě. Měníče generují vlastní kmitočet sítě typický pro evropské země 50/60Hz. Síťový měnič se instaluje k elektrárnám, které dodávají energii do sítě a tyto měniče synchronizují kmitočet s kmitočtem sítě, do které jsou připojeny. Z hlediska bezpečnosti je potřeba zajistit, aby při výpadku proudu zastavil měnič svou činnost a nedodával elektřinu do odstavené rozvodné sítě, kvůli možným zranění pracovníků, kteří pracují na opravě sítě.

Z technického hlediska se síťové měniče dělí na:

- transformátorové,
- beztransformátorové.

Transformátorové měniče, jak podle názvu vyplývá, obsahují transformátor, který zajišťuje oddělení fotovoltaických panelů od rozvodné sítě. Tyto transformátory jsou používány nejčastěji, jejich nevýhodou je vyšší hmotnost, jsou však spolehlivé. Beztransformátorové měniče jsou modernější a předpovídá se jim do budoucna, že nahradí klasické s transformátory. Jsou technicky vyspělejší, lehčí a levnější.

Měníče se dále člení dle jmenovitého výkonu. Existují měniče:

jednopanelové, které jsou součástí každého panelu, většinou do výkonu 250W.

systémové nebo také sériové, které jsou připojeny k sérii více panelů v jednom obvodu. Tyto měniče mají výkon 5-6kW.

centrální měniče mají výkony od 5kW do 1MW a obsluhují velké množství panelů zapojených do několika obvodů.

4.8 Využití tepelné energie ze slunce

Základním předpokladem pro využívání slunce jako zdroje energie, je existence spotřeby této energie nebo její další distribuce. Jak bylo uvedeno, existuje několik alternativ, jak energii ze slunce využívat s ohledem na podnikatelské a finanční možnosti fyzické osoby nebo středně velké firmy. Jedná se zejména o vyžití energie ze slunce ve formě záření k přeměně na tepelnou energii nebo elektrickou energii. Přeměna ve formě tepelné energie je využívána pro ohřev teplé užitkové vody ke spotřebě nebo vytápění. Investice do solárních

systemů, které mění záření v elektrickou energii, začala být zajímavá až po nastavení výkupních cen za takto vyrobenou energii a v souvislosti s poklesem ceny technologie.

Uvažujeme-li v roce 2010 nastavené podmínky výkupních cen a ceny za spotřebovanou elektrickou energii, jeví se jako nejvýhodnější investovat do solárního systému měnící sluneční záření na elektrickou energii. Ve variantě, kdy slunce ohřívá medium, které předává své teplo dál pro vytápění nebo ohřev vody, je hodnocení efektivnosti složitější. Procento pokrytí spotřeby se odvíjí od způsobu využívání takto vyrobeného tepla. Pro nejefektivnější využití je dobré systém zahrnout již do projektu plánované výstavby domu nebo budovy. Důmyslnou spotřebou takto vyrobeného tepla lze ušetřit až 70% spotřeby jak uvádějí společnosti, které se zabývají projektováním a prodejem solárních kolektorů. Konkrétní příklady jsou rozebrány v další kapitole.

4.8.1 Solární kolektory

Jak bylo řečeno, principem je předávání tepla pomocí teplovodního media (nejčastěji nemrznoucí kapalina – fridex). Teplou vodu lidstvo ohřívá elektřinou, uhlím, plynem, dřevem apod. Solární kolektory nabízejí další alternativu ohřevu teplé vody bez nákladů na spotřebu fosilních paliv a spotřeby elektřiny. K využití tohoto systému vedou ještě další výhody jako teplá voda zdarma, nezávislost na dodavatelích energie nebo ekologický přínos takto ohřáté vody. Nejdůležitější výhodou je samozřejmě úspora při ohřevu teplé vody díky snížení spotřeby klasických paliv. Náklady na ohřev jsou různé v závislosti na využívané energii. V domácnostech se vyskytují elektrické zásobníky teplé vody, plynové kotle, kamna na tuhá paliva s výměníkem. Nejdražší je ohřev vody elektřinou, relativně nejlevnější je použití dřeva nebo uhlí v kamnech s výměníkem. Návratnost investice do systému solárních kolektorů se pohybuje v rozmezí 5-10 let v závislosti na intenzitě využití. Díky dlouho životnosti systémů (20 let) je jasné, že takto vynaložené peníze se vyplatí i kvůli stále se zvyšujícím cenám za elektřinu, plyn a jiná paliva.

Pro vhodnou volbu solárního systému je potřeba promyslet účel použití. Solární kolektory se nečastěji používají k ohřevu teplé užitkové vody, ohřev bazénů a vytápění objektů. U ohřevu bazénu se jedná spíše o úsporu nákladů luxusu, který není nezbytný pro

běžný život, proto se ekonomikou nebudeme zabývat. Vytápění objektů je díky intenzitě slunečního záření nejúčinnější v letním období, kdy není potřeba topit. Tyto systémy se proto používají výjimečně a pro speciální účely. Investice, která logicky ušetří nejvíce nákladů, je do systému na ohřev teplé užitkové vody.

4.8.2 Ohřev TUV

Ohřev teplé užitkové vody je pro využití solárních kolektorů nejekonomičtější, protože teplá voda se v rodinném domě spotřebovává celoročně. Spotřeba vody je skoková a nejvíce se využívá odpoledne a večer, slunce má proto přes den dostatek času pro ohřev vody. V objektech s celodenní spotřebou teplé vody je výhodou, že se takto ohřátá voda nemusí dlouho uchovávat v zásobnících, přehřívát a může být rovnou spotřebována. Zásobníky však musejí být dimenzovány na denní spotřebu v objektech a připraveny na dny, kdy slunce nesvítí (např. nákupní centra, hotely, restaurace, kanceláře, aj.). To stejné platí i pro rodinné domky.

Jak velký solární systém je potřeba, aby se investice vyplatila? Extrémně velký solární systém dimenzovaný na 100% pokrytí spotřeby i v zimě, kdy svítí slunce, bude přes léto pracovat velmi silně až do té míry, že efektivita vynaložených peněz nebude úměrná užítku z této produkce. Systém by byl velký a drahý a návratnost příliš dlouhá, navíc bude mít kratší životnost kvůli vysokým teplotám v letním provozu. Malý a levný systém, který je navržen, aby ohřál pouze malou část vody, může být nahrazen větším, který ušetří více nákladů. Z tohoto vyplývá, že je potřeba navrhnout ideálně výkonný systém vzhledem ke spotřebě v domě.

Pokud chceme navrhnout ideální systém, je potřeba zabývat se pokrytím spotřeby a to pokrytí 100% spotřeby v letních dnech, kdy je solární systém maximálně účinný. Jestliže bude systém předdimenzovaný, lze hovořit o ztrátě, protože v letních dnech bude vyrábět více tepla, než bude celková spotřeba. Jestliže se tedy systém navrhne tak, aby v letních slunečních dnech pokryl 100% spotřeby teplé vody, lze tím dosáhnout roční úspory teplé užitkové vody ve výši 50-60%. Samozřejmě se nelze spoléhat pouze na slunce a spotřeby musí být pokryta klasickými zdroji tepla, jako jsou plynové nebo elektrické kotle či elektrické bojler, které dohřívají vodu na potřebnou teplotu.

Důležitou kapitolou je správné umístění solárních kolektorů na střeše, což má zásadní vliv na funkci a účinnost. Ideální je umístění kolektorů směrem k jihu, každá odchylka snižuje jeho účinnost. Není-li žádná ze stran střech nasměrována k jihu, nabízí se řešení pomocí stojanu, který kolektor nakloní správným směrem. Optimální sklon kolektoru je pod úhlem 40 - 45 stupňů. Bude-li kolektor umístěn na ploché střeše, je žádoucí naklonit ho pomocí stojanu. Pro lepší účinnost systému se doporučuje vynechat cirkulaci teplé vody, kdy dochází ke ztrátám tepla. Další opatření je v podobě důkladné izolace teplovodních trubek a solárního rozvodu, který by neměl být delší než 10m.

4.8.3 Návratnost solárního systému pro ohřev TUV

Návratnost systémů se také odvíjí od umístění v rámci České republiky. Rychleji se investice vrátí v oblastech se zvýšeným slunečním svitem (viz obrázek č. 1). Na solární kolektory lze získat dotaci z programu Zelená úsporám vypsánoho Státním fondem životního prostředí. Pro rodinné domy činí dotace 50% nákladů, maximálně však 55tisíc Kč, u bytových domů je to také 50% a 25 tisíc korun na jeden byt. Následující tabulka ukazuje možnosti instalace na rodinném domě s různým počtem obývajících osob. Navrhované systémy jsou sestavy od společnosti GAS KOMPLET s.r.o.

Tabulka č. 1 Výpočet návratnosti sestavy SolarHit.

Výpočet návratnosti standardní sestavy SolarHit v souvislosti s počtem osob

solární sestava	SD220	SD220	SD300	SD300	SD400	SD400	SD400
počet osob	2*	3*	3*	4*	4*	5*	6*
cena sestavy v Kč bez DPH	49 900	49 900	59 900	59 900	69 900	69 900	69 900
cena kWh v Kč s DPH	4*	4*	4*	4*	4*	4*	4*
počet trubíc	20	20	24	24	30	30	30
potřebná energie pro výrobu TUV (kWh/rok)	1460	2190*	2190*	2920*	2920*	3650*	4380*
energie ze slunce slunce (kWh/rok)	999	999	1199	1199	1499	1499	1499
ÚSPORA	69,00%	46,00%	55,00%	42,00%	52,00%	42,00%	35,00%
návratnost v letech (BEZ DOTACE)	12,4	12,4	12,4	12,2	11,5	11,4	11,4
výše dotace	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
návratnost v letech (S DOTACÍ)	6,2	6,2	6,2	6,2	5,8	5,8	5,8

Zdroj: www.solarhit.cz

Z tabulky vyplývá, že solární systém pro ohřev teplé užitkové vody vykazuje návratnost v rozmezí 6-7 let se započítáním dotace, s jejímž vyřízením pomáhají společnosti, které systémy dodávají a montují. Z hlediska návratnosti, životnosti systému a úspory se takto vynaložená investice jeví jako vhodná.

4.9 Ekonomika fotovoltaických systémů

Ekonomika fotovoltaických systémů vychází z více skutečností. Pro ekonomiku provozu systému jsou důležité tyto faktory:

- státní podpora (výkupní ceny, garance doby výkupních cen),
- orientace a umístění systému (orientace střechy, druh pozemku),
- bude se jednat o přímý prodej, nebo o zelené bonusy,
- lokalita umístění dle množství slunečního svitu.

4.9.1 Roční výkon systému dle umístění v České republice

V rámci České republiky jsou rozdíly v intenzitě slunečního záření. Dle lokality umístění fotovoltaického systému jsou rozdíly v ročním výnosu.

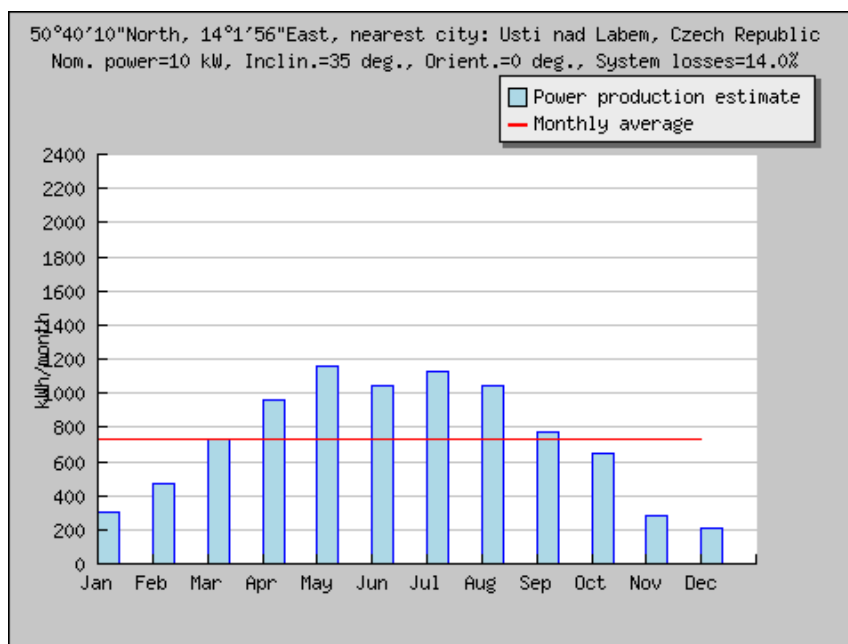
Pro srovnání budou sledovány dvě odlišné lokality České republiky: severní Čechy – Ústí nad Labem a jižní Morava – Hodonín.

Množství o roční vyrobené energii jsou čerpány z aplikace PVGIS, který je evidován pod Evropskou komisí a eviduje dlouholeté průměry dopadajícího slunečního záření nad Evropou a Afrikou <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/> . Výpočty počítají i se ztrátami celého systému a při přenosu proudu (kabely, měniče).

Systém umístěný v Ústí nad Labem

V následujícím grafu a tabulce jsou roční úhrny vyrobené energie systému v Ústí nad Labem. Veškerá data jsou získána z aplikace PV GIS

Graf č.1: Roční úhrn vyrobené energie fotovoltaickým systémem o výkonu 10 kWp v Ústí nad Labem



Zdroj: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Tabulka č. 2: Roční úhrn vyrobené energie fotovoltaickým systémem o výkonu 10 kWp v Ústí nad Labem

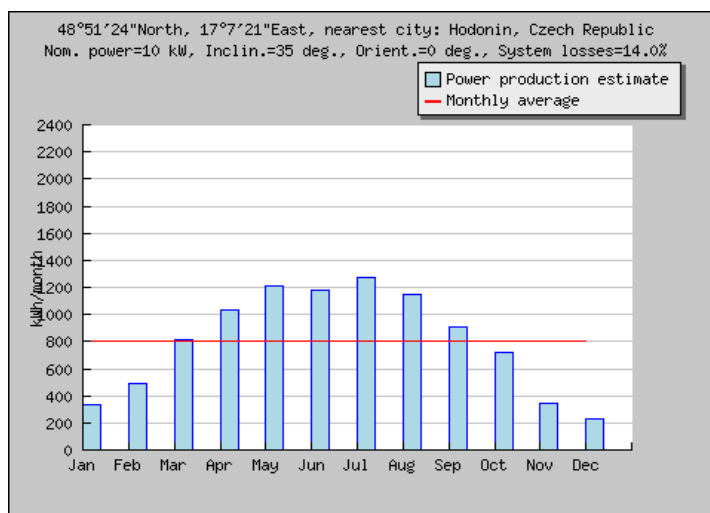
PV electricity generation for: Nominal power=10.0 kW, System losses=14.0%		
Inclin.=35 deg., Orient.=0 deg.		
Month	Production per month (kWh)	Production per day (kWh)
Jan	306	10
Feb	466	17
Mar	733	24
Apr	960	32
May	1157	37
Jun	1047	35
Jul	1130	36
Aug	1041	34
Sep	776	26
Oct	643	21
Nov	286	10
Dec	208	7
Yearly average	730	24
Total yearly production (kWh)		8754

Zdroj: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Systém umístěný v Hodoníně

V následujícím grafu a tabulce jsou roční úhrny vyrobené energie systému v Hodoníně.

Graf č.2: Roční úhrn vyrobené energie fotovoltaickým systémem o výkonu 10 kWp v Hodoníně



Zdroj: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Tabulka č. 3: Roční úhrn vyrobené energie fotovoltaickým systémem o výkonu 10 kWp v Hodoníně

V electricity generation for: Nominal power=10.0 kW, System losses=14.0%		
Inclin.=35 deg., Orient.=0 deg.		
Month	Production per month (kWh)	Production per day (kWh)
Jan	333	11
Feb	492	18
Mar	812	26
Apr	1032	34
May	1212	39
Jun	1174	39
Jul	1276	41
Aug	1149	37
Sep	909	30
Oct	718	23
Nov	339	11
Dec	230	7
Yearly average	806	27
Total yearly production (kWh)		9676

Zdroj: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Z uvedených dat lze poznat, že největší účinnost má systém v letním období, naopak v zimě jsou jeho výkony velmi slabé díky omezenému slunečnímu svitu.

Ve srovnání s Ústím nad Labem vyrobí tento systém na jižní Moravě za rok o 922 kilowatthodin více než na severu Čech. Propočtem tedy vychází, že systém v Hodoníně by měl být o cca 10% ziskovější. Je-li tomu tak, zjistíme otestováním na praktickém příkladu.

5. Analýza a hodnocení solárních systémů

5.1 Domácí sluneční elektrárny a jejich ekonomická analýza

Jako domácí elektrárny se označují instalace do výkonu 30 kW, které jsou nejčastěji umístěné na střeše rodinného domu a investorem je obyvatel tohoto domu, který elektřinu prodává nebo ji spotřebovává.

V polovině roku 2010 byl však vyhlášen stop stav na vydávání povolení k připojení pro všechny elektrárny na žádost provozovatele ČEPS. Společnost ČEZ od té doby nevydává souhlasná stanoviska k připojení. Dle České fotovoltaické průmyslové asociace (CZEPHO) neohrožují tyto instalace bezpečnost přenosové sítě. Stop stav byl vyhlášen právě kvůli údajnému riziku přetížení a kolapsu přenosové sítě. ČEPS se však brání, že současný stav výkonu fotovoltaických elektráren již hraničí s říditelností přenosu. V současnosti probíhají diskuze mezi zainteresovanými společnostmi o možném řešení a zrušení stop stavu.

Pro investici do vlastní malé sluneční elektrárny se rozhodlo mnoho majitelů rodinných domů, kteří se stihli připojit do konce roku 2010. Větší část majitelů se rozhodla pro přímý prodej do sítě z důvodu neschopnosti spotřebovat veškerou vyrobenou energii v letních měsících.

Jako názorný příklad vývoje investice do malé sluneční elektrárny poslouží modelová elektrárna o výkonu 10 kW umístěná v severočeském kraji konkrétně v Ústí nad Labem. Cena takové instalace se pohybuje kolem 750.000 Kč,- bez DPH.

Roční výkon této instalace dle modelu PV GIS při optimálním směru a sklonu panelů činí 8958 kWh/rok.

Majitelé při stavbě elektrárny v roce 2010 na základě cenového rozhodnutí ERU č. 5/2009. počítali s níže uvedenými výkupními cenami.

Tabulka č. 4: Ceny platné pro rok 2010 dle cenového rozhodnutí 5/2009

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12250	11280
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12150	11180
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13150	12180
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13050	12080
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2008	14010	13040
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2007	14370	13400
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu před 1. lednem 2006	6850	5880

Zdroj: www.eru.cz

V následující tabulce lze sledovat vývoj investice dle předpokládaných výkupních cen. Je zde zohledněna degradace výkonu panelů, která je garantovaná na 80% výkonu po dobu 25 let. V příjmech není zohledněna míra inflace. Předpokládá se zapojení systému na začátku ledna 2010. V tuto dobu se počítalo s pětiletými daňovými prázdninami.

Tabulka č.5: Model 10kW elektrárny v Ústí nad Labem 1

rok	výkupní cena	roční výkon kWh	Degradace výkonu panelů	roční příjem Kč před zdaněním	odpisy	daňová sazba	roční příjem po zdanění	kumulovaný příjem	zaplacená daň
2010	12,25	8958	0,00%	109 736	41 250	0,00%	68 486	109 736	0
2011	12,495	8958	0,80%	111 035	78 750	0,00%	32 285	220 770	0
2012	12,745	8958	1,60%	112 342	78 750	0,00%	33 592	333 112	0
2013	13,000	8958	2,40%	113 657	78 750	0,00%	34 907	446 770	0
2014	13,260	8958	3,20%	114 980	78 750	0,00%	36 230	561 750	0
2015	13,525	8958	4,00%	116 311	78 750	15,00%	31 926	672 426	5 634
2016	13,795	8958	4,80%	117 648	78 750	15,00%	33 063	784 240	5 835
2017	14,071	8958	5,60%	118 993	78 750	15,00%	34 206	897 196	6 036
2018	14,353	8958	6,40%	120 344	78 750	15,00%	35 355	1 011 301	6 239
2019	14,640	8958	7,20%	121 702	78 750	15,00%	36 509	1 126 560	6 443
2020	14,933	8958	8,00%	123 066	0	15,00%	104 606	1 231 166	18 460
2021	15,231	8958	8,80%	124 435	0	15,00%	105 770	1 336 936	18 665
2022	15,536	8958	9,60%	125 811	0	15,00%	106 939	1 443 875	18 872
2023	15,847	8958	10,40%	127 191	0	15,00%	108 113	1 551 988	19 079
2024	16,164	8958	11,20%	128 577	0	15,00%	109 290	1 661 278	19 287
2025	16,487	8958	12,00%	129 967	0	15,00%	110 472	1 771 750	19 495
2026	16,817	8958	12,80%	131 361	0	15,00%	111 657	1 883 406	19 704
2027	17,153	8958	13,60%	132 759	0	15,00%	112 845	1 996 252	19 914
2028	17,496	8958	14,40%	134 160	0	15,00%	114 036	2 110 288	20 124
2029	17,846	8958	15,20%	135 565	0	15,00%	115 230	2 225 518	20 335

Zdroj: vlastní výpočty

Z tabulky lze sledovat, že za podmínek nastavených v roce 2009 pro rok 2010, je návratnost investice 7 let. To znamená, že sedmým rokem již investice vydělává za předpokladu, že se na financování nepoužije úvěr. Celková zaplacená daň za 20 let činí 224 121 Kč za předpokladu zachování daně z příjmů fyzických osob 15%. Celkový zisk na projektu by činil bez ohledu na inflaci 1 475 518,- Kč.

V roce 2010 se nastavená pravidla změnila a začalo platit nové cenové rozhodnutí i pro elektrárny zapojené v roce 2010. Navíc vešel v platnost zákon 402/2010, který upravuje odvod daně 26% pro roky 2011 až 2013. Výjimku však tvoří malé střešní instalace do 30 kW. Modelové situace se proto tento zákon nedotýká.

Tabulka č. 6: Výkupní ceny platné pro rok 2010 dle cenové rozhodnutí ERU č. 02/2010

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	7500	6500
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW do 100 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	5900	4900
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 100 kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	5500	4500
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12500	11500
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12400	11400
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13420	12420
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13320	12320
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2008	14300	13300
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2007	14660	13660
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu před 1. lednem 2006	6990	5990

Zdroj: www.eru.cz

Tato změna se ve stejné investici projevila následovně. Předpokladem je zapojení na konci roku 2010, proto jsou výnosy z roku 2010 nulové, ale začala zde platit aktuální výkupní cena určená cenovým rozhodnutím 5/2009.

Tabulka č. 7: Model 10kW elektrárny v Ústí nad Labem 2

rok	výkupní cena	roční výkon kWh	Degradace výkonu panelů	roční příjem Kč před zdaněním	odpisy	daňová sazba	roční příjem po zdanění	kumulovaný příjem	zaplacená daň
2010	12,25	0	0,00%	0	0	15,00%	0	0	0
2011	12,500	8958	0,80%	111 079	16 125	15,00%	80 711	96 836	14 243
2012	12,750	8958	1,60%	112 387	38 625	15,00%	62 698	198 159	11 064
2013	13,005	8958	2,40%	113 703	38 625	15,00%	63 816	300 600	11 262
2014	13,265	8958	3,20%	115 026	38 625	15,00%	64 941	404 166	11 460
2015	13,530	8958	4,00%	116 357	38 625	15,00%	66 072	508 863	11 660
2016	13,801	8958	4,80%	117 695	38 625	15,00%	67 210	614 698	11 861
2017	14,077	8958	5,60%	119 040	38 625	15,00%	68 353	721 676	12 062
2018	14,359	8958	6,40%	120 392	38 625	15,00%	69 502	829 803	12 265
2019	14,646	8958	7,20%	121 750	38 625	15,00%	70 657	939 085	12 469
2020	14,939	8958	8,00%	123 115	38 625	15,00%	71 816	1 049 526	12 673
2021	15,237	8958	8,80%	124 485	38 625	15,00%	72 981	1 161 132	12 879
2022	15,542	8958	9,60%	125 861	38 625	15,00%	74 151	1 273 908	13 085
2023	15,853	8958	10,40%	127 242	38 625	15,00%	75 325	1 387 858	13 293
2024	16,170	8958	11,20%	128 628	38 625	15,00%	76 503	1 502 985	13 500
2025	16,493	8958	12,00%	130 019	38 625	15,00%	77 685	1 619 295	13 709
2026	16,823	8958	12,80%	131 414	38 625	15,00%	78 870	1 736 790	13 918
2027	17,160	8958	13,60%	132 812	38 625	15,00%	80 059	1 855 474	14 128
2028	17,503	8958	14,40%	134 214	38 625	15,00%	81 251	1 975 350	14 338
2029	17,853	8958	15,20%	135 619	38 625	15,00%	82 445	2 096 420	14 549
2030	18,210	8958	16,00%	137 026	38 625	15,00%	83 641	2 218 686	14 760

Zdroj: vlastní výpočty

Návratnost se prakticky nezměnila, elektrárna začne vydělávat začátkem osmého roku provozu. Celková odvedená daň bude 259 180,- Kč. Celkový zisk projektu po odečtení investice je 1 468 686,- Kč. Z výsledků je zřejmé, že drobného investora úprava podmínek neohrozí a výnosy jsou zhruba stejné.

Domácí elektrárna v roce 2011

U elektráren o výkonu do 30kW umístěných na střeše domu platí při zapojení v roce 2011 výkupní cena 7,5 za kWh. Je zajímavé propočítat, jak se snížení výkupních cen projeví na návratnosti malé domácí elektrárny. Stále uvažujeme stejný model 10 kW elektrárny s pořizovací cenou 750 000,-Kč bez DPH za kvalitní panely se zárukou a garancemi od předních evropských výrobců. Elektrárna lze pořídit i za menší investici a tím by se návratnost mohla snížit o rok nebo dva. Je však potřeba pečlivě vybírat solidního dodavatele kvalitních komponentů.

Tabulka č. 8: Elektrárna v Ústí nad Labem o nominálním výkonu 10 kWp.

rok	výkupní cena	roční výkon kWh	Degradace výkonu panelů	roční příjem Kč před zdaněním	odpisy	daňová sazba	roční příjem po zdanění	kumulovaný roční příjem	zaplacená daň
2011	7,5	8958	0,00%	67 185	16 125	15,00%	43 401	59 526	10 078
2012	7,650	8958	0,80%	67 980	38 625	15,00%	24 952	123 103	10 197
2013	7,803	8958	1,60%	68 781	38 625	15,00%	25 633	187 361	10 317
2014	7,959	8958	2,40%	69 586	38 625	15,00%	26 317	252 303	10 438
2015	8,118	8958	3,20%	70 396	38 625	15,00%	27 005	317 933	10 559
2016	8,281	8958	4,00%	71 211	38 625	15,00%	27 698	384 256	10 682
2017	8,446	8958	4,80%	72 029	38 625	15,00%	28 394	451 275	10 804
2018	8,615	8958	5,60%	72 853	38 625	15,00%	29 094	518 993	10 928
2019	8,787	8958	6,40%	73 680	38 625	15,00%	29 797	587 415	11 052
2020	8,963	8958	7,20%	74 511	38 625	15,00%	30 503	656 543	11 177
2021	9,142	8958	8,00%	75 346	38 625	15,00%	31 213	726 381	11 302
2022	9,325	8958	8,80%	76 185	38 625	15,00%	31 926	796 932	11 428
2023	9,512	8958	9,60%	77 027	38 625	15,00%	32 642	868 199	11 554
2024	9,702	8958	10,40%	77 872	38 625	15,00%	33 360	940 184	11 681
2025	9,896	8958	11,20%	78 720	38 625	15,00%	34 081	1 012 890	11 808
2026	10,094	8958	12,00%	79 572	38 625	15,00%	34 805	1 086 320	11 936
2027	10,296	8958	12,80%	80 425	38 625	15,00%	35 530	1 160 475	12 064
2028	10,502	8958	13,60%	81 281	38 625	15,00%	36 258	1 235 357	12 192
2029	10,712	8958	14,40%	82 139	38 625	15,00%	36 987	1 310 969	12 321
2030	10,926	8958	15,20%	82 999	38 625	15,00%	37 718	1 387 312	12 450

Zdroj: vlastní výpočty

Z tabulky lze vyčíst, že návratnost toho modelu projektu je začátkem 12 roku fungování elektrárny. Lze předpokládat, že úsporou na vstupních nákladech za pořízení komponentů a minimalizací ztrát, by se dalo počítat s návratností kolem 10 let, což je stále zajímavé.

V následující části je popsána a konkrétně spočítána situace u větší střešní instalace, kde je investorem právnická osoba.

5.2 Analýza konkrétního projektu

Předmětem projektu je vybudování fotovoltaické elektrárny na střeše výrobní haly společnosti ZDEMAR Ústí nad Labem, s.r.o. v roce 2010. Společnost ZDEMAR kvůli tomuto projektu založila novou účelovou společnost s ručením omezeným, která nese název Power Get, s.r.o.. V nové společnosti jsou dva jednatelé. Zakládání účelové společnosti je pro takové projekty běžnou praxí, aby banky mohli posoudit stav společnosti, které budou poskytovat úvěr na projekt vybudování sluneční elektrárny. Další výhodou je účetní a daňové odlišení této společnosti, což usnadňuje práci při zpracovávání výkazů. Účelová společnost se hodí také při případném dalším prodeji elektrárny.

Elektrárnu lze připojit pouze se souhlasem a stanovením podmínek od ČEZ Distribuce, a.s., o které se žádá pomocí formulářů, které jsou ke stažení na webu společnosti ČEZ Distribuce a.s..

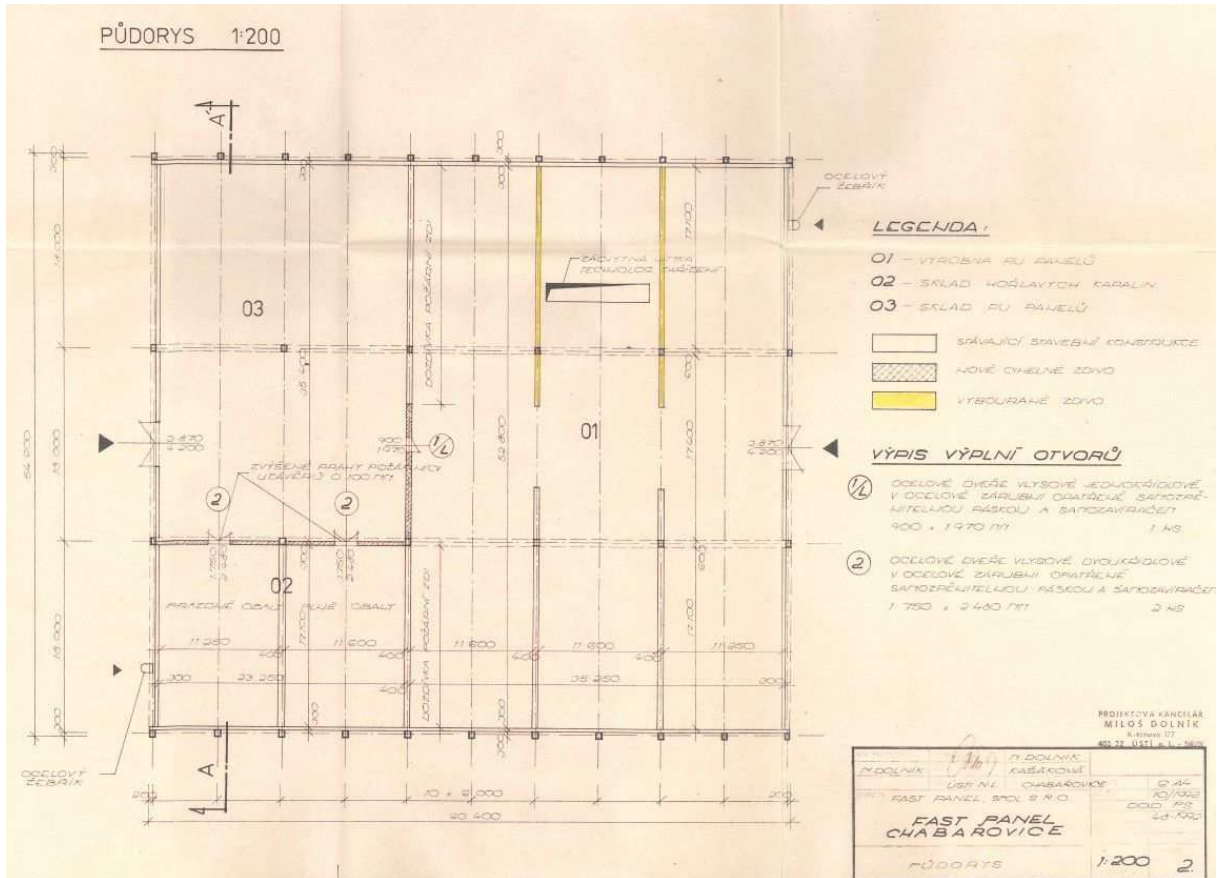
Popis haly

Elektrárna byla naplánována na ploché střeše výrobní haly o ploše 3200 m². Nemovitost se nachází v oploceném hlídaném areálu v obci Chabařovice v těsné blízkosti dálnice D8. Hala a sloužila k výrobě betonových panelů. Na začátku 90. let zde výroba panelů skončila a z objektu se stal prostor pro skladování. Poté objekt koupila společnost ZDEMAR.

Nosnou konstrukci budovy tvoří železobetonové sloupy, na kterých jsou položeny betonové vazníky a stropní panely. Panely tvoří stropní, potažmo střešní konstrukci, která má spád do 3%, na panelech leží hydroizolace (asfaltová lepenka).

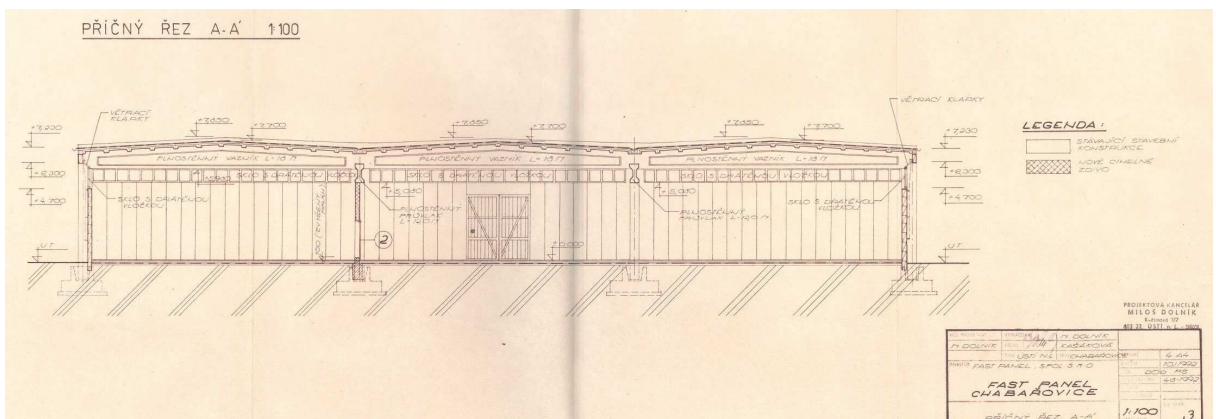
ZDEMAR získal dotaci z fondu životního prostředí na zateplení této haly, která se týká i střešní konstrukce. Fotovoltaický systém a hlavně nosná konstrukce systému se vybírala v souladu s rekonstrukcí haly, která proběhla na začátku roku 2010. Správné navržení uchycení fotovoltaického systému na střechu je důležité vzhledem k ochraně proti zatékání do budovy střechou. Bylo potřeba počítat s tím, že pod hydroizolací bude nově tepelná izolace, která při zatížení konstrukcí fotovoltaických panelů může přestat plnit svojí funkci. Také hydroizolace se může tímto krokem poškodit. Proto je potřeba vybrat takovou konstrukci, která bude co nejméně zatěžovat izolační vrstvy na střeše a zabráni zatékání.

Obrázek č. 3: Půdorys haly



Zdroj: ZDEMAR Ústí nad Labem, s.r.o.

Obrázek č. 4: Řez halou



Zdroj: ZDEMAR Ústí nad Labem s.r.o.

5.3 Požadavky na elektrárnu a celý projekt

Na elektrárnu a celý projekt je kladeno několik základních požadavků:

- přípojný bod,
- druh panelů, kvalita a záruky panelů,
- maximální výkon (velký výnos),
- kvalitní a vhodné provedení nosné konstrukce,
- vhodný bankovní úvěr,
- spolehlivý a zkušený dodavatel,
- harmonogram realizace v souladu se zateplením budovy.

Přípojný bod

Ze stanoviska ČEZ vyplývá, že je potřeba upravit stávající trafostanici na pozemku a v majetku firmy Zdemar. Existující sloupovou trafostanici je potřeba rozšířit o transformátor a měření. Nejjednodušším řešením je postavit nový sloup a osadit novým nízkoztrátovým transformátorem. Dále je nutné položit do země kabel, který spojí elektrárnu a trafostanici. Celková délka kabelu je cca 150 metrů. Cena za vytvoření přípojného bodu je uvedena v konečné kalkulaci a vyšla z nabídek poptaných firem. Nabídky na vytvoření přípojky včetně trafostanice a měření se cenově poměrně shodovaly, což bylo zajímavé zjištění. To ovšem neplatilo pro nabídky na elektrárnu.

Druh, kvalita a záruky panelů

Pro tuto instalaci se dlouhou dobu zvažovalo, jaký druh fotovoltaického panelu bude nejvhodnější podle měřítka výkonu, ceny a kvality. Současně se rozhodovalo o technologii panelu (monokrystal, polykrystal) a umístění a typu konstrukce. Preferovaný panel byl monokrystalický z důvodu většího výkonu na menší ploše.

Kvalita a požadavek na záruku panelů je pro projekt, který by měl fungovat minimálně 20 let, velice důležitý. Mezi výrobci najdeme hlavně německé, japonské a čínské producenty. Zejména za poslední dva roky díky velkému rozšíření výroby elektřiny ze slunce, se v Číně objevilo hodně výrobců nabízejících fotovoltaické panely. Zákazník může u těchto výrobků

podlehnout příznivé ceně, která však také koresponduje s kvalitou. Při výběru panelů je nutné hledat výrobce, který má dostatečné zkušenosti, potřebné certifikáty a bude moci dlouhodobě držet záruky a garance. Všichni výrobci garantují v horizontu 20 let výkon panelu na úrovni 80%. Je poté otázkou, zda bude malý čínský výrobce za patnáct let ještě stále na trhu a bude kde uplatňovat záruky.

Vhodné a kvalitní provedení nosné konstrukce

Velice důležitý bod celého projektu. Nevhodná konstrukce může ovlivnit funkci střešního pláště a statiky budovy, výběru nosné konstrukce panelů bylo věnováno hodně času a úsilí.

Prvotním cílem investora, bylo získat na relativně malém prostoru střechy maximální výkon. Jelikož není ani jedna hrana budovy orientovaná přesně na jih, přemýšlelo se, jakou nosnou konstrukci zvolit, aby se panely daly směřovat přesně na jih a šly tak použít monokrystalické panely, které vykazují nejvyšší výkony, jsou li směřovány k jihu.

Proces výběru byl uvažován současně s navrženou rekonstrukcí střechy, kdy projektanti navrhli skladbu střechy, která musela být dodržena, kvůli žádosti o dotace na rekonstrukci budovy.

Skladba střechy je následující:

- hydroizolační folie na bázi kaučuku – tato folie se vybírala co možná nejsvětlejší (bílá) aby maximálně odrážela světlo a teplo, které bude dopadat na střechu v letních měsících. Tímto krokem je sledováno omezení snížení účinnosti panelů při vyšších teplotách,
- tepelná izolace: extrudovaný polystyren,
- asfaltový nátěr,
- stropní betonové panely.

Pro záměr umístění elektrárny na střeše byl zpracován statický posudek pro maximální zatížení střechy na m^2 , ze kterého vyplynulo maximální možné zatížení $120 \text{ kg}/m^2$. Tento údaj je důležitý pro další posuzování nabízených střešních konstrukcí.

Po oslovení firem, které zaslaly nabídky na kompletní realizaci elektrárny, bylo možno zjistit, jaké druhy konstrukcí je možno použít.

Zatěžované boxy pokládáné na vrchní hydroizolaci:

Tento systém je nejlevnější a také nejméně složitější. Je však potřeba počítat s vyšším zatížením střechy a střešního pláště. Principem je plastový nebo hliníkový box, do kterého se usadí zpravidla 2 ks panelů a celý box se zatíží štěrkem nebo betonovými bloky, aby odolal náporu větru. Nevýhodou je potřeba vyššího přípustného zatížení na m² a riziko porušení střešního pláště.

Obrázek č. 5: Zatěžované střešní konstrukce

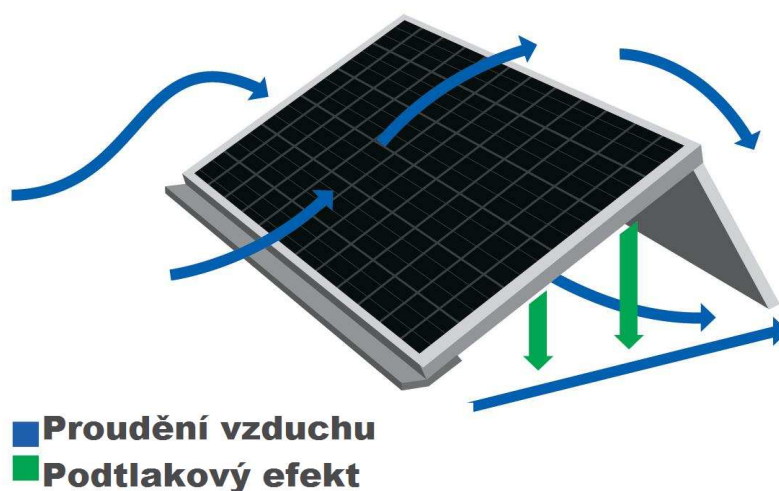


Zdroj: www.sunstrom.de

Nezatěžované střešní konstrukce

Jedná se o patentované speciální konstrukce, které jsou podobné zatěžovaným střešním boxům. Tyto boxy nejsou zatěžovány, ale jsou vzájemně všechny propojeny železnými latěmi, které jsou uchyceny na několika místech do pomocných konstrukcí ve střeše nebo dokonce leží samovolně. Celá konstrukce bývá z hliníku a zde se odráží vyšší cena. Jedná se například o systém Scirocco. Nevýhodou je vysoká cena.

Obrázek č. 6: Nezatěžované střešní konstrukce



Zdroj: www.hbsolar.cz

Ocelové konstrukce zabudované do střechy nebo do země

Jsou to těžké ocelové konstrukce, které jsou napevno zabudovány do střešní konstrukce a prostupy dodatečně zaizolovány. Nevýhodou je složitost provedení, velká hmotnost, případné problémy se zatýkáním okolo prostupů. Další variantou je umístění takové konstrukce do země a vytažení nad střechu. Zde se dostáváme k vysokým částkám za takové konstrukce a používá se v případech, kdy opravdu není jiná možnost.

Obrázek č. 7: Ocelové konstrukce zabudované ve střešním plášti



Zdroj: www.sunstrom.de

Po prostudování několika nabídek, zvážení složitosti konstrukce a přihlednutí k možnému zatížení, bylo rozhodnuto pro systém č. 1 zatěžované boxy. Dalším krokem bylo vyhodnocení nabídek na tuto konstrukci a kalkulace výroby obdobných boxů specializovanou zámečnickou firmou. Po kalkulaci bylo rozhodnuto, že boxy vyrobí zámečnická firma a ušetří se tím víc než 50% z ceny za boxy běžně používané. Vyrobené boxy se následně ozkoušely ve větrném tunelu, aby odolaly nárazům větru v místních podmínkách. Celková cena za boxy je uvedena v konečné kalkulaci.

Financování projektu

Na základě zhodnocení několika nabídek finančních ústavů, se spolumajitelé rozhodli, že elektrárnu budou financovat z vlastních zdrojů. Impulsem byly podmínky bankovních ústavů, které nebyly výhodné a poměrně složité a časově náročné schvalování, nebo také podepisování směnky. Doba schvalování úvěru a podmínky čerpání byly pro celý projekt velice důležité. Důvodem bylo připojení elektrárny do konce roku 2010 potažmo její dokončení v horizontu říjen 2010.

Výběr zkušeného a spolehlivého dodavatele

Na českém trhu působí mnoho firem, které se specializují na oblast realizace slunečních elektráren. Každý realizátor spolupracuje s různými výrobci fotovoltaických panelů, proto není jednoduché porovnávat jednotlivé nabídky. Byl poptán také německý dodavatel SunStrom, který nám umožnil návštěvu továrny svého dodavatele panelů Solarwatt v Drážďanech. Bylo dobré vidět celý proces výroby fotovoltaického panelu a jeho zkoušení. Bohužel nám nebylo umožněno fotit, jinak by zde byly umístěny zajímavé obrázky z výroby. Každopádně exkurze ve výrobě byla přínosem pro další rozhodování o dodavateli.

Další dobrou zkušeností byla účast na brněnském „miniveletrhu“, kde se představili někteří výrobci a prodejci, se kterými byly konzultovány zatím dosažené informace. Cílem návštěvy bylo porovnat více názorů odborníků z profese a získat další nabídky českých dodavatelů. Zajímavá byla situace, kdy nám u každého stánku byla řečena jiná odpověď na problematiku umístění mono nebo polykrystalického panelu na území severních Čech. Otázka volby druhu panelu zůstala nadále otevřená.

5.4 Průběh výběrového řízení

V první fázi poptávání bylo osloveno několik realizačních firem, které dostaly v zadání instalovat na střechu maximální výkon za nejmenší možnou cenu avšak se zachováním kvality. Poptány byly firmy, které již realizovaly větší zakázky na plochých střechách, nebo jsou známy kvalitní prací a férovým jednáním. Díky rychlému rozvoji odvětví je třeba obezřetně vybírat a dávat si pozor na podvodníky.

Podklady pro zpracování nabídky obsahovaly:

- stručnou poptávku,
- stanovisko ČEZ o připojení,
- projektovou dokumentaci objektu,
- statický posudek,
- foto objektu (hala, střecha),
- letecký snímek areálu.

Bylo zajímavé sledovat, jak se která společnost zadaného úkolu ujme, jak rychle reaguje, v jaké kvalitě vypracuje nabídku, jak je přehledná a podrobná, jaké nabízí panely a střídače, konstrukci. Několik poptaných firem samozřejmě projevilo zájem o osobní schůzku a prohlídku areálu pro zpracování přesnější nabídky, byli však slušně odmítnuti, jelikož v této fázi by to byla pro obě strany ztráta času. Šlo spíše o získání přehledu o:

- nabízených panelech a měničích,
- nabízených konstrukcích uchycení,
- počet instalovaných panelů resp. celkový nominální výkon zdroje,
- orientační přehled o cenách.

Překvapením byly rozdíly jednotlivých firem v navržených počtech kusů panelů nebo v ceně. Výsledkem tohoto kola bylo rozhodnutí, kde e nalézt úspory. Například:

- značka panelů,
- druh nosné konstrukce,
- provedení výkopových prací svépomocně,
- pořízení kabelu k přípojce svépomocně.

V tomto duchu se vedly další úvahy a diskuze.

Konkrétní kroky realizace projektu

V této fázi projektu se již přistupuje ke konkrétním krokům při realizaci projektu. Pro stavbu elektrárny je potřeba získat stavební povolení od Stavebního úřadu v Chabařovicích. Pro potřeby vydání stavebního povolení byl vypracován projekt, podle kterého má být elektrárna realizována. Projekt obsahuje jednotlivé části:

- celková studie,
- elektro část,
- stavební část,
- přípojka VN.

Dle projektu se dále poptalo zřízení připojení k vysokému napětí, které bylo popsáno ve stanovisku ČEZ o připojení. V nabídkách se jednotlivé firmy poměrně shodovaly na celkové částce.

Stavební povolení bylo uděleno bez problémů a připomínek.

Harmonogram projektu

Z důvodu nutnosti uvedení elektrárny do provozu před koncem roku 2010, bylo nutné vymezit si harmonogram projektu a dílčí cíle. Vše bylo ještě složitější kvůli souladu s opravou objektu. Kvůli vysokému počtu nově připojovaných elektráren bylo potřeba projekt dokončit s dostatečným předstihem, aby existovala dostatečná časová rezerva pro vystavení povolení, licence a samotné připojení.

Vzhledem k situaci na trhu, bylo potřeba získat reálný přehled o dostupnosti produktů, které jednotlivé firmy nabízely. Byly proto vybrané firmy osloveny s dotazem na dostupnost jejich produktů (panely, střídače).

Pro úspěšnost projektu bylo nutno stanovit jednotlivé kroky, operace a termíny, aby se elektrárna stihla připojit do konce roku 2010 s ohledem na celkový počet žadatelů.

Tabulka č. 9: Harmonogram realizace

Rok 2010	červenec				srpen				září				říjen				listopad
	1.tyden	2.tyden	3.tyden	4.tyden	1.tyden	2.tyden	3.tyden	4.tyden	1.tyden	2.tyden	3.tyden	4.tyden	1.tyden	2.tyden	3.tyden	4.tyden	1.tyden
žádost o stavební povolení	■																
projekt elektrárny		■															
výběr dodavatelské firmy přípojky		■	■														
výběr dodavatelské firmy elektrárny		■	■	■													
realizace přípojky								■	■								
rekonstrukce sítěchy objektu				■	■	■	■	■	■	■	■	■					
realizace elektrárny								■	■	■	■	■	■				
revize																	
žádost o licenci																	
žádost o připojení																	
připojení elektrárny																	■

Zdroj: Power Get s.r.o.

Hodnocení dodavatelů

Dalším krokem bylo hodnocení dodavatelů, ve kterém byly vybrány následující ukazatele resp. informace:

- historie společnosti,
- velikost společnosti,
- referenční stavby,
- druh nosné konstrukce panelů,
- kvalita nabízených produktů,
- doba dodání produktů,
- způsob zpracování cenové nabídky,
- kvalita jednání,
- odbornost a zkušenosti,
- poskytované záruky a garance,
- platební a dodavatelské podmínky,
- nabídková cena.

Bylo vybráno pět společností, které byly pozvány na osobní jednání a následně zaneseny do hodnotící tabulky a u kritéria se uvedlo + nebo -. Z důvodu uchování obchodního tajemství nebude tato tabulka dodavatelů uvedena.

5.5 Výběr dodavatele

Na základě výběrového řízení a hodnocení dodavatelů bylo možné přistoupit k výběru konkrétního dodavatele celého zařízení kromě přípojky, která byla již zadána.

Jedná se zde o tyto činnosti:

- vybudování nosné konstrukce pro panely,
- montáž panelů,
- vybudování místa pro měniče a osazení měničů,
- propojení jednotlivých komponentů kabely (kabelové žlaby),
- provedení revize,
- uvedení elektrárny do provozu,
- následný servis.

Výběrové řízení probíhalo v době, kdy situace na trhu s komponenty nebyla zrovna ideální. V nabídkách byly uváděny čekací doby od objednávky a zaplacení zálohy např. 4 měsíce, protože spousta panelů je vyráběna v Číně a díky velkému boomu v rámci Evropy, byly panely dlouho dopředu vyprodané. Důvodem byla obdobná situace v Německu, kde se v létě 2010 očekávala změna výkupních cen jako v České republice.

Investor se rozhodl pro dodavatele, který nabídnul panely německé výroby IBC SOLAR s dodací lhůtou v řádech týdnů od objednání. Konkrétně polykrystalický panel IBC PolySol 230 TE (technický list v příloze č. 1). Jedná se o polykrystalický panel klasické konstrukce a rozměrů. Tento panel je nejprodávanejším panelem firmy IBC SOLAR. Jedná se o velmi kvalitní produkt německé produkce, společnost IBC SOLAR, která spolupracuje s výše uváděnou společností SOLARWATT. Dodavatel dále nabízí kvalitní střídače společnosti SMA.

Dodavatel splnil všechna výsledná očekávání. Nabídnul zkušenosti s instalacemi z plochých střech, zázemí kvalitní a velké firmy, technické znalosti, kvalitní produkty a také rychlou dostupnost těchto produktů.

Oproti plánovanému rozložení panelů na střeše byl dodavatelem navržen jiná varianta a to vyrovnat panely souběžně s delší severozápadní stranou střechy. Panelů se vejde více a

odpadají problémy s převýšením na zlomech střechy. Jako nosnou konstrukci panelů navrhnul zatěžované hliníkové konstrukce (viz foto).

V důsledku změny v rozložení panelů je navržený celkový nominální výkon elektrárny **159,4 kW**.

Celková cena elektrárny včetně všech komponentů, zřízení přípojky, prací, poplatků a dokumentů činí dle investora **14.000.000,- Kč**. Tato cena odpovídá průměrné ceně za pořízení kvalitní solární elektrárny v daném období.

Po odsouhlasení konečného znění smlouvy a platebních podmínkách nic nebránilo začátku spolupráce.

5.6 Průběh realizace

Realizace přípojky proběhla již na jaře roku 2010 s předstihem. Použitá byla sloupová trafostanice s novým nízkoztrátovým transformátorem. Transformátor je potřeba pořídit nový a zaměřit se na technický parametr ztrát. I přes jeho vyšší cenu se v delším horizontu jeho vyšší pořizovací náklady vyplatí.

Samotná realizace elektrárny začala po rekonstrukci střechy, která byla ukončena v polovině srpna 2010. Nejprve se rozmístily nosné konstrukce na střechu a zároveň se zatížily.

Dalším krokem byla montáž panelů na tyto stojany a instalace kabelů a svedení ke střídačům. Pro střídače se s předstihem vybudoval přístavek u venkovní zdi haly. Kompletní elektrárna byla připravena k provozu v polovině září 2010 a už se čekalo pouze na potřebné povolení a licence, aby mohla být elektrárna připojena do sítě.

Tabulka č. 10: Průběh realizace.



Rozmístění stojanů panelů 1 – východní pohled



Rozmístění stojanů panelů 2 – jižní pohled



Stavba trafostanice



Detail konstrukce s uchycením panelu



Jižní pohled na hotovou instalaci



Západní pohled na hotovou instalaci

Zdroj: Power Get s.r.o.

Dokumenty potřebné k připojení

Pro připojení elektrárny na střeše objektu jsou potřeba následující dokumenty:

- na základě žádosti stanovisko o připojení ČEZ Distribuční a.s. Viz Příloha č.,
- na základě stanoviska a uhrazeného poplatku budoucí smlouva o připojení,
- elektrikářská revize výroby,
- žádost o udělení licence pro podnikání v energetice pro právnické osoby + příloha k žádosti. Na základě žádosti je přidělena licence. Příloha č.
- Žádost – Smlouva o připojení výroby elektřiny k distribuční soustavě (viz Příloha č.)

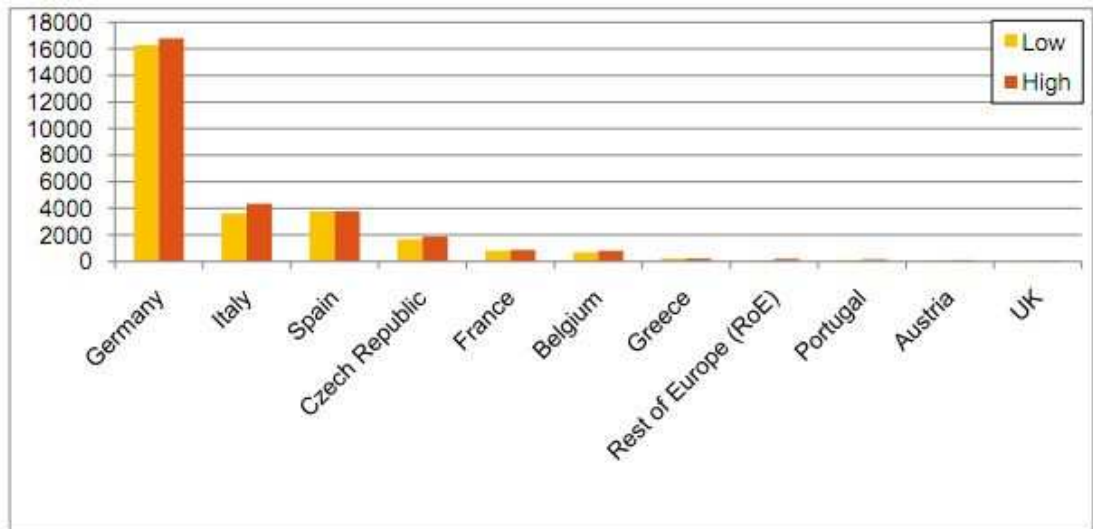
Všechny potřebné dokumenty byly vyřízeny a začátkem listopadu 2010 začala elektrárna fungovat.

5.7 Ekonomická analýza projektu

Společnost Power Get s.r.o. se rozhodla pro tuto investici díky výše uvedenému zákonu, který schválila vláda České republiky. V zákoně jsou jasně stanoveny výkupní ceny a pravidla, díky kterým lze spočítat návratnost investice. Investice do fotovoltaické elektrárny se tedy jeví jako naprosto bezpečnou s jasně danými pravidly v zákonech ČR.

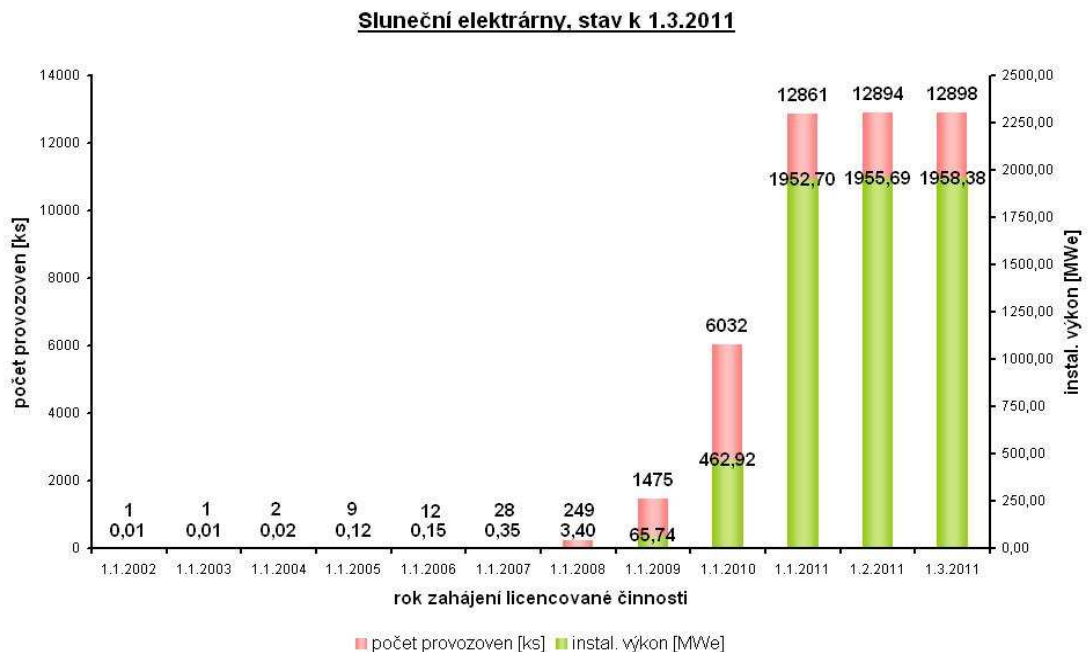
Výkupní ceny elektřiny byly nastaveny v době, kdy byla technologie přeměny slunečního záření na elektrický proud poměrně drahá a počítalo se s návratností investice v horizontu 15 let. Technologie však prošla vývojem a skokově zlevnila až o polovinu. Náhle se z této investice stal spíše zajímavý byznys podpořený zákonem a z ČR se během roku 2010 stala světová velmoc v instalovaném výkonu ve slunečních elektrárnách. Před námi se umístilo Německo, Španělsko, Itálie. Celkový instalovaný výkon se v březnu roku 2011 se blíží 2000 MW. V prosinci roku 2010 byl tento údaj 1400 MW.

Graf č. 3: Sluneční elektrárny celosvětově, celkový výkon k 1.12.2010



Zdroj: www.epia.org

Graf č. 4: Sluneční elektrárny v ČR, stav k 1.3.2011



Zdroj: www.eru.cz

Již na začátku roku 2010 bylo jasné, kam vysoké výkupní ceny povedou a vláda ČR začala tento problém řešit. V médiích se objevovaly zprávy o skokovém zdražení elektrické energie o 20-30%, protože v poplatku za elektrickou energii je i složka příspěvku na

„zelenou“ energii, vyrobenou z obnovitelných zdrojů. Laicky řečeno, výnosy ze slunečních elektráren platí daňoví poplatníci.

V roce 2010 šli investoři do svých záměrů za jasně daných podmínek zákonem. Jednalo se o následující podmínky:

- jasně stanovena výkupní cena,
- daňové prázdny 5 let,
- daňení zisků dle aktuální daňové sazby (předpoklad 19%),
- odpisy pro elektrárny na střeše 10 let, odpisová skupina 3.

Aby cena elektřiny dramaticky nestoupala, přistoupila vláda ČR v roce 2010 ke kroku změně již platných podmínek v zákoně. Změna se týkala již zapojených elektráren v roce 2010 a to v těchto zásadních bodech:

- zrušení daňových prázdin,
- zaveden odvod daně (tzv. srážková daň) ve výši 26%,
- odpisy stanoveny na 20 let.

Výkupní ceny energií pro elektrárny zapojeny do konce roku 2010 jsou uvedeny na začátku práce.

Pro rok 2011 vešlo v platnost cenové rozhodnutí ERU č. 2/2010, ve kterém se uvádějí výkupní ceny u elektráren zapojených v roce 2011, které se týká i elektráren, jež nebyly připojeny jen kvůli administrativním nedostatkům.

Tabulka č. 11: Cenové rozhodnutí ERU č. 2/2010

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	7500	6500
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW do 100 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	5900	4900
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 100 kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	5500	4500
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12500	11500
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12400	11400
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13420	12420
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13320	12320
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2008	14300	13300
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2007	14660	13660
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu před 1. lednem 2006	6990	5990

Zdroj: www.eru.cz

Tímto cenovým rozhodnutím se výkupní cena snížila u velkých elektráren nad 100 kW zapojených v roce 2011 o více jak polovinu, tedy z 12400 Kč za MWh na 5500 Kč za MWh.

Finanční kalkulace

V této části bude představen vývoj cash flow z projektu fotovoltaické elektrárny o nominálním výkonu 159,4 kW na střeše společnosti ZDEMAR Ústí nad Labem s.r.o. Nejdříve je modelována situace, za které do projektu investor vstoupil a s jakými podmínkami počítal v roce 2010. Následuje kalkulace změněných podmínek pro elektrárny již zapojené v roce 2010 a poslední kalkulace se týká nových elektráren připojených v roce 2011, do kterého spadly i některé elektrárny, které usilovaly o připojení v roce 2010.

Pro výpočet ročního výkonu elektrárny poslouží aplikace PV GIS, která sleduje průměrné osvity jednotlivých území po Evropě. Sklon modulů je 26° a jsou orientovány odklonem od jihu 30° na jihozápad. Ztráty systému určil dodavatel na základě zkušeností z předchozích instalací na 10%. Podle poznatků z již instalovaných a fungujících fotovoltaických aplikací, je model PV GIS spíše pesimistický a systémy vykazují reálně větší roční výkony. Berme tudíž následující propočty jako horší výhled.

Následující tabulka uvádí, kolik je předpokládaný roční výkon elektrárny a také jednotlivé měsíční výkony. V médiích se objevují informace, že díky světelným podmínkám v zimě, nejsou investoři schopni splácet úvěry. Tato informace je naprosto irelevantní, protože

si všichni musí být vědomi, že v zimním období elektrárna vyrábí minimum. Tato informace se objevila na serveru Ihned.cz.

Tabulka č. 12: Předpokládaný roční výkon elektrárny Power Get

Elektrina vyrobená FV systémem v konfigurácii: Nominálny výkon=159.4 kW, Straty systému=10.0%		
náklon=26 °, orientácia=30 °		
Mesiac	Výroba za mesiac (kWh)	Výroba za deň (kWh)
Jan	4441	143
Feb	6940	248
Mar	11480	370
Apr	15688	523
Máj	19512	629
Jún	17936	598
Júl	19228	620
Aug	17223	556
Sep	12338	411
Okt	9680	312
Nov	4261	142
Dec	3048	98
Ročný priemer	11814	388
Celková ročná výroba (kWh/rok)	141774	

Zdroj: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

V následující tabulce jsou data roční výroby přepočtena dle výkupních cen, se kterými se počítalo v roce 2010. Jednalo se o cenu 12150 Kč za MWh, cena měla růst ročně minimálně o 2%, což je promítnuto v ročním zvyšování výkupní ceny. Ve výpočtech je také zohledněna degradace výkonu panelu, kdy výrobce garantuje 80% účinnost panelu za dobu 25 let provozu.

Tyto dvě tabulky obsahují nosná data pro další výpočty, ve kterých se zohlední výpočty návratnosti investice před vyhlášením nových podmínek a po následné úpravě zákona.

Situace před změnou zákona

Jak již bylo uvedeno, investoři se snažili do konce roku 2010 zapojit solární elektrárny a zajistit si tak výhodné podmínky dané zákonem. Podmínky a výkupní ceny zde již byly uvedeny. Pouze telegraficky hlavní podmínky pro tento případ:

- výkupní cena 12,15 Kč za 1kWh garantovaná na 20 let,
- 5 let daňové prázdny a dále danění dle sazby daně z příjmů právnických osob (v roce 2010 19%),
- odpisová skupina 3, doba odpisování 10 let (technické zhodnocení budovy).

Výpočet odpisů dle **Zákona č. 586/1992 Sb.**, o daních z příjmů:

Rovnoměrné odpisování.

Hodnota hmotného majetku: 14.000.000,- Kč

Odpisová skupina: 3

Koeficient v prvním roce odepisování: 5,5

Koeficient v dalších letech: 10,5

1.rok: 770 000,- Kč

další roky: 1 470 000,- Kč

Kontrola: $770\ 000 + 9 \times 1\ 470\ 000 = 14.000.000$

V následující tabulce je uvedeno, jak se měla investice vyvíjet v čase a jaký finanční majetek by byl za dvacet let nakumulován. Předpokladem výpočtu byla neměnná sazba daně z příjmů právnických osob 19%. Je zde také zahrnuta degradace účinnosti panelů, kdy výrobce garantuje 80% účinnost panelů po dobu 25 let. Celková životnost systému sahá u kvalitních panelů k 30 rokům. Po uplynutí doby garantované výkupní ceny bude proto elektrárna dále vyrábět, otázkou zůstává, jaké budou v tu dobu výkupní ceny. Z tohoto důvodu je níže uvedené výpočty plánované na 20 let.

Tabulka č. 13: Model výnosů elektrárny za původních podmínek roku 2010

rok	výkupní cena	roční výkon kWh	Degrada ce výkonu panelů	roční příjem Kč před zdaněním	odpisy	ostatní provozní náklady	základ daně	daňová sazba	roční příjem po zdanění	kumulovaný roční příjem	cash flow	návratnost investice
2010	12,15	7309	0,00%	88 804	0	7 200	81 604	0,00%	81 604	81 604	81 604	81 604
2011	12,393	141774	0,80%	1 742 949	770 000	50 000	922 949	0,00%	922 949	1 004 553	1 692 949	1 774 553
2012	12,641	141774	1,60%	1 763 471	1 470 000	50 000	243 471	0,00%	243 471	1 248 024	1 713 471	3 488 024
2013	12,894	141774	2,40%	1 784 116	1 470 000	50 000	264 116	0,00%	264 116	1 512 141	1 734 116	5 222 141
2014	13,152	141774	3,20%	1 804 882	1 470 000	50 000	284 882	0,00%	284 882	1 797 023	1 754 882	6 977 023
2015	13,415	141774	4,00%	1 825 765	1 470 000	50 000	305 765	0,00%	305 765	2 102 788	1 775 765	8 752 788
2016	13,683	141774	4,80%	1 846 762	1 470 000	50 000	326 762	19,00%	264 677	2 367 465	1 734 677	10 487 465
2017	13,957	141774	5,60%	1 867 868	1 470 000	50 000	347 868	19,00%	281 773	2 649 238	1 751 773	12 239 238
2018	14,236	141774	6,40%	1 889 079	1 470 000	50 000	369 079	19,00%	298 954	2 948 192	1 768 954	14 008 192
2019	14,520	141774	7,20%	1 910 392	1 470 000	50 000	390 392	19,00%	316 217	3 264 409	1 786 217	15 794 409
2020	14,811	141774	8,00%	1 931 801	1 470 000	50 000	411 801	19,00%	333 559	3 597 968	1 803 559	17 597 968
2021	15,107	141774	8,80%	1 953 303	0	50 000	1 903 303	19,00%	1 541 675	5 139 643	1 541 675	19 139 643
2022	15,409	141774	9,60%	1 974 892	0	50 000	1 924 892	19,00%	1 559 163	6 698 806	1 559 163	20 698 806
2023	15,717	141774	10,40%	1 996 563	0	50 000	1 946 563	19,00%	1 576 716	8 275 522	1 576 716	22 275 522
2024	16,032	141774	11,20%	2 018 312	0	50 000	1 968 312	19,00%	1 594 332	9 869 855	1 594 332	23 869 855
2025	16,352	141774	12,00%	2 040 131	0	50 000	1 990 131	19,00%	1 612 006	11 481 861	1 612 006	25 481 861
2026	16,679	141774	12,80%	2 062 016	0	50 000	2 012 016	19,00%	1 629 733	13 111 594	1 629 733	27 111 594
2027	17,013	141774	13,60%	2 083 961	0	50 000	2 033 961	19,00%	1 647 508	14 759 103	1 647 508	28 759 103
2028	17,353	141774	14,40%	2 105 958	0	50 000	2 055 958	19,00%	1 665 326	16 424 429	1 665 326	30 424 429
2029	17,700	141774	15,20%	2 128 002	0	50 000	2 078 002	19,00%	1 683 181	18 107 610	1 683 181	32 107 610
2030	18,054	141774	16,00%	2 150 085	0	50 000	2 100 085	19,00%	1 701 069	19 808 679	1 701 069	33 808 679

Zdroj: vlastní výpočty

Výkupní cena pro rok 2010 byla vyhlášena v roce 2009 a může růst ročně minimálně o 2%, aby se zohlednila míra inflace.

Elektrárna byla zapojena v listopadu 2010, proto v prvním roce je spočítán průměrný výkon za měsíc listopad a prosinec dle modelu PV GIS.

Odpisování investice bylo odloženo na rok 2011, proto jsou v prvním roce uvedené odpisy 0. Je tak činěno z důvodu, aby odpisy nebyly větší než příjmy v tomto roce a základ daně tak nebyl záporný.

Provozní náklady na elektrárnu jsou složeny z pojištění, ostražby a údržby a měly by činit kolem 50 000 Kč ročně

Je předpoklad, že daňová sazba pro právnické osoby zůstane po celou dobu 20 let 19%. Dále je počítáno na prvních pět let s daňovými prázdninami.

Sloupec cash flow vyjadřuje čisté peněžní toky po zdanění pro každý rok.

Návratnost investice označuje kumulovaný cash flow.

Z tabulky lze pozorovat, že návratnost investice přichází na přelomu 7. a 8. roku plného fungování sluneční elektrárny. Pro výpočet rentability projektu je použit Du Pontův koncept měření rentability investovaného kapitálu (ROI – Return On Investment)

$$\text{ROI} = (\text{Ve} - \text{Vi}) / \text{Vi}$$

kde:

Ve. je hodnota ekonomických přínosů plynoucích z investice;

Vi. je hodnota investovaného kapitálu.

$$\text{ROI} = (33\,808\,679 - 14\,000\,000) / 14\,000\,000 = 1,41 * 100 = 141\%$$

Celková odvedená daň za dvacet let činí 4 153 233,- Kč.

Skutečný stav v době zapojení elektrárny

Následuje stav po úpravě zákona týkající se slunečních elektráren, které jsou nebo budou zapojeny v roce 2010. V prosinci 2010 vešel v platnost zákon č. 402/2010, který mění zákon 180/2005 Sb, který upravuje daň pro výrobu elektřiny ze slunečních elektráren v období od 1.1.2011 do 31.12.2013 u zařízení zapojených od 1.1.2009 do 31.12.2010. Sazba odvodu daně dle zákona činí u přímého výkupu 26% u zeleného bonusu 28%. Poplatníkem je dle zákona investor, plátcem daně je provozovatel distribuční soustavy. V tomto případě ČEZ. Při tomto modelu odvodu daně bude investor od společnosti ČEZ inkasovat po dobu tří let sníženou částku za vyrobenou energii o 26%. V modelu výnosů se předpokládá účinnost této sazby daně po dobu tří let od uvedení do provozu. Zůstává však otázkou, co nastane po uplynutí této doby. V propočtech je tedy v roce 2011 až 2013 počítáno s odvodem 26%, resp. o tuto částku jsou sníženy příjmy před zdaněním.

Další změna se týká výkupních cen a je dána vyhláškou Ministerstva financí a cenovým rozhodnutím Energetického regulačního úřadu. Změny se týkají i projektů, které byly připojeny ještě před rokem 2010.

Návratnost projektu se díky zrušení daňových prázdin, zavedení srážkové daně 26% a přesunutí fotovoltaických elektráren do 4. odpisové skupiny změnila. Do jaké míry tato změna ovlivnila návratnost a příjmy lze vidět v tabulce č. 15.

Výkupní ceny jsou ošetřeny cenovým rozhodnutím ERU č. 2/2010 viz následující tabulka č. 14.

Tabulka č. 14: Výkupní ceny platné pro všechny elektrárny zapojeny do konce roku 2010

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	7500	6500
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW do 100 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	5900	4900
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 100 kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	5500	4500
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12500	11500
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12400	11400
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13420	12420
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13320	12320
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2008	14300	13300
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2007	14660	13660
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu před 1. lednem 2006	6990	5990

Zdroj: www.eru.cz

Tabulka č. 15: Model výnosů elektrárny za nových podmínek roku 2010

rok	výkupní cena	roční výkon kWh	Degradace výkonu panelů	roční příjem Kč před zdaněním po odvodu daně 26%	odpisy	ostatní provozní náklady	základ daně	daňová sazba	roční příjem po zdanění	kumulovaný roční příjem	cash flow	návratnost investice
2010	12,15	7309	0,00%	88 804	0	7 200	81 604	19,00%	66 100	66 100	66 100	66 100
2011	12,40	141774	0,80%	1 290 511	301 000	50 000	939 511	19,00%	761 004	827 103	1 062 004	1 128 103
2012	12,648	141774	1,60%	1 305 706	721 000	50 000	534 706	19,00%	433 112	1 260 215	1 154 112	2 282 215
2013	12,901	141774	2,40%	1 320 992	721 000	50 000	549 992	19,00%	445 493	1 705 708	1 166 493	3 448 708
2014	13,159	141774	3,20%	1 805 902	721 000	50 000	1 034 902	19,00%	838 271	2 543 979	1 559 271	5 007 979
2015	13,422	141774	4,00%	1 826 797	721 000	50 000	1 055 797	19,00%	855 195	3 399 174	1 576 195	6 584 174
2016	13,691	141774	4,80%	1 847 805	721 000	50 000	1 076 805	19,00%	872 212	4 271 386	1 593 212	8 177 386
2017	13,964	141774	5,60%	1 868 923	721 000	50 000	1 097 923	19,00%	889 317	5 160 703	1 610 317	9 787 703
2018	14,244	141774	6,40%	1 890 146	721 000	50 000	1 119 146	19,00%	906 508	6 067 211	1 627 508	11 415 211
2019	14,529	141774	7,20%	1 911 471	721 000	50 000	1 140 471	19,00%	923 781	6 990 993	1 644 781	13 059 993
2020	14,819	141774	8,00%	1 932 892	721 000	50 000	1 161 892	19,00%	941 133	7 932 125	1 662 133	14 722 125
2021	15,116	141774	8,80%	1 954 406	721 000	50 000	1 183 406	19,00%	958 559	8 890 684	1 679 559	16 401 684
2022	15,418	141774	9,60%	1 976 008	721 000	50 000	1 205 008	19,00%	976 056	9 866 741	1 697 056	18 098 741
2023	15,726	141774	10,40%	1 997 691	721 000	50 000	1 226 691	19,00%	993 620	10 860 360	1 714 620	19 813 360
2024	16,041	141774	11,20%	2 019 452	721 000	50 000	1 248 452	19,00%	1 011 246	11 871 606	1 732 246	21 545 606
2025	16,362	141774	12,00%	2 041 284	721 000	50 000	1 270 284	19,00%	1 028 930	12 900 536	1 749 930	23 295 536
2026	16,689	141774	12,80%	2 063 181	721 000	50 000	1 292 181	19,00%	1 046 667	13 947 203	1 767 667	25 063 203
2027	17,023	141774	13,60%	2 085 138	721 000	50 000	1 314 138	19,00%	1 064 452	15 011 654	1 785 452	26 848 654
2028	17,363	141774	14,40%	2 107 148	721 000	50 000	1 336 148	19,00%	1 082 280	16 093 934	1 803 280	28 651 934
2029	17,710	141774	15,20%	2 129 204	721 000	50 000	1 358 204	19,00%	1 100 145	17 194 079	1 821 145	30 473 079
2030	18,064	141774	16,00%	2 151 299	721 000	50 000	1 380 299	19,00%	1 118 042	18 312 121	1 839 042	32 312 121

Zdroj: vlastní výpočty

Výkupní cena se dle cenového rozhodnutí pro rok 2011 změnila na 12,40 za kWh.
Z tabulky vyplývá, že návratnost projektu se po změně prodloužila na 10 let.

$$\text{ROI} = (32\,312\,121 - 14\,000\,000) / 14\,000\,000 = 1,31 * 100 = 131\%$$

Celková zaplacená daň z příjmů činí 4 295 435,- Kč.

Celková částka za odvedenou daň dle zákona 402/2010 za dobu prvních tří let provozu je 1 376 316,- Kč. Dohromady činí daňové příjmy státu z tohoto projektu 5 671 752,- Kč.

Pro lepší přehlednost se uvedou hlavní data ve srovnávací tabulce.

Tabulka č. 16: Srovnání rozdílů v příjmech projektu za 20 let fungování elektrárny.

	návratnost	celkové příjmy – investice	zaplacená daň	celkový rozdíl
před změnou	8 let	19 808 679	4 153 234	
po změně	10 let	18 312 121	5 671 752	
rozdíl	2 roky	1 496 558	1 518 519	3 015 076

Zdroj: vlastní výpočty

Z tabulky vyplývá, že celkové příjmy se po odečtení investice zmenšily o 1 496 558,- Kč, zaplacená celková daň (z příjmu + odvod 26%) se zvýšila o 1 518 519,- Kč. Celkově činí rozdíl v příjmech na konkrétním projektu 3 015 076,- Kč méně za 20 let fungování projektu než při původně uvažované variantě na začátku roku 2010.

Další zajímavé porovnání je umístění stejné elektrárny v oblasti Jižní Moravy konkrétně Hodonína. Roční úhrny slunečního záření jsou dle modelu PV GIS vyšší, za stejných podmínek konkrétně 156848 kWh ročně.

Tabulka č. 17: Model výnosů elektrárny za nových podmínek roku 2010 v Hodoníně

rok	výkupní cena	roční výkon kWh	Degradace výkonu panelů	roční příjem Kč před zdaněním	odpisy	ostatní provozní náklady	základ daně	daňová sazba	roční příjem po zdanění	kumulovaný roční příjem	cash flow	návratnost investice
2010	12,15	8274	0,00%	100 529	0	7 200	93 329	19,00%	75 597	75 922	75 922	75 922
2011	12,4	154830	0,80%	1 409 354	301 000	50 000	1 058 354	19,00%	857 267	933 189	1 158 267	1 234 189
2012	12,648	154830	1,60%	1 425 948	721 000	50 000	654 948	19,00%	530 508	1 463 697	1 251 508	2 485 697
2013	12,901	154830	2,40%	1 442 642	721 000	50 000	671 642	19,00%	544 030	2 007 728	1 265 030	3 750 728
2014	13,159	154830	3,20%	1 972 208	721 000	50 000	1 201 208	19,00%	972 978	2 980 706	1 693 978	5 444 706
2015	13,422	154830	4,00%	1 995 027	721 000	50 000	1 224 027	19,00%	991 462	3 972 168	1 712 462	7 157 168
2016	13,691	154830	4,80%	2 017 970	721 000	50 000	1 246 970	19,00%	1 010 045	4 982 213	1 731 045	8 888 213
2017	13,964	154830	5,60%	2 041 032	721 000	50 000	1 270 032	19,00%	1 028 726	6 010 939	1 749 726	10 637 939
2018	14,244	154830	6,40%	2 064 210	721 000	50 000	1 293 210	19,00%	1 047 500	7 058 439	1 768 500	12 406 439
2019	14,529	154830	7,20%	2 087 498	721 000	50 000	1 316 498	19,00%	1 066 364	8 124 803	1 787 364	14 193 803
2020	14,819	154830	8,00%	2 110 893	721 000	50 000	1 339 893	19,00%	1 085 313	9 210 116	1 806 313	16 000 116
2021	15,116	154830	8,80%	2 134 388	721 000	50 000	1 363 388	19,00%	1 104 344	10 314 460	1 825 344	17 825 460
2022	15,418	154830	9,60%	2 157 979	721 000	50 000	1 386 979	19,00%	1 123 453	11 437 913	1 844 453	19 669 913
2023	15,726	154830	10,40%	2 181 659	721 000	50 000	1 410 659	19,00%	1 142 634	12 580 546	1 863 634	21 533 546
2024	16,041	154830	11,20%	2 205 423	721 000	50 000	1 434 423	19,00%	1 161 883	13 742 429	1 882 883	23 416 429
2025	16,362	154830	12,00%	2 229 266	721 000	50 000	1 458 266	19,00%	1 181 195	14 923 625	1 902 195	25 318 625
2026	16,689	154830	12,80%	2 253 180	721 000	50 000	1 482 180	19,00%	1 200 566	16 124 190	1 921 566	27 240 190
2027	17,023	154830	13,60%	2 277 159	721 000	50 000	1 506 159	19,00%	1 219 989	17 344 179	1 940 989	29 181 179
2028	17,363	154830	14,40%	2 301 195	721 000	50 000	1 530 195	19,00%	1 239 458	18 583 637	1 960 458	31 141 637
2029	17,710	154830	15,20%	2 325 283	721 000	50 000	1 554 283	19,00%	1 258 969	19 842 606	1 979 969	33 121 606
2030	18,064	154830	16,00%	2 349 413	721 000	50 000	1 578 413	19,00%	1 278 514	21 121 121	1 999 514	35 121 121

Zdroj: vlastní výpočty

Návratnost se v tomto případě zkrátila o 1 rok na 9 let. Konkrétní údaje jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka č. 18: Srovnání výnosů stejné elektrárny umístěné v Chabařovicích a v Hodoníně.

Umístění systému	Rozdíl v návratnosti	celkové příjmy – investice	zaplacená daň v zisku	celkový rozdíl
Ústí nad Labem	10 let	18 312 121	5 671 752	
Hodonín	9 let	21 121 121	6 457 322,3	
rozdíl	1 rok	2 808 999	785 570	2 023 429

Zdroj: vlastní výpočty

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že za 20 let by celkové příjmy po zdanění u elektrárny na jižní Moravě byly o 2 808 999,- Kč vyšší a odvedená daň větší o 785 570,- Kč. To znamená, že by investor u stejné elektrárny v Hodoníně vydělal za 20 let o 2 023 429,- Kč více. V procentuálním vyjádření se jedná o výnosnost v celkových příjmech o 15% vyšší. To je důvod, proč většina velkých investorů vyhledávala v prvé řadě lokality pro stavbu elektráren na jižní Moravě.

Připojení v roce 2011

Existují také elektrárny, které díky administrativním chybám v žádostech nestihly připojení v roce 2010 a byly tak připojeny až v roce 2011. Pro tyto elektrárny platí nové výkupní ceny z cenového rozhodnutí ERU č. 2/2010 (viz tabulka č 19).

V následující tabulce lze sledovat, jak by se tato situace týkala projektu v Chabařovicích.

Tabulka č. 19: Elektrárna připojená v roce 2011

rok	výkupní cena	roční výkon kWh	Degradace výkonu panelů	roční příjem Kč před zdaněním	odpisy	ostatní provozní náklady	základ daně	daňová sazba	roční příjem po zdanění	kumulovaný roční příjem	cash flow	návratnost investice
2011	5,5	141774	0,00%	779 757	301 000	50 000	428 757	19,00%	347 293	347 293	347 293	347 293
2012	5,610	141774	0,80%	788 989	721 000	50 000	17 989	19,00%	14 571	361 865	735 571	1 082 865
2013	5,722	141774	1,60%	798 279	721 000	50 000	27 279	19,00%	22 096	383 961	743 096	1 825 961
2014	5,837	141774	2,40%	807 625	721 000	50 000	36 625	19,00%	29 666	413 627	750 666	2 576 627
2015	5,953	141774	3,20%	817 025	721 000	50 000	46 025	19,00%	37 280	450 907	758 280	3 334 907
2016	6,072	141774	4,00%	826 478	721 000	50 000	55 478	19,00%	44 937	495 844	765 937	4 100 844
2017	6,194	141774	4,80%	835 983	721 000	50 000	64 983	19,00%	52 636	548 480	773 636	4 874 480
2018	6,318	141774	5,60%	845 537	721 000	50 000	74 537	19,00%	60 375	608 855	781 375	5 655 855
2019	6,444	141774	6,40%	855 139	721 000	50 000	84 139	19,00%	68 152	677 007	789 152	6 445 007
2020	6,573	141774	7,20%	864 786	721 000	50 000	93 786	19,00%	75 967	752 974	796 967	7 241 974
2021	6,704	141774	8,00%	874 478	721 000	50 000	103 478	19,00%	83 817	836 791	804 817	8 046 791
2022	6,839	141774	8,80%	884 211	721 000	50 000	113 211	19,00%	91 701	928 492	812 701	8 859 492
2023	6,975	141774	9,60%	893 984	721 000	50 000	122 984	19,00%	99 617	1 028 109	820 617	9 680 109
2024	7,115	141774	10,40%	903 794	721 000	50 000	132 794	19,00%	107 563	1 135 672	828 563	10 508 672
2025	7,257	141774	11,20%	913 639	721 000	50 000	142 639	19,00%	115 538	1 251 210	836 538	11 345 210
2026	7,402	141774	12,00%	923 516	721 000	50 000	152 516	19,00%	123 538	1 374 748	844 538	12 189 748
2027	7,550	141774	12,80%	933 423	721 000	50 000	162 423	19,00%	131 563	1 506 311	852 563	13 042 311
2028	7,701	141774	13,60%	943 357	721 000	50 000	172 357	19,00%	139 609	1 645 920	860 609	13 902 920
2029	7,855	141774	14,40%	953 314	721 000	50 000	182 314	19,00%	147 675	1 793 594	868 675	14 771 594
2030	8,012	141774	15,20%	963 293	721 000	50 000	192 293	19,00%	155 757	1 949 352	876 757	15 648 352
2030	8,173	141774	16,00%	973 289	721 000	50 000	202 289	19,00%	163 854	2 113 206	884 854	16 533 206

Zdroj: vlastní výpočty

V tomto případě se návratnost projektu protáhne až na hranici 18 – 19 let. Zůstává otázkou, jak se do budoucna zachová vláda, jelikož za takovýchto podmínek nelze očekávat další rozvoj fotovoltaického průmyslu. Pravděpodobným vývojem bude zvýhodnění střešních instalací, čemuž odpovídá i nastavená výkupní cena v cenovém rozhodnutí 2/2010 pro elektrárny o výkonu do 30 kW. Firmy, které se věnují instalacím menších systémů na rodinné domy, uvádějí dobu návratnosti u projektů zapojených v roce 2011 kolem 12 let, což je ještě akceptovatelná doba pro ty, kteří se chtějí stát energeticky nezávislími a do budoucna ušetřit na platbách za elektrickou energii.

5.8 Fotovoltaika v ČR v roce 2011

V souvislosti se změnou zákona o podpoře výroby energie z obnovitelných zdrojů lze sledovat snahu o útlum budování velkých solárních parků, které zabírají zemědělskou půdu. Současný trend spočívá v upřednostňování menších instalací na střeších domů v podobě vyšších výkupních cen nebo nižších daní. Tento model již dlouhá léta funguje v západní Evropě, kde se rozlišuje, zda výrobce energie prodává elektřinu z panelů na střeše budovy nebo na zemi. Tento model zvýhodnění střešních instalací měl být nastaven již původně. V některých případech lze hovořit o lepším využití zemědělské půdy, kdy majitelé (zemědělci) získají prostředky za prodej nebo pronájem několika hektarů a mohou tak lépe obhospodařovat zbytek svých polí, na které získali díky tomu potřebnou investici. Často se však jedná o pozemky, které byly zemědělcům pronajímány a majitel má z prodeje nebo pronájmu pouze osobní prospěch. Lze namítat, že se tímto zemědělská půda neznehodnotí, ale když už na nějakém místě vyroste zdroj energie, je předpokladem, že zde zůstane maximálně dlouho. Proto se jeví jako správný krok zvýhodňovat střešní instalace, kdy se zabraný prostor využije dvakrát, jednou pro budovu a také pro elektrárnu. Budova je navíc schopna z určité části díky tomu pokrýt své energetické náklady.

Důvodem, proč by měli lidé investovat do solárních elektráren na svých domech i přes méně výhodné podmínky je fakt, že se po zaplacení investice stanou alespoň z části energeticky nezávislí. Předpokládá se, že cena elektrické energie stoupne v průběhu 20 let o 25%. Optimálním řešením pro rodinné domy je akumulace energie do baterií a její následná spotřeba v době, kdy slunce nesvítí. Na tomto principu fungují již zmiňované ostrovní systémy, které by však měly nyní také přijít o zvýhodnění zeleného bonusu. Jako důvod se uvádí, že není kontrola nad tím, jestli se vyrobený proud opravdu spotřebovává a není pouštěn „do země“. Vláda ČR proto vydala nařízení, aby se tyto systémy připojily do sítě a tím neztratily podporu. Zde se naráží na problém, protože tento druh instalace se využívá většinou v odlehlých oblastech bez možnosti připojení na veřejnou síť. Směrem podpory menších solárních projektů na střeších domů by se mělo odvětví dále ubírat. Lidé si tak můžou zajistit alespoň částečnou nezávislost na dodávkách elektrické energie.

5.9 Ekonomické přínosy

V první řadě je třeba dívat se na fotovoltaické elektrárny jako na zdroj elektrické energie, který neznečišťuje životní prostředí, nevypouští do atmosféry plyny. S tím souvisí úspory financí:

- na odsiřování elektráren,
- na likvidaci jaderného odpadu,
- za likvidaci odpadů z uhelných elektráren,
- za rekultivaci krajiny po povrchových dolech,
- za zdravotní péči u onemocnění způsobeného špatným životním prostředím.

Například v oblasti severních Čech se během sedmdesátých a osmdesátých let rapidně zvýšil výskyt roztroušené sklerózy. Tato nemoc je způsobena špatným životním prostředím a roční náklady na léčbu pacienta se pohybují kolem 300.000,- Kč.

Další výhodou je fakt, že většina materiálů použitých při výrobě komponentů je recyklovatelných. Kompletní elektrárna je tedy z velké části ekologicky zlikvidována a odpadají náklady za likvidaci nebezpečného odpadu.

Z daňového hlediska se pro stát jedná o výběr daní z příjmů, které plynou z fotovoltaických elektráren. Jelikož výkupní ceny hradí koneční spotřebitelé, měly by výnosy ze zaplacených daní plynout do státního rozpočtu. Rozdíl je v nově vytvořeném odvodu daně ze solárních elektráren, který plyne na úhradu rozdílu v navýšení cen elektrické energie pro koncového spotřebitele.

Dalším velkým pozitivem rozvoje fotovoltaického průmyslu v ČR je vytvoření pracovních míst. Do podnikání v této oblasti se vložilo mnoho firem, které vytvořili pracovní místa a tím podpořili českou ekonomiku. Opět z příjmů těchto firem se odvádějí daně do rozpočtu České republiky. Lze říci, že každá podobná státní podpora podnikání má dobrý vliv na zaměstnanost a na příjmy do státního rozpočtu. Tato podpora však musí být nastavena s ohledem na rozumnou návratnost projektů a malé zatížení peněženek občanů.

Ekonomický přínos pro investora do fotovoltaické elektrárny je zřejmý z výše uvedených výpočtů. Za podmínek nastavených v pro elektrárny zapojené do konce roku 2010 jsou tyto projekty dobrým investičním záměrem i po změnách v zákonech. Samozřejmě tato situace nenahrává budoucím podobným podporám státu, kdy se budou investoři bát a mnozí z nich již nevěří českému státu. Mnozí lidé do státem garantovaného byznysu vložili své veškeré prostředky a vzali si na ně půjčky. Prozíravější si pravděpodobně nechali nějaké rezervy, ovšem problém nastává s těmi, kteří si vzali úvěr spočítaný na předpokládanou návratnost a nyní díky menším příjmům nejsou schopni splácet. Kvůli výše uvedeným změnám se na Českou republiku chystají žaloby, které budou řešeny u arbitrážního soudu.

6. Závěr

Česká republika se vůči Evropské unii zavázala ke splnění limitu výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů a prostředkem k jeho dosažení je podpora ve formě státních dotací, v tomto případě garantovanou výkupní cenou elektrické energie na určitou dobu.

Největší ohlas zaznamenala podpora energie vyrobené ze slunce na základě fotovoltaického jevu. Zákon, který se podpory týkal, byl tvořen v době, kdy se ceny technologie pohybovaly na určité úrovni, a v průběhu platnosti zákona došlo k velkému snížení vstupních nákladů na pořízení fotovoltaických elektráren. Proto se toto odvětví stalo pro mnoho českých i zahraničních firem velice zajímavé a ve velkém se na území ČR začaly budovat sluneční elektrárny různých velikostí.

Elektráren však vzniklo mnohem víc, než se předpokládalo a hrozilo skokové zvýšení cen elektrické energie. Proběhla proto změna zákona, která upravuje výkupní ceny a daňové odvody u již fungujících elektráren. Tato změna má za úkol snížit růst cen elektrické energie pro koncové zákazníky. Změna původně nastavených podmínek má za důsledek snížené roční příjmy investorů a vyšší daně odvedené státu. V případě, že investor na stavbu elektrárny čerpal úvěr, může se díky nižším příjmům dostat do problémů se splácením. V případě, že majitel investoval pouze svoje prostředky, projevila se prozíravá opatrnost jako ve výše uvedeném případě, kdy se „pouze“ prodlouží návratnost projektu a plynou z něho nižší příjmy.

Ze strany spotřebitele, kterému hrozí zvýšení plateb za elektrickou energii, se řešení zpětné změny zákona jeví jako výhodné. Investor se na druhé straně cítí podvedený a zvažuje další kroky. Existují již spolky, které se s hromadnou žalobou budou obracet na arbitrážní soud a budou se s Českou republikou soudit o ušlé zisky. Další část majitelů elektráren se smíří s nastalou situací, a protože je změna zákona neohrožuje a návratnost projektu ani koncová výnosnost se dramaticky nezměnila, nebudou se věnovat čas podávání žaloby. Investoři, které ohrožuje splátkový kalendář úvěrů, by se mohli zkusit dohodnout s bankou na změně podmínek úvěru. Banky by v tomto případě mohly vyjít vstříc, jelikož neschopnost dostát závazkům nevznikla vinou žadatele o úvěr ale nařízením vlády ČR.

Dle mého názoru se význam využití solárních systémů v České republice podceňoval a Slunce, jako zdroj energie nebylo dostatečně využíváno. Díky všeobecnému ekologickému smýšlení, stoupající ceně za energie a státním podporám se podpořil rozvoj termických a

hlavně fotovoltaických systémů. Je každopádně zapotřebí tento rozvoj dále podporovat, ne však na úkor zabírání zemědělské půdy a neúměrnému zvyšování cen elektřiny. Změna podmínek zákona byla nutná pro zachování konkurenceschopnosti českých podniků a životní úrovně lidí, které zvýšení cen ohrožovala. Lidé a podniky však musejí do budoucna s poplatkem za zelenou elektřinu počítat. Solární panely by se měly dále přesunout spíše na střechy rodinných domů a zajistit tak obyvatelům zbraň proti vysokým cenám elektřiny. V tomto smyslu je navržen i nový zákon.

7. Seznam použité literatury

Libra, Poulek -. *Fotovoltaika: Teorie i praxe využití solární energie*. Martin Libra, Vladislav Poulek. 1. vyd. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2005. 122 s. : , il. (některé barev.) . ISBN 80-213-1335-8.

Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice : studie analyzuje současný stav a předpoklady rozvoje v dlouhodobějším horizontu. [napsali Jan Motlík ... et al.]. Praha : ČEZ, 2007. 181 s. : , il. (některé barev.), mapy. Na obálce pod názvem: Skupina ČEZ . ISBN 978-80-239-8823-9.

Scheer, Hermann, 1944-. *Světové sluneční hospodářství : obnovitelná energie pro udržitelnou globální budoucnost*. Hermann Scheer ; [z německého originálu přeložil Milan Smrž]. Vyd. 1. Praha : Eurosolar.cz, 2004. 318 s. : , tabulky . ISBN 80-903248-0-0 :.

Murtinger, Karel, 1949-, Truxa, Jan, 1963-. *Solární energie pro váš dům*. Karel Murtinger, Jan Truxa. 1. vyd. Brno : ERA group, 2005. vi, 91 s. : , 62 il., 9 tabulek. 21. století. ISBN 80-7366-029-6 :.

Themessl, Armin, Weiß, Werner. *Solární systémy : návrhy a stavba svépomocí*. Armin Themessl, Werner Weiss ; [translation Kateřina Gančářiková, Dana Kumprechtová, Yvonna Gaillyová]. V Gradě Publishing 1. vyd. Praha : Grada, 2005. 116 s. : , il. Profi & hobby ; 114. Obsahuje rejstřík . ISBN 80-247-0589-3 :.

Internetové zdroje

Mýty a fakta o větrných elektrárnách. ČSVE: Česká společnost pro větrnou energii [online]. 04.05.2009, [cit. 19.09.2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.csve.cz/cz/clanky/myty-a-fakta-o-vetrnych-elektrarnach/69>>

Často kladené dotazy - Obnovitelné zdroje. ERU: Energetický regulační úřad [online].
13.01.2009, [cit. 19.09.2009]. Dostupný z WWW: <http://www.eru.cz/dias-read_article.php?articleId=683 >

Slunce [online], poslední aktualizace 17. 9. 2009 v 10:21 [cit. 19. 9. 2009], Wikipedie.
Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Slunce>>

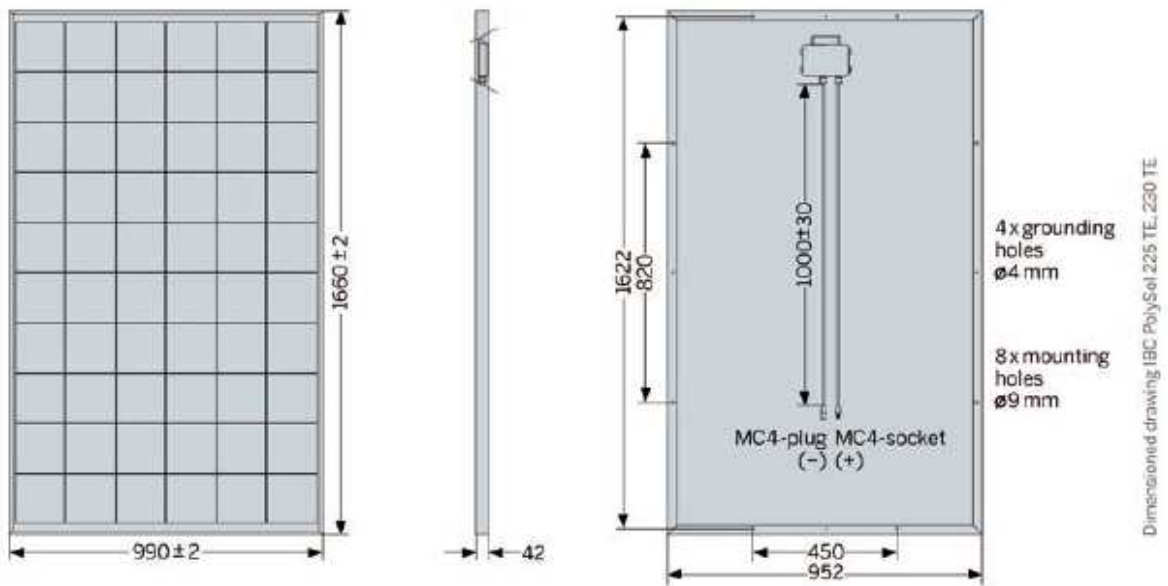
Křemík [online], poslední aktualizace 18. 9. 2009 v 07:29 [cit. 19. 9. 2009], Wikipedie.
Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Křemík>>

Vliv znečištění na výkon. Solartec s.r.o. [online].
[cit. 19.09.2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.solartec.cz/cs/vyzkum/vliv-znecisten.html>>

Fosilní palivo [online], poslední aktualizace 22. 06. 2009 v 23:38 [cit. 19. 9. 2009],
Wikipedie. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fosilní_palivo>

Statistická ročenka České republiky 2008. Český statistický úřad
3.3.2009, [cit. 19.09.2009]. Dostupné z WWW:
<<http://www.czso.cz/csu/2008ediciplan.nsf/kapitola/10n1-08-2008-1600>>

Příloha č. 1 Technický list fotovoltaického panelu IBC SOLAR 230 TE



TECHNICAL DATA

IBC PolySol	225 TE	230 TE
STC Power Pmax (Wp)**	225	230
STC Nominal Voltage Umpp (V)**	29,3	29,4
STC Nominal Current Impp (A)**	7,69	7,83
STC Open circuit voltage Uoc (V)**	36,5	36,6
STC Short circuit current Isc (A)**	8,23	8,28
800 W/m ² NOCT AM1.5 Power Pmax (Wp)***	163	167
800 W/m ² NOCT AM1.5 Nominal Voltage Umpp (V)***	26,7	26,8
800 W/m ² NOCT AM1.5 Open Circuit Voltage Uoc (V)***	33,9	34,0
800 W/m ² NOCT AM1.5 Short Circuit Current Isc (A)***	6,65	6,70
Efficiency reduction @ 200W/m ² (%)		
Tempcoeff Isc (%/°C)	+0,05	+0,05
Tempcoeff Uoc (mV/°C)	-128	-128
Tempcoeff Pmpp (%/°C)	-0,46	-0,46
NOCT °C	45	45
Module Efficiency (%)	13,7	13,99
Max. System Voltage (V)	1000	1000
Current value String fuse (A)	15	15
Fuse protection from parallel strings	4	4
Length (mm)	1660	1660
Width (mm)	990	990
Height (mm)	42	42
Weight (kg)	22,0	22,0
Articlenumber	2200600014	2200600015

Version: 09.12.2010

Your IBC SOLAR partner;

*The complete and individual valid guarantee conditions are relevant, which will be handed out by your IBC partner on request. **Electrical values under standard test conditions: 1000W/m²; 25°C, AM 1.5. ***800 W/m², NOCT. Specifications according EN60904-3 (STC). All datas according DIN EN50380. Subject to modifications that represent process.