

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Fotovoltaika v podmínkách České republiky**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan ŠPIKA**  
Osobní číslo: **E08B0416P**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Elektronika a telekomunikace**  
Název tématu: **Fotovoltaika v podmínkách České republiky**  
Zadávací katedra: **Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací**

### Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s problematikou fotovoltaiky a jejího využití v České republice.
2. Popište teorii solárních článků a fotovoltaických systémů.
3. Uveďte fotovoltaické elektrárny v ČR, jejich parametry a seznam výrobců zařízení.
4. Porovnejte fotovoltaiku z hlediska jejího přínosu a dopadu na životní prostředí.
5. Zhodnoťte využití fotovoltaických systémů v ČR a možnosti jejího rozvoje.



Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **20 - 30 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **Libra, M.: Fotovoltaika: Teorie i praxe využití solární energie**
2. **Beranovský, J.; Murtinger, K.; Tomeš, M.: Fotovoltaika- elektřina ze slunce**
3. **Internetové podklady**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Miroslav Šafařík**  
Katedra elektroenergetiky a ekologie


Konzultant bakalářské práce: **Ing. Miroslav Šafařík**  
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **18. října 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2012**

  
Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



  
Doc. Dr. Ing. Vjačeslav Georgiev  
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

## **Anotace**

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na situaci fotovoltaiky v České republice. V první kapitole jsou popsány přírodní a legislativní podmínky pro fotovoltaiku na našem území. Dále je popsána podstata světla a shrnuta nejdůležitější data v historii fotovoltaiky. Následně je vysvětlen princip fotovoltaických článků, popsáno rozdělení fotovoltaických panelů, zmíněny možnosti navýšení efektivnosti fotovoltaických systémů a uvedeny způsoby upevnění. Druhá kapitola se zabývá situací v České republice. Je zde zobrazen historický vývoj, zmíněny největší fotovoltaické elektrárny a porovnána fotovoltaika se zbylými obnovitelnými zdroji energie u nás. Fotovoltaika je celosvětově velmi rychle se rozrůstající odvětví. Přehled největších výrobců fotovoltaických panelů a jejich orientační počet dle rozdělení do světových oblastí je zmíněn v další kapitole. Pro úplnost jsou zde zmíněni i čeští výrobci. Budoucí velmi vážnou otázkou, nejen na našem území, je dopad fotovoltaiky na životní prostředí. Vzhledem k tomu je dále řešen pohled na tento problém a popsána aktuální situace na území Evropy a České republiky. V poslední kapitole je ukázán projekt malé fotovoltaické elektrárny na střeše rodinného domu, shrnuty náklady na jeho realizaci a popsány použité technické prostředky. Na závěr je ukázána energetická bilance daného objektu od začátku provozu fotovoltaické elektrárny a navrhnout způsob zvýšení finanční efektivnosti projektu.

## **Klíčová slova**

Fotovoltaika, fotovoltaické/solární panely, obnovitelné zdroje, právní legislativa, recyklace, výrobci solárních panelů, životní prostředí.

## **Abstract - THE PHOTOVOLTAIC IN CONDITIONS OF THE CZECH REPUBLIC**

The beginning of the bachelor thesis is focused on the laws and the natural conditions for the photovoltaics in the Czech Republic. In the next part the basics of the photovoltaic equipment and photovoltaic theory is described. The photovoltaic situation in the Czech Republic and the comparison with other renewable sources of energy is presented in the following section of the thesis. There is also reference regarding the capacity of production of the Czech photovoltaic panels producers in comparison with the biggest world ones. The impact of the photovoltaic panels on the environment after they stop working is one of the most important/ discussed issues these days. There are also shown some methods of recycling the panels. At the end of the thesis there is an example of the small photovoltaic plant for a family house demonstrated.

In the Czech Republic there has been a big PV boom in the last years. It results in the fact that the photovoltaic became the most used renewable source with the biggest output. The boom has been stopped by a lot of new law changes in the last few years but there is still the financial support for the smaller plants up to 30KWp but consequently with lower surrender value. Actually in May there was introduced (over the veto of the Czech president) the law about the supported renewable sources of energy which brought about a lot of changes to the photovoltaic area in the Czech Republic. The PV panel manufactures are widely spread all over the world and the big amount of new companies is set up every year. In the chapter on PV manufactures there is also some information about the biggest PV manufactures from abroad as well as from the Czech Republic and their production capacity. The PV cycle association, that includes almost all active PV panels manufactures in all European markets, has been established for the taking-back and recycling of end-of-life PV panels. As we could expect the payback period in the case of the small house plant with old surrender values is a bit longer in the Czech Republic. It is demonstrated at the end of the thesis.

### **Key words**

Environmental aspects, legal legislation, photovoltaic, photovoltaic/solar panels/modules, photovoltaic manufacturers, recycling, renewable sources of ener.

## **Prohlášení**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne 5.6.2012

Jméno příjmení

.....

# Obsah

<b>OBSAH</b> .....	<b>7</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>9</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ</b> .....	<b>10</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>10</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>10</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>1 FOTOVOLTAIKA A JEJÍ VYUŽITÍ V ČESKÉ REPUBLICE</b> .....	<b>12</b>
1.1 PRÁVNÍ LEGISLATIVA TÝKAJÍCÍ SE FOTOVOLTAIKY V ČESKÉ REPUBLICE.....	12
1.1.1 DPH .....	15
1.1.2 Osvobození od daně z příjmu .....	15
1.1.3 Zdravotní pojištění .....	16
1.1.4 Sociální zabezpečení .....	16
1.1.5 Odpisování FVE.....	17
1.1.6 Zdanění elektrické energie ze slunečního záření.....	18
1.2 GEOGRAFICKÁ POZICE ČESKÉ REPUBLIKY A JEJÍ VLIV NA FOTOVOLTAIKU .....	19
1.3 POSTUP ZŘIZOVÁNÍ FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY V ČESKÉ REPUBLICE .....	22
<b>2 TEORIE SOLÁRNÍCH ČLÁNKŮ A FOTOVOLTAICKÝCH SYSTÉMŮ</b> .....	<b>23</b>
2.1 PODSTATA SVĚTLA .....	23
2.2 HISTORIE FOTOVOLTAIKY .....	25
2.3 PRINCIP ČINNOSTI FOTOVOLTAICKÝCH ČLÁNKŮ .....	26
2.3.1 Polovodič typu N.....	26
2.3.2 Polovodič typu P .....	27
2.3.3 Přechod PN.....	27
2.4 DRUHY FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ .....	30
2.4.1 Fotovoltaické panely první generace .....	30
2.4.2 Fotovoltaické panely druhé generace .....	30
2.4.3 Ostatní typy fotovoltaických panelů .....	31
2.5 MOŽNOST ZVÝŠENÍ EFEKTIVNOSTI FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ .....	32
2.5.1 Antireflexní vrstva .....	32
2.5.2 Průhledné kontakty .....	32
2.5.3 Oboustranné panely.....	33
2.5.4 Koncentrátory záření .....	33
2.6 UCHYCENÍ FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ .....	33
2.6.1 Statické upevnění .....	33
2.6.2 Pohyblivé upevnění.....	34
2.7 TYPY FOTOVOLTAICKÝCH SYSTÉMŮ .....	36
2.7.1 Ostrovní systémy (off-grid) .....	37
2.7.2 Síťové systémy (on-grid) .....	38
<b>3 FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY V ČESKÉ REPUBLICE</b> .....	<b>39</b>
3.1 VÝVOJ FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN V ČESKÉ REPUBLICE .....	39
3.2 NEJVĚTŠÍ FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY V ČESKÉ REPUBLICE .....	41
3.3 FOTOVOLTAIKA A JEJÍ PODÍL V OBNOVITELNÝCH ZDROJÍCH ENERGIE V ČESKÉ REPUBLICE.....	43
<b>4 VÝROBCI FOTOVOLTAICKÝCH ZAŘÍZENÍ</b> .....	<b>44</b>
4.1 VÝROBCI PANELŮ .....	44

4.1.1	Čeští výrobci .....	45
4.1.2	Zahraniční výrobci.....	47
4.2	OSTATNÍ PŘÍSLUŠENSTVÍ .....	50
<b>5</b>	<b>FOTOVOLTAIKA A JEJÍ PŘÍNOS / DOPAD NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ .....</b>	<b>51</b>
5.1	RECYKLOVANÉ MATERIÁLY .....	51
5.2	ZPŮSOBY RECYKLACE .....	53
5.3	PV CYCLE .....	54
5.3.1	Způsoby členství v PV CYCLE .....	55
5.3.2	Způsob zpětného odběru panelů.....	55
5.4	SITUACE V ČESKÉ REPUBLICE .....	56
<b>6</b>	<b>VYUŽITÍ FOTOVOLTAIKY PRO RODINNÝ DŮM.....</b>	<b>58</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>62</b>
	<b>POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>64</b>
	<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>67</b>
	PŘÍLOHA A - FOTKY Z INSTALACE FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY .....	67
	PŘÍLOHA B - VÝVOJ FV ČLÁNKŮ A JEJICH EFEKTIVNOSTI.....	68
	PŘÍLOHA C - SROVNÁNÍ VÝVOJE OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE DLE POČTU ELEKTRÁREN A VÝKONU .....	69
	PŘÍLOHA D - SROVNÁNÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE DLE VÝKONOVÝCH TŘÍD.....	70
	PŘÍLOHA E - SROVNÁNÍ KRAJŮ DLE FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN NAD 1MWp.....	71
	PŘÍLOHA F - SPOTŘEBA A VÝROBA ENERGIE Z PROJEKTU RODINNÉ FVE .....	72



## Seznam symbolů a zkratk

$\lambda$	[m]	Vlnová délka
c	[km.s <sup>-1</sup> ]	Rychlost světla ve vakuu
č.		Číslo
ČSÚ		Český statistický úřad
ČHMÚ		Český hydrometeorologický ústav
ČZU		Česká zemědělská univerzita
E	[V.m <sup>-1</sup> ]	Intenzita elektrického pole
E	[J] [eV]	Energie
ERU		Energetický regulační úřad
EOL		End-of-life
EFTA		European Free Trade Association
f	[Hz]	Frekvence
FVE		Fotovoltaické elektrárny
GSZ		Globální sluneční záření
h	[J.s]	Planckova konstanta
m n. m.		Metry nad mořem
Obr.		Obrázek
OSVČ		Osoba samostatně výdělečně činná
OZE		Obnovitelné zdroje energie
PV		Photovoltaic
RT		Rejstřík trestů
roč.		Ročník
Sb.		Sbírka
SFŽP		Státní fond životního prostředí
SJM		Společné jmění manželů
SKP		Standardní klasifikace produkce
Tab.		Tabulka
WEEE		Waste Electrical and Electronic Equipment
Wp		Watt peak
ZDP		Zákon o daních z příjmů

## Seznam grafů

GRAF 3.1 VÝVOJ FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN V ČR.....	40
GRAF 3.2 FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY NAD 1MWP .....	41

## Seznam obrázků

OBR. 1.1: PRŮMĚRNÝ ROČNÍ ÚHRN GLOBÁLNÍHO ZÁŘENÍ [MJ/M <sup>2</sup> ] [5].....	20
OBR. 1.2: PRŮMĚRNÝ ROČNÍ ÚHRN DOBY TRVÁNÍ SLUNEČNÍHO SVITU [H] [6].....	21
OBR. 1.3: PRŮMĚRNÝ ROČNÍ POČET JASNÝCH DNŮ [7].....	21
OBR. 2.1: ENERGETICKÁ BILANCE ZÁŘENÍ DOPADAJÍCÍHO NA ZEM [10].....	25
OBR. 2.2: POLOVODIČ TYPU N.....	27
OBR. 2.3: POLOVODIČ TYPU P.....	27
OBR. 2.4: PN PŘECHOD NAPRÁZDNO .....	28
OBR. 2.5: PN PŘECHOD V ZÁVĚRNÉM SMĚRU .....	28
OBR. 2.6: PN PŘECHOD V PROPUSTNÉM SMĚRU .....	29
OBR. 2.7: KONSTRUKCE SOLÁRNÍHO ČLÁNKU[17].....	29
OBR. 2.8: TEXTUROVANÝ ČLÁNEK[17].....	30
OBR. 2.9: PRINCIP VÍCEVRSTVÉHO PANELU [15].....	32
OBR. 2.10: SCHÉMA SLEDOVAČE SLUNCE NA PRINCIPU VYPAŘOVÁNÍ A KONDENZACE FREONU .....	34
OBR. 2.11: SCHÉMA SLEDOVAČE SLUNCE NA PRINCIPU DIFERENCIÁLNÍHO POROVNÁVÁNÍ INTENZITY SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ NA FOTOVOLTAICKÝCH ČLÁNCÍCH TVOŘÍCÍCH SENZOR .....	35
OBR. 2.12: SCHÉMA SLEDOVAČE SLUNCE NA PRINCIPU PRUŽIN Z PAMĚŤOVÝCH SLITIN .....	35
OBR. 2.13: SCHÉMA SLEDOVAČE SLUNCE TYPU TRAXLE <sup>TM</sup> .....	36
OBR. 2.14: OSTROVNÍ REŽIM - PŘÍMÉ NAPÁJENÍ.....	37
OBR. 2.15: OSTROVNÍ REŽIM - AKUMULACE ENERGIE.....	37
OBR. 2.16: OSTROVNÍ REŽIM - HYBRIDNÍ SYSTÉM .....	38
OBR. 2.17: SÍŤOVÝ REŽIM PRO VLASTNÍ SPOTŘEBU A PRODEJ PŘEBYTKŮ .....	38
OBR. 2.18: SÍŤOVÝ REŽIM PRO VÝHRADNÍ PRODEJ ELEKTRICKÉ ENERGIE .....	39
OBR. 6.1: FOTOVOLTAIKA NA RODINNÉM DOMĚ .....	62
OBR. A.1: MĚNIČE A JISTIČE PRO FOTOVOLTAIKY .....	67
OBR. A.2: ROZVODNÁ SKŘÍN PRO FOTOVOLTAIKU .....	67
OBR. A.3: ČTYŘKVADRANTOVÝ ELEKTROMĚR.....	67
OBR. B. 4: VÝVOJ FV ČLÁNKŮ A JEJICH EFEKTIVNOSTI [34].....	68

## Seznam tabulek

TAB. 3.1: FOTOVOLTAIKA - ROZDĚLENÍ DO VÝKONOVÝCH TŘÍD.....	40
TAB. 3.2: POROVNÁNÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ DLE POČTU ELEKTRÁREN A INSTALOVANÉHO VÝKONU .....	44
TAB. 4.1: LINTECH-SOLAR VÝROBNÍ KAPACITA .....	46
TAB. 5.1: VÝNOSNOST RECYKLACE KRYSTALICKÝCH PANELŮ .....	53
TAB. 5.2: VÝNOSNOST RECYKLACE TENKOVSTVÝCH PANELŮ .....	53
TAB. 6.1: MĚNIČ - VSTUPNÍ ÚDAJE.....	60
TAB. 6.2: MĚNIČ - VÝSTUPNÍ ÚDAJE .....	60
TAB. 6.3: MĚNIČ - VŠEOBECNÉ ÚDAJE .....	60
TAB. 6.4: MODEL NUMBER AND NOMINAL OUTPUT UNDER STANDARD TESTING CONDITIONS .....	61
TAB. 6.5: GENERAL INFORMATION .....	61
TAB. 6.6: POWER RATING .....	61
TAB. 6.7: TEMPERATURE COEFFICIENTS .....	61
TAB. C.1: SROVNÁNÍ VÝVOJE OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE DLE POČTU ELEKTRÁREN A VÝKONU .....	69
TAB. D.2: SROVNÁNÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE DLE VÝKONOVÝCH TŘÍD.....	70
TAB. E.3: SROVNÁNÍ KRAJŮ DLE FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN NAD 1MWP .....	71
TAB. F.4: SPOTŘEBA A VÝROBA ENERGIE 2009 .....	72
TAB. F.5: SPOTŘEBA A VÝROBA ENERGIE 2010 .....	73
TAB. F.6: SPOTŘEBA A VÝROBA ENERGIE 2011 .....	74
TAB. F.7: SPOTŘEBA A VÝROBA ENERGIE 2012 .....	75

## Úvod

Fotovoltaika, a všeobecně fotovoltaické odvětví, je v posledních letech v České republice velmi diskutované téma.

Tato práce si klade za cíl seznámit čtenáře s obecnou teorií fotovoltaických článků, s legislativními a přírodními podmínkami pro fotovoltaiku na našem území a zhodnotit rozvoj fotovoltaiky do roku 2012 a její možný vývoj v následujících letech. Dále bude popsána situace v zacházení s vysloužilými panely, a to jak z evropského, tak z českého pohledu. Jako poslední bod bude demonstrována ukázka fotovoltaického systému umístěného na rodinném domě. Zde budou sledovány finanční náklady, výnosy od začátku provozu a zhodnocení daného projektu.

Legislativa týkající se fotovoltaiky je od svého vzniku velmi dynamická a reaguje zejména na závazky České republiky k Evropské unii a na aktuální situaci na našem území. V práci budou zmíněny nejdůležitější zákony a vyhlášky do 9. května 2012, kdy byl schválen poslední zákon týkající se fotovoltaiky, tj. zákon o podpoře obnovitelných zdrojů. Bude zde vysáno jejich znění a jejich působení na fotovoltaické odvětví.

K vytvoření části o fotovoltaických elektrárnách v České republice byla použita data od ERU. Bude zde popsán nejen vývoj fotovoltaiky samotné, ale i komparace dle jednotlivých kritérií se zbylými obnovitelnými zdroji energie. Vzhledem k výraznému rozvoji fotovoltaiky je možno pozorovat, jak se situace mezi OZE v posledních letech rapidně měnila.

V kapitole o dopadu fotovoltaiky na životní prostředí budou popsány základní principy recyklace FV panelů, činnost asociace PV cycle a aktuální změny v české legislativě týkající se tohoto problému.

Poslední část práce zhodnotí projekt FVE na rodinném domě, který vznikl ještě v době výrazné státní finanční podpory. Budou zde sepsány parametry daného projektu, cenové náklady, zhodnocení průběžného provozu a možnosti zlepšení finanční efektivity.

# 1 Fotovoltaika a její využití v České republice

Využití fotovoltaiky na území České republiky je ovlivněno mnoha faktory. V této kapitole budou popsány nejdůležitější legislativní předpisy týkající se fotovoltaického odvětví, geografické podmínky na našem území pro zhotovení fotovoltaického systému a postup při realizaci fotovoltaické elektrárny (dále jen FVE).

## 1.1 Právní legislativa týkající se fotovoltaiky v České republice

Právní legislativa zabývající se fotovoltaickým odvětvím na území České republiky se řídí dvěma hlavními zákony: zákonem č. 458/2000 Sb. a zákonem č. 180/2005 Sb. Způsob regulace cen je řízen vyhláškou č. 140 / 2009 Sb. a podrobnosti udělování licencí vyhláškou č. 426/2005 Sb. Tyto zákony a vyhlášky byly a jsou aktualizovány dle aktuálního vývoje fotovoltaického odvětví na našem území a podle závazků ke směrnicím Evropské unie, proto tato legislativa v posledních letech zažívá velké změny.

**Zákon č. 458/2000 Sb.** ze dne 28. listopadu 2000, o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů.

### Předmět úpravy

Tento zákon zpracovává příslušné předpisy Evropské unie<sup>1</sup> a upravuje v návaznosti na přímo použitelné předpisy Evropské unie<sup>2</sup> podmínky podnikání a výkon státní správy v energetických odvětvích, kterými jsou elektroenergetika, plynárenství a teplárenství, jakož i práva a povinnosti fyzických a právnických osob s tím spojené.

---

<sup>1</sup> Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/72/ES ze dne 13. července 2009 o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektřinou a o zrušení směrnice 2003/54/ES.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/73/ES ze dne 13. července 2009 o společných pravidlech pro vnitřní trh se zemním plynem a o zrušení směrnice 2003/55/ES.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/32/ES ze dne 5. dubna 2006 o energetické účinnosti u konečného uživatele a o energetických službách a o zrušení směrnice Rady 93/76/EHS.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2005/89/ES ze dne 18. ledna 2006 o opatřeních pro zabezpečení dodávek elektřiny a investic do infrastruktury.

<sup>2</sup> Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 713/2009 ze dne 13. července 2009, kterým se zřizuje Agentura pro spolupráci energetických regulačních orgánů.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 714/2009 ze dne 13. července 2009 o podmínkách přístupu do sítí pro přeshraniční obchod s elektřinou a o zrušení nařízení (ES) č. 1228/2003.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 715/2009 ze dne 13. července 2009 o podmínkách přístupu k plynárenským přepravním soustavám a o zrušení nařízení (ES) č. 1775/2005.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 617/2010 ze dne 24. června 2010 o povinnosti informovat Komisi o investičních projektech do energetické infrastruktury v rámci Evropské unie a o zrušení nařízení (ES) č. 736/96.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 994/2010 ze dne 20. října 2010 o opatřeních na zajištění bezpečnosti dodávek plynu a o zrušení směrnice Rady 2004/67/ES.

---

Změna: 262/2002 Sb.	Změna: 124/2008 Sb.
Změna: 151/2002 Sb.	Změna: 158/2009 Sb.
Změna: 278/2003 Sb.	Změna: 223/2009 Sb.
Změna: 356/2003 Sb.	Změna: 227/2009 Sb.
Změna: 670/2004 Sb.	Změna: 281/2009 Sb., 155/2010 Sb.
Změna: 342/2006 Sb.	Změna: 211/2011 Sb.
Změna: 186/2006 Sb.	Změna: 299/2011 Sb.
Změna: 296/2007 Sb.	Změna: 211/2011 Sb. (část), 420/2011 Sb. <sup>3</sup>

**Zákon č. 180/2005 Sb.** ze dne 31. března 2005, o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů)

#### Předmět úpravy

(1) Tento zákon upravuje v souladu s právem Evropských společenství<sup>4</sup> způsob podpory výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a z důlního plynu z uzavřených dolů a výkon státní správy a práva a povinnosti fyzických a právnických osob s tím spojené.

(2) Účelem tohoto zákona je v zájmu ochrany klimatu a ochrany životního prostředí

- a) podpořit využití obnovitelných zdrojů energie (dále jen "obnovitelné zdroje"),
- b) zajistit trvalé zvyšování podílu obnovitelných zdrojů na spotřebě primárních energetických zdrojů,
- c) přispět k šetrnému využívání přírodních zdrojů a k trvale udržitelnému rozvoji společnosti,
- d) vytvořit podmínky pro naplnění indikativního cíle podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v České republice ve výši 8% k roku 2010 a vytvořit podmínky pro další zvyšování tohoto podílu po roce 2010.

Změna: 137/2010 Sb.

Změna: 281/2009 Sb., 330/2010 Sb.,  
402/2010 Sb.

Změna: 402/2010 Sb. (část)

Změna: 330/2010 Sb. (část)<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> Česká republika. Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon). In: *Sbírky zákonů*. 28.11.2000, roč. 2000, 458/2000 Sb., 131. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=49962&fulltext=&nr=458~2F2000~20&part=&name=&rpp=15>

<sup>4</sup> Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2001/77/ES ze dne 27. září 2001 o podpoře elektrické energie z obnovitelných zdrojů na vnitřním trhu s elektrickou energií.

<sup>5</sup> Česká republika. Zákon o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů). In: *Sbírky zákonů*. 31.03.2005, roč. 2005, 180/2005 Sb., 66. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=60082&fulltext=&nr=180~2F2005&part=&name=&rpp=15>

**Vyhláška č. 140 / 2009 Sb.** ze dne 11. května 2009 o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen.

Energetický regulační úřad (dále jen „Úřad“) stanoví podle § 98 odst. 7 zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění zákona č. 670/2004 Sb., a podle § 12 odst. 3 zákona č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů), k provedení § 17 odst. 7 písm. c) energetického zákona a § 4 odst. 10 zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů

Změna: 264/2010 Sb.

Změna: 393/2011 Sb.<sup>6</sup>

**Vyhláška č. 426/2005 Sb.** ze dne 11. října 2005 o podrobnostech udělování licencí pro podnikání v energetických odvětvích.

Energetický regulační úřad (dále jen "Úřad") stanoví podle § 98 odst. 7 zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění zákona č. 670/2004 Sb., (dále jen "zákon") k provedení § 5 odst. 9, § 7 odst. 5 a § 17 odst. 7 písm. i) a j) zákona.

#### **Předmět úpravy**

Tato vyhláška stanoví vzory žádostí k udělení, změně a zrušení licence a vzory žádostí o uznání oprávnění k podnikání uděleného v jiném členském státě Evropské unie, náležitosti prohlášení odpovědného zástupce, způsoby určení vymezeného území a provozovny, prokázání vlastnického nebo užívacího práva k užívání energetického zařízení, způsoby prokazování finančních a technických předpokladů a odborné způsobilosti pro jednotlivé druhy licencí.

Změna: 363/2007 Sb.

Změna: 392/2011 Sb.<sup>7</sup>

Změna: 358/2009 Sb.

---

<sup>6</sup> Česká republika. Vyhláška o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen. In: *Sbírky zákonů*. 11.05.2009, roč. 2009, 140/2009 Sb., 42. Dostupné z:

<http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=68631&fulltext=&nr=140~2F2009&part=&name=&rpp=15>

<sup>7</sup> Česká republika. Vyhláška o podrobnostech udělování licencí pro podnikání v energetických odvětvích. In: *Sbírky zákonů*. 11.10.2005, roč. 2005, 426/2005 Sb., 146. Dostupné z:

<http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=60524&fulltext=&nr=426~2F2005~20&part=&name=&rpp=15>

---

**Vyhláška č. 475/2005 Sb.** ze dne 30. listopadu 2005, kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů.

Energetický regulační úřad stanoví podle § 12 odst. 3 zákona č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů), (dále jen "zákon") k provedení § 4 odst. 3, § 5 odst. 3 a § 6 odst. 1 písm. b) bodu 1 zákona.

### **Předmět úpravy**

Tato vyhláška stanoví termíny a podrobnosti výběru způsobu podpory elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů, termíny oznámení záměru nabídnout elektřinu vyrobenou z obnovitelných zdrojů k povinnému výkupu a technické a ekonomické parametry.

Změna: 364/2007 Sb.

Změna: 300/2010 Sb.

Změna: 409/2009 Sb.

Změna: 338/2011 Sb.<sup>8</sup>

#### **1.1.1 DPH**

Dle § 48 zákona o dani z přidané hodnoty, lze v roce 2012 u fotovoltaických instalací na budovách definovaných tímto paragrafem aplikovat sníženou 14% sazbu DPH. Tato sazba se vztahuje jak na montážní práce, tak i na prostředky fotovoltaického systému.

[1]

#### **1.1.2 Osvobození od daně z příjmu**

Fotovoltaické elektrárny jako obnovitelný zdroj energie byly zákonem č. 586/1992 Sb. o daních z příjmů osvobozeny od daně z příjmů v roce, kdy byla poprvé elektrárna uvedena do provozu a v pěti bezprostředně následujících letech.

Uvedením v platnost zákona č. 346/2010 Sb. toto osvobození od 1.1.2011 přestává platit. Osvobození příjmu bylo tedy možné využít naposledy za zdaňovací období, které započalo v roce 2010. Tento zákon se vztahuje i na elektrárny uvedené do provozu před nabytím účinnosti této novely.

[2]

---

<sup>8</sup> Česká republika. Vyhláška, kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů. In: *Sbirky zákonů*. 30.11.2005, roč. 2005, 475/2005 Sb., 166. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=60623&fulltext=&nr=475~2F2005~20&part=&name=&rpp=15>

### 1.1.3 Zdravotní pojištění

V případě fyzické osoby se provozovatel fotovoltaické elektrárny stává osobou samostatně výdělečně činnou. Tato skutečnost s sebou nese povinnost pro provozovatele se do osmi dnů přihlásit u své zdravotní pojišťovny. OSVČ je povinna platit pojistné i v případě, kdy již platí pojistné jako zaměstnanec a samostatná výdělečná činnost není hlavním zdrojem jejich příjmů, nebo v případě, kdy za tuto osobu platí pojistné zdravotního pojištění stát. Výše pojistného činí 13,5% z vyměřovacího základu za rozhodné období. Vyměřovacím základem pro OSVČ je 50% příjmu z podnikání a z jiné samostatné výdělečné činnosti po odpočtu vynaložených výdajů na jeho dosažení, zajištění a udržení. OSVČ je povinna nejpozději do jednoho měsíce ode dne, ve kterém měla podle zákona o daních z příjmů podat daňové přiznání, předložit všem zdravotním pojišťovnám, u kterých byla v daném kalendářním roce pojištěna, přehled o svých příjmech a výdajích vynaložených na jejich dosažení, zajištění a udržení, zaplacených zálohách na pojistné, vyměřovacím základem a pojistném vypočteném z tohoto vyměřovacího základu.<sup>9</sup>

### 1.1.4 Sociální zabezpečení

Zahájení výkonu samostatné výdělečné činnosti je výrobce elektřiny povinen oznámit místně příslušné okresní správě sociálního zabezpečení nejpozději do osmého dne kalendářního měsíce následujícího po měsíci, v němž byla samostatná výdělečná činnost zahájena. Za den zahájení se považuje den uvedení elektrárny do ostrého provozu. Pro placení pojistného na důchodové pojištění a příspěvku na státní politiku zaměstnanosti (dále jen „důchodové pojištění“) je rozhodující, zda podnikatel vykonává samostatnou výdělečnou činnost jako hlavní nebo vedlejší. Osoba samostatně výdělečně činná, která vykonává hlavní samostatnou výdělečnou činnost (tedy podnikání je pro ni zpravidla jediný zdroj příjmů), má povinnost platit pojistné na důchodové pojištění vždy. Pokud vykonává svoji činnost jako vedlejší, je účast na důchodovém pojištění závislá na výši dosažených příjmů po odpočtu výdajů - daňový základ. Pokud daňový základ dosáhl rozhodné částky podle § 10 odst. 2 zákona o důchodovém pojištění, je osoba samostatně výdělečně činná povinna platit pojistné na důchodové pojištění. Vyměřovacím základem osoby samostatně výdělečně činné pro pojistné na důchodové pojištění je částka, kterou si určí, ne však méně než 50% daňového základu. Rozhodnou částkou pro rok 2010 je 56 901 Kč, pro rok 2011 59 374 Kč a pro rok

<sup>9</sup> Jak postupovat: Nejčastější otázky. AEL COMMUNICATIONS ČR S.R.O. <http://www.aelsolar.cz/> [online]. [cit. 2012-05-18]. Dostupné z: <http://www.aelsolar.cz/nejcastejsi-otazky.html>



---

2012 60 329 Kč. Pojistné na důchodové pojištění a státní politiku zaměstnanosti činí 29,2% z vyměřovacího základu.<sup>10</sup>

### 1.1.5 Odpisování FVE

Před uvedením v platnost zákona č. 346/2010 Sb., kterým se změnil zákon o daních z příjmů, se FVE zařazovaly do odpisových skupin takto:

- **FVE umístěná na střeše budovy:**
  - nosná konstrukce na střeše budovy a kabely jsou technickým zhodnocením budovy – tedy 5. odpisová skupina,
  - fotovoltaické systémy, panely a měniče – 3. odpisová skupina,
  - samostatné fotovoltaické články, pokud nejsou součástí panelů, se zařazují do 2. odpisové skupiny;
- **FVE vybudovaná samostatně na volné ploše** – celá stavba (tedy venkovní základ, včetně nosné konstrukce a kabelů) se zařadila do 4. odpisové skupiny.

FVE lze v podstatě rozdělit na dvě základní části, a to na stavební část a na část technologickou. Po novele zákona zůstává jako dosud zařazena pouze stavební část, tedy buď v odpisové skupině 4 s dobou odpisování 20 let, nebo v případě umístění na budovách zpravidla v 5. odpisové skupině s dobou odpisování 30 let.

Technologická část, která je tvořena především solárními panely, měniči a rozvaděči je zařazena do skupin SKP 31.10, 31.20 nebo 32.10 a která tvoří více než 75 % nákladů na vybudování FVE, se podle nového ustanovení ZDP (§ 30b) odepisuje rovnoměrně po dobu 240 měsíců (tj. 20 let), přičemž daňové odpisy se stanoví jako měsíční bez možnosti odpisování přerušit. Doba odpisování se tak oproti legislativě platné do konce roku 2010 zdvojnásobí, a v případě majetku zařazeného ve 2. odpisové skupině dokonce čtyřnásobí. Technologická složka se tedy odepisuje bez ohledu na zařazení do odpisové skupiny 240 měsíců s tím, že poplatník má povinnost odpisování zahájit počínaje následujícím měsícem po měsíci, v němž byly splněny podmínky pro odpisování. Při zahájení nebo ukončení odpisování v průběhu zdaňovacího období je možné uplatnit odpisy pouze ve výši připadající na toto zdaňovací období.

Tato nová úprava se vztahuje i na hmotný majetek, který již byl zaevidován a uveden do provozu před datem účinnosti této novely, tedy před 1. 1. 2011, pokud u něho bylo

---

<sup>10</sup> Jak postupovat: Nejčastější otázky. AEL COMMUNICATIONS ČR S.R.O. <http://www.aelsolar.cz/> [online]. [cit. 2012-05-18]. Dostupné z: <http://www.aelsolar.cz/nejcastejsi-otazky.html>

odpisování již zahájeno. Od zdaňovacího období započatém v roce 2011 se odpisy u takového majetku stanoví jako podíl vstupní ceny snížené o už uplatněné odpisy (tedy o celkovou výši odpisů uplatněných z tohoto majetku do konce zdaňovacího období započatého v roce 2010), a počtu měsíců, které ještě zbývají do konce odpisování. Zbývajících doba odpisování v měsících se stanoví jako rozdíl mezi 240 měsíci a počtem kalendářních měsíců po měsíci, v němž byl tento hmotný majetek zaevidován, do konce roku zdaňovacího období zahájeného v roce 2010.

V případě hmotného majetku, který je už využíván k provozu solárních zařízení, ale nebylo u něj před 1. 1. 2011 odpisování zahájeno, začíná doba odpisování (tj. 240 měsíců) běžet od prvního měsíce zdaňovacího období započatého v roce 2011.<sup>11</sup>

### 1.1.6 Zdanění elektrické energie ze slunečního záření

**Zákonem č. 402/2010 Sb.** ze dne 14. prosince 2010, kterým se mění zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů), ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony.

#### **Předmět odvodu z elektřiny ze slunečního záření**

Předmětem odvodu za elektřinu ze slunečního záření (dále jen „odvod“) je elektřina vyrobená ze slunečního záření v období od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2013 v zařízení uvedeném do provozu v období od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2010.

#### **Subjekty odvodu**

- (1) Poplatníkem odvodu je výrobce, pokud vyrábí elektřinu ze slunečního záření.
- (2) Plátcem odvodu je provozovatel přenosové soustavy nebo provozovatel regionální distribuční soustavy.

#### **Základ odvodu**

Základem odvodu je částka bez daně z přidané hodnoty hrazená plátcem odvodu formou výkupní ceny nebo zeleného bonusu poplatníkovi odvodu za elektřinu ze slunečního záření vyrobenou v odvodovém období.

#### **Osvobození od odvodu**

Od odvodu je osvobozena elektřina vyrobená ze slunečního záření ve výrobě elektřiny s instalovaným výkonem výrobní do 30 kW, která je umístěna na střešní konstrukci

---

<sup>11</sup> Legislativní servis: Fotovoltaické elektrárny od roku 2011. NIGRIN, Jiří. STORMWARE S.R.O. <http://www.stormware.cz/> [online]. 2.6.2011 [cit. 2012-05-23]. Dostupné z: [http://www.stormware.cz/podpora/LegServis/Fotovoltaicke\\_elektrarny\\_2011.aspx](http://www.stormware.cz/podpora/LegServis/Fotovoltaicke_elektrarny_2011.aspx)

nebo obvodové zdi jedné budovy spojené se zemí pevným základem evidované v katastru nemovitostí.

### Sazba odvodu

Sazba odvodu ze základu odvodu činí v případě hrazení formou

- a) výkupní ceny 26 %
- b) zeleného bonusu 28 %<sup>12</sup>

## 1.2 Geografická pozice České republiky a její vliv na fotovoltaiku

V České republice z pohledu topografie nejsou výrazné rozdíly. Z celkové rozlohy České republiky leží 67% v nadmořské výšce do 500 m n. m, 32% ve výšce 500 až 1 000 m n. m a pouze 1,05% ve výšce nad 1 000 m n. m. Průměrná nadmořská výška ČR je 430 m n. m (Demek *et al.*, 1987).

Hlavními faktory, které ovlivňují prostorovou a časovou proměnlivost globálního slunečního záření (dále GSZ), jsou astronomický denní a roční cyklus. Mezi další faktory patří výskyt oblačnosti a zákal atmosféry. Vliv rozdílů v zeměpisné šířce je zanedbatelný. Pole GSZ je na území republiky formováno především třemi faktory:

- a) expozicí území ČR vůči všeobecné cirkulaci atmosféry, tj. růstem kontinentálního a poklesem maritimního (oceánského) charakteru klimatu ve směru západ – východ,
- b) výrazným působením orografie na tvorbu oblačnosti, zejména v pohraničních oblastech,
- c) oblastně rozdílnými koncentracemi aerosolů v atmosféře.

Jihovýchodní Morava je v celoročním srovnání výskytem frontální oblačnosti na našem území zasažena nejméně, tato skutečnost má za následek, že zde dopadá nejvíce sluneční energie. Důsledkem je, že má tato oblast výraznější kontinentální charakter klimatu. V severozápadních Čechách, kde je sluneční záření zeslabováno větším výskytem oblačnosti i znečištěním atmosféry z průmyslových podniků, a v pohraničních horách (např. Krkonoše, Orlické hory), kde je značný vliv orografie na tvorbu oblačnosti, jsou naopak úhrny GSZ nejnižší. Zde je nutné podotknout, že během zimního období v horských oblastech nad inverzní vrstvou oblačnosti dopadá stejné nebo větší množství slunečního záření než v nížinných oblastech.

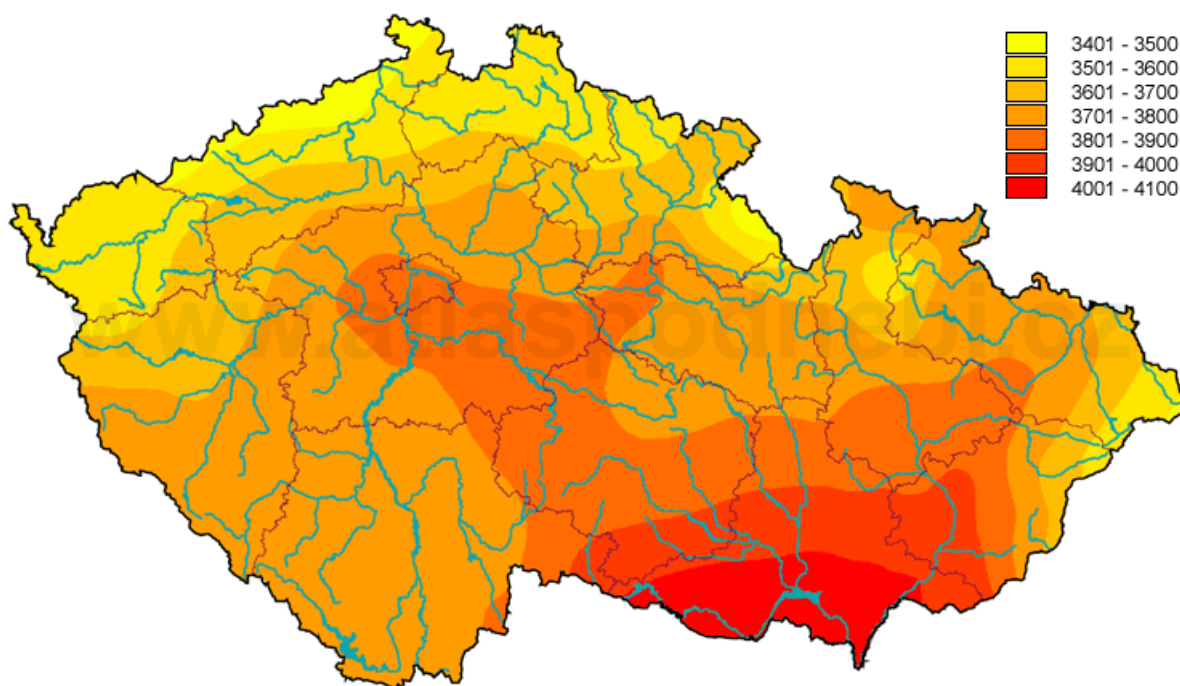
---

<sup>12</sup> Česká republika. Zákon, kterým se mění zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů), ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony. In: *Sbírky zákonů*. 14.12.2010, roč. 2010, 402/2010 Sb., 144. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=72700&fulltext=&nr=402~2F2010~20&part=&name=&rpp=15>

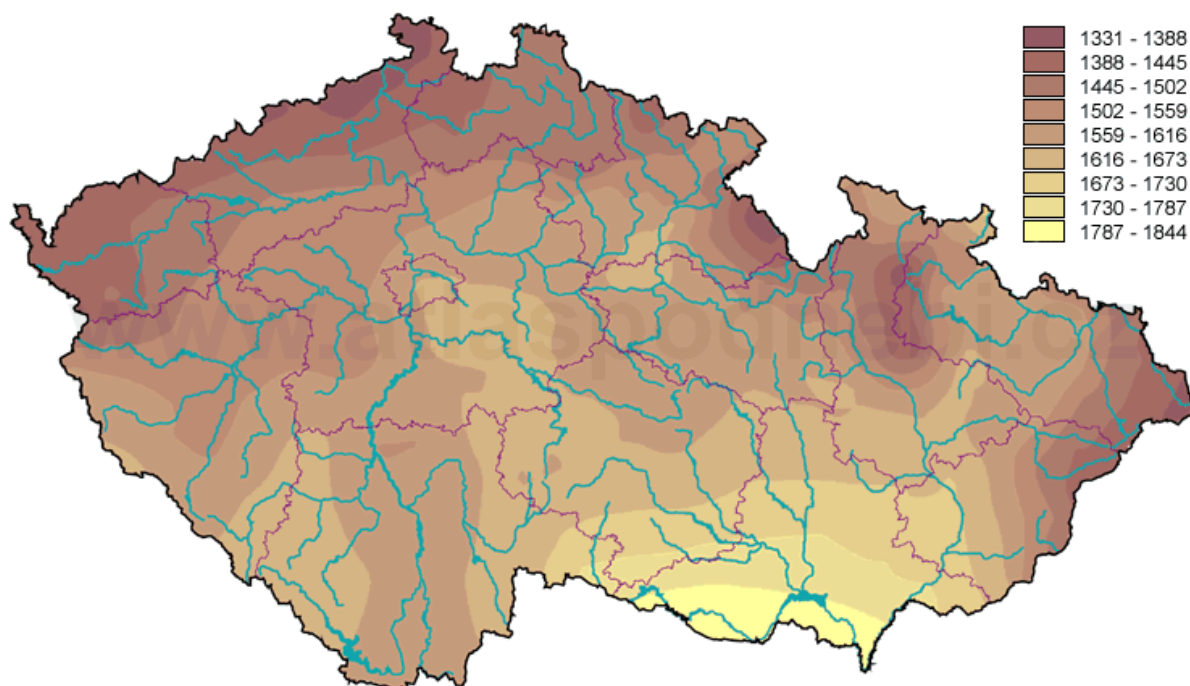
Výskyt oblačnosti na našem území ovlivňují zejména členitost terénu (vliv orografie na tvorbu oblačnosti nebo výskyt inverzí v nížinách), polohou České republiky vzhledem k frontální zóně (přesun oblačnosti spjatý s přechodem front) a stupněm znečištění atmosféry (vysoké koncentrace průmyslových aerosolů) (Tolasz *et al.*, 2007). Množství oblačnosti ovlivňuje počet jasných a zamračených dní. Jasný den je definován průměrným denním množstvím oblačnosti menším než 2/10 a zamračený den větším než 8/10 (Tolasz *et al.*, 2007). Největší průměrný počet zatažených dní v roce na území ČR je na Sněžce - 192. Nejmenší průměrný počet zatažených dní v roce je v Polešovicích na Hodonínsku - 97. Největší počet jasných dní je v Mutěnicích na Hodonínsku - 70. Nejmenší počet jasných dní je v Teplicích v Čechách - 23 (Vondráček, 2000).

- v České republice dopadne na 1m<sup>2</sup> vodorovné plochy zhruba 950 – 1340 kWh energie
- roční množství slunečních hodin se pohybuje v rozmezí 1331 – 1844 hod (ČHMÚ), odborná literatura uvádí jako průměrné rozmezí 1600 – 2100 hod

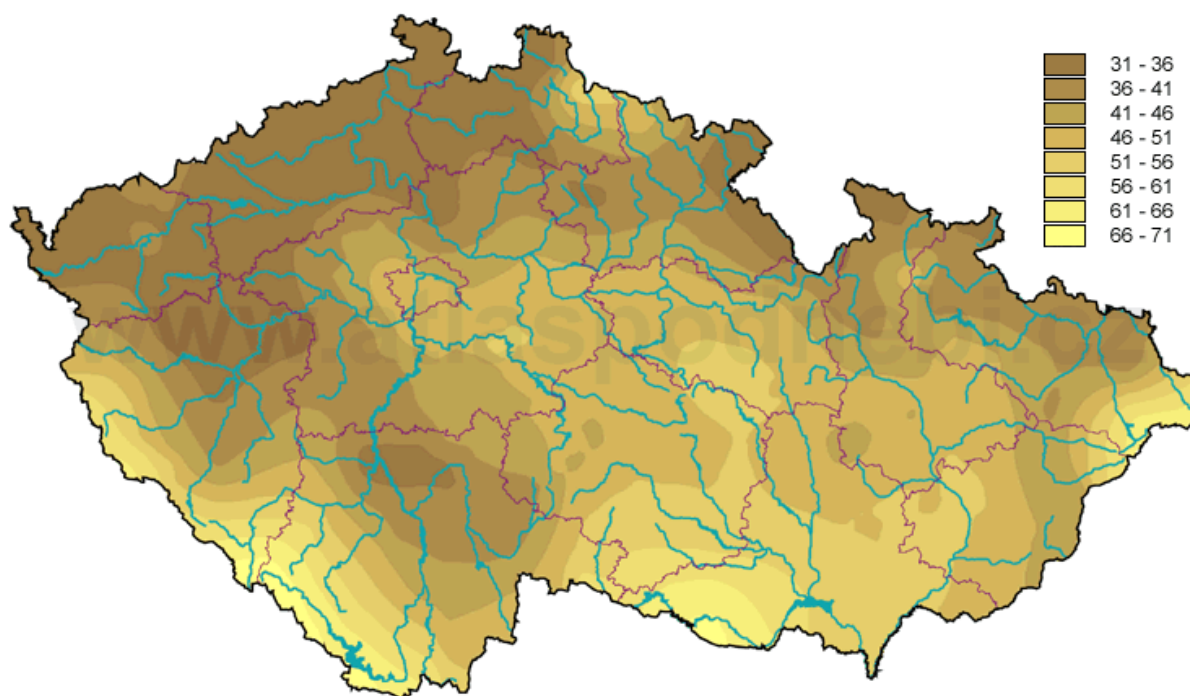
[3][4]



Obr. 1.1: Průměrný roční úhrn globálního záření [MJ/m<sup>2</sup>] [5]



Obr. 1.2: Průměrný roční úhrn doby trvání slunečního svitu [h] [6]



Obr. 1.3: Průměrný roční počet jasných dnů [7]

### 1.3 Postup zřizování fotovoltaické elektrárny v České republice

Na začátku projektu je nutno zjistit na konkrétním obecním úřadě, jestli je pro daný projekt třeba stavební povolení nebo jestli stačí pouze oznámení, případně jestli je vůbec možné projekt realizovat. Jsou-li nutná další povolení, je třeba je vyřídit. Po obdržení všech stavebních povolení je nutné kontaktovat provozovatele distribuční soustavy, který ze zákona do 30 dnů vydá stanovisko k připojení fotovoltaiky k distribuční soustavě.

V případě kladného stanoviska je možno začít s realizací fotovoltaické elektrárny. Hotový projekt je nutno nechat zkontrolovat revizním technikem.

Po provedení revize lze podat žádost o zkušební provoz a je nutno zaslat žádost o licenci opravňující podnikat v energetickém odvětví na ERU. Lhůta na vydání je opět 30 dnů. Pro tuto licenci, u elektrárny do 200KWp, je třeba vyplnit následující dokumenty:

- formulář A1/A2 „Žádost o udělení licence pro podnikání v energetických odvětvích pro fyzické / právnické osoby)
- správní poplatek ve výši 1.000,-Kč (kolek nebo převod na účet ERÚ – soubor Platba správního poplatku)
- doklad o identifikačním čísle – výpis z obchodního, obdobného rejstříku (ne starší 3 měsíců), případně kopie živnostenského listu, nebo žádost o zprostředkování přidělení IČ společně s žádostí o přidělení IČ z ČSÚ (u fyzických osob)
- plná moc oprávněné osoby pokud není žadatelem
- výpis z rejstříku trestů (dále jen RT) žadatele/všech členů statutárního orgánu ne starší 6 měsíců, originál nebo ověřená kopie, nebo formulář s údaji pro výpis z RT. Od 1.7.2008 si tento doklad ERU, jako určený orgán veřejné moci podle zákona č. 124/2008 Sb., zajistí v rámci úřední činnosti.
- u právnických osob vždy a fyzických osob při instalovaném výkonu nad 20 KW (při nesplnění odborných předpokladů žadatelem):
  - a) formulář B „Ustanovení odpovědného zástupce“ a formulář „Prohlášení odpovědného zástupce“ s úředně ověřeným podpisem, výpis z rejstříku trestů odpovědného zástupce, nebo formulář s údaji pro výpis z RT,
  - b) odborné předpoklady – pouze u instalovaného výkonu nad 20 KW - potvrzení o praxi v oboru a ověřená kopie dokladu o nejvyšším dosaženém vzdělání (technického směru)
- formulář „Seznam jednotlivých provozoven“ pro výrobu elektřiny

- katastrální mapa ve vhodném měřítku se zákresem umístění provozovny
- majetkový vztah k výrobně elektřiny (technologie, stavební část a nezbytná pomocná zařízení – smlouva o dílo + předávací protokol, případně doklad o přechodu vlastnictví, aktuální výpis z katastru nemovitostí), v případě nájemní smlouvy a SJM souhlas vlastníka s provozováním zařízení, v případě spoluvlastnictví jiného než SJM dohodu o užívání, nebo jiné užívací právo
- u výkonu nad 20 kW vyjádření stavebního úřadu (originál nebo ověřená kopie)
- revizní zpráva elektrického zařízení (originál nebo ověřená kopie)
- příloha k žádosti o udělení licence na výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie (tabulka rozpis nákladů)<sup>13</sup>

Po udělení licence následuje uzavření smlouvy s distribuční společností a může být spuštěn ostrý provoz.

[8]

## 2 Teorie solárních článků a fotovoltaických systémů

Na úvod této kapitoly bude vysvětlena podstata světla a rozdělení elektromagnetických vln dle vlnové délky. Dále zde budou zmíněny nejdůležitější mezníky v historii fotovoltaiky a vysvětlen princip činnosti fotovoltaických článků a panelů. V následujících podkapitolách bude uvedeno rozdělení panelů do kategorických tříd, možnosti navýšení účinnosti panelů a způsoby jejich upevnění.

### 2.1 Podstata světla

S prvním fyzikálním vysvětlením podstaty světla přišel Christian Huygens (1629-1695) roku 1678. Tvrdil, že světlo má charakter podélného vlnění. S dalším zásadním tvrzením přišel Isaac Newton, který považoval světlo za tok částic. Jak se později zjistilo, obě tato tvrzení jsou správná a světlo lze vysvětlit oběma teoriemi, tudíž lze říci, že světlo má takzvaný dualistický charakter. Vlnový charakter má větší vliv u záření s delší vlnovou délkou a naopak částicový charakter u záření s kratší vlnovou délkou. Pro vysvětlení chování světla lze aplikovat to, že jej bereme jako elektromagnetickou vlnu, a tudíž pro něj platí

---

<sup>13</sup> Licence: Doklady k žádosti o licenci na výrobu elektřiny z fotovoltaických panelů při instalovaném výkonu do 200 kW. ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD. <http://eru.cz/> [online]. [cit. 2012-05-25]. Dostupné z: [http://eru.cz/user\\_data/files/licence/info\\_pro\\_zadatele/11-do%20200kWe.pdf](http://eru.cz/user_data/files/licence/info_pro_zadatele/11-do%20200kWe.pdf)

všechny zákonitosti vlnění. Důsledkem částicového charakteru jsou projevy spadající do oboru kvantové fyziky.

### Rozdělení elektromagnetického záření:

$\lambda < 10^{-11}$  m Gama záření

$\lambda \in < 10^{-8} \text{ m}; 3,8 \cdot 10^{-7} \text{ m} >$  Ultrafialové světlo

$\lambda \in < 10^{-11} \text{ m}; 10^{-8} \text{ m} >$  Rentgenové světlo

$\lambda \in < 10^{-8} \text{ m}; 3,8 \cdot 10^{-7} \text{ m} >$  Ultrafialové světlo

$\lambda \in < 380 \text{ nm}; 760 \text{ nm} >$  Viditelná oblast

$\lambda \in < 7,6 \cdot 10^{-7} \text{ m}; 10^{-4} \text{ m} >$  Infračervené záření

$\lambda \in < 10^{-4} \text{ m}; 10^{-1} \text{ m} >$  Mikrovlny

$\lambda > 10^{-1}$  m Rádiové vlny

Jak již bylo uvedeno, lze světlo považovat za tok částic, takzvaných fotonů. energii fotonu lze definovat jako

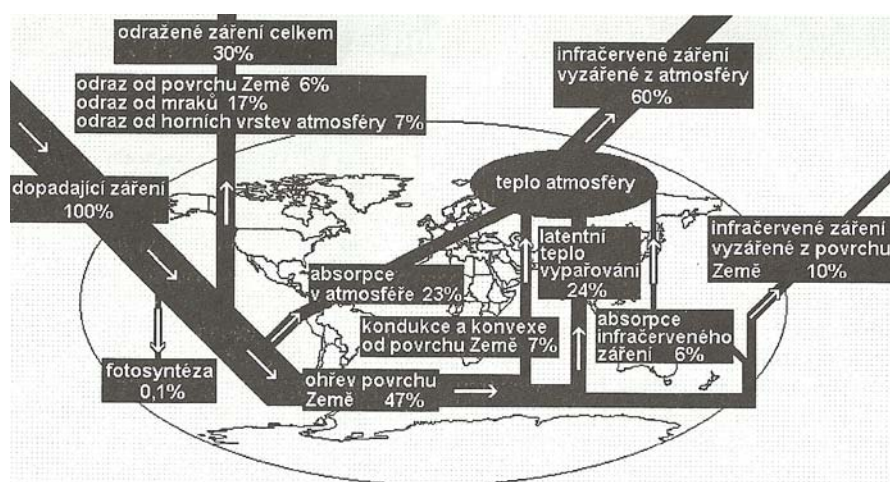
$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \quad (1.1)$$

Z uvedeného vztahu je možno tedy vidět, že energie fotonů závisí vlnové délce.

Na zemský povrch dopadá výkon 180 000 TW. Je důležité říci, že sluneční záření nedopadne na zemský povrch beze změny. Při průchodu atmosférou je záření pozměněno a přichází o některá pásma v důsledku absorpce, odrazu a rozptylu na částicích tvořících atmosféru. Celkové záření dopadající na naši planetu nazýváme globální, a to se dále rozděluje na přímé a difuzní. Energetickou bilanci záření dopadajícího na Zem ukazuje následující obrázek.

[9][10]





Obr. 2.1: Energetická bilance záření dopadajícího na Zem [10]

## 2.2 Historie fotovoltaiky

Za objevitele fotovoltaického jevu je považován francouzský fyzik Antoine César Becquerelem (1788–1878). Roku 1839 při pokusech s kovovými elektrodami ponořenými v elektrolytu zjistil, že se na nich mění napětí v závislosti na osvětlení.

Roku 1876 William Grylls Adams (1836-1915), kdy působil jako profesor na King's College v Londýně, objevil se svým žákem Richard Evans Dayem, že přechod tvořený selenem a platinou při osvětlení produkuje elektrický proud, aniž by došlo ke změně samotného materiálu, přičemž k této přeměně dochází bez použití tepla a pohyblivých částí.

Americký vynálezce Charles Fritts roku 1883 sestrojil první skutečné solární články ze selenového polovodiče a ultratenké vrstvy zlata. Účinnost těchto článků byla kolem 1%.

Dalším mezním datem je 17. březen 1905, kdy Albert Einstein (1879–1955) popsal **fotoelektrický jev** na základě kvantové fyziky pevných látek ve své práci "*Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt*".

Další důležitá data ve vývoji fotovoltaiky byla tato:

- 1918 Jan Czochralski vynalezl metodu pro získávání monokrystalického křemíku.
- 1946 Russell Ohl patentoval první polovodičový solární článek.
- 1954 Bell laboratories přišly s články, které měly dostačující výkon pro praktické využití.
- 1958 použití solárních článků na družici Vanguard 1
- 1959 Hoffman Electronics dosáhli 10% účinnosti u komerčně dostupných fotovoltaických článků

- 1963 Na maják v Japonsku bylo nainstalováno největší fotovoltaické pole o výkonu 242W.
- 1970 Dr. Elliot Berman za pomoci Exxon Corporation navrhuje podstatně méně nákladné solární články. Cena se snižuje ze \$100/watt na \$20/watt. Díky této skutečnosti se solární technika začíná používat v běžných aplikacích (ropné plošiny, výstražná světla, navigace..atd.)

Díky energetické krizi v sedmdesátých letech a zvýšeného povědomí o životním prostředí se alternativní zdroje energie staly politicky zajímavými. Došlo k úpravě zákonů a vytvoření programů na podporu fotovoltaiky. Lídry jsou v této oblasti zejména Německo, USA a Japonsko. Od roku 1980 Společnost ARCO Solar produkuje více než 1MWatt fotovoltaických panelů ročně.

Během let 1980-1989 se začaly objevovat velké autonomní systémy v řádu desítek kWp. Objevují se též první amorfní a tenkovrstvé panely a účinnost solárních článků se dostává na hranici 20%.

Od devadesátých let nastává nejvýraznější vývoj v oblasti fotovoltaiky. Výzkum a výroba se dostává i do ostatních zemí, což má za následek zvětšení počtu výrobců fotovoltaického zařízení, instalovaného výkonu, ale i rychlejší výzkum a vývoj nových technologií.

[11] [12]

## 2.3 Princip činnosti fotovoltaických článků

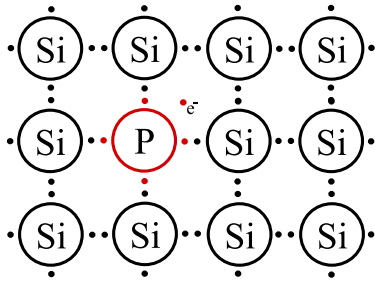
Princip činnosti fotovoltaického článku bude ukázán na nejjednodušším článku z křemíku. Tento článek je vlastně velkoplošná dioda. Ze začátku bude vysvětlena činnost PN přechodu, aby bylo možné objasnit funkci fotovoltaického článku.

### 2.3.1 Polovodič typu N

V tomto polovodiči jsou v krystalu křemíku některé atomy Si nahrazeny atomy některého prvku z V. skupiny Mendělejevovy periodické tabulky prvků (např. P, As). Atomy Si mají na rozdíl od prvků V. skupiny 4 valenční elektrony, to má za následek, že 1 elektron nebude kovalentně vázán se sousedními atomy Si. Tento elektron je jen slabě vázán k atomu příměsi a stačí pouze malá energie, aby přešel do vodivostního pásu. Tyto příměsové atomy se nazývají donory, jelikož dodávají volné elektrony. V polovodiči typu N jsou elektrony

majoritními nosiči náboje a díry minoritními.

[13]

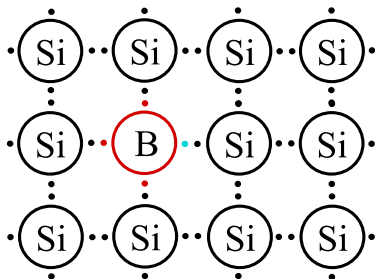


Obr. 2.2: Polovodič typu N

### 2.3.2 Polovodič typu P

U tohoto polovodiče jsou příměsové atomy ze III. skupiny Mendělejevovy periodické tabulky prvků, a tudíž mají pouze 3 valenční elektrony (např. B, In, Ga). Jedna vazba není se sousedním atomem Si zaplněna a chová se jako díra. Jelikož do této díry mohou přeskočit elektrony ze sousedních atomů Si, tak se tato díra může pohybovat. V tomto případě se příměsi nazývají akceptory. Na rozdíl od polovodiče typu N jsou zde majoritními nosiči náboje díry a minoritními elektrony.

[13]



Obr. 2.3: Polovodič typu P

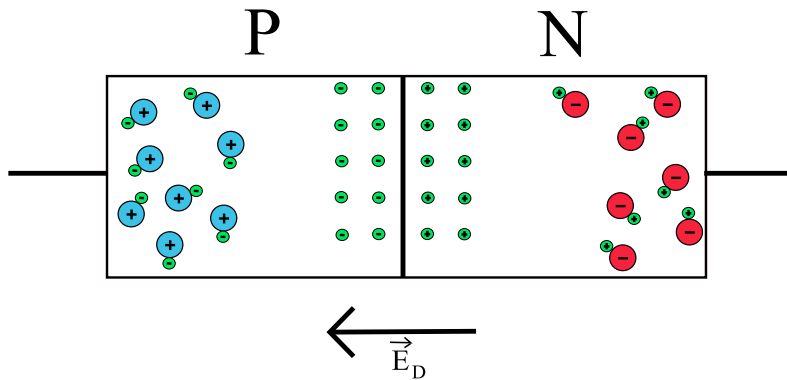
### 2.3.3 Přechod PN

Spojíme-li tyto dva typy polovodičů k sobě, vznikne mezi nimi takzvaný PN přechod a mohou nastat 3 situace:

#### PN přechod naprázdno

V oblasti přechodu přejde pár volných elektronů z oblasti N do oblasti P, kde rekombinují. Následkem je, že z oblasti přechodu mizí volné náboje a vzniká difuzní elektrické pole  $E_d$  vytvářené ionty příměsí. Toto pole zapříčiní, že se další elektrony a díry nemůžou dostávat k přechodu. Oblast u přechodu bez volných nosičů nábojů se nazývá hradlová či vyprázdněná oblast.

[13]

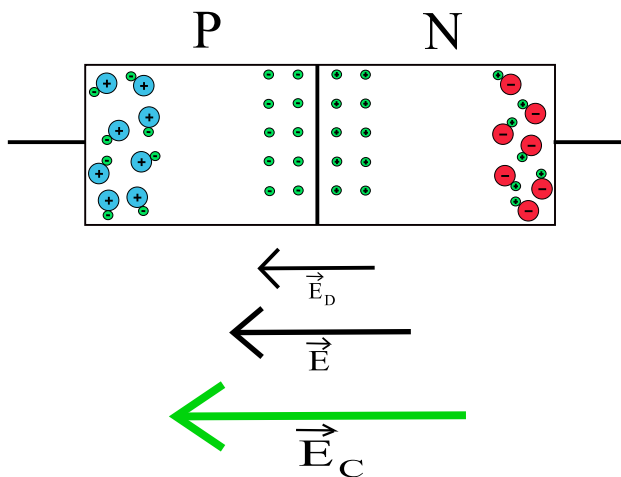


Obr. 2.4: PN přechod naprázdno

### PN přechod v závěrném směru

Polovodič typu P je připojen na záporný pól a polovodič typu N na kladný. Intenzita vnějšího pole  $E$  a intenzita  $E_d$  mají stejný směr a vyprázdňená oblast se zvětšuje. V obvodu může téct pouze proud tvořený minoritními nosiči nábojů.

[13]

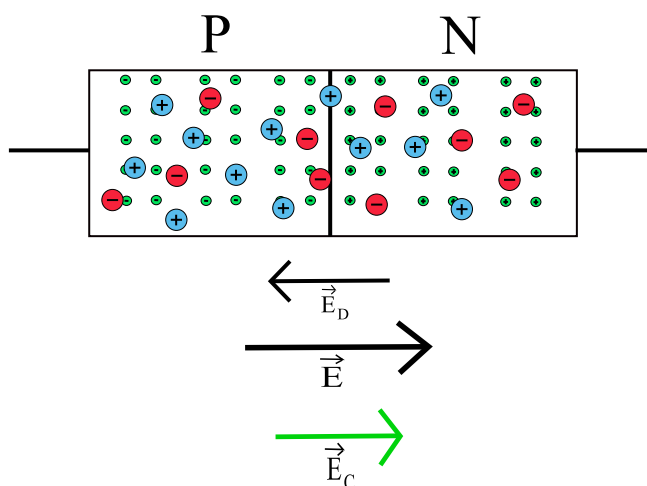


Obr. 2.5: PN přechod v závěrném směru

### PN přechod v propustném směru

V tomto případě jsou póly zapojeny opačně, což má za následek, že intenzita vnějšího pole má opačný směr než intenzita  $E_d$ . Velikost celkové intenzity tudíž závisí na velikosti obou intenzit. Bude-li přiložené napětí dostatečně velké, to jest  $E > E_d$ , pak bude obvodem protékat proud.

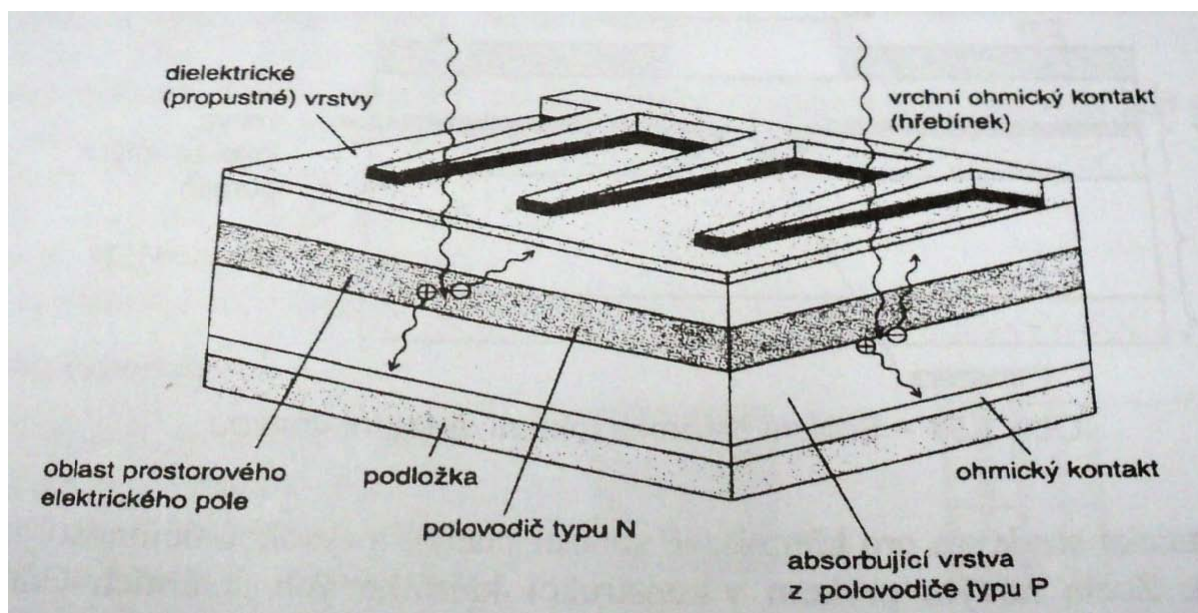
[13]



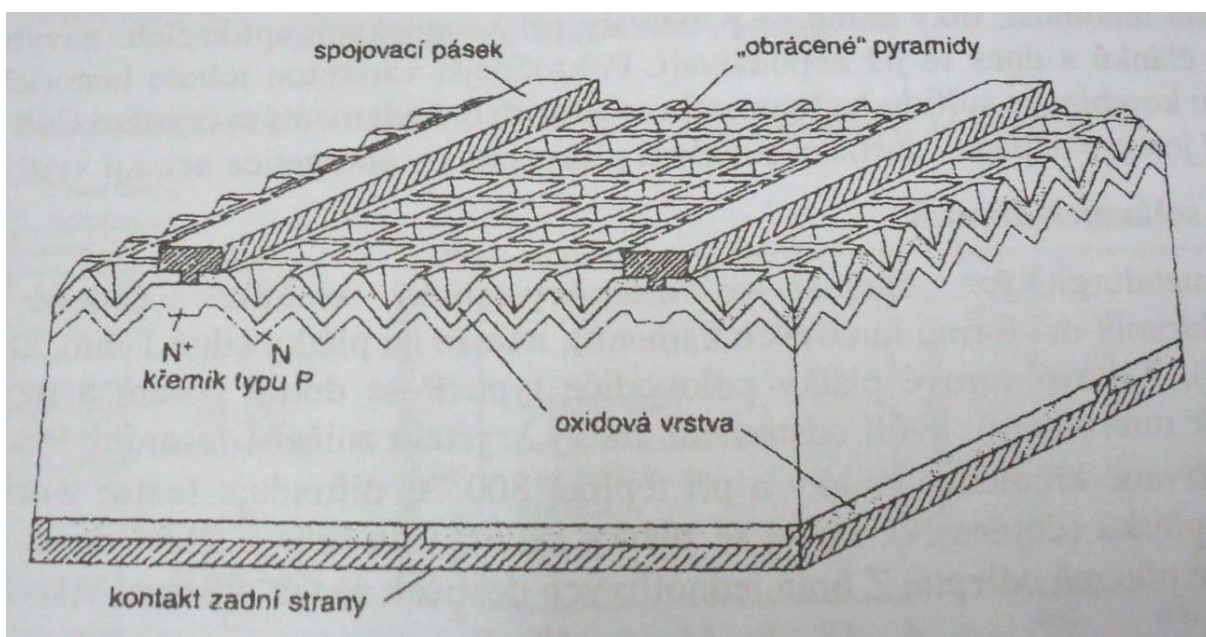
Obr. 2.6: PN přechod v propustném směru

Jak již bylo řečeno, je fotovoltaický článek velkoplošná dioda uspořádaná tak, aby sluneční světlo mohlo dopadat na PN přechod. Tímto zářením se generují volné elektrony a díry, které jsou elektrickým polem přechodu odděleny, elektrony do vrstvy typu N a díry do vrstvy typu P. Napětí přechodu je dáno typem polovodiče, v případě křemíku cca 0,5V.

[9]



Obr. 2.7: Konstrukce solárního článku[17]



Obr. 2.8: Texturovaný článek[17]

## 2.4 Druhy fotovoltaických panelů

Od svého vynalezení prochází panely velkými změnami. Zařazení panelů do konkrétních skupin se v různé literatuře liší, proto zde budou uvedeny dvě základní generace panelů a dále směry, kterými se moderní vývoj a výzkum fotovoltaických panelů ubírá. Časový vývoj jednotlivých typů panelů lze vidět na Obr. B. 4.

### 2.4.1 Fotovoltaické panely první generace

Panely této generace využívají jako svůj základ křemíkové desky. Vyznačují se poměrně vysokou účinností, ale kvůli velkému množství potřebného materiálu na výrobu a poměrně drahé technologii výroby mají vysokou cenu ku Wp instalovaného výkonu. Momentálně je tato generace stále nejpoužívanější technologií na světovém trhu.

[9]

### 2.4.2 Fotovoltaické panely druhé generace

Tato generace je nazývána takzvanou Thin-film (tenkovrstvou) generací. Účelem této generace bylo snížit spotřebu vstupního materiálu, a tudíž snížit výrobní náklady. Nevýhodou je ale nižší účinnost a kratší životnost. Do této skupiny patří panely těchto typů:



- A-Si(amorfní křemík)
- CdTe(kadmium telur)
- CIS (měď indium selen)
- CIGS(měď indium galium Selenid)

[9]

### 2.4.3 Ostatní typy fotovoltaických panelů

Další generační rozdělení není přesně specifikováno a v různých zdrojích se liší. Proto zde bude uvedeno více principů, na které se nynější výzkum a vývoj zaměřuje. Cílem je snaha o navýšení počtu absorbovaných fotonů a následně generovaných párů elektron - díra („proudový“ zisk), ale i maximalizace využití energie dopadajících fotonů („napěťový“ zisk fotovoltaických článků), zlepšení chemicko-mechanických vlastností. Většina těchto způsobů zatím nemá dostatečnou účinnost, životnost a stabilitu pro praktické využití.

- články, které by využívaly „horké“ nosiče náboje pro generaci více párů elektronů a děr
- články s vícenásobnými pásy
- články využívají kvantových jevů v kvantových tečkách nebo kvantových jamách
- články využívající nanotechnologie
- organické články (např. na bázi objemových heteropřechodů)
- prostorově strukturované články vznikající samoorganizací při růstu aktivní vrstvy
- termofotonická přeměna, kde absorbér je nahrazen elektroluminiscencí
- termofotovoltaická přeměna, kde absorbér je současně i radiátorem vyzařujícím selektivně na jedné energii
- vícevrstvé solární články

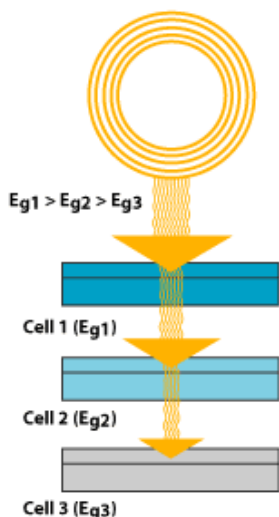
[14]

#### 2.4.3.1 Vícevrstvé panely

Panely tohoto typu využívají takzvané vícevrstvé struktury. Dále se používá označení kaskádní nebo tandemové panely. Díky své struktuře zachytí větší část slunečního spektra a tím zvýší množství vyrobené energie. V typickém vícevrstvěm panelu jsou jednotlivé články řazeny tak, že slunce prvně dopadne na materiál s největším zakázaným pásmem. Vrchní článek tedy zachytí fotony s nejvyšší energií a další fotony pokračují dál, kde jsou zachyceny

články s nižším zakázaným pásmem. Účinnost těchto panelů závisí na počtu použitých vrstev a použitých materiálech a je kolem 35-40%. Jako materiál pro většinu vícevrstvých panelů se používá GaIn na vrchní vrstvu a GaAs na spodní vrstvu. Nevýhodou těchto článků zatím zůstávají výrobní náklady.

[15][16]



Obr. 2.9: Princip vícevrstvého panelu [15]

## 2.5 Možnost zvýšení efektivity fotovoltaických panelů

Jelikož články samy o sobě nejsou příliš efektivní, klade se velký důraz na zvýšení účinnosti. Způsobů jak zvýšit účinnost je několik a budou nyní uvedeny.

### 2.5.1 Antireflexní vrstva

V praxi se na povrchu solárních článků používá kuželovitá struktura, která je vytvořena např. pomocí selektivního leptadla. Ta má za účel kompenzovat poměrně velký index lomu materiálů, které se v odvětví fotovoltaiky používají. Tato struktura umožní snadnější vstup fotonů do článku a naopak znesnadňuje jejich výstup. Článek s antireflexní vrstvou je zobrazen na Obr. 2.8.

[9] [17]

### 2.5.2 Průhledné kontakty

Kontakty, ať už se jedná o horní v případě jednostranných nebo o horní a spodní v případě oboustranných panelů, zastíňují určitou část vstupního světla. Proto se snažíme o jejich minimalizaci či použití průhledných kontaktů ve formě, např. oxidu cínu.

[9]



### 2.5.3 Oboustranné panely

Použitím těchto panelů lze zvýšit produkci energie až o 30%. Aplikace těchto panelů záleží na typu pozadí a použité konstrukci.

[9]

### 2.5.4 Koncentrátory záření

Představují další možnost, jak zvýšit efektivnost výroby sluneční energie. Koncentrátory pracují na principu sbírání slunečního záření z velké plochy a jeho následné směrování na fotovoltaický panel. Výhodou je zde nižší cena koncentrátoru oproti fotovoltaickému článku. Koncentrátory se dělí na tři hlavní skupiny, a to zrcadlové a čočkové a koncentrátory založené na jiných způsobech. Použití koncentrátorů s sebou přináší ale i jisté nevýhody, např. malé využití difuzního záření, nutnost natáčení, rozměry systému, životnost.

[9]

## 2.6 Uchycení fotovoltaických panelů

Uchycení a umístění panelů je jednou z nejdůležitějších záležitostí, kterou musí konstruktér fotovoltaické elektrárny vzít při návrhu v úvahu. Oba tyto faktory vysoce ovlivní celkovou účinnost solárního systému. Základní dělení uchycení je na pevné a pohyblivé. Oba způsoby mají své typické vlastnosti a záleží na okolnostech, jaký typ je pro dané řešení vhodné použít.

### 2.6.1 Statické upevnění

Jak již bylo dříve zmíněno, každý fotovoltaický systém má své specifika. Bereme-li v potaz statické umístění, tak můžou nastat dvě situace. V prvním případě může konstruktér ovlivnit umístění panelů a v druhém nikoliv.

Lze-li ovlivnit umístění a upevnění, tak nastává otázka jaký sklon a orientaci panelů zvolit. Pro maximální využití systému je výhodné alespoň dvakrát do roka změnit nastavení sklonu. Nejde-li sklon měnit, tak se fotovoltaický systém optimalizuje pro zimní provoz, kdy je sluneční energie nejméně.

V druhém případě, kdy nelze zvolit sklon a ani orientaci panelů, je vhodné uvažovat o použití oboustranných fotovoltaických panelů, u kterých není množství celkové vyrobené energie tak závislé na daných parametrech a zvláště v případech, kdy se za panely vyskytují materiály s dobrou odrazivostí.

[10]

## 2.6.2 Pohyblivé upevnění

Toto upevnění umožňuje vysoce zefektivnit množství vyrobené energie, jelikož panel sleduje pohyb slunce, a tím je ideálně nasměrován po celou dobu provozu.

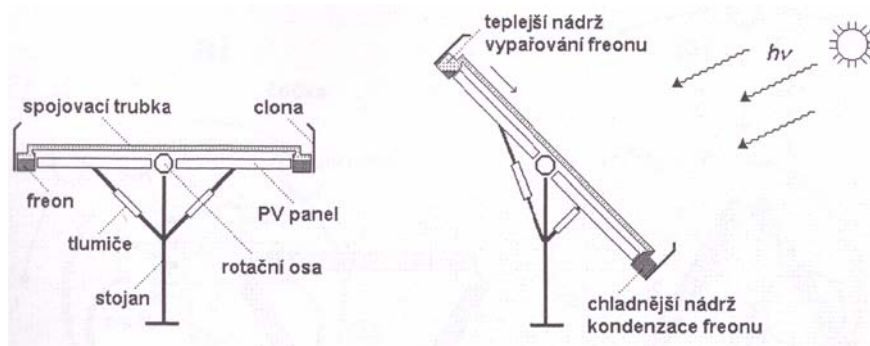
V dnešní době existuje několik metod, které se pro takovéto upevnění používají. V následujícím textu bude uvedeno několik takovýchto metod.

- **Sledovače na principu hodinových strojků**

Tyto sledovače pracují na dvou principech, na principu hodinových strojků nebo na principu počítačového řízení. Sledovače založené na tomto principu patří mezi nejpřesnější. Výhodou je, že pracují za každého počasí i za každé denní doby a že jeden počítač může řídit více stojanů. Nevýhodou je zde vysoká cena.

- **Sledovače na principu vypařování a kondenzace freonu**

Sledovače využívající tento princip jsou jednoduché, ale jejich přesnost je nejhorší. Princip těchto sledovačů je znázorněn na následujícím obrázku.



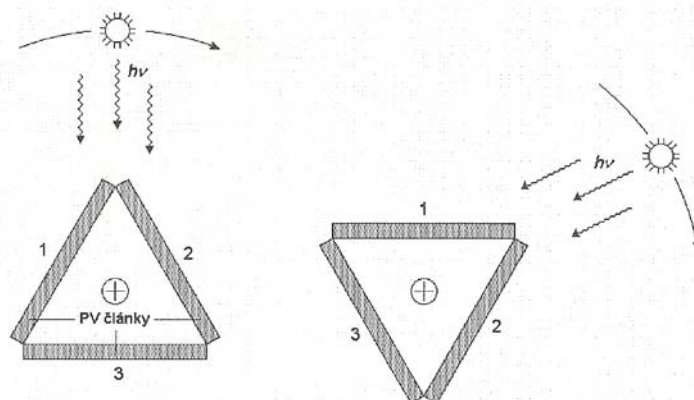
Obr. 2.10: Schéma sledovače Slunce na principu vypařování a kondenzace freonu

Po obou stranách vyváženého systému jsou nádržky s freonem, které jsou propojeny trubkou a opatřené clonkami. Přímé záření dopadá na nádržku vzdálenější od slunce a zahřívá ji. To má za následek vypařování freonu a jeho kondenzaci v druhé nádržce. Díky této kondenzaci se tato strana systému stává těžší a systém se naklání za sluncem.

- **Sledovače na principu diferenciálního porovnávání intenzity slunečního záření**

Jedná se o sledovače, které využívají pro svoji činnost snímání intenzity slunečního

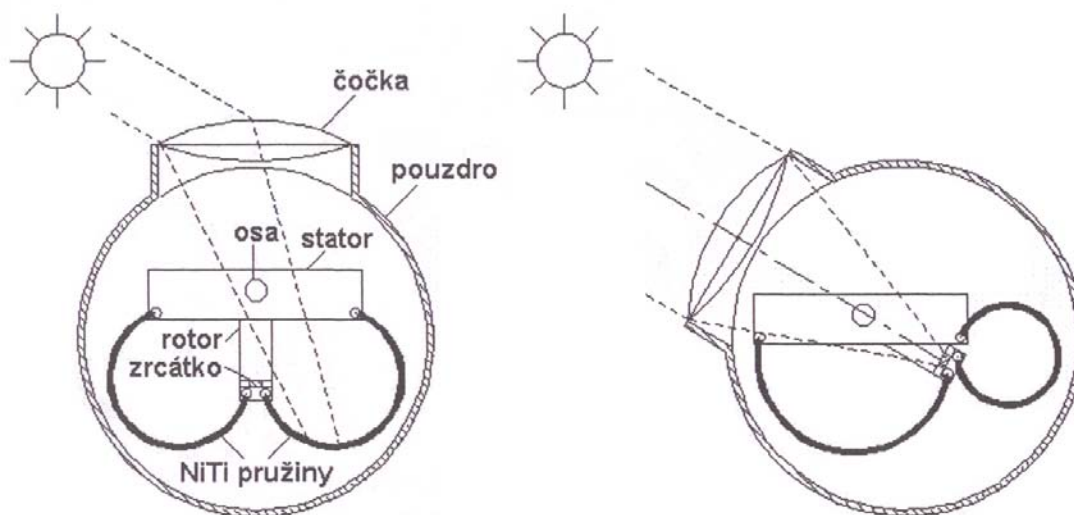
záření ze dvou fotovoltaických článků. Systém se snaží, aby intenzity z obou článků byly shodné a tudíž, aby byl systém ideálně nasměrován, viz následující obrázek.



**Obr. 2.11:** Schéma sledovače Slunce na principu diferenciálního porovnávání intenzity slunečního záření na fotovoltaických článcích tvořících senzor

- **Sledovače na principu pružin z paměťových slitin**

Tyto pasivní sledovače ke své činnosti využívají tvarové paměti různých slitin, například NiTi, CuZnAl, CuAlNi. Tyto slitiny si po deformaci pamatují svůj původní stav a po překročení takzvané transformační teploty se do tohoto stavu vrací. Paměť těchto slitin může být jednosměrná nebo obousměrná. Konstrukce těchto sledovačů mohou být různé. [18]



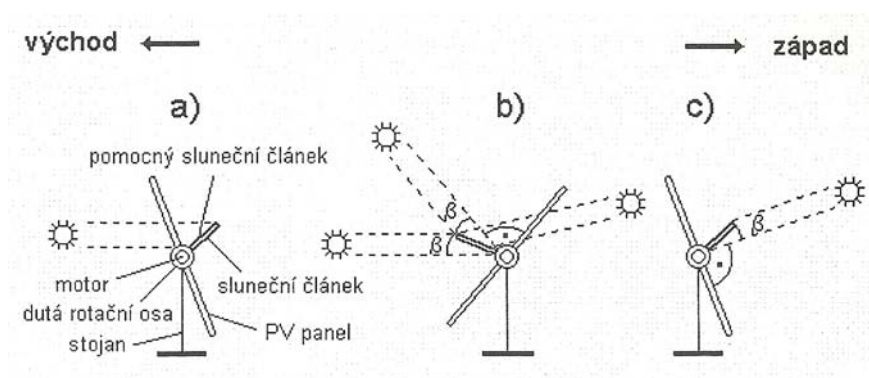
**Obr. 2.12:** Schéma sledovače Slunce na principu pružin z paměťových slitin

Princip konstrukce na předchozím obrázku je takový, že hnací prvek opatřený povrchovou úpravou pro absorpci energie slunečního záření je umístěn v pouzdře. Jedním koncem je spojen s částí rotoru a druhým koncem je spojen se statorem. Takové uspořádání umožňuje přímý přenos síly z hnacího prvku na rotor. Spojení

čočky s rotorem umožňuje v průběhu sledování Slunce udržovat optickou osu čočky stále přibližně rovnoběžnou se směrem dopadajícího záření. Poloha ohniska čočky u konce hnacího prvku umožňuje automatickou regulaci přísunu energie záření na hnací prvky na principu zpětné vazby. Rotor je spojen s rotační osou pohyblivého stojanu. [10]

- **Sledovače typu Traxle™**

Tyto sledovače byly vyvinuty firmou Poulek Solar, s.r.o. a ČZU. Schéma tohoto sledovače je na následujícím obrázku.



**Obr. 2.13: Schéma sledovače Slunce typu TRAXLE™**

Řídicí panel je umístěn na rotační ose zařízení. Tento panel je tvořen dvěma solárními články, které jsou poposunuty o 180°. Elektromotor, který zajišťuje pohyb systému je uložen v duté rotační ose. Dobrá spolehlivost je dána jednoduchou konstrukcí. Další výhodou je, že ke své činnosti nepotřebuje zdroj sekundární energie.

[10]

Další možnost představují sledovače s pohybem ve dvou osách. Sledování slunce ve druhé ose může navýšit množství vyrobené energie maximálně o 5%. Tento fakt je hlavním strůjcem otázky, jestli se použití těchto sledovačů finančně vyplatí a jestli není výhodnější využít pouze orientaci na letní a zimní provoz.

[10]

## 2.7 Typy fotovoltaických systémů

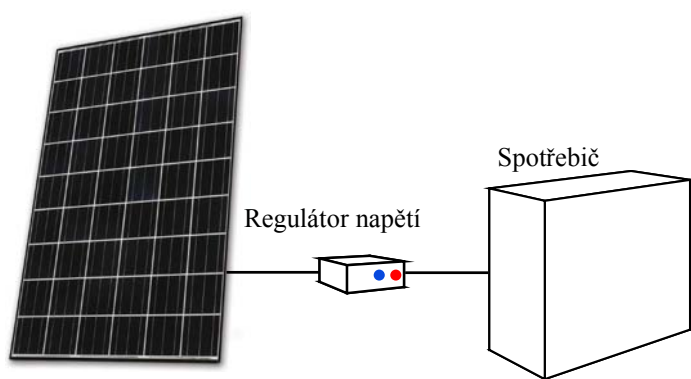
Fotovoltaické systémy lze podle způsobu činnosti rozdělit do dvou skupin. Tyto skupiny budou popsány níže.

### 2.7.1 Ostrovní systémy (off-grid)

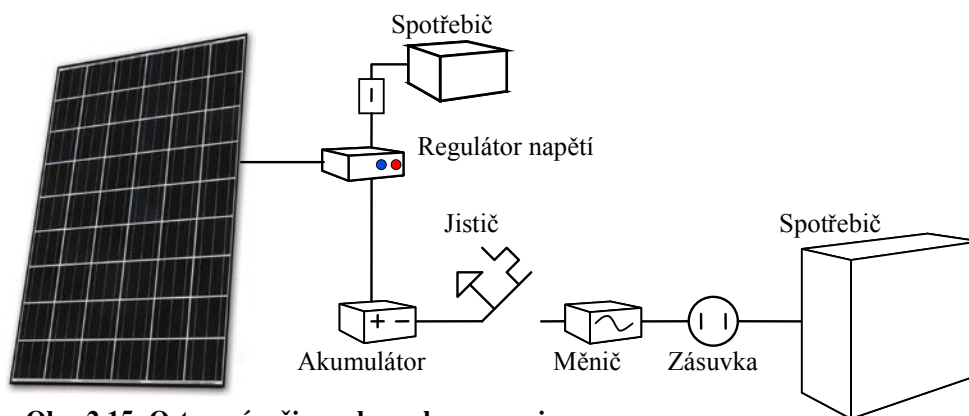
Nejtypičtější použití těchto systémů je v místech, kde není zavedena rozvodná síť a její vybudování by nebylo finančně efektivní (tj. na odlehlých místech, vzdálených objektech, u speciálních použití např. lodě)

Tyto systémy se dále dělí na systémy s přímým napájením, hybridním napájením a na systémy s akumulací energie. Každý z těchto systémů je vhodný pro jiné použití

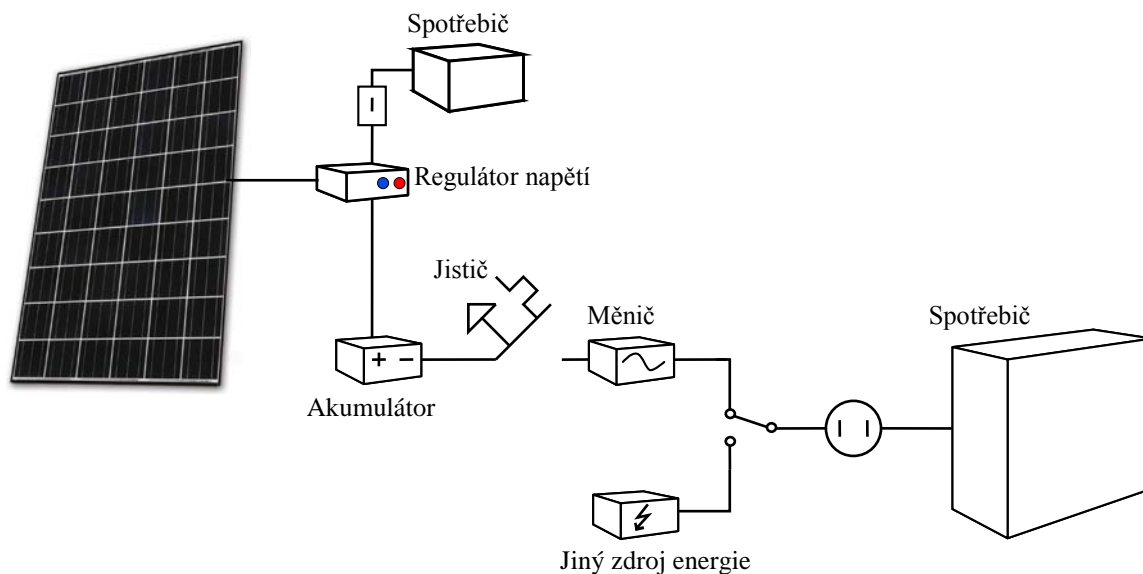
[4]



Obr. 2.14: Ostrovní režim - přímé napájení



Obr. 2.15: Ostrovní režim - akumulace energie

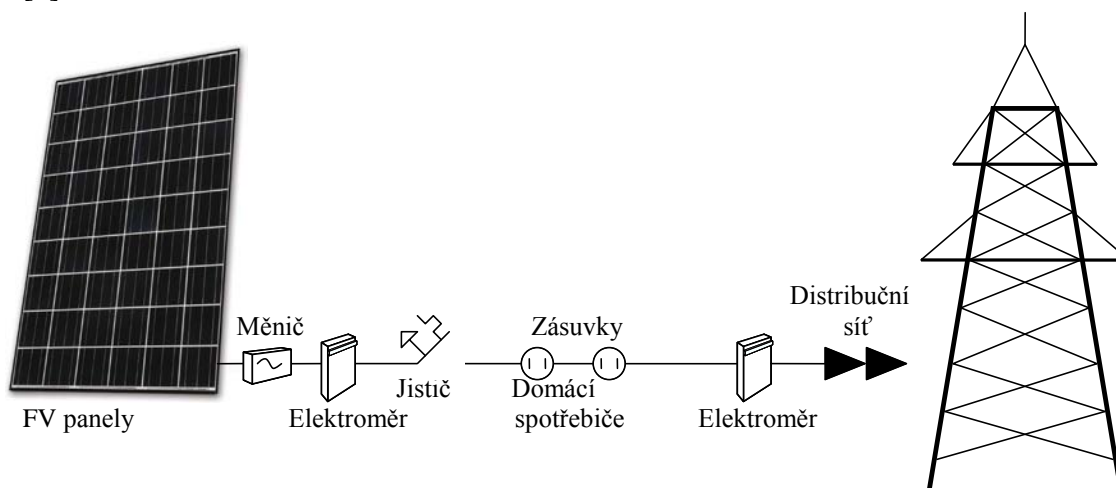


Obr. 2.16: Ostrovní režim - hybridní systém

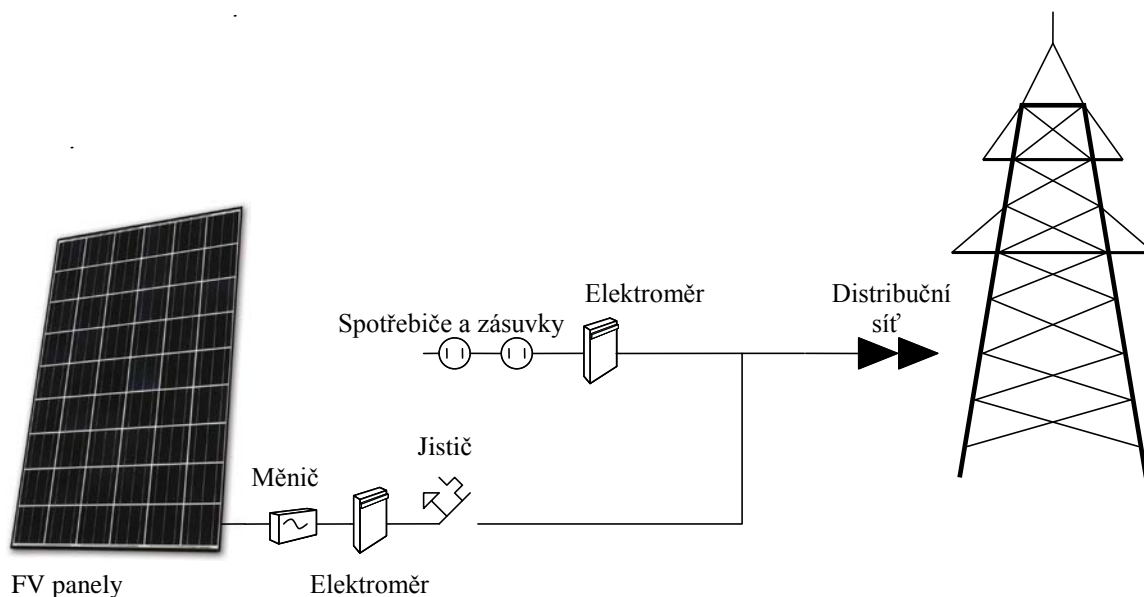
### 2.7.2 Síťové systémy (on-grid)

Síťové systémy jsou na rozdíl od ostrovních připojeny na rozvodnou síť. Tyto systémy lze dále rozdělit na systémy pro vlastní spotřebu a prodej přebytků (zde je uplatňován takzvaný zelený bonus) a na systémy pro přímý prodej elektrické energie (systém výkupních cen).

[4]



Obr. 2.17: Síťový režim pro vlastní spotřebu a prodej přebytků



Obr. 2.18: Síťový režim pro výhradní prodej elektrické energie

### 3 Fotovoltaické elektrárny v České republice

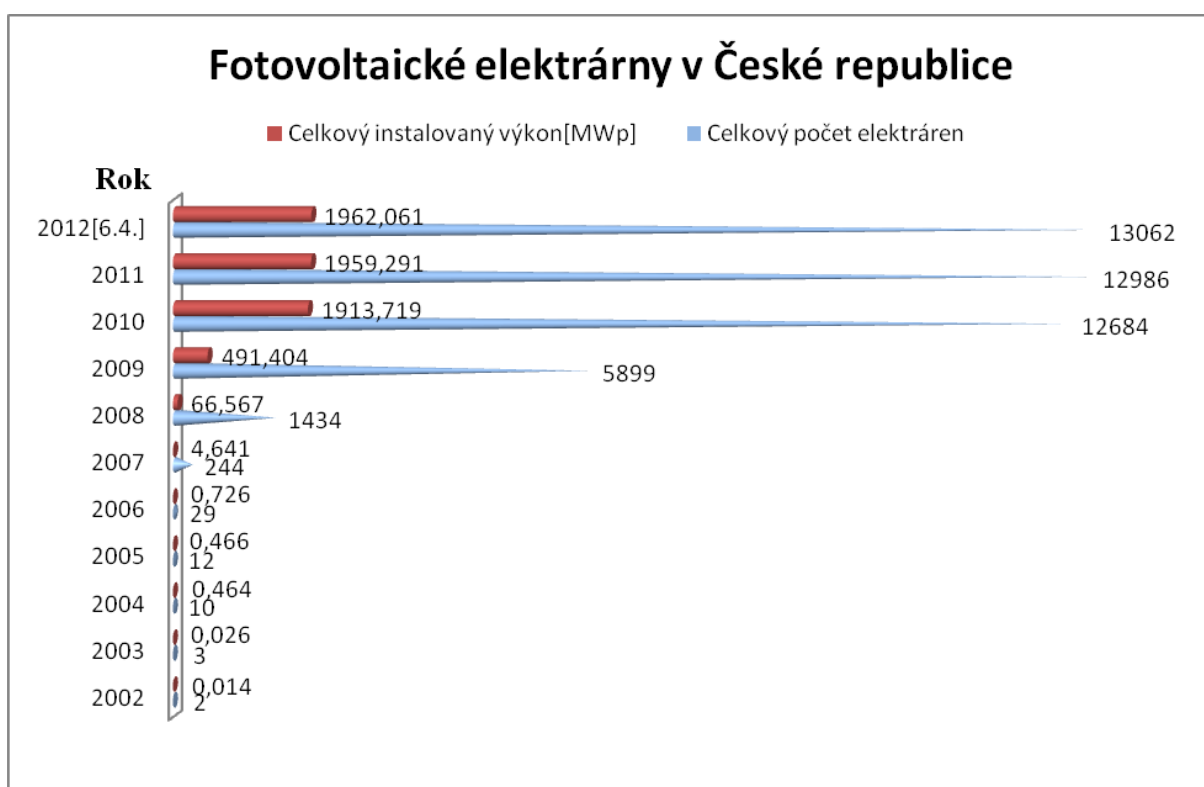
V této kapitole je shrnut historický vývoj fotovoltaických elektráren v České republice, dále je zde zmíněno 10 největších FVE na našem území. V poslední části kapitoly je porovnání fotovoltaiky se zbylými obnovitelnými zdroji energie.

#### 3.1 Vývoj fotovoltaických elektráren v České republice

První fotovoltaické elektrárny se na našem území začínaly objevovat během devadesátých let dvacátého století. Jednalo se převážně o ostrovní systémy. Prvním větším systémem byla roku 1998 elektrárna na vrcholu hory Mravenečník s výkonem 10 kW od firmy ČEZ, a.s. Dalším mezníkem je rok 2000, kdy Státní fond životního prostředí vyhlásil program „Slunce do škol“. Od zahájení tohoto projektu byly instalovány fotovoltaické systémy na vysokých, středních odborných a základních školách o celkovém součtovém výkonu cca 80 až 100 kW<sub>p</sub>. [19]

Počátek aktivních licencovaných provozoven využívajících k výrobě elektřiny energii slunečního záření se píše od roku 2001. V tomto roce je vydána energetickým regulačním úřadem první licence v České republice a až do roku 2006 je nárůst počtu licencovaných elektráren velmi pomalý. Mezi těmito lety se na území České republiky vybudovalo pouze 13 elektráren o celkovém instalovaném výkonu 0,479MWp. V roce 2006 nastává počátek

fotovoltaického boomu. Množství licencovaných elektráren se exponenciálně zvyšuje až do roku 2011, kdy je vyhlášen takzvaný stop stav. Během těchto pěti let se počet licencovaných provozoven z původních 13 dostal na hodnotu 12 684 a celkový instalovaný výkon z 0,479MWp na 1913, 719 MWp. Tento boom byl způsoben změnou zákonů o podpoře výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie, která byla zmíněna výše. Ke dni 6. 4. 2012 se počet elektráren zvýšil na hodnotu 13 062 o celkovém výkonu 1 962,061MWp. Vývoj množství fotovoltaických elektráren ukazuje následující graf.



Graf 3.1 Vývoj fotovoltaických elektráren v ČR

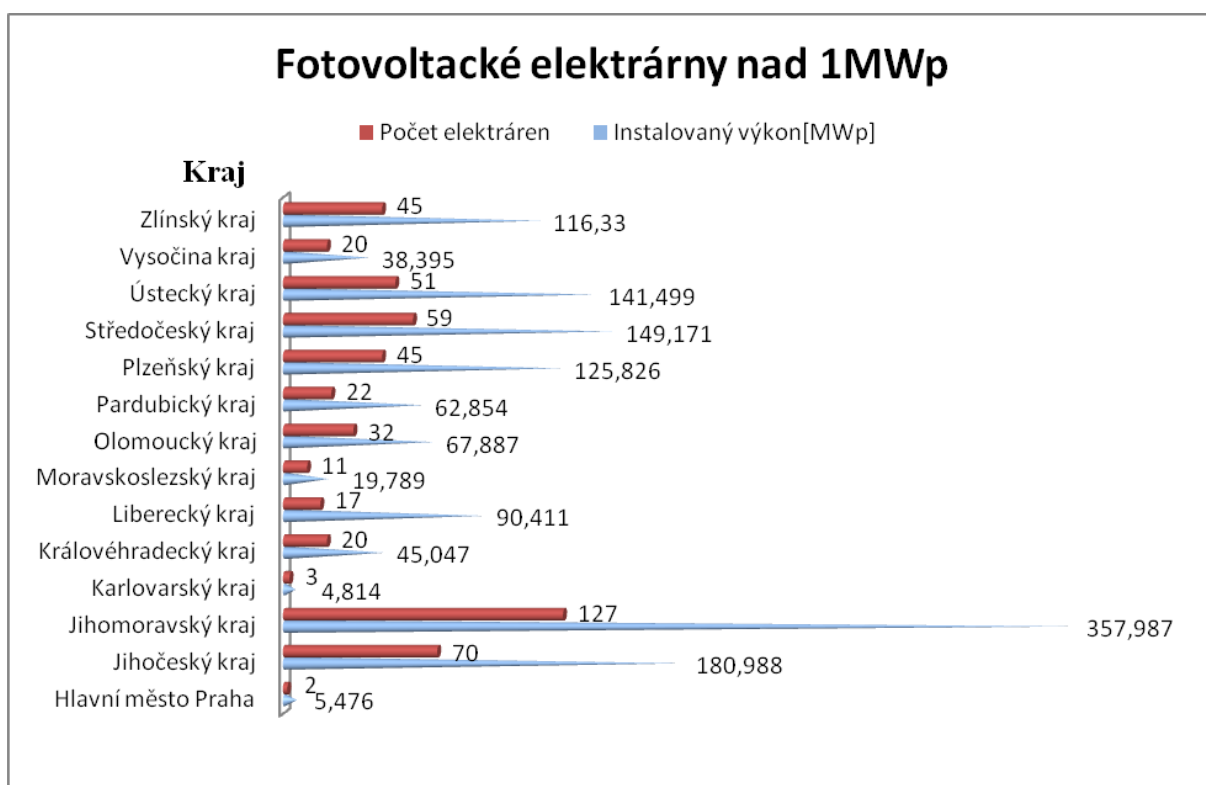
Tab. 3.1: Fotovoltaika - rozdělení do výkonových tříd

Instalovaný výkon[MW]	Počet elektráren	Výkon[MW]
<30;∞ )	2	73,372
<20;30)	1	29,902
<10;20)	5	70,322
<5;10)	32	195,712
<1;5)	484	1037,166
<0,5;1)	343	253,879
<0,1;0,5)	739	168,447
<0,05;0,1)	484	34,008
<0,01;0,05)	3058	61,05
<0,005;0,01)	5110	29,111
<0,001;0,005)	2804	9,092



### 3.2 Největší fotovoltaické elektrárny v České republice

Vezmeme-li v potaz elektrárny s výkonem nad 1MWp, tak se jich na území České republiky nachází 524. Jejich rozmístění dle počtu a výkonu do jednotlivých krajů ukazuje následující graf. V následujících letech se nepředpokládá nárůst počtu těchto elektráren, jelikož jsou momentálně podporovány jen instalace od 30KWp a v národním akčním plánu se uvažuje pouze s nárůstem 5MWp/rok.



Graf 3.2 Fotovoltaické elektrárny nad 1MWp

Elektráren o výkonu větším než 10MWp se v ČR nachází 8 a dohromady mají výkon 173,596MWp. Jejich názvy a parametry konkrétních provozoven jsou uvedeny níže.

- FVE Ralsko Ra 1**  
 Celkový instal. el. výkon [MWp] 38,269  
 Montáž Pevná  
 Typ článků Polykrystalické  
 Termín zahájení činnosti 29.12.2010  
 Provozovatel 3 L invest a.s.  
 Kraj Liberecký  
 Obec Ralsko

- 
- **FVE CZECH VEPŘEK**  
 Celkový instal. el. výkon [MWp] 35,103  
 Montáž Pevná  
 Typ článků Monokrystalické  
 Termín zahájení činnosti 7.5.2010  
 Provozovatel FVE CZECH NOVUM s.r.o.  
 Kraj Středočeský  
 Obec Nová ves
  
  - **FVE Ševětín**  
 Celkový instal. el. výkon [MWp] 29,902  
 Montáž Pevná  
 Typ článků Polykrystalické  
 Termín zahájení činnosti 14.12.2010  
 Provozovatel GENTLEY a.s.  
 Kraj Jihočeský  
 Obec Ševětín
  
  - **FVE Mimoň Ra 3**  
 Celkový instal. el. výkon [MWp] 17,494  
 Montáž Pevná  
 Typ článků Polykrystalické  
 Termín zahájení činnosti 3.12.2010  
 Provozovatel AREA-GROUP CL a.s.  
 Kraj Liberecký  
 Obec Mimoň
  
  - **FVE Vranovská Ves**  
 Celkový instal. el. výkon [MWp] 16,033  
 Montáž Pevná  
 Typ článků Polykrystalické  
 Termín zahájení činnosti 29.12.2010  
 Provozovatel DOMICA FPI s.r.o.  
 Kraj Jihomoravský ecký  
 Obec Vranovská Ves
  
  - **Solar Stříbro s.r.o.**  
 Celkový instal. el. výkon [MWp] 13,608  
 Montáž Pevná  
 Typ článků Polykrystalické  
 Termín zahájení činnosti 15.12.2009  
 Provozovatel Solar Stříbro s.r.o.  
 Kraj Plzeňský  
 Obec Stříbro

- **FVE ŽV - SUN, s.r.o.**

Celkový instal. el. výkon [MWp]	12,976
Montáž	Pevná
Typ článků	
Termín zahájení činnosti	28.12.2010
Provozovatel	ŽV - SUN, s.r.o.
Kraj	Ústecký
Obec	Chomutov
  
- **Fotovoltaická elektrárna Uherský Brod**

Celkový instal. el. výkon [MWp]	10,211
Montáž	Pevné
Typ článků	Polykrystalické
Termín zahájení činnosti	1.11.2010
Provozovatel	Divalia a.s.
Kraj	Zlínský
Obec	Uherský Brod

[20]

### 3.3 Fotovoltaika a její podíl v obnovitelných zdrojích energie v České republice

Aktivní licencované provozovny na území ČR, využívající k výrobě elektřiny obnovitelné zdroje energie, se dělí do 6 skupin - energie slunečního záření, energie vody, energie větru, zdroje s využitím podílu biomasy, bioplynu a skládkového plynu.

Tyto provozovny jsou přesně evidovány od 1. 1. 2001, kdy byl založen Energetický regulační úřad dle zákona č. 458/2000 Sb., ze dne 28. listopadu 2000, a tudíž je lze od tohoto data bezchybně porovnávat. Jediný problém nastává u vodních elektráren, kde u celkově 807,661MWp není udán termín zahájení činnosti.

Porovnáme-li celkový vývoj obnovitelných zdrojů energie od roku 2001 do roku 2006, lze vidět, že počet elektráren je téměř u všech typů totožný. Jedinou výjimku tvoří vodní elektrárny. Diference instalovaného výkonu je již ale u jednotlivých typů velice rozdílná. Zde jsou dominantní nejen vodní elektrárny, ale i biomasa. Od roku 2007 nastává v obnovitelných zdrojích výrazná změna, a to díky fotovoltaike. V roce 2008 se již fotovoltaika stává nejpočetnějším zástupcem a od roku 2010 i zástupcem s největším instalovaným výkonem.

Jak je vidět z následující tabulky, mají fotovoltaičné elektrárny v České republice dominantní postavení jak v kvantitě, tak v celkovém instalovaném elektrickém výkonu. Jediný konkurent, alespoň dle instalovaného výkonu, je biomasa.

Tab. 3.2: Porovnání obnovitelných zdrojů dle počtu elektráren a instalovaného výkonu

	Počet elektráren	Celkový instal. el. výkon [MWp]
<b>Biomasa</b>	66	1617,792
<b>Bioplyn</b>	272	174,347
<b>Skládkové plyny</b>	63	56,497
<b>Sluneční elektrárny</b>	13062	1962,061
<b>Větrné elektrárny</b>	98	223,717
<b>Vodní elektrárny</b>	1487	1050,832

V Tab. D.2 je možno vidět porovnání obnovitelných zdrojů energie dle počtu elektráren a výkonu v závislosti na rozdělení do jednotlivých výkonových tříd. Jak lze vidět, jednotlivé typy se velice liší.

## 4 Výrobci fotovoltaických zařízení

Fotovoltaické odvětví sebou přináší nutnost výroby různorodého fotovoltaického zařízení. Mezi základní prvky tohoto zařízení patří baterie, konvertory, nabíjecí kontroléry, měniče, monitorovací systémy, montovací systémy a trackery.

### 4.1 Výrobci panelů

Následující dvě podkapitoly jsou zaměřeny na české a zahraniční výrobce fotovoltaických panelů. Čeští výrobci jsou uvedeni všichni a jsou u nich vypsány základní informace. Zahraniční výrobci jsou rozdělení do skupin dle typu jejich výroby, tj. výrobci krystalických panelů, tenkovrstvých a panelů třetí generace. U jednotlivých skupin jsou uvedeny orientační počty výrobců dle [21]. Na závěr je uvedeno 10 největších světových výrobců dle skutečné a předpokládané výrobní kapacity za rok 2011.

### 4.1.1 Čeští výrobci

V České republice se nacházejí celkem 4 výrobci fotovoltaických panelů. V této podkapitole bude uveden jejich seznam a základní informace.

#### **American Way Solar**

Tato firma se specializuje na prodej měničů, panelů, trackerů a dále případný monitoring.

- Měniče - hlavní distributor v ČR pro značku Power one
- Panely - vlastní AWS panely o výkonu 180W, 185W, 190W, 270W a 280W.  
- panely značky ET Solar
- Monitoring - dovozce výrobků firmy Solar-Log, data-loggery od této firmy nejsou závislé na typu a značce užívaného měniče

www adresa: <http://www.americanwaysolar.com/>

[22]

#### **FitCraft Production**

Tato společnost se zabývá výrobou panelů o výkonu 5 až 150W určených pro menší aplikace a ostrovní systémy. Od roku 2005 rozšířila svoji výrobu i na panely typu FPC o výkonech 210, 270 a 280W.

www adresa: <http://www.fitcraftproduction.cz/>

[23]

#### **LINTECH-SOLAR**

Tato firma působí na českém trhu již od roku 1992, ale teprve v roce 2008 se začala orientovat na výrobu FP.

Začátkem roku 2008 byla zahájena rekonstrukce výrobního areálu v Klenčí pod Čerchovem pro výrobu fotovoltaických panelů na bázi křemíkových článků. V červnu 2009, za dohledu odborníků z partnerské firmy ALGATEC Solar AG z Německa, jsou vyrobeny první panely ze zkušební série.

V červenci 2009 výrobní závod společnosti pod označením LINTECH-SOLAR přechází do rutinní výroby fotovoltaických panelů.

Výrobní kapacita činí v případě kompletní výroby, tj. při použití jednotlivých komponent (sklo, články, EVA folie, backsheet folie, letovací materiály atd.) 25 MW/rok. Při

zvýšené poptávce je však možno při využití polotovarů (laminátů) výrobní kapacitu pružně zvýšit až na 250 MW/rok.

**Tab. 4.1: LINTECH-SOLAR výrobní kapacita**

	ČR	ZAHRANIČÍ
Prodej v roce 2010	5 MW	6 MW
Prodej v roce 2011	0 MW	14 MW
Předpokl.prodej v r.2012	2 MW	95 MW

Data byly poskytnuty firmou Lintech-solar.

www adresa: <http://www.lintech-solar.cz/>

[24]

### **Solartec S.r.o.**

Firma Solartec je zřejmě nejvýznamnější česká společnost zabývající se fotovoltaickým odvětvím.

### **Historie firmy**

- **1989** – začátek vývoje technologie solárních článků (budoucími společníky v bývalém s.p. Tesla Rožnov)
- **1993** – SOLARTEC s.r.o. – **založení společnosti**
- **1993** – začátek spolupráce s českými univerzitami - přednášení odborníků společnosti Solartec na VŠ
- **1994** – vybudování výrobní linky a výroba solárních článků vlastní technologií
- **1997** – první mezinárodní grantový projekt EC - 1<sup>st</sup> PV Facade in the Czech Republic one of the first colored Facade Worldwide
- **1997** – první instalace FV systému – začátek instalací FV systémů „na klíč“
- **1998** – dodávka SC na instalaci fasády v Japonsku (YKK Tokio)
- **1999** – realizace první "větší" instalace FVS připojené do sítě na budově v ČR - 6kWp barevná fasáda Corinthia Panorama Hotel Praha
- **2002** – realizace první instalace 20kWp v ČR připojené do rozvodné sítě
- **2003** – unikátní vlastní technologie BIPV (integrace FV do budov) - *projekt vědy a výzkumu*
- **2004** – první projekt „zahraniční rozvojové pomoci“ – elektřina pro školy v Keni
- **2007** – spuštění nové moderní linky na výrobu solárních článků (velikost SČ 5" a 6")
- **2008** – certifikace dle ISO 9001:2000

---

Současná roční výrobní kapacita solárních článků činní 5 MWp. Výchozím produktem jsou tmavě modré, matné solární články z monokrystalického křemíku, které mají konverzní účinnost od 16,5 % do 17,7 %. Dále Solartec navrhuje a vyrábí solární články a panely pro speciální aplikace dle potřeb zákazníků - koncentrátorové solární články, články libovolných rozměrů, tvarů, senzory, barevné solární články a moduly pro fasádní aplikace. Speciální typy solárních článků mohou být vyráběny pomocí vybraných výrobních technologií, se sítotiskovou nebo naprašovanou metalizací, se selektivním emitorem nebo solární články pro osvětlení z obou stran.

Fotovoltaické panely jsou nabízeny ve dvou řadách SG a PG.

#### **Řada SG:**

- SOLARTEC SG-230-6Z
- SOLARTEC SG-225-6Z
- SOLARTEC SG-220-6Z
- SOLARTEC SG-180-5Z

#### **Řada PG:**

- SOLARTEC PG-230-P

#### **Dále Solartec nabízí fotovoltaické minipanely:**

- SOLARTEC minipanel SMP 12 - 350
- SOLARTEC minipanel SMP 12 - 180
- SOLARTEC minipanel SMP 8 - 350
- SOLARTEC minipanel SMP 8 - 180
- SOLARTEC minipanel SMP 6 - 350
- SOLARTEC minipanel SMP 6 - 180
- SOLARTEC minipanel SMP 3 - 350
- BACHA 4 - S<sup>14</sup>

www adresa: <http://www.solartec.cz/>

[25]

### **4.1.2 Zahraniční výrobci**

#### **Krystalické panely**

Nejvýznamnější roli ve výrobě krystalických panelů má bezesporu oblast Asie a Pacifiku. Celkem zde má sídlo 1108 výrobců. Dominantní postavení zde zaujímá Čína, kde se

---

<sup>14</sup> SOLARTEC S.R.O. *Solartec* [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.solartec.cz/cs.html>

nachází 881 výrobců. Dalšími početnými zástupci jsou Indie (88) a Japonsko (25).

Vezmeme-li v potaz evropský trh, tak se zde nachází 329 výrobců. Největší zastoupení zde má Německo (105), Itálie (66) a Španělsko (29).

Na území Amerického kontinentu mají největší zastoupení USA (77) a Kanada (19). Dále se zde nachází ještě 7 výrobců v jiných zemích.

Výrobci krystalických panelů se nacházejí i na území Afriky a Středního východu, kde je dohromady 19 společností.

### Tenkvrstvé technologie

Amorfní - 205 výrobců

CdTe - 9 výrobců

CIS - 57 výrobců

CSG - 1 výrobce

### CPV(Concentrated photovoltaic)

68 výrobců

### Třetí generace

15 výrobců

[21]

Následující seznam obsahuje deset největších světových výrobců dle skutečné a odhadované kapacity výroby pro rok 2011.

- **LDK Solar Co., Ltd**  
 Předpokládaná výrobní kapacita pro rok 2011 3.0 GW  
 Typ produkce Monokrystalické,  
 Polykrystalické  
 Rok založení 2005  
 Země produkce Čína  
<http://www.ldksolar.com/>
- **Sharp Solar**  
 Předpokládaná výrobní kapacita pro rok 2011 2,8 GW  
 Typ produkce Monokrystalické,  
 Polykrystalické, Thin film  
 Rok založení 1959  
 Země produkce Japonsko, Velká Británie, USA  
<http://www.sharp-world.com/>



- 
- **Suntech Power Holdings Co. Ltd**  
 Výrobní kapacita rok 2011 2,4 GW  
 Typ produkce Monokrystalické,  
 Polykrystalické, Thin film  
 Rok založení 2001  
 Země produkce Čína, Japonsko, USA  
<http://am.suntech-power.com/>
  - **First Solar Inc.**  
 Výrobní kapacita rok 2011 2,3 GW  
 Typ produkce Thin film  
 Rok založení 1999  
 Země produkce Německo, Malajsie, USA  
<http://www.firstsolar.com/>
  - **Canadian Solar Inc**  
 Předpokládaná výrobní kapacita pro rok 2011 2,05 GW  
 Typ produkce Monokrystalické,  
 Polykrystalické  
 Rok založení 2001  
 Země produkce Kanada, Čína  
<http://www.canadian-solar.com/>
  - **Trina Solar Limited**  
 Výrobní kapacita 2011 1,9 GW  
 Typ produkce Monokrystalické,  
 Polykrystalické  
 Rok založení 1997  
 Země produkce Čína  
<http://www.trinasolar.com/eu/>
  - **Yingli Green Energy**  
 Výrobní kapacita 2011 1,7 GW  
 Typ produkce Monokrystalické,  
 Polykrystalické  
 Rok založení 1998  
 Země produkce Čína  
<http://www.yinglisolar.com/>
  - **JA Solar Holdings Co., Ltd.**  
 Výrobní kapacita 1,5 GW  
 Typ produkce Monokrystalické,  
 Polykrystalické  
 Rok založení 2005  
 Země produkce Čína  
<http://www.jasolar.com/>

- 
- **Hanwha SolarOne Co., Ltd**  
Výrobní předpokládaná kapacita pro rok 2011 1.5 GW  
Typ produkce Monokrystalické,  
Polykrystalické, BIPV  
Rok založení 1997  
Země produkce Čína  
<http://www.hanwhasolar.com/>
  
  - **Jinko Solar Holding Co., Ltd**  
Výrobní kapacita 2011 1.5 GW  
Typ produkce Monokrystalické,  
Polykrystalické  
Rok založení 2006  
Země produkce Čína  
<http://www.jinkosolar.com/>

[26]

## 4.2 Ostatní příslušenství

Fotovoltaika není pouze o solárních panelech, ale je nutné počítat i s ostatním příslušenstvím, které je k fotovoltaike třeba. Toto příslušenství ovlivní nejen výslednou cenu projektu, ale má i výrazný podíl na celkových ztrátách.

Dále lze vidět rozdělení příslušenství a orientační počet výrobců dle [21].

- Baterie(340)
- Konvertory(77)
- Nabíjecí kontroléry(356)
- Monitorovací systémy(131)
- Měníče(642)
- Montovací systémy(414)
- Trackery(250)
- Jiné příslušenství

## 5 Fotovoltaika a její přínos / dopad na životní prostředí

Dramatický rozvoj fotovoltaického odvětví s sebou přináší nejen mnoho výhod, ale i potenciálních problémů. Zde je vhodné podotknout, že životnost fotovoltaických panelů není neomezená, a tudíž je nutné řešit otázku likvidace panelů či jejich recyklace. Otázka panelů není jediným problémem, který s sebou fotovoltaika přináší. Po celém světě je instalováno mnoho fotovoltaických parků, které se nachází na volném prostranství, to nás staví před otázku, co bude s těmito plochami po skončení provozu.

Jak již bylo zmíněno výše, v posledních letech se výrobci soustředí na výzkum a vývoj nových technologií. Tento trend s sebou přináší nutnost aktivního vývoje v oblasti recyklace, jelikož je nutno najít způsoby jak tyto nové technologie recyklovat.

Životnost fotovoltaického panelu je určena hranicí, při které poklesne výkon panelu o 20%. Momentálně se předpokládá, že tato hranice bude v praxi u kvalitních panelů dosažena mezi 30 až 40 lety. Jestliže se účinnost panelu dostane pod tuto hodnotu, záleží pouze na provozovateli, jestli se mu vyplatí investovat do nových panelů a staré panely prodat či zlikvidovat, provozovat dál elektrárnu s nižším výkonem, a nebo svoji činnost přerušit.

Podíváme-li se na potenciální důvody vyřazení panelů v závislosti na čase, tak se jako první důvod objevuje poškození při přepravě nebo instalaci. Dále následuje možnost objevení se skrytých vad materiálu, které neodhalí výstupní kontrola. Podíl těchto závad je nízký a pohybuje se pod 1%. U méně kvalitních panelů se mohou projevit výrobní chyby, případně použití nekvalitních materiálů. Hlavním problémem je delaminace - sendvičová struktura panelu se vlivem teploty a UV záření "rozlepí". Pokud k takové závadě dojde, týká se obvykle celé výrobní série.<sup>15</sup>

[27]

### 5.1 Recyklované materiály

#### Hliník

Primární produkce je energeticky náročná - 200 MJ/kg elektřiny a představuje asi 8 % spotřeby energie na výrobu celého panelu. V současnosti jsou proto vyráběny i panely bez rámu. Tato praxe však není nutná, hliník lze snadno recyklovat s velmi nízkou spotřebou - 8

---

<sup>15</sup> BECHNÍK, Bronislav. Recyklace fotovoltaických panelů na konci životnosti. TOPINFO S.R.O. *TZB-info: Obnovitelná energie a úspory energie* [online]. 26.9.2011 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/7868-recyklace-fotovoltaickych-panelu-na-konci-zivotnosti>

---

MJ/kg převážně tepelné energie, výtěžnost se u kusového hliníku, kam spadají i rámy fotovoltaických panelů blíží 100 %.<sup>16</sup>

### **Sklo**

Základní konstrukční díl všech typů fotovoltaických panelů, pouze v některých případech jsou používány plastové materiály. Recyklace skla může snížit spotřebu energie na jeho výrobu asi o 40 %. Recyklace však významně snižuje nároky na těžbu surovin a kapacitu skládek odpadů. Výhodou skla je, že většině případů lze materiál zrecyklovat na původní výrobek.<sup>14</sup>

### **Plastové komponenty**

Vlivem klimatických podmínek obvykle degradují, jen vzácně je lze jednoduchými metodami recyklovat na původní výrobek. V praxi se spíše využívá energie, kterou je možno uvolnit jejich spálením.<sup>16</sup>

### **Fotovoltaické články**

U klasické krystalické technologie se podíl článků na hmotnosti panelů pohybuje v jednotkách procent, v průběhu času se přitom významně snižuje. Krystalické články se však podílejí až 80 % na spotřebě energie na výrobu panelu a zhruba 50 % na jeho ceně. Na konci životnosti jsou přitom články v podstatě nezměněny. S recyklací celých článků nebo desek jsou již první praktické zkušenosti. Podíl funkčních vrstev tenkovrstvých článků na hmotnosti panelů i na nákladech na jejich výrobu je ještě o jeden až dva řády nižší. I v tom případě se však jedná o cenné polovodičové materiály, jejichž zpětné získávání je obvykle výhodnější než ze surovin.<sup>16</sup>

### **Těžké kovy**

Představují z hlediska hmotnosti, ceny i spotřeby energie na výrobu panelů zanedbatelné položky. Podíl jednotlivých kovů na hmotnosti panelů se pohybuje v desetinách promile. Energetická i materiálová náročnost recyklace je srovnatelná s výrobou z primárních surovin. Recyklace je však nutná z jiných důvodů. Těžké kovy jsou toxické a je proto nutno je oddělit od životního prostředí. Mimoto zejména u stříbra je již v blízké budoucnosti

---

<sup>16</sup> BECHNÍK, Bronislav. Recyklace fotovoltaických panelů na konci životnosti. TOPINFO S.R.O. *TZB-info: Obnovitelná energie a úspory energie* [online]. 26.9.2011 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/7868-recyklace-fotovoltaickych-panelu-na-konci-zivotnosti>

očekáváno vyčerpání ekonomicky těžitelných zásob a v důsledku toho růst nákladů na těžbu a tedy i ceny stříbra. Je pravděpodobné, že problém bude vyřešen použitím jiných materiálů.<sup>17</sup>

V následujících tabulkách lze vidět složení panelů a výtěžnost recyklace pro dva nejčastější typy fotovoltaických panelů.

**Tab. 5.1: Výnosnost recyklace krystalických panelů**

Materiál	Složení panelů [kg/kWp]	Podíl [%]	Výtěžnost recyklace [%]
Sklo	60	67	>95
Hliník	16	18	100
Plasty	10	11	-
Křemík	3	3	85
Junction box	2	2	-
Měď	1	1	80

**Tab. 5.2: Výnosnost recyklace tenkovrstvých panelů**

Materiál	Složení panelů [kg/kWp]	Podíl [%]	Výtěžnost recyklace [%]
Sklo	150	84	>95
Hliník	20	12	100
Plasty	5	3	-
Ostatní	2	1	~90

[27]

## 5.2 Způsoby recyklace

Jednotlivé typy panelů je výhodné recyklovat různými způsoby. V nynější době jsou dvě základní metody recyklací.

### Termická recyklace

V současnosti zřejmě nejpokročilejší metodu recyklace panelů navrhla a odzkoušela firma Deutsche solar AG. Celé panely jsou zavezeny do speciální pece, kde jsou zahřívány na teplotu nad 500 °C. Při této teplotě se plastové materiály odpaří, následně jsou v další komoře

<sup>17</sup> BECHNÍK, Bronislav. Recyklace fotovoltaických panelů na konci životnosti. TOPINFO S.R.O. *TZB-info: Obnovitelná energie a úspory energie* [online]. 26.9.2011 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/7868-recyklace-fotovoltaickych-panelu-na-konci-zivotnosti>

řízeně spalovány. Ostatní materiály jsou separovány ručně. Jsou-li panely nepoškozené, lze vytěžit až 85 % článků pro nové použití. Spotřebu energie na výrobu nových panelů je díky tomu možno snížit až o 70 %. Metoda je použitelná pro všechny stávající konstrukce panelů z krystalických článků.<sup>18</sup>

### **Mechanicko-chemická metoda**

Pro likvidaci panelů je navrhován podobný postup jako při recyklaci LCD televizorů. Na začátku se ručně demontuje hliníkový rám. Následuje drcení a třídění velikostních frakcí. K oddělení jednotlivých materiálů slouží separační metody - fluidní a mokré splavy a elektrodynamická separace. Stříbro a další zájmové kovy jsou získávány chemicky a pyrometalurgicky. Získané kovy mohou být použity jako surovina v metalurgickém průmyslu, plasty budou pravděpodobně likvidovány spálením s možností využít teplo. Ve srovnání s termickou recyklací je u této metody nižší podíl ruční práce. Výsledkem jsou však pouze drcené suroviny. Metoda je použitelná spíše pro tenkovrstvé panely, u nichž nelze polovodičové materiály získat jiným způsobem.<sup>18</sup>

## **5.3 PV CYCLE**

PV CYCLE je neziskovou organizací, která byla založena v roce 2007. Svým členům zajišťuje, že poškozené panely či panely na konci životnosti, jsou zpětně odebírány a zpracovány trvalým a nákladově efektivním způsobem. PV CYCLE vznikla jako dobrovolná průmyslová iniciativa se záměrem v roce 2012 splňovat stanoviska WEEE. Správně se předpokládalo, že v roce 2012 bude přijata novela WEEE a že nově bude zahrnovat i fotovoltaické panely.

Momentálně je PV CYCLE jediný plně funkční projekt pro sběr a recyklaci panelů v EU27 a EFTA zemích. V důsledku své celoevropské sítě sběrných míst, přepravců odpadů a specializovaných recyklačních zařízení nabízí tento projekt svým členům a jejich koncovým zákazníkům pohodlné a finančně efektivní řešení nakládání s odpady.

PV CYCLE nyní pokrývá téměř 90% evropského solárního trhu. Kromě správy EOL panelů jménem svých členů, bere pod svoji záštitu také takzvané individuální projekty. To znamená sběr a recyklaci panelů z projektů navrhovaných pro specifické potřeby jednotlivých

---

<sup>18</sup> BECHNÍK, Bronislav. Recyklace fotovoltaických panelů na konci životnosti. TOPINFO S.R.O. *TZB-info: Obnovitelná energie a úspory energie* [online]. 26.9.2011 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/7868-recyklace-fotovoltaickych-panelu-na-konci-zivotnosti>

společností.

Tento projekt je financován výrobcí a dovozci fotovoltaických panelů do Evropy. PV CYCLE momentálně operuje ve všech členských zemích EU a v zemích EFTA (Island, Lichtenštejnsko, Norsko, Švýcarsko).

[28]

### 5.3.1 Způsoby členství v PV CYCLE

PV CYCLE má tři typy členů.

- **Associated Members**

asociace, výzkumné instituty, velkoobchodníci, elektroinstalační dodavatelé, výrobci článků

- **Full members**

výrobci, dovozci, společnosti, které obchodují/dále prodávají fotovoltaické moduly vyrobené jinými dodavateli

- **Full members MIS**

tito členové provozují vlastní sběrnou logistiku a recyklaci nezávisle na PV CYCLE

Aktuálně má PV CYCLE 28 Associated Members, 211 Full members a 2 Full members MIS.

[28]

### 5.3.2 Způsob zpětného odběru panelů

Celkem jsou k dispozici dvě možnosti, jak je zpětný odběr panelů uskutečňován. První možností je využití takzvaných sběrných míst (ke dni 9.5.2012 je jich dle dat PV CYCLE 243), která se nacházejí na území celé Evropy, jejich umístění lze nalézt na internetových stránkách PV CYCLE. Tento způsob je určen pro malý počet panelů.

Pro větší systémy je zde druhý způsob, který funguje na principu domluvení si odvozu panelů přímo z místa instalace. Zde stačí pouze telefonicky nebo emailem kontaktovat PV CYCLE.

Tato služba je pro kohokoliv, kdo vyřazuje fotovoltaické panely z důvodu demontáže, demolice či renovace apod. Ti, kteří mohou tuto službu využít, jsou například demoliční společnosti, dodavatelé, distributoři, prodejci, průmysloví velkoobchodníci, velkoobchodníci a

samozřejmě domácnosti.

Po naplnění sběrných kontejnerů jsou panely odvezeny do recyklačních továren k demontáži a zpracování. Zrecyklovaný materiál je pak použit v nových produktech.

[28]

## 5.4 Situace v České republice

V České republice otázka likvidace a recyklace panelů nebyla do nedávna řešena. Dle mluvčí ministerstva životního prostředí Petry Roubíčkové, jejíž názor byl citován v [29], zde existují silná rizika, jelikož firmy, které provozují fotovoltaické elektrárny, vznikaly jako účelové společnosti s ručením omezeným (což vyžadovaly banky), je zde tedy potenciální nebezpečí, že je jejich majitelé uvedou před koncem životnosti panelů cíleně do úpadku. V takovém případě by za likvidaci zodpovídal stát, respektive obec, v jejímž katastru elektrárna stojí.

Paní Ing. Pavlína Kulhánková ředitelka odboru ekologie ve své prezentaci uvedené během konference Zpětný odběr 2011 nastínila 3 potenciální způsoby vyřešení této otázky.

- Plnění prostřednictvím solární recyklační společnosti (kolektivní systém)
- Individuální plnění - tvorba rezervy na vázaných účtech u bank
- Výběr poplatků od provozovatelů solárních elektráren, příjemcem je SFŽP

[30] [31]

9. května 2012 byl poslancekou sněmovnou přijat Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů (jako tisk 369/9), ačkoli byl předtím 14. března 2012 vrácen prezidentem republiky. Část čtvrtá tohoto zákona mění stávající zákon o odpadech a přináší zásadní změny v otázce nakládání s fotovoltaickými panely. Nejdůležitější znění ze čtvrté části jsou vypsány níže.

V § 37k se vkládá nový odstavec 6, který zní:

„(6) Zpětný odběr elektrozařízení a oddělený sběr elektroodpadu ze solárních panelů, které jsou součástí výroben elektřiny s celkovým instalovaným výkonem do 30 kW, musí být



---

zajištěn prostřednictvím sítě míst zpětného odběru a odděleného sběru o dostatečné četnosti a dostupnosti.“<sup>19</sup>

Za § 37o se vkládá nový § 37p, který včetně nadpisu zní:

„§ 37p

**Financování nakládání s elektroodpadem ze solárních panelů**

(1) Pro solární panely uvedené na trh po dni 1. ledna 2013, zajistí financování odděleného sběru, zpracování, využití a odstranění výrobce. Před uvedením solárních panelů na trh je výrobce povinen poskytnout záruku prokazující, že nakládání s elektroodpadem ze solárních panelů bude finančně zajištěno. Tato záruka musí být dostatečná k pokrytí financování odděleného sběru, zpracování, využití a odstranění elektroodpadu ze solárních panelů, který byl odevzdán v rámci systému odděleného sběru vytvořeného a provozovaného podle § 37k. Výrobce, který zajišťuje plnění povinností podle § 37h odst. 1 písm. a) nebo b), poskytne záruku formou účelově vázaného bankovního účtu za podmínek stanovených prováděcím právním předpisem. Údaje o stavu a čerpání z účelově vázaného účtu za uplynulý rok uvádí v roční zprávě. Prostředky uložené na účelově vázaném bankovním účtu mohou být použity pouze se souhlasem ministerstva k zajištění financování odděleného sběru, zpracování, využití a odstranění elektroodpadu ze solárních panelů; tyto prostředky nemohou být předmětem nařízení a provedení výkonu rozhodnutí, ani exekuce, ani zahrnuty do majetkové podstaty výrobce. Výrobce, který zajišťuje plnění povinností podle § 37h odst. 1 písm. c), záruku neposkytuje.

(2) Pro solární panely uvedené na trh do dne 1. ledna 2013 zajistí financování předání ke zpracování, využití a odstranění elektroodpadu ze solárních panelů, včetně plnění těchto povinností, provozovatel solární elektrárny, jejíž jsou solární panely součástí, prostřednictvím osoby podle § 37h odst. 1 písm. c). Tuto povinnost musí zajistit prostřednictvím rovnoměrných dílčích plateb příspěvků, poskytovaných minimálně s roční periodicitou, počínaje od 1. ledna 2014, na základě smlouvy uzavřené nejpozději do 30. června 2013 s osobou podle § 37h odst. 1 písm. c), tak, aby financování bylo plně zajištěno nejpozději do 1. ledna 2019. Právnícká osoba podle § 37h odst. 1 písm. c) stanoví příspěvky na předání ke zpracování, využití a odstranění elektroodpadu ze solárních panelů zejména v závislosti na jejich hmotnosti a složení.

---

<sup>19</sup> Česká republika. Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů. In: roč. 2012, 369/9.

(3) O splnění povinností podle odstavce 2 je povinna osoba podle § 37h odst. 1 písm. c) zpracovat a zaslat ministerstvu nejpozději do 30. března 2019 úplnou a pravdivou zprávu.

(4) Ministerstvo stanoví po projednání s Ministerstvem financí prováděcím právním předpisem bližší podmínky financování odděleného sběru, zpracování, využití a odstranění elektrodpađu ze solárních panelů podle odstavce 1, zejména způsob výpočtu minimální výše uložených finančních prostředků na účelově vázaném bankovním účtu a způsob jejich čerpání, dále bližší podmínky financování podle odstavce 2 včetně způsobu výpočtu minimální výše příspěvků, a dále rozsah a obsah zprávy podle odstavce 3.<sup>20</sup>

Jak lze vidět, přesná specifika celého procesu nejsou ještě vyřešena a jejich stanovení je teprve otázkou času. Z globálního hlediska lze změnu zákona o odpadech, která je součástí tohoto zákona, považovat za první krok v řešení otázky fotovoltaických panelů a jejich budoucího vlivu na životní prostředí a jako reakci na změnu WEEE legislativy, která nyní zahrnuje i fotovoltaické panel.

## 6 Využití fotovoltaiky pro rodinný dům

Příklad využití fotovoltaické elektrárny umístěné na rodinném domě je ukázán na projektu o celkovém výkonu 10 800Wp. Rodinný dům leží v obci Zdíkov (okres Prachatice, jihočeský kraj). Střecha domu je natočena na jih a je pod sklonem 37°. Jako panely byly použity monokrystalické panely od firmy Solartechnics typu M 180Wp a měniče Fronius IG plus. V daném případě je použito 60 panelů, které jsou zapojeny do 6 okruhů na 3 měniče. Toto rozvržení bylo vybráno použitím aplikace Fronius Solar.configurator 2.5.2. Pro tento projekt byl zvolen systém zelených bonusů. Jelikož střešní krytina rodinného domu byla původní (eternit), tak se majitel rozhodl investovat i do nové střešní krytiny. Na projekt byl brán úvěr ve výši 600 000 Kč a zbytek byl financován z vlastního kapitálu. Úvěr byl zvolen takový, aby se mohl splatit bez penále i před datem splacení. Veškeré technické práce byly provedeny vlastníkem domu.

Při teoretickém výpočtu návratnosti se uvažovalo s roční výrobou okolo 10MW a meziročním nárůstem výkupní ceny o 2%. Elektrárna je v ostrém provozu od 1. 9. 2009. Od zahájení své činnosti do 1. 5. 2012 činí celková nároková částka ze zeleného bonusu 317 599,93 Kč. Jak bylo zmíněno výše, typ úvěru umožňuje jeho předběžné splacení, které

---

<sup>20</sup> Česká republika. Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů. In: roč. 2012, 369/9.

může snížit celkové náklady.

Tento projekt není z pohledu finanční efektivity ideální, jelikož během dne není v objektu skoro žádná spotřeba elektřiny. Proto se uvažuje o zvýšení této efektivity, např. řízeným ohříváním vody během doby, kde je přebytek výroby elektřiny.

Data z výkazů pro distribuční společnost od zahájení činnosti jsou poskytnuta v příloze.

Rok výroby	Celková nárokovaná částka (zelené bonusy)
2009	32371,38Kč
2010	105271,38Kč
2011	139315,14Kč
2012	40642,03Kč
Celkově	317599,93Kč

#### **Náklady na projekt**

Kabely	5 000 Kč
Kleště na konektory	8 000 Kč
Konektory MC plus	1 050 Kč
Konektory MC minus	1 190 Kč
Konstrukce	44 459 Kč
Měniče	150 790 Kč
Nastavení měniče	1 500 Kč
Panely	817 445 Kč
Úvěr	-600 000 Kč
Úvěr celková částka k splacení	862 440 Kč
Celková částka	1 291 874 Kč

#### **Úvěr**

Výše úvěru	600 000 Kč
Doba splacení	120 měsíců
Měsíční splátka	7 187 Kč
Celková částka k splacení	862 440 Kč

**Měníče**

Typ měničů	Fronius IG plus
Počet kusů	3
Cena za kus	50 263 Kč
Celková cena(s DPH)	150 790 Kč

**Tab. 6.1: Měnič - vstupní údaje**

<b>VSTUPNÍ ÚDAJE</b>	<b>Fronius IG Plus 35</b>
Jmenovitý výkon DC	3710 W
Rozsah napětí MPP	230 - 500 V
Max. vstupní napětí (při 1000 W/m <sup>2</sup> , -10 °C)	600 V
Max. vstupní proud	16,1 A

**Tab. 6.2: Měnič - výstupní údaje**

<b>VÝSTUPNÍ ÚDAJE</b>	<b>Fronius IG Plus 35</b>
Jmenovitý výkon AC	3500 W
Max. výstupní výkon	3500 VA
Max. účinnost	95,7 %
Euro účinnost	95,0 %
Účinnost přizpůsobení MPP	>99,9 %
Síťové napětí / frekvence	230V / 50 Hz (60 Hz)
Síťové připojení	1fázové
Harmonické zkreslení	< 3 %
Účinník	1
Vlastní spotřeba v noci	<1 W

**Tab. 6.3: Měnič - všeobecné údaje**

<b>VŠEOBECNÉ ÚDAJE</b>	<b>Fronius IG Plus 35</b>
Velikost (v x š x h)	673 x 434 x 250 mm
Hmotnost	23,8 kg
Krytí	IP 54**
Koncepce střídače	Vysokofrekvenční trafo
Chlazení	Řízeným větráním
Plášť kovový	Plášť pro montáž uvnitř i venku
Rozsah okolních teplot	Od -20°C do +55°C
Přípustná vlhkost vzduchu	0% až 95 %

[32]

**Panely**

Typ panelů	Monokrystalický FV panel Solartechnics M 180Wp
Počet kusů	60
Cena za kus	13 624
Celková cena(s DPH)	817 445 Kč

**Tab. 6.4: Model number and nominal output under standard testing conditions**

Nominal values	M180Wp
Nominal output / P <sub>mpp</sub> (W)	180
Voltage at P <sub>max</sub> / V <sub>mpp</sub> (V)	36
Electrical power at P <sub>max</sub> / I <sub>mpp</sub> (A)	5
Open circuit voltage / V <sub>oc</sub> (V)	44,8
Short circuit current / I <sub>sc</sub> (A)	5,3
Max. system voltage / V <sub>sys</sub> (V)	1000
Long product warranty	10 years to 90%
	25 years to 80%
Efficiency	16%

**Tab. 6.5: General information**

Model	MonoPower series
Size of solar cells (mm)	125 x 125 (mono)
Number of solar cells	6 x 12 in a series connection
Max. system voltage (V)	1000
Dimension L x W x H (mm)	1580 x 808 x 35
Weight (kg)	15.0
Thickness front glass panel (mm)	3.2 (laminated safety glass)
Composite material	Ethylene-vinyl-acetate (EVA)
Rear side	Laminate (TPT)

**Tab. 6.6: Power rating**

Dependable module temperature	-40 ... +85 °C
Max. hail size at 23 m/s	25 mm
Max. wind speed	130 km/h

**Tab. 6.7: Temperature coefficients**

Maximum Output power (W)	-0,47%/°C
Maximum Output power voltage (V)	-0,38%/°C
Maximum Output power current (A)	+0,04%/°C
Open circuit voltage (V)	-0,38%/°C
Short circuit current (A)	+0,04%/°C

[33]



Obr. 6.1: Fotovoltaika na rodinném domě

## Závěr

Fotovoltaika v minulých deseti letech zažila v České republice veliké změny. Tyto změny byly způsobeny reakcí vlády v důsledku závazku k EU o naplnění indikativního cíle podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v České republice ve výši 8% k roku 2010 a následně 13% k roku 2020. Jak bylo možné vidět v podkapitole o vývoji fotovoltaiky v ČR, reakce vlády prostřednictvím legislativních změn vyvolala fotovoltaický boom. Díky tomu se stala fotovoltaika nejpoužívanějším zdrojem obnovitelné energie v ČR. Její postavení zřejmě zůstane v příštích letech dominantní i přes snížení státní podpory. Národní akční plán ČR do roku 2020 pro energii z OZE předpokládá roční nárůsty instalovaného výkonu v hodnotě 5MW.

Jak již bylo dříve zmíněno 9. 5. 2012 byl přijat zákon o podpoře OZE. Tento zákon přinesl zásadní změny do fotovoltaického odvětví. Jednou z hlavních změn je umožnění obchodování s elektřinou z OZE na burze. Dále zachovává zdanění elektrické energie ze slunečního záření, které bylo zmíněno v 1.1.6.. Toto zdanění potvrdil 16. 5. 2012 i Ústavní soud, který zohlednil veřejný zájem na ceně energie. Změny v zákonu o odpadech týkající se

---

zacházení s vysloužilými panely byly uvedeny v 5.4. Tyto změny přinesou zřejmě soudní stížnosti, jelikož většina výrobců a distributorů FV panelů již přispívá na sběr a recyklaci panelů v rámci PV CYCLU. Na schválení tohoto zákona reagoval i ERU, který žádá zvýšení svých pravomocí, aby mohl po dosažení cíle podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v České republice zastavit podporu pro nové OZE.

Podíváme-li se na projekt FVE na rodinném domě, lze vidět, že návratnost investice ovlivňuje mnoho faktorů. V našem případě hlavně investice do nové střechy a typ zvoleného úvěru. Naopak snížení nákladů, a tedy i doby návratnosti, bylo zapříčiněno tím, že realizace fotovoltaiky i nové střechy byla provedena vlastníkem objektu. Díky zvolenému systému zelených bonusů lze zkrátit dobu návratnosti nejen dřívějším splacením úvěru, ale i možností využití přebytků vyráběné elektřiny.

Z globálního hlediska lze říci, že dřívější legislativní kroky přinesly hlavně rozvoj velkých FVE, ale díky vysokým výkupním cenám byla možnost snazší realizace i pro menší instalace, např. na rodinných domech. Momentálně jsou podporovány pouze instalace do 30KWp, ale v důsledku malých výkupních cen je vysoká doba návratnosti. Lze předpokládat, že po dosažení cíle podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v ČR bude podpora nových OZE zastavena, a tím i budoucí rozvoj fotovoltaiky na našem území.

## Použitá literatura

- [1] FAQ. SUNNY POWER S.R.O. *Http://www.sunnypower.cz/* [online]. [cit. 2012-05-18]. Dostupné z: <http://www.sunnypower.cz/cs/fotovoltaika/odpovedi-na-nejcastejsi-otazky>
- [2] Česká republika. Zákon, kterým se mění zákon č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. In: *Sbírky zákonů*. 12.11.2010, roč. 2010, 346/2010 Sb., 127. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=72457&fulltext=&nr=346~2F010~20&part=&name=&rpp=100>
- [3] ŠRAHŮLKOVÁ. *PŘÍSPĚVEK KE STUDIU KLIMATU MĚSTA OLOMOUCE – SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ* [online]. Olomouc, 2010 [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://theses.cz/id/bjxblz/101885-238507798.pdf>. Bakalářská. UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI. Vedoucí práce RNDr. Martin Jurek, Ph.D.
- [4] Fotovoltaika pro každého. CZECH RE AGENCY, o.p.s. *Http://www.czrea.org/* [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika>
- [5] Průměrný roční úhrn globálního záření. [online]. [cit. 2012-05-23]. Dostupné z: <http://old.chmi.cz/meteo/ok/atlas/images/5a.gif>
- [6] Průměrný roční úhrn doby trvání slunečního svitu [h]. [online]. [cit. 2012-05-23]. Dostupné z: <http://old.chmi.cz/meteo/ok/atlas/images/5b.gif>
- [7] Průměrný roční počet jasných dnů. [online]. [cit. 2012-05-23]. Dostupné z: <http://old.chmi.cz/meteo/ok/atlas/images/5c.gif>
- [8] Legislativní postup. GIP ENERGY, a. s. *Http://www.gipenergy.cz/* [online]. [cit. 2012-05-25]. Dostupné z: <http://www.gipenergy.cz/?p=foto&sp=informace&ssp=legislativa>
- [9] MURTINGER, Karel, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Fotovoltaika elektrina ze slunce*. Brno: ERA, 2007. ISBN 978-80-7366-100-7.
- [10] LIBRA, Martin a Vladislav POULEK. *Fotovoltaika teorie i praxe využití solární energie*. Praha: ILSA, 2009. ISBN 978-80-904311-0-2.
- [11] HISTORY OF SOLAR: TIMELINE OF MAJOR MILESTONES IN SOLAR POWER HISTORY. SHAMROCK RENEWABLE. *Http://www.shamrockrenewable.com/* [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.shamrockrenewable.com/historyofsolar.html#3>. Shamrock Renewable



- Group acknowledges information provided by the U.S. Department of Energy ([www.eere.energy.gov](http://www.eere.energy.gov)) as source material for this section of the website.
- [12] Z historie fotovoltaiky. CZECHSOLAR SPOL. S R.O. [Http://www.czechsolar.cz/](http://www.czechsolar.cz/) [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.czechsolar.cz/fotovoltaika/z-historie-fotovoltaiky/>
- [13] Elektřina a magnetismus. [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy/elektross/>
- [14] FEJFAR, Antonín. Fotovoltaika druhé a třetí generace. [Http://www.tzb-info.cz/](http://www.tzb-info.cz/) [online]. 4.9.2006 [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3506-fotovoltaika-druhe-a-treti-generace>
- [15] Photovoltaic Cell Structures. U.S. DEPARTMENT OF ENERGY'S OFFICE OF ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY. [Http://www.eere.energy.gov/](http://www.eere.energy.gov/) [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: [http://www.eere.energy.gov/basics/renewable\\_energy/pv\\_cell\\_structures.html](http://www.eere.energy.gov/basics/renewable_energy/pv_cell_structures.html)
- [16] KNIER, Gil. How do Photovoltaics Work?. NASA. [Http://science.nasa.gov/](http://science.nasa.gov/) [online]. 2002 [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2002/solarcells/>
- [17] ŠOUREK, Bořivoj. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ. FAKULTA STROJNÍ. *Alternativní zdroje energie*. Praha: ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02802-X.
- [18] SHARMA, ASHISH. Solar Tracker. [Http://www.scribd.com/](http://www.scribd.com/) [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.scribd.com/doc/31618509/Solar-Tracker>
- [19] Fotovoltaika. SVAZ PODNIKATELŮ PRO VYUŽITÍ ENERGETICKÝCH ZDROJŮ. [Http://www.spvez.cz/](http://www.spvez.cz/) [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.spvez.cz/pages/fotovoltaika.htm>
- [20] CALLA - SDRUŽENÍ PRO ZÁCHRANU PROSTŘEDÍ. *Calla: atlas* [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.calla.cz/atlas/>
- [21] ENF – ENERGY FOCUS. [online]. [cit. 2012-05-18]. Dostupné z: <http://www.enfsolar.com/>
- [22] AMERICAN WAY SOLAR S.R.O. *American Way Solar* [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.americanwaysolar.com/>
- [23] FITCRAFT PRODUCTION A.S. *FitCraft Production* [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.fitcraftproduction.cz/>
- [24] LINTECH SPOL. S R.O. *LINTECH-SOLAR* [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.lintech-solar.cz/>

- 
- [25] SOLARTEC S.R.O. *Solartec* [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.solartec.cz/cs.html>
- [26] Top 10 World's Biggest Solar Producers (Estimated Module Production Capacity 2011). SOLARPLAZA INTERNATIONAL BV. *Http://www.solarplaza.com/* [online]. [cit. 2012-05-18]. Dostupné z: <http://www.solarplaza.com/top10-estimated-module-production-capacity-2011/>
- [27] BECHNÍK, Bronislav. Recyklace fotovoltaických panelů na konci životnosti. TOPINFO S.R.O. *TZB-info: Obnovitelná energie a úspory energie* [online]. 26.9.2011 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/7868-recyklace-fotovoltaickych-panelu-na-konci-zivotnosti>
- [28] EUROPEAN ASSOCIATION FOR VOLUNTARY TAKE-BACK AND RECOVERING OF PHOTOVOLTAIC MODULES A.I.S.B.L. *PV CYCLE* [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.pvcycle.org/>
- [29] BAROCH, Pavel. Tisíce solárních elektráren vyhoří. A pak budou škodit. [online]. 31.1.2010 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://aktualne.centrum.cz/domaci/zivot-v-cesku/clanek.phtml?id=658403>
- [30] KULHÁNKOVÁ, Pavlína. Solární panely po ukončení jejich životnosti. *Zpětný odběr 2011* [online]. 1.7.2011, Ministerstvo průmyslu a obchodu [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: [http://www.asekol.cz/cs/download/pavlina\\_kulhankova\\_solarni\\_panely\\_po\\_ukonceni\\_jejich\\_zivotnosti.pdf](http://www.asekol.cz/cs/download/pavlina_kulhankova_solarni_panely_po_ukonceni_jejich_zivotnosti.pdf)
- [31] Konference Zpětný odběr 2011. CZECH RE AGENCY, o.p.s. *Http://www.czrea.org/* [online]. 5. května 2011 [cit. 2012-05-25]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/konference-a-vystavy/akce-s-nasi-ucasti/konference-zpetny-odber>
- [32] Fronius IG Plus 35: Technical Data. FRONIUS. *Http://www.fronius.com/* [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: [http://www.fronius.com/cps/rde/xchg/SID-6C949700-A981BC9B/fronius\\_international/hs.xsl/83\\_13017\\_ENG\\_HTML.htm](http://www.fronius.com/cps/rde/xchg/SID-6C949700-A981BC9B/fronius_international/hs.xsl/83_13017_ENG_HTML.htm)
- [33] SolarTechnics: Power catalogue 2010. SOLARTECHNICS LTD. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://snsolartechnics.com/site/english.pdf>
- [34] Best Research-Cell Efficiencies. NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY. *Www.nrel.gov/* [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: [http://www.nrel.gov/ncpv/images/efficiency\\_chart.jpg](http://www.nrel.gov/ncpv/images/efficiency_chart.jpg)

## Přílohy

### Příloha A - Fotky z instalace fotovoltaické elektrárny



Obr. A.1: Měníče a jističe pro fotovoltaiky

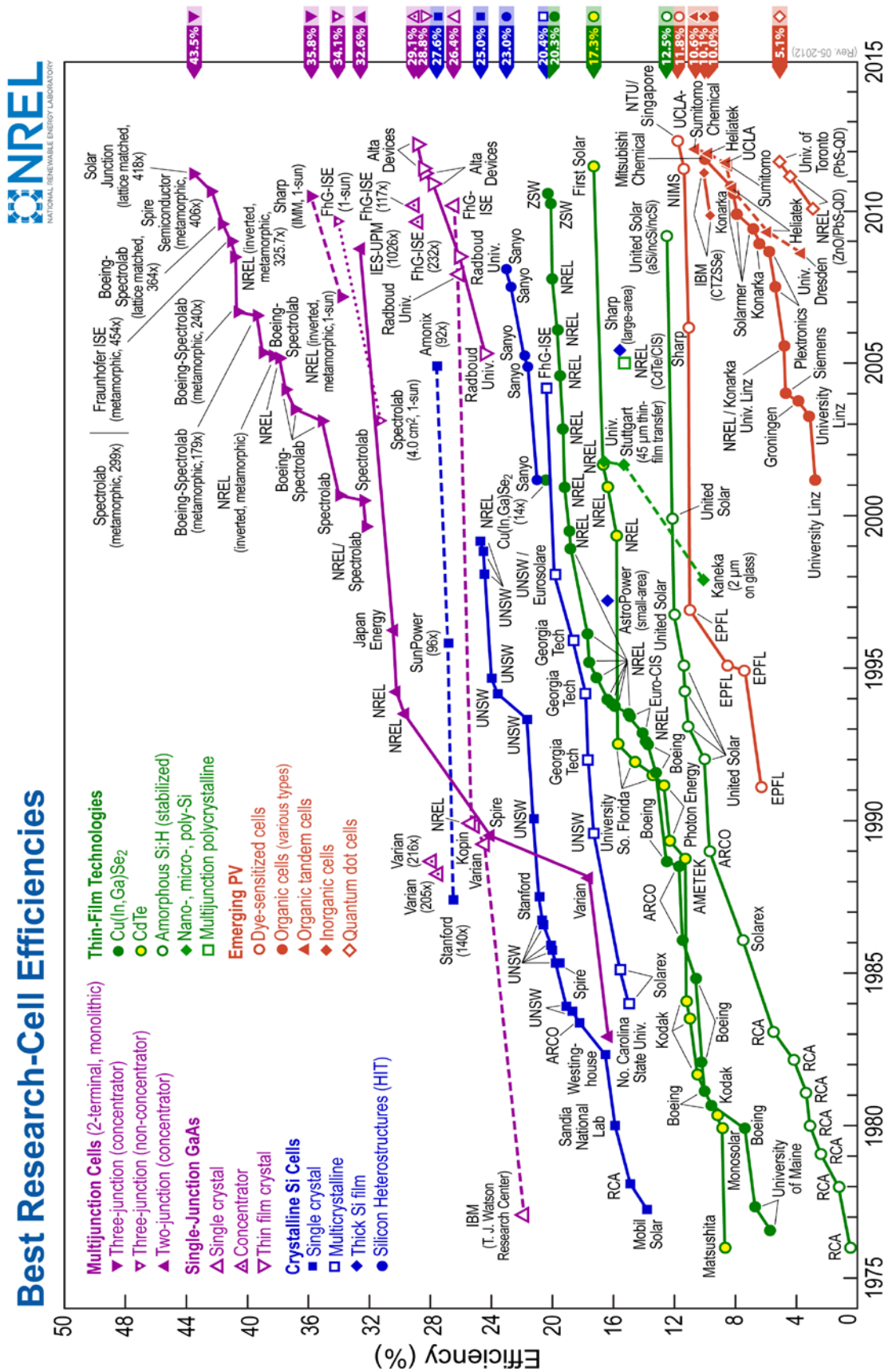


Obr. A.2: Rozvodná skříň pro fotovoltaiku



Obr. A.3: Čtyřkvadrantový elektroměr

Příloha B - Vývoj FV článků a jejich efektivnosti



Obr. B. 4: Vývoj FV článků a jejich efektivnosti [34]

## Příloha C - Srovnání vývoje obnovitelných zdrojů energie dle počtu elektráren a výkonu

Tab. C.1: Srovnání vývoje obnovitelných zdrojů energie dle počtu elektráren a výkonu

	Vodní elektrárny		Větrné elektrárny		Sluneční elektrárny		Skládkové plyny		Bioplyn		Biomasa	
	výkon	počet el.	výkon	počet el.	výkon	počet el.	výkon	počet el.	výkon	počet el.	výkon	počet el.
2001	30,124	69	0,007	1	0	0	0,249	1	0,8	1	575,215	8
2002	92,223	776	3,545	10	0,027	3	0,249	1	7,522	7	1035,714	21
2003	100,372	828	7,945	14	0,026	3	1,039	3	8,286	10	1042,136	23
2004	108,29	876	14,684	23	0,464	10	3,116	10	9,611	17	1083,736	24
2005	110,864	906	27,943	35	0,466	12	9,273	24	12,808	29	1166,336	27
2006	151,574	965	42,284	46	0,726	29	10,292	28	17,722	46	1166,779	29
2007	176,785	1020	115,581	62	4,641	244	11,342	33	29,215	68	1179,298	33
2008	213,991	1091	147,781	71	66,567	1434	13,212	40	52,195	104	1197,453	36
2009	221,668	1141	191,653	83	491,404	5899	13,762	43	80,327	141	1563,577	42
2010	232,886	1211	214,767	92	1913,719	12684	23,362	61	109,989	178	1569,088	53
2011	240,448	1269	217,917	95	1959,291	12986	56,497	63	169,738	265	1617,644	63
2012	1050,832	1487	223,717	98	1962,061	13062	56,497	63	174,347	272	1617,792	66
Rok												

## Příloha D - Srovnání obnovitelných zdrojů energie dle výkonových tříd

Tab. D.2: Srovnání obnovitelných zdrojů energie dle výkonových tříd

	Instalovaný výkon [MW]	<0,001;0,005)	<0,005;0,01)	<0,01;0,05)	<0,05;0,1)	<0,1;0,5)	<0,5;1)	<1;5)	<5;10)	<10;20)	<20;30)	<30;∞)
<b>Biomasa</b>	Počet elektráren	1	0	8	1	16	7	8	6	4	1	14
	Výkon [MW]	0,002	0	0,236	0,055	3,712	4,909	19,603	39,189	54,46	24	1471,626
<b>Bioplyn</b>	Počet elektráren	0	0	13	8	65	151	34	1	0	0	0
	Výkon [MW]	0	0	0,439	0,61	17,182	109,19	41,529	5,397	0	0	0
<b>Skádkové plyny</b>	Počet elektráren	0	0	1	1	49	8	3	0	0	0	1
	Výkon [MW]	0	0	0,044	0,071	10,889	5,216	7,277	0	0	0	33
<b>Sluneční elektrárny</b>	Počet elektráren	2804	5110	3058	484	739	343	484	32	5	1	2
	Výkon [MW]	9,092	29,111	61,05	34,008	168,447	253,879	1037,166	195,712	70,322	29,902	73,372
<b>Větrné elektrárny</b>	Počet elektráren	4	8	14	2	9	8	45	6	1	0	1
	Výkon [MW]	0,01	0,054	0,198	0,1	2,215	5,36	111,08	44,7	18	0	42
<b>Vodní elektrárny</b>	Počet elektráren	19	88	691	252	314	62	46	6	4	1	4
	Výkon [MW]	0,059	0,621	18,212	17,45	65,577	41,9	108,113	46,12	62,28	22,5	668

**Příloha E - Srovnání krajů dle fotovoltaických elektráren nad 1MWp****Tab. E.3: Srovnání krajů dle fotovoltaických elektráren nad 1MWp**

<b>Fotovoltaické elektrárny nad 1Mwp</b>		
Hlavní město Praha	Instalovaný výkon[MWp]	5,476
	Počet elektráren	2
Jihočeský kraj	Instalovaný výkon[MWp]	180,988
	Počet elektráren	70
Jihomoravský kraj	Instalovaný výkon[MWp]	357,987
	Počet elektráren	127
Karlovarský kraj	Instalovaný výkon[MWp]	4,814
	Počet elektráren	3
Královéhradecký kraj	Instalovaný výkon[MWp]	45,047
	Počet elektráren	20
Liberecký kraj	Instalovaný výkon[MWp]	90,411
	Počet elektráren	17
Moravskoslezský kraj	Instalovaný výkon[MWp]	19,789
	Počet elektráren	11
Olomoucký kraj	Instalovaný výkon[MWp]	67,887
	Počet elektráren	32
Pardubický kraj	Instalovaný výkon[MWp]	62,854
	Počet elektráren	22
Plzeňský kraj	Instalovaný výkon[MWp]	125,826
	Počet elektráren	45
Středočeský kraj	Instalovaný výkon[MWp]	149,171
	Počet elektráren	59
Ústecký kraj	Instalovaný výkon[MWp]	141,499
	Počet elektráren	51
Vysočina kraj	Instalovaný výkon[MWp]	38,395
	Počet elektráren	20
Zlínský kraj	Instalovaný výkon[MWp]	116,33
	Počet elektráren	45

**Příloha F - Spotřeba a výroba energie z projektu rodinné FVE****Tab. F.4: Spotřeba a výroba energie 2009**

2009		Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Celkově
Instalovaný elektrický výkon	[MW]	0,011					
Svorková výroba elektřiny <sup>3), 4)</sup>	[MWh]	0,224	1,011	0,701	0,573	0,209	<b>2,718</b>
Celková konečná spotřeba za předávacím místem výrobce <sup>7)</sup>	[MWh]	0,294	1,068	1,566	2,056	0,728	<b>5,712</b>
Z toho ostatní vlastní spotřeba elektřiny <sup>3), 6)</sup>	[MWh]	0,224	0,65	0,181	0,126	0,064	<b>1,245</b>
Dodávka elektřiny do lokální nebo regionální distribuční soustavy nebo do přenosové soustavy v režimu bonusu <sup>3)</sup>	[MWh]	0,621	0,361	0,52	0,447	0,145	<b>2,094</b>
Odběr z přenosové nebo distribuční soustavy (v předávacím místě)	[MWh]	0,07	0,418	1,385	1,93	0,664	<b>4,467</b>
Označení předávacího místa podle smlouvy o připojení	[-]	3500327218					
Celková nárokovaná částka (zelené bonusy)	[Kč]	13471,1	1237,75	8348,91	6824,43	2489,19	<b>32371,38</b>
Napětí v předávacím místě	[kV]	0,4					



Tab. F.5: Spotřeba a výroba energie 2010

2010	Napětí v předávacím místě [kV]	Celková nárokovaná částka (zelené bonusy) [Kč]	Označení předávacího místa podle smlouvy o připojení [-]	Odběr z přenosové nebo distribuční soustavy (v předávacím místě) [MWh]	Dodávka elektriny do lokální nebo regionální distribuční soustavy nebo do přenosové soustavy v režimu bonusu <sup>3)</sup> [MWh]	Z toho ostatní vlastní spotřeba elektriny <sup>3),6)</sup> [MWh]	Celková konečná spotřeba za předávacím místem, výrobcem <sup>7)</sup> [MWh]	Svorková výroba elektriny <sup>3),4)</sup> [MWh]	Instalovaný elektrický výkon [MW]
Leden		1571,22		4,218	0,081	0,048	4,266	0,129	0,011
Únor		5895,12		3,863	0,381	0,103	3,966	0,484	
Březen		12106,9		3,481	0,772	0,222	3,703	0,994	
Duben		15395,5		2,017	0,916	0,348	2,365	1,264	
Květen		11059,44		0,866	0,641	0,267	1,133	0,908	
Červen		14007,-		0,389	0,853	0,297	0,686	1,15	
Červenec	0,4	17344,32	3500327218	0,41	1,062	0,362	0,772	1,424	
Srpen		13702,5		0,382	0,859	0,266	0,648	1,125	
Září		11558,82		0,347	0,758	0,191	0,538	0,949	
Říjen		9768		0,446	0,648	0,154	0,6	0,802	
Listopad		4969,44		1,577	0,321	0,087	1,664	0,408	
Prosinec		1900,08		4,592	0,115	0,041	4,633	0,156	
<b>Celkově</b>		<b>105271,4</b>		<b>22,588</b>	<b>7,407</b>	<b>2,386</b>	<b>24,974</b>	<b>9,793</b>	

Tab. F.6: Spotřeba a výroba energie 2011

2011	Napětí v předávacím místě [kV]	Celková nárokovaná částka (zelené bonusy) [Kč]	Označení předávacího místa podle smlouvy o připojení [-]	Odběr z přenosové nebo distribuční soustavy (v předávacím místě) [MWh]	Dodávka elektřiny do lokální nebo regionální distribuční soustavy nebo do přenosové soustavy v režimu bonusů <sup>3)</sup> [MWh]	Z toho ostatní vlastní spotřeba elektřiny <sup>3),6)</sup> [MWh]	Celková konečná spotřeba za předávacím místem výrobců <sup>7)</sup> [MWh]	Svorková výroba elektřiny <sup>3),4)</sup> [MWh]	Instalovaný elektrický výkon [MW]
Leden		2691,7		4,142	0,133	0,047	4,189	0,18	
Únor		6783,51		4,187	0,375	0,112	4,299	0,623	
Březen		13101,3		3,51	0,833	0,218	3,728	1,155	
Duben		16794,8		2	1,095	0,359	2,359	1,212	
Květen		18046,26		0,247	1,18	0,271	0,518	1,453	
Červen		14357,52		0,355	0,852	0,304	0,659	1,156	
Červenec	0,4	14469,3	3500327218	0,374	0,804	0,361	0,735	1,165	0,011
Srpen		16506,18		0,439	1,004	0,325	0,764	1,329	
Září		14407,2		0,367	0,93	0,23	0,597	1,16	
Říjen		10830,24		0,413	0,63	0,242	0,655	0,872	
Listopad		6843,42		0,498	0,43	0,121	0,619	0,551	
Prosinec		4483,62		3,565	0,27	0,091	3,656	0,361	
<b>Celkově</b>		<b>139315,1</b>		<b>20,097</b>	<b>8,536</b>	<b>2,681</b>	<b>22,778</b>	<b>11,217</b>	

**Tab. F.7: Spotřeba a výroba energie 2012**

2012		Leden	Únor	Březen	Duben	Celkově
Instalovaný elektrický výkon	[MW]	0,011				
Svorková výroba elektřiny <sup>3), 4)</sup>	[MWh]	0,417	0,502	1,199	1,105	<b>3,223</b>
Celková konečná spotřeba za předávacím místem výrobce <sup>7)</sup>	[MWh]	4,098	4,176	2,779	1,347	<b>12,4</b>
Z toho ostatní vlastní spotřeba elektřiny <sup>3), 6)</sup>	[MWh]	0,112	0,152	0,196	0,173	<b>0,633</b>
Dodávka elektřiny do lokální nebo regionální distribuční soustavy nebo do přenosové soustavy v režimu bonusů <sup>3)</sup>	[MWh]	0,305	0,35	1,003	0,932	<b>2,59</b>
Odběr z přenosové nebo distribuční soustavy (v předávacím místě)	[MWh]	3,986	4,024	2,583	1,174	<b>11,767</b>
Označení předávacího místa podle smlouvy o připojení	[-]	3500327218				
Celková nárokovaná částka (zelené bonusy)	[Kč]	5258,37	6330,22	15119,4	13934,1	<b>40642</b>
Napětí v předávacím místě	[kV]	0,4				