

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Zhodnocení potenciálu solární energetiky

Originál (kopie) zadání BP/DP

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na téma zhodnocení potenciálu solární energetiky. Nejprve práce popisuje využití solární energie, zařízení využívající sluneční záření. V další části se práce zabývá zhodnocením přírodních, technických a legislativních podmínek v České republice. Poslední kapitola je věnována porovnání situace České republiky a ostatních států Evropy.

Klíčová slova

Solární energie, solární termické kolektory, fotovoltaický článek, fotovoltaický panel, solární záření, situace v evropských státech, legislativa obnovitelných zdrojů energie, připojení k síti fotovoltaické elektrárny, úhrn slunečního záření

Abstract

This bachelor thesis is focused on analysis of solar energy potential. First, the utilization of solar energy and the appliances which make use of sunlight are described. Next, the thesis deals with analysis of natural, technical and legislative conditions and requirements in the Czech Republic. Finally, the comparison of solar energy potential and conditions in other European countries is made.

Key words

Solar energy, solar thermal collectors, photovoltaic cell, photovoltaic panels, solar radiation, the situation in European countries, legislation renewable energy sources, the network connection of photovoltaic power plants, total solar radiation

Prohlášení

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

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....
podpis

V Plzni dne 5.6.2015

Tereza Sedláčková

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Milanu Bělíkovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH	7
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	8
ÚVOD	9
1 VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE	10
1.1 SOLÁRNÍ ENERGIE.....	10
1.1.1 Výhody solární energie	10
1.1.2 Nevýhody solární energie.....	10
1.2 PRINCIPY VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE	10
1.2.1 Aktivní	10
1.2.2 Pasivní	10
1.2.3 Využití solární energie	11
1.3 SOLÁRNÍ TERMICKÉ KOLEKTORY	12
1.3.1 Části solárních kolektorů	12
1.3.2 Druhy solárních kolektorů	12
1.3.3 Instalace kolektorů.....	14
1.4 FOTOVOLTAICKÝ ČLÁNEK	14
1.4.1 Princip	14
1.4.2 Vývoj FV článků.....	14
1.4.3 Typy FV článků	15
1.4.4 Účinnost FV článků.....	16
1.4.5 V-A charakteristika FV článku.....	17
1.5 FOTOVOLTAICKÝ PANEL	18
1.6 SLOŽENÍ FVE	19
2 PŘÍRODNÍ, TECHNICKÉ A LEGISLATIVNÍ PODMÍNKY V ČR	20
2.1 PŘÍRODNÍ PODMÍNKY	20
2.1.1 Rozdělení krajů ČR	23
2.2 TECHNICKÉ PODMÍNKY	26
2.2.1 Připojení FVE k síti	26
2.2.2 Fotovoltaické systémy	27
2.2.3 Instalovaný výkon FVE	32
2.3 LEGISLATIVA	35
3 ČR VERSUS OSTATNÍ EVROPSKÉ STÁTY	42
3.1 PŘÍRODNÍ PODMÍNKY EVROPY	42
3.2 POLSKO	43
3.3 RAKOUSKO	45
3.4 SLOVENSKÁ REPUBLIKA	46
3.5 MAĎARSKO	48
3.6 PORTUGALSKÁ REPUBLIKA	49
3.7 ITÁLIE	49
3.8 TURECKÁ REPUBLIKA	50
3.9 FRANCIE	50
3.10 SPOLKOVÁ REPUBLIKA NĚMECKO	51
3.11 ŠPANĚLSKÉ KRÁLOVSTVÍ.....	54
3.12 SEVERNÍ STÁTY	55
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.

Seznam symbolů a zkratk

<i>OZE</i>	Obnovitelné zdroje energie
<i>PS</i>	Přenosová soustava
<i>Wp</i>	Watt peak
<i>FIT</i>	Feed-in-tariff
<i>FVE</i>	Fotovoltaická elektrárna
<i>kWh</i>	kilowatthodina
<i>ERÚ</i>	Energetický regulační úřad
<i>MJ</i>	Megajoul

Úvod

Téma solární energetiky je aktuální zejména proto, že zdroje pro výrobu energie (ropa, uhlí, zemní plyn) nejsou nevyčerpatelné. To je důvod proč se lidstvo stále více snaží o využití obnovitelných zdrojů energie, z toho důvodu jsem si dané téma zvolila. Solární energie je dostupná všem a zdarma, a protože doba svitu Slunce je odhadována na 5 – 7 miliard let, patří mezi obnovitelné zdroje energií.

Cílem této práce je pospat principy využití solární energie a porovnat přírodní, technické a legislativní podmínky v České republice a porovnat situaci v České republice a ostatních evropských státech.

V první kapitole této práce bych se chtěla věnovat rozdělení solární energie a využití solární energie pomocí solárních termických kolektorů a fotovoltaických článků. Dále popíši fotovoltaický panel. V druhé kapitole se zaměřím na přírodní podmínky v České republice a popíši zhodnocení krajů v ČR z hlediska průměrného úhrnu slunečního záření. U technických podmínek se budu věnovat připojení v současnosti k přenosové soustavě a u legislativních podmínek bych se ráda zaměřila na hlavní zákony upravující obnovitelné zdroje energie a solární energii. A v poslední části se zaměřím na významné výrobce solární energie v Evropě, především na Španělsko a Německo a také se zaměřím na státy sousedící s Českou republikou.

1 Využití solární energie

1.1 Solární energie

Solární energie je získávána ve formě slunečního záření dopadajícího na Zemi, je energií elektromagnetického záření.

1.1.1 Výhody solární energie

- dostupnost energie z obnovitelných zdrojů energie (dále jen OZE) je trvalá
- šetrnost k životnímu prostředí
- nízká cena na provoz solárního zařízení
- malá náročnost obsluhy solárních systémů
- možnost instalace solárních systémů i ve městech
- životnost zařízení (20 let)

1.1.2 Nevýhody solární energie

- časová proměnlivost
- závislost na slunečním svitu
- potřeba dalšího zdroje při malém množství slunečního záření
- pořizovací investice

1.2 Principy využití solární energie

Solární energie se využívá dvěma principy, aktivním (termické a fotovoltaické články) a pasivním.

1.2.1 Aktivní

Aktivní využití solární energie pomocí solárních termických kolektorů (ohřev vody) a fotovoltaických kolektorů (přeměna záření na energii elektrickou).

1.2.2 Pasivní

Pasivní využití solární energie se uplatňuje v solární architektuře. Při stavbě domů se snaží o co největší zisk slunečního záření, aby se snížila potřeba vytápět dům zařízením pro výrobu tepla. Nejvýhodnější je natočení jižní části prosklenou plochou domu, kdy může

sluneční záření pronikat oknem dovnitř a oteplovat prostor. Nejvíce energie je potřeba v zimě, kdy není takové množství slunečního záření, proto je nutné dům doplnit o další zařízení pro výrobu tepla. Pasivní využití solární energie se využívá ve sklenících a zimních zahradách.[2][3]

1.2.3 Využití solární energie

Energie ze slunce nachází uplatnění:

- v ohřevu užitkové vody
- v ohřevu bazénu
- ve vytápění
- v chlazení (klimatizace)
- v destilaci vody
- ve výrobě elektřiny

Ohřev vody a vytápění

Pomocí solárních kolektorů můžeme ohřívat vodu užitkovou, vodu v bazénech a vytápět. Solární kolektory jsou popsány v kapitole 1.3.

Chlazení

Solární energií lze kromě vytápění a ohřevu vody také ochlazovat budovy. Zařízení pro klimatizaci se mohou pohánět pomocí tepla ze solárních kolektorů, kterého je v letních měsících v dostatečném množství.

Destilace vody

Čištění vody je velmi energeticky náročný proces. Pro destilování pouze jednoho litru vody je spotřeba energie 0,7 kWh, protože voda má vysoké výparné teplo. [5]

Destilace vody pomocí solárního zařízení funguje na principu mělké černé přiklopené nádoby, ve které se vlivem teploty začne voda odpařovat a destilát odtéká z nádoby.

Výroba elektřiny

Solární energie se využívá k výrobě elektřiny, kdy pomocí fotovoltaických článků dochází k přeměně energie ze slunečního záření na energii elektrickou. Výroba elektřiny je následně popsána v kapitole 1.4.

1.3 Solární termické kolektory

Solární termické kolektory se využívají k ohřevu užitkové vody, ohřevu bazénů i k vytápění.

1.3.1 Části solárních kolektorů

Základní částí kolektoru je absorbér. Absorbéry jsou vyráběny z měděných trubek, upevněných k tenkému plechu a jsou uloženy v rámu kolektoru. Černě natřené absorbéry z kovu předávají část tepla do okolí, dnes se dají sehnat absorbéry i z jiných materiálů. Pro snížení tepelných ztrát se složitější technologií natře selektivní vrstva, která snižuje předávání tepelného záření do okolí.

Absorbér je uložen ve skříni, která je vyrobena z kovu, plastu nebo dřeva. Skříň musí chránit před nepříznivým počasím a pevně uchytit kolektor.

Nezbytnou součástí kolektoru je izolace z polyuretanu nebo z minerální vlny odolná teplotám do 200 °C, která zamezuje ztrátě tepla.

Solární bezpečnostní sklo kryje přední stěnu kolektoru. Propouští dovnitř záření a pak dochází ke skleníkovému jevu v kolektoru. [6]

1.3.2 Druhy solárních kolektorů

Bazénové absorbéry

Pro bazény se používají jednoduché solární kolektory skládající se pouze z absorbéru (černá trubice z plastu), který ohřívá vodu, protože černý povrch trubice pohlcuje záření ze slunce. Tento typ kolektoru není pro využití v zimním období, má příliš velké tepelné ztráty.

Ploché kolektory

Součástí plochých kolektorů je skleněná přední deska, která snižuje tepelné ztráty, ale na druhou stranu také nedovolí projít veškerému slunečnímu záření. Pro tento typ kolektoru není vhodný plastový materiál, dosahují hodnot přes 150 °C.

Vzduchové kolektory

Solární kolektory jsou častěji vyhřívány vodou, ale pro vytápění obytných míst se může použít horký vzduch vedený solárními kolektory. Nevýhodou je množství absorpčních průřezů, kterých je zapotřebí více než u solárních kolektorů vyhříváných vodou, protože teplo je vzduchem přijímáno hůř než vodou.

Vzduchový kolektor se skládá z bezpečnostního solárního skla, fotovoltaických článků, žebrového absorbéru, izolace, sacího a vypouštěcího otvoru.

Vakuové kolektory

Plochý vakuový kolektor má mezi absorbérem a solárním sklem vakuum, které snižuje tepelné ztráty. Obsahuje kovové tyče, které slouží jako výztuž, kvůli tlaku okolního vzduchu. Nevýhodou plochého vakuového kolektoru je potřeba časem doplnit vakuum pumpou připojenou k ventilu kolektoru, protože se dovnitř dostává vzduch

Trubicové vakuové kolektory mají trubice vyrobené přímo ve vakuu, mají delší životnost vakua uvnitř. V trubicích jsou pásy a kapalina s metanem, která po odpaření přechází ke kondenzátoru ve formě páry, kde se změně na kapalinu, které je předána tepelná energie.

Soustředující (koncentrátorové) kolektory

V ČR nejsou moc využívané soustředující kolektory. Kolektor se skládá ze zrcadel (reflektorů) a čoček (refraktorů) nebo jiných optických prvků, které usměrňují přímé sluneční záření. Aby byly soustředující kolektory účinně používány, musí být dostatečné množství přímého záření. [7]

1.3.3 Instalace kolektoru

Pro orientaci kolektoru je vhodné natočení na jih případně na jihozápad pro získání největší intenzity slunečního záření. Vhodný sklon kolektoru se mění s ročním obdobím (léto 30°, zima 60°), proto je nejlepší řešení natočení kolektoru pod úhlem mezi 35° - 45°. [6]

1.4 Fotovoltaický článek

Fotovoltaický článek o rozměru 10 cm x 10 cm dokáže vytvořit elektrický proud o hodnotě 3 A a napětí o hodnotě 0,5 V. Výkon článku se vzrůstající intenzitou světla roste, naopak se vzrůstající teplotou klesá. V České republice se pro představu na 1 Wp výkonu získá v letních měsících 4 Wh/ den a v zimních měsících 0,8 Wh/ den. [8]

1.4.1 Princip

Pro přeměnu slunečního záření na elektrickou energii je potřeba volných nosičů a elektrického potenciálu. Při dopadu slunečního záření na kov dochází k přesunu elektronu z povrchu kovu a zanechá po sobě tzv. díru (kladný náboj). „*Tento děj se nazývá fotoelektrický. Je proto nutné oddělit od sebe elektrony a díry a „donutit“ elektrony, aby předtím, než „zapadnou“ zpět do díry, prošly elektrickým obvodem a vydaly energii získanou ze slunečního záření ve formě užitečné práce v našem spotřebiči.*“ [33]

Důležité je vytvoření P-N přechodu pro vznik elektrického potenciálu. Napětí u křemíkových (Si) článků je kolem 0,6 V, které začne při zatížení klesat a z toho důvodu se spojují články (36 nebo 72 článků). V praxi je fotovoltaický článek účinný na 15 – 20 %.

1.4.2 Vývoj FV článků

- **1. generace** – materiál FV článku je monokrystalický Si vyrobený do destiček s velkým P-N přechodem, velkou účinností a dlouho stabilním výkonem, potřeba hodně čistého křemíku pro výrobu FV článku a výroba je velmi náročná
- **2. generace** – tenkovrstvé články z mikrokystalického, polykystalického nebo amorfního Si, jsou vhodné pro pružné a ohebné instalace (fólie), mají nižší účinnost a stabilitu výkonu
- **3. generace** – fotogalvanické a polymerní články, uhlíkové nanotrubičky pro nanostruktury, u těchto FV článků lze ovlivnit optické i elektrické vlastnosti

- **4. generace** – složené FV články do vrstev s výhodou využít širokou oblast slunečního spektra

1.4.3 Typy FV článků

- křemíkové monokrystalické
- křemíkové polykrystalické
- z amorfního křemíku

Křemíkové monokrystalické fotovoltaické články jsou vyráběny tažením roztaveného křemíku. Jsou nejstarším typem vyráběných článků s rozměry krystalu přibližně 10 cm. Účinnost monokrystalického článku se blíží k 20 %.

Křemíkové polykrystalické články jsou v současné době nejběžnějším typem článků. Články vznikají odléváním čistého křemíku do forem a následným řezáním na plátky. Nevýhodou oproti monokrystalickým článkům je horší účinnost (10 - 15 %) a větší odpor, naopak je výhodou cena nákladů a jednodušší výroba.

Články z amorfního křemíku mají černou barvu, nanáší se v tenké vrstvě na fólii nebo sklo. Účinnost amorfních článků je pouze kolem 7 %, pro zvýšení účinnosti se musí vytvořit vícevrstvá struktury. Výroba amorfního článku je nejméně nákladná.

Tenkovrstvé články se vyrábějí z materiálů GaAs (arsenid galitý), CdTe (telurid kadmia), CIS (diselenid mědi a india). Do budoucna se počítá s využitím nanočástic.



Obr. 1: Monokrystalický, Polykrystalický a amorfni článek[8]

1.4.4 Účinnost FV článků

Účinnost fotovoltaického článku je definována jako podíl vstupního elektrického výkonu a vstupní energie slunečního záření.

$$\eta = \frac{P_{el}}{\Phi} \quad (1.1)$$

η ... účinnost

Φ ... energie slunečního záření

P_{el} ... elektrický výkon

Historicky první křemíkové články dosahovaly účinnosti kolem 5%. Vzhledem k technickému pokroku dnes články dosahují zcela jiných hodnot. V dnešní době se vědcům v německých laboratořích podařilo vyvinout články, které dosahují až 40-50% účinnosti, což překonalo rekordy Izraelců a Australanů. Cenově dostupné křemíkové články se pohybují kolem 16-18% v provozních podmínkách. Při spojování solárních článků do panelů se účinnost snižuje kvůli použitým materiálům pro spojení a rámy. V tabulce 1 je uvedena účinnost materiálů pro solární články.

Tab. 1: Přibližná účinnost jednotlivých materiálů fotovoltaických článků [32]

materiál	účinnost	potřebná plocha na 1kW
křemík monokrystalický	14-17%	6,7 m ²
křemík polykrystalický	13-16%	7,5 m ²
křemík amorfni	5-7%	16,5 m ²
CdTe	7%	14 m ²
CIS	10%	10 m ²

Pro minimální odrazivost záření se desky křemíku leptají a po zapouzdření fotovoltaických článků do panelů mají články barvu tmavě modrou až černou. Pro architektonické prvky se vyrábí barevné fotovoltaické články, které se získávají změnou tloušťky Si₃N₄ z obvyklých 70-75 nm na hodnotu v rozmezí 30-240 nm podle barvy. Nevýhodou barevných článků je cena a hlavně účinnost. Příklady barevných článků jsou uvedeny v tabulce 2.

Tab. 2: Tloušťky Si_3N_4 v [nm] jednotlivých barev [14]

barva	stříbrná	hnědá	modrá	světle modrá	zlatá	růžovofialová	zelená
Si_3N_4 [nm]	30	50	75	110	155	190	240

1.4.5 V-A charakteristika FV článku

Fotovoltaické panely jsou charakterizovány také V-A charakteristikou. Porovnávání panelů se provádí při intenzitě záření 1000 W/m^2 a při teplotě $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Důležité parametry fotovoltaického modulu jsou:

U_{0t} ... napětí při chodu naprázdno, bez zátěže

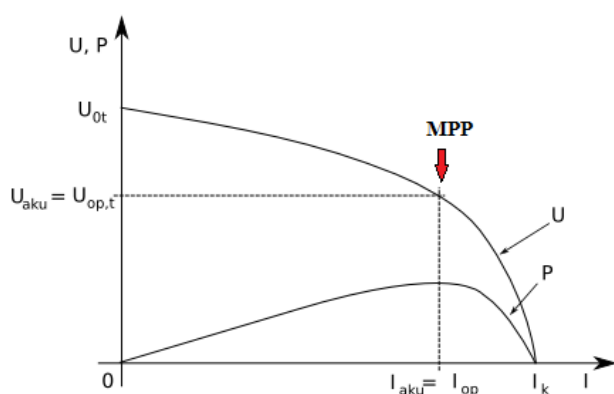
U_{aku} ... napětí FV modulu, při maximálním výkonu, MPP napětí

I_k ... proud při chodu nakrátko

I_{aku} ... proud odpovídající U_{aku}

MPP ... „Maximum Power Point“

P_{MPP} ... maximální výkon

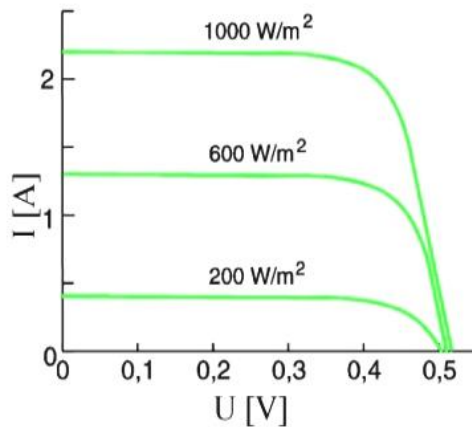


Obr. 2: Charakteristika FV článku [16]

Maximální výkon, který je v praxi požadován, odpovídá obdélníku pod křivkou a vypočítá se pomocí hodnot I_{aku} a U_{aku} ($P_{MPP} = I_{aku} \cdot U_{aku}$). Parametr představující elektrickou účinnost fotovoltaického modulu je tzv. Fill Factor (faktor plnění) a jeho výpočet určuje zaplněnost plochy pod křivkou charakteristiky.

$$FF = \frac{U_{aku} \cdot I_{aku}}{U_{0t} \cdot I_k} \quad (1.2)$$

Výkon a proud jsou závislé na intenzitě záření a teplotě. Při poklesu intenzity záření a vysokých teplotách výkon klesá. Maximálních hodnot výkonu se běžně nedosahuje. Na obrázku č. 3 je znázorněn vliv intenzity záření na V-A charakteristiku.

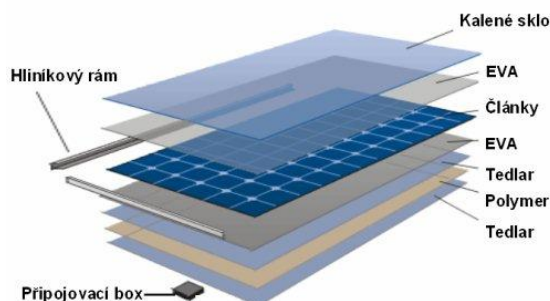


Obr. 3: V-A charakteristika křemikového fotovoltaického článku [15]

1.5 Fotovoltaický panel

Solární panely obvykle obsahují 36 článků nebo 72 článků a hodnota výstupního napětí je 12V nebo 24V. Články musí být chráněny speciálním kaleným sklem proti poškození. Na obrázku č. je zobrazen fotovoltaický panel se všemi částmi, které obsahuje.

Části FV panelu: Kalené sklo, EVA laminační fólie, solární články, krycí fólie (Tedlar), krycí fólie (polymer), rám z hliníku a přípojovací box.



Obr. 4: Základní části FV panelu [9]

1.6 Složení FVE

Fotovoltaická elektrárna může být i jen jeden panel, který napájí určité zařízení.

FVE obsahuje:

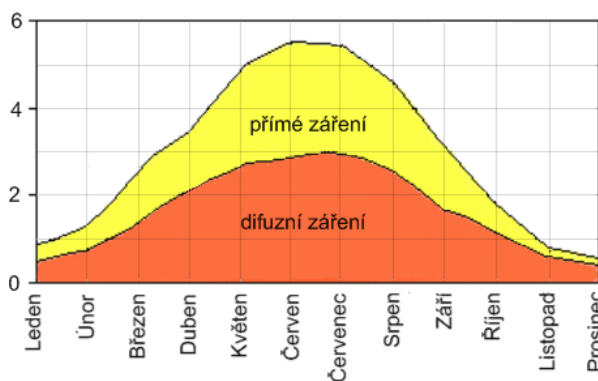
- FV panel – popsán v kapitole 1.4.1
- solární regulátor – stabilizuje výstupní napětí z FV panelu na 12 V
- akumulátor – uchovává elektrickou energii pro čas, kdy FV panely nedodávají dostatečné množství energie
- střídač – přeměňuje napětí stejnosměrné na střídavé z 12, 24 V na 230V/ 400V s frekvencí 50 Hz
- propojovací vodiče
- elektroměr – měří spotřebu energie a energii dodávanou do sítě

2 Přírodní, technické a legislativní podmínky v ČR

2.1 Přírodní podmínky

Sluneční záření

Solární energie se získává se slunečního záření, které je dostupné všude, ale jeho množství se liší podle místa výskytu, počasí a ročního období. Sluneční záření, které dopadá na Zemi rovnoběžnými paprsky bez změny směru, se nazývá **přímé**. Záření nedopadající rovnou k Zemi, ale měnící směr, procházejícími mraky, molekulami plynu ve vzduchu, kapkami vody, je **záření rozptýlené (difúzní)**. Když sečteme intenzitu přímého a difúzního záření dopadajícího na horizont zemského povrchu, jedná se o **záření globální**.



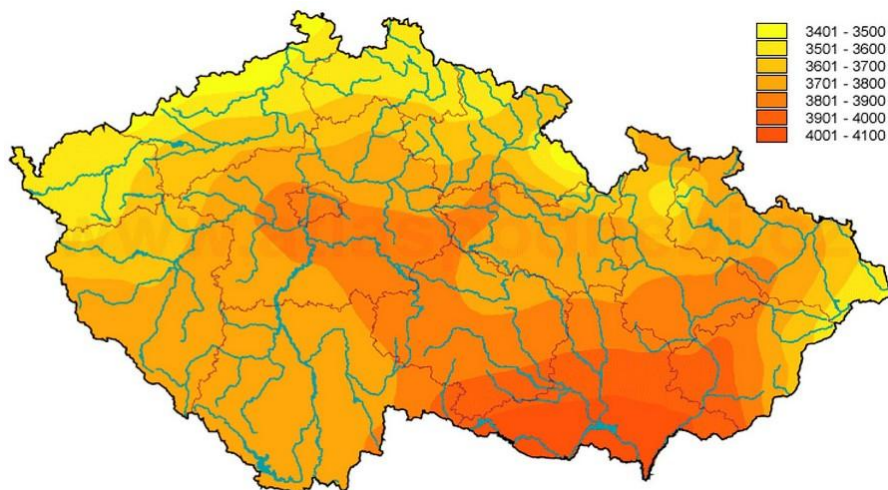
Obr. 5: Přímé a difúzní záření v ČR (kWh/m² za den)[13]

Na výrobu elektrické energie ze slunečního záření má vliv několik faktorů, především zeměpisná šířka, klima, roční období, oblačnost, sklon plochy zařízení, překážky v okolí místa měření, místní podmínky.

Roční období

Během roku se mění množství dopadajícího slunečního záření, které je ovlivněno ročním obdobím. Zimní dny jsou kratší, slunce je níž než v letních měsících a často je oblačno, proto dopadá na 1 m² za den kolem 3 kWh při slunečném počasí, v případě oblačnosti je to přibližně 0,3 kWh. V létě dopadá na 1 m² 7 – 8 kWh za den, při oblačnosti zhruba 2 kWh za den.

Nejvíce slunečního záření v ČR dopadá v červnu a naopak nejméně v prosinci. Ročně v ČR dopadne na plochu 1 m² kolem 950 – 1340 kWh elektrické energie, což je v přepočtu 3420 - 4824 MJ, bereme-li v úvahu, že 1kWh = 3 600 000 J = 3,6 MJ.



Obr. 6: Průměrný roční úhrn slunečního záření v ČR (MJ/m²)[11]

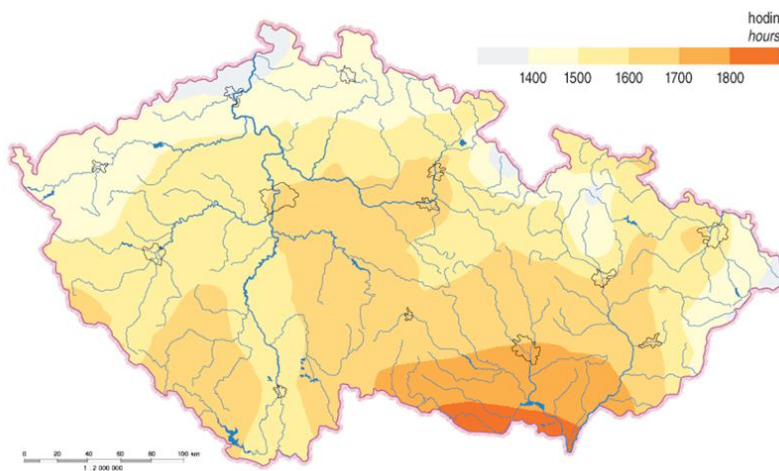
Klima

Dalším faktorem, který ovlivňuje získávání elektrické energie ze slunečního záření je klima. Při dopadu záření dochází k tomu, že část záření je pohlceno a část odraženo. Množství energie, které lze získat ze slunečního záření závisí na znečištění atmosféry, mlze a dalších vlivech. Také oblačnost značně ovlivňuje dopad slunečního záření na zemský povrch. Mapa průměrného počtu jasných dnů v České republice je znázorněna na obrázku č. 7.



Obr. 7: Průměrný počet jasných dnů v ČR[11]

Průměrný roční počet slunečních hodin se pohybuje v rozmezí 1331 – 1844 (obrázek 8). Podle českého hydrometeorologického ústavu v roce 2014 byla průměrná hodnota solárních hodin 1526, což bylo o 83 hodin více než v roce 2013. V roce 2003 bylo v ČR naměřeno dokonce 2013 hodin slunečního svitu za rok. Největší počet solárního svitu je na jihovýchodě ČR tedy na jižní Moravě, oblast Znojma, Břeclavi, Mikulova a nejméně naopak na severozápadě oblast Děčína, Ústí nad Labem. Odchylna může být kolem $\pm 10\%$ ve výjimečných případech i více.



Obr. 8: Průměrná doba slunečního záření za rok v hodinách[11]

Sklon zařízení

Sklon zařízení, které pohlcuje sluneční záření, by byl nejvýkonnější při kolmé ploše k dopadajícím paprskům. To se však především z důvodu ceny nedělá, proto se volí nejčastěji sklon 45 stupňů směrem na jih, který je nejlepší pro celoroční provoz. Pokud bychom chtěli v zimě zefektivnit naklonění plochy, je neúčinnější úhel sklonu zvolit až 60 stupňů, v létě 30 stupňů v případě sezónních provozů.

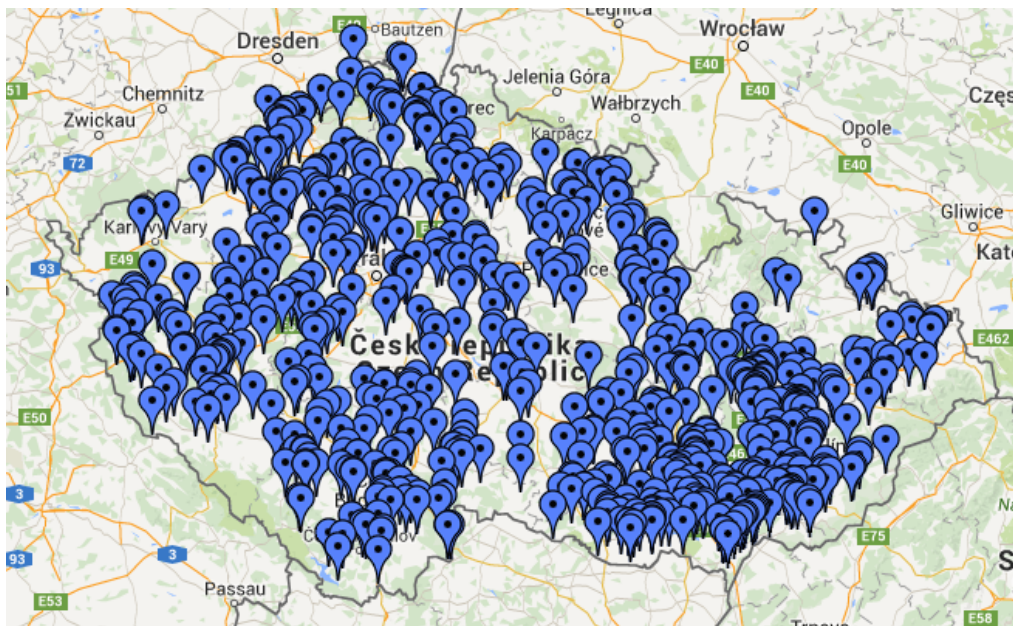
2.1.1 Rozdělení krajů ČR

Česká republika je rozdělena na 14 krajů. Český hydrometeorologický ústav má v každém kraji alespoň jednu klimatologickou stanici, která zaznamenává měsíční data o průměrné teplotě vzduchu, tlaku vodní páry, relativní vlhkosti vzduchu, úhrnu srážek, úhrnu sněhu, ale také dobu trvání slunečního svitu a jasných dnů. Celkem je na území České republiky 31 klimatologických stanic. Podle dat z mapy průměrného počtu jasných dnů a mapy průměrné doby slunečního záření jsem sestavila tabulku, abych zjistila, který region je nejvhodnější pro získávání sluneční energie ze slunečního záření.

Tab. 3: Průměrné hodnoty jasných dnů a počtu slunečních hodin u jednotlivých regionů

kraj	oblast kraje	počet jasných dnů	úhrn slunečního svitu [MJ/ m ²]
Plzeňský	Plzeň-Sever, Tachov	31-36	3601-3700
	Klatovy, Domažlice, Rokycany	51-66	3701-3800
Karlovarský	Karlovarská vrchovina	31-41	3501-3600
Ústecký	Krušnohorská oblast	31-36	3401-3500
	Podkrušnohorská oblast	31-36	3501-3700
Liberecký		31-56	3501-3600
Středočeský	Benešov, Kutná Hora, Praha západ, Praha-východ	46-51	3701-3800
	zbylá část kraje	36-46	3801-3900
Hlavní město Praha		46-51	3801-3900
Královéhradecký	Orlická oblast	31-41	3401-3700
	pod Orlickou oblastí	36-46	3601-3800
Jihočeský	Český Krumlov, Prachatice	56-71	3701-3800
	zbylá část kraje	31-66	3701-3800
Vysočina	Žďár nad Sázavou	46-61	3701-3900
	Třebíče	56-61	3901-4000
Pardubický		51-56	3701-3800
Jihomoravský	Blansko	46-51	3801-3900
	Brno, Vyškov	46-56	3901-4000
	Znojmo, Hodonín, Břeclav	56-71	4001-4100
Olomoucký	Přerov, Prostějov, část Olomouce	46-51	3801-3900
	zbylá část kraje	36-46	3501-3800
Zlínský	Vsetín	46-61	3401-3700
	Uherské Hradiště	46-51	3901-4000
	Kroměříž	46-56	3801-4000
Moravskoslezský	Západní Beskydy	51-71	3401-3500
	Bruntál, Opava, Nový Jičín	36-46	3501-3700

V tabulce jsem vyznačila oblasti s velkým počtem jasných dnů a s velkým úhrnem slunečního svitu. Z tabulky je vidět, že nejvhodnější lokalita pro získávání slunečního záření z hlediska úhrnu slunečního svitu je oblast Zlínského a Jihomoravského kraje, kde se také nachází nejvíce fotovoltaických elektráren, což můžeme vidět na obrázku 9. Nejvíce jasných dnů bývá průměrně v oblasti Znojma, Hodonína, Západních Beskyd a Jihomoravského kraje u Českého Krumlova.



Obr. 9: Mapa fotovoltaických elektráren v ČR[12]

Pomocí dat z grafů od ČHMÚ jsem vytvořila stejnou tabulku pro rok 2014. Z každého kraje jsem vybrala minimálně jednu stanici pro porovnání jasných dnů a doby trvání slunečního svitu. U Ústeckého, Brněnského a Olomouckého kraje jsem zjistila data vždy od dvou stanic kvůli jejich poloze. Součet měsíčních dat jasných dnů a hodin trvání slunečního svitu za rok 2014 je uveden v tabulce 4, kde je zapsána i nadmořská výška dané klimatologické stanice.

Tab. 4: Sečtená data jasných dnů a hodin trvání slunečního svitu za rok 2014 z ČHMÚ

kraj	klimatologická stanice	nadmořská výška stanice	počet jasných dnů	počet slunečních hodin
Plzeňský	Plzeň	360 m	24	1520
Karlovarský	Karlovy Vary	603 m	16	1510
Ústecký	Nová Ves v Horách	725 m	34	1334
	Ústí nad Labem	375 m	17	1440
Liberecký	Liberec	397 m	15	1407
Středočeský	Semčice	234 m	35,5	1553
Hlavní město Praha	Praha- Karlov	232 m	14	1444
Královéhradecký	Hradec Králové	278 m	51	1875
Jihočeský	České Budějovice	394 m	20	1550
Vysočina	Velké Meziříčí	452 m	22	1502
Pardubický	Ústí nad Orlicí	402 m	22	1635
Jihomoravský	Brno - Tuřany	241 m	21	1378
	Kuchařovice	334 m	28	1647
Olomoucký	Šumperk	328 m	38	1530
	Olomouc	210 m	12	1679
Zlínský	Holešov	222 m	19	1816
Moravskoslezský	Mošnov	250 m	24	1746

Za loňský rok bylo nejvíce jasných dnů v kraji Středočeském a Olomouckém, nejméně v Praze a Liberci. Největší počet slunečních hodin byl naměřen stanicemi v Hradci Králové a Holešově a nejmenší v kraji Ústeckém. Data za jeden rok nestačí pro posouzení vhodných lokalit, jsou uvedené jen pro zajímavost. Daleko důležitější jsou průměrné hodnoty získané z mapy průměrného ročního počtu jasných dnů a mapy průměrného úhrnu slunečního svitu uvedené v tabulce 3.

2.2 Technické podmínky

2.2.1 Připojení FVE k síti

Vyráběná elektrická energie se dodává k zákazníkovi přenosovými a distribučními soustavami a je ovlivněna různými atmosférickými faktory, manipulacemi v síti, působení ochran a prostředků k minimalizování poruchových stavů v síti, spínání velkých spotřebičů atd. Všechny tyto vlivy mohou způsobovat odchylky napájecího napětí.

Předepsané hodnoty napětí v síti

V síti nízkého napětí je jmenovité fázové napětí 230 V, sdružené 400 V s povolenou tolerancí 10%, což znamená, že napětí je v intervalu 207 V až 253 V a denně se v daném intervalu při měření po 10 minutách musí pohybovat 95 % efektivních hodnot napětí.

V síti dochází ke změnám napětí, jako je kolísání, krátkodobé nebo dlouhodobé přerušení napětí nebo ke krátkodobým změnám napětí.

Kolísání napětí vzniká rychlými změnami zatížení sítě, způsobené připojeným zařízením (FVE). Změny nesmí přesahovat hodnotu 4% z hodnoty jmenovitého napětí u vedení vysokonapěťového a 5% z hodnoty jmenovitého napětí u vedení nízkého napětí.

Krátkodobé přerušení napětí nastává, pokud jsou hodnoty menší než 1% z předepsaných hodnot. Přerušení jsou kratší než 1s. Dlouhodobé přerušení trvají po dobu delší než 3 minuty a v místě připojení nesmí přesahovat hodnotu 2% u vysokého napětí.

Poklesy napětí bývají krátkodobé změny napájecího napětí, které bývají kratší než 1s. Jsou to náhlé změny napětí a dochází k velmi rychlému obnovení hodnoty napětí.

Předepsané hodnoty kmitočtu v síti

Kmitočet napájecího napětí v síti je 50 Hz s tolerancí v intervalu od 48,5Hz do 50,5 Hz. Odchylky jsou závislé na druhu připojených elektrických spotřebičů. [17]

Požadavky na rozsah PS

Schopnost generátoru nepřetržitě dodávat jmenovitý činný výkon se musí pohybovat:

- frekvence v intervalu 48,5 Hz - 50,5 Hz
- napětí v intervalech 380 kV - 420 kV ($400 \text{ kV} \pm 5\%$) a 198 kV - 242 kV ($220 \text{ kV} \pm 10\%$). [19]

Proces připojení FVE k síti

1. souhlas od stavebního úřadu s výstavbou FVE (někdy může stavební úřad žádat o územní souhlas pro výstavbu nové FVE na střeše) pro elektrárny s instalovaným výkonem nad 20 kW. Pro elektrárny s instalovaným výkonem do 20 kW je od 1. 1. 2013 podle novely stavebního zákona č. 350/2012 Sb. povolený volný režim.
2. žádost o připojení - žádost provozovatele DS o schválení FVE u systémů grid-on a hybridních, provozovatel DS má 30 dní na posouzení a schválení u nízko napěťového vedení
3. provozovatel soustavy může žádat o studii připojitelnosti
4. smlouva o připojení FVE mezi provozovatelem a žadatelem

Připojení a provoz FVE upravuje vyhláška o podmínkách připojení k elektrizační soustavě (vyhláška č. 81/2010 Sb.), která nabyla účinnosti dne 1. 4. 2010. Od roku 2014 se nevyžaduje od provozovatele výrobní licence, pokud se nejedná o předmět podnikání. Zároveň pro FVE instalované od 1. 1. 2014 už nelze získat podporu. [19]

2.2.2 Fotovoltaické systémy-ostrovní a síťový provoz

Součástí systémů pro výrobu elektřiny ze slunečního záření tvoří nejen fotovoltaické panely, ale také řada dalších dílů. Mezi základní systémy patří:

- systémy síťové (on-grid)
- systémy ostrovní (off-grid)
- hybridní

Ostrovní provoz (systémy off-grid)

Solární ostrovní systém dodává elektřinu bez připojení k rozvodné síti. Používá se u malých aplikací, kde by vyměnitelná baterie stála více než využití ostrovního systému (kalkulačka, hodinky). Také u automatů na parkovištích se setkáme se systémem off-grid, kde je to opět levnější než pokládání kabelů a u větších odlehlých objektů, které nemají přístup k elektrické síti, u karavanů nebo jachet, kdy vzdálenost k elektrické síti je minimálně 500 – 1000 m. Provozovatelé ostrovních systémů nemusí žádat o povolení provozovatele distribuční sítě.

Ostrovní systém se dělí na:

- systém s přímým napájením
- systém s akumulací elektrické energie
- hybridní

V případě systému s přímým napájením jde o propojení fotovoltaických panelů s regulátorem a spotřebiči, je to nejjednodušší zapojení. Systém funguje jen za slunečního svitu.

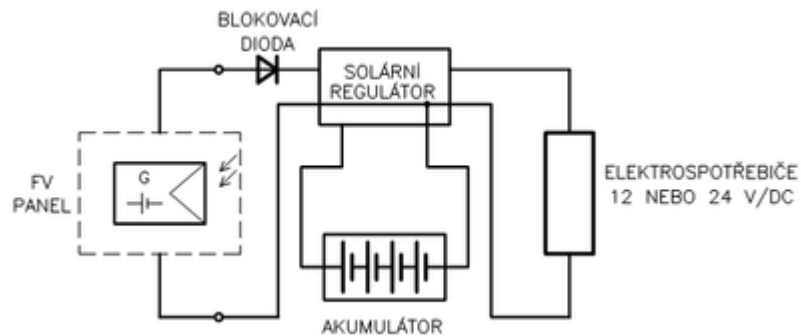
Ostrovní systém s akumulací elektrické energie umožňuje využívat elektřinu ve dne i v noci pomocí solárních baterií, které uchovávají energii pro dobu, kdy není dostatek slunečního záření.

Hybridní systémy jsou pro provoz po celý rok. Systémy se doplňují dalším zdrojem energie kvůli nákladům a velikosti výkonu, který v zimních měsících roste, protože se získává méně energie než v létě.

Ostrovní systém se skládá z:

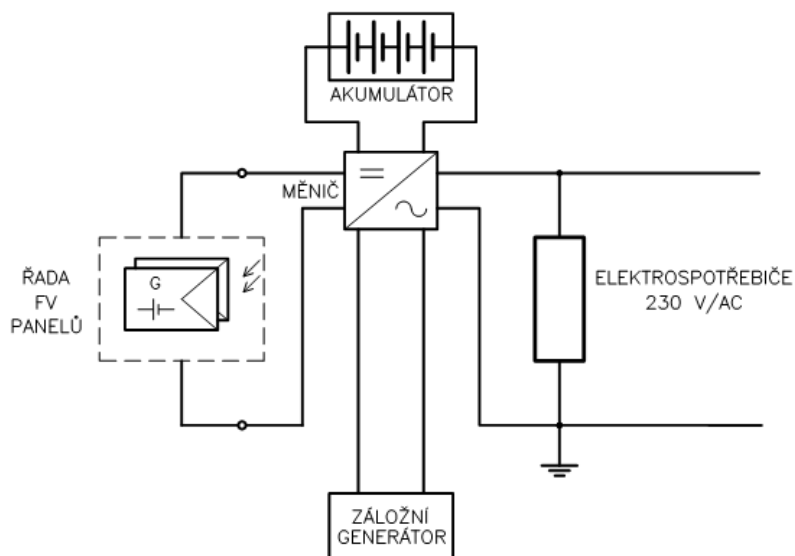
- fotovoltaického panelu
- akumulátoru
- regulátoru nabíjení
- střídače
- propojovacího materiálu (kabelů a konektorů)

- rozvodné a pojistkové skříně
- případně měřicích přístrojů



Obr. 10: Solární ostrovní systém (off- grid)[18]

Díky akumulátoru dochází k napájení v noci nebo při špatném počasí a nabíjecí regulátor chrání akumulátor před zničením. K regulátoru jsou kromě akumulátoru přímo připojeny také elektrospotřebiče a fotovoltaické panely. Regulátor zapojuje spotřebiče, když je akumulátor nabit a odpojuje panely, když je akumulátor nabitý úplně, tím ho chrání před přehříváním a tedy zničením. Ostrovní systém pracuje na stejnosměrném napětí, při použití spotřebičů se střídavým napětím, se musí systém doplnit o měnič.



Obr. 11: Solární ostrovní systém (off- grid) s měničem (hybridní systém)[18]

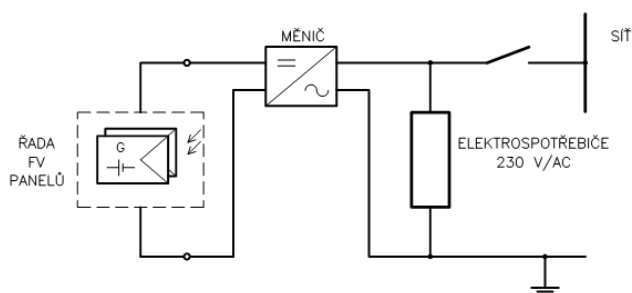
Kvůli jednoduchosti ostrovních systémů, si je můžeme sestavit sami. Na obrázku č. 10 je znázorněno schéma fotovoltaického ostrovního systému.

Síťový provoz (on-grid)

Solární síťový systém se využívá v místech s hustou rozváděcí sítí, ke které je systém připojen na rozdíl od systému ostrovního. Je možné ho vidět na velkých budovách (banky, hotely atd.), kde zaujímá kromě dodání elektrické energie také estetickou funkci a z toho důvodu se vyrábějí různě barevné fotovoltaické články, ale na úkor účinnosti. Síťový provoz funguje na principu využití solární energie na vlastní spotřebiče a při přebytku elektřiny se dodá do sítě za výkupní ceny podle zákona č. 165/2012 Sb., zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů (viz kapitola 2.3). Při nedostatku energie na výrobu vlastní elektřiny dojde naopak k jejímu odebrání ze sítě.

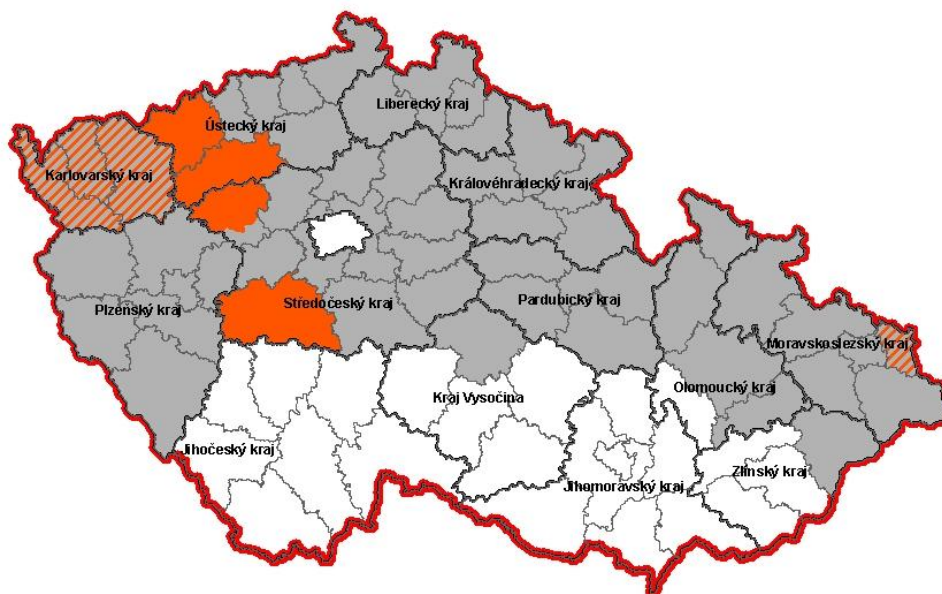
Síťový systém se skládá z:

- fotovoltaických panelů
- měniče napětí
- měřič vyrobené elektřiny (elektroměr)
- měřících a indikačních přístrojů



Obr. 12: Solární síťový systém (on-grid)[18]

Na obrázku 13 jsou znázorněny lokality, kde je možné připojit nové výroby. U oranžových lokalit není možnost připojení z důvodů nedostatku kapacity v distribuční síti. Šedé oblasti s možností připojení, případně čekající na posouzení žádosti a vyšrafované lokality jsou podmíněně otevřeny k určitému datu roku 2015, 2016.



Obr. 13: Oblasti s možností připojení do soustavy podle ČEZ[20]

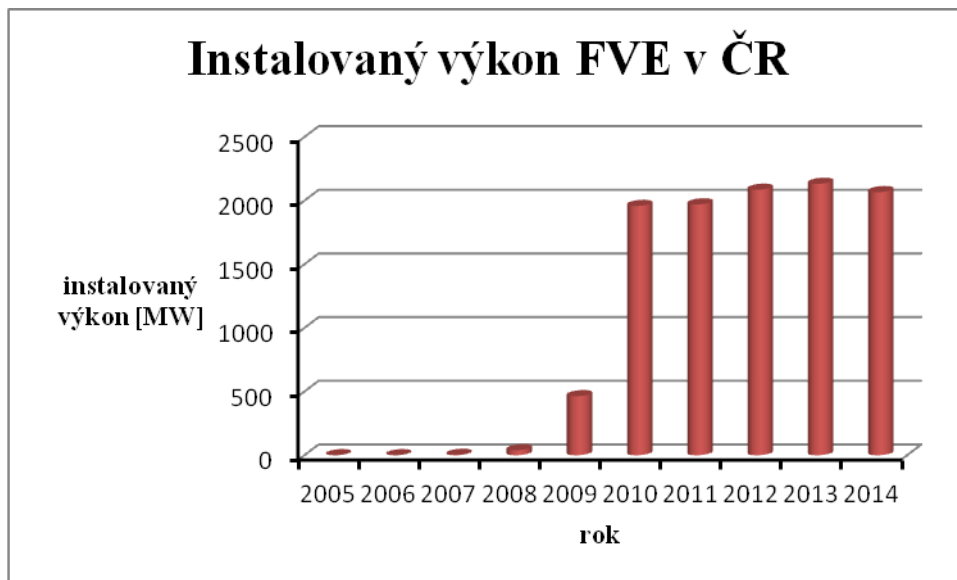
2.2.3 Instalovaný výkon FVE

V tabulce 5 je uveden vývoj instalovaného výkonu, počet licencovaných provozoven, do kterých se nezapočítávají ostrovní systémy a hybridní systémy, pro které není třeba mít licenci a celková výroba elektřiny (brutto) od roku 2005 do roku 2014.

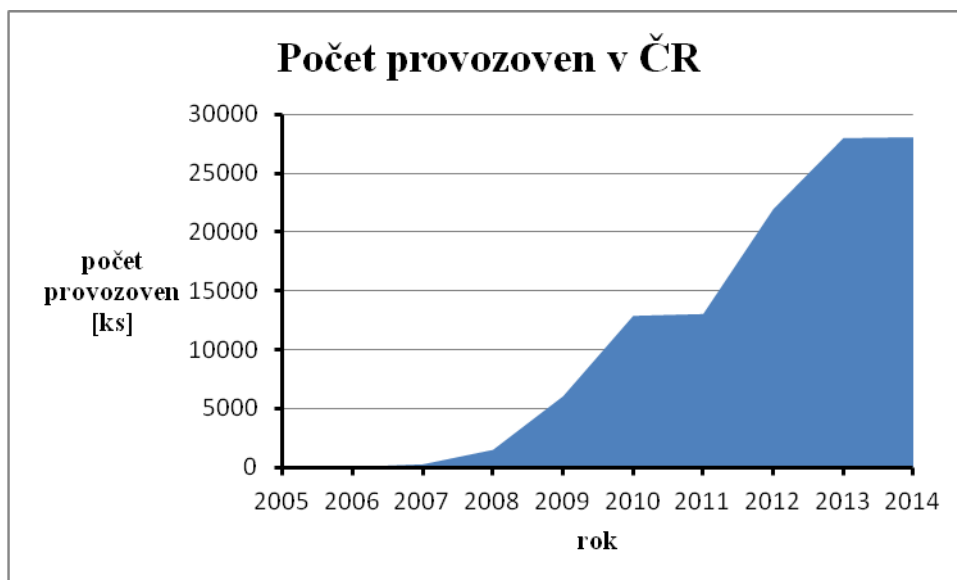
Tab. 5: Data z ERÚ o instalovaném výkonu, počtu provozoven a celkové výrobě elektřiny (brutto)[22]

rok	instalovaný výkon [MW]	počet licencovaných provozoven [ks]	výroba elektřiny (brutto) [GWh]
2005	0,1	12	0,1
2006	0,2	28	0,2
2007	3,4	249	1,8
2008	39,5	1475	12,9
2009	464,58	6032	88,8
2010	1959,1	12861	615,7
2011	1971	13019	2118
2012	2086	21925	2173,1
2013	2132,4	27956	2072,2
2014	2067,4	28031	2122,9

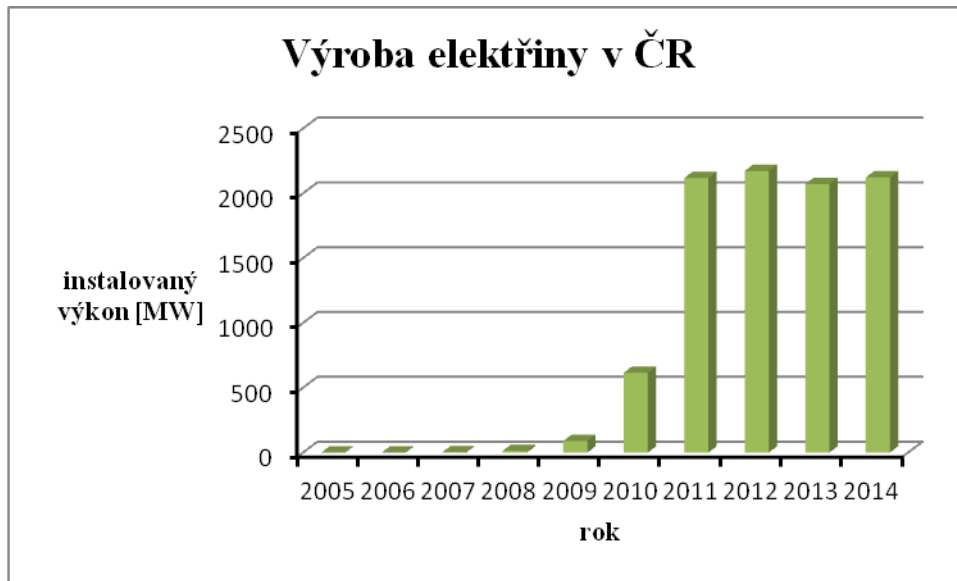
Z dat získaných od ERÚ jsem vytvořila grafy č. 1 - 3 pro jednotlivé hodnoty. Za rok 2014 došlo k menšímu poklesu instalovaného výkonu v ČR na hodnotu 2067,4 MW z předešlé hodnoty 2132,4 MW za rok 2013. Zároveň nedošlo k tak velkému nárůstu výroben jako v předešlých letech, což nejspíš způsobilo zrušení podpory. Přesto dochází ke vzniku nových výroben, které se vyplatí větším objektům s vysokou spotřebou přes den, jako jsou školy, úřady, supermarkety, zdravotnická zařízení atd.



Graf 1: Instalovaný výkon FVE v ČR podle dat z ERÚ



Graf 2: Počet licencovaných provozoven v ČR podle dat ERÚ



Graf 3: Celková výroba elektřiny brutto FVE v ČR podle dat z ERÚ

2.3 Legislativní podmínky

Právní podmínky v ČR byly před přijetím zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů energie nevyhovující. Začátek právní podpory výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie se v České republice datuje ke dni 1. 1. 2002, kdy nabyl účinnosti Energetický zákon. Zákon udával právo připojení nejprve výrobcům elektřiny k přenosové nebo distribuční soustavě a dále udával, že majitelé soustav, pokud jim to technické možnosti dovolí, musí vykupovat elektřinu od výrobců. Jedna z nevýhod zákona bylo každoroční udávání cen Energetickým regulačním úřadem pro distribuční soustavy. Ty měly vykupovat vyrobenou elektřinu z obnovitelných zdrojů elektřiny za danou cenu od výrobců, což jim, ale vzhledem k určení ceny pouze na rok dopředu nedokázalo zaručit návratnost investic vložených do vybavení a provozu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie. [24]

Zákon č. 406/2000 Sb.

Pro podporu využívání obnovitelných zdrojů energie byl zásadní zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření s energií, především hlava II a III.

- Hlava II – Státní energetické koncepce od ministerstva průmyslu a obchodu, schvalováno vládou, dokument s cíly energetického hospodaření na 30 let
- Hlava III – Národní program hospodářského nakládání s energií dotován státním rozpočtem, vyhodnocováno ministerstvem průmyslu a obchodu a ministerstvem životního prostředí, schvalováno vládou

Daňové zákony

Zákon č. 586/1992 Sb. o daních z příjmu, který pojednával o osvobození daní na daný rok a dalších 5 let po zavedení činnosti.

Zákon č. 588/1992 Sb. o dani z přidané hodnoty, v oblasti solární energie se týkal fotosenzitivního polovodičového zařízení včetně fotovoltaických článků a také soustavy zabudované do panelů. Od 1. 5. 2004 byl zákon kompenzován zákonem č. 235/2004 Sb., a to bez daňového zvýhodnění.

Směrnice č. 2001/77/ES

Pokrok pro legislativu České republiky z hlediska obnovitelných zdrojů energií nastal až po vstupu do EU. Pro úplnost legislativy bylo potřebné začlenit směrnici Evropského parlamentu a Rady č. 2001/77/ES o podpoře elektřiny z OZE do práva České republiky. Jednotlivé státy dohodly indikativní cíle pro podíl elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubou spotřebu elektřiny s ohledem na technické a klimatické podmínky. Česká republika měla za cíl do roku 2010 splnit indikativní cíl 8%, což byl cíl podprůměrný v porovnání s ostatními členskými státy Evropské unie. V roce 2010 byl indikativní cíl ČR splněn a to na 8,3%. Podíl na konečné spotřebě elektřiny fotovoltaických elektráren činil 0,9%. Větší množství fotovoltaických elektráren bylo nainstalováno až ke konci roku 2010, proto jejich výroba není započítána do celkového výsledku. [44]

Zákon č. 180/2005 Sb.

Směrnice 2001/77/ES se uplatnila v české legislativě až díky zákonu č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů, který byl stěžejním zákonem pro oblast obnovitelných zdrojů. Zákon nabyl účinnosti dne 1. 8. 2005.

Paragraf první pojednává o předmětu úpravy. Při ochraně životního prostředí a klimatu se snažit o co nejlepší využití obnovitelných zdrojů, ohleduplné využívání přírodních zdrojů a uskutečnění indikativních cílů.

Druhý paragraf se zabývá základními pojmy, obnovitelnými zdroji, biomasou, elektřinou z obnovitelných zdrojů, hrubou spotřebou elektřiny a zeleným bonusem a také pojmem provozovatel regionální distribuční soustavy.

Třetí paragraf je o podpoře na výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie na území ČR. Podpora je stanovena různě, podle druhu obnovitelného zdroje energie a podle výkonu výroby. Při využívání slunečního záření pro výrobu elektřiny je podpora pouze pro výroby s výkonem do 30 kWp (Wp= peak watt) a musí být umístěna na střeše nebo na obvodové zdi budovy.

Paragraf čtvrtý ukládá práva a povinnosti subjektů na trhu s elektřinou z obnovitelných zdrojů. Provozovatelé distribučních a přenosových soustav musí připojit zařízení kvůli přenosu či distribuci elektřiny z obnovitelných zdrojů a to v případě, kdy jsou náklady pro připojení nejnižší. Při výrobě elektřiny z obnovitelných zdrojů měl výrobce šanci si vybrat, jestli elektřinu nabídne k prodeji nebo požádá o zelený bonus. Změna se prováděla 1. 1. následujícího roku a výrobce mohl přejít od zeleného bonusu k výkupu a naopak jen jednou za rok. Provozovatel po výkupu elektřiny přijímal zodpovědnost také za odchylku. Pokud nebyla elektřina vyráběna pouze z obnovitelných zdrojů, ale také z neobnovitelných zdrojů energie, tak podporu mohl čerpat pouze ve formě zelených bonusů, které byly hrazeny v Kč/ MWh. Výrobce elektřiny měl nárok na zelený bonus i na elektřinu, kterou sám spotřeboval. Čtvrtý paragraf také pojednával o potvrzení původů elektřiny z obnovitelných zdrojů energie.

V paragrafu pět je hodnocen časový úsek pro výkup elektřiny, předávání údajů o velikosti vyrobené elektřiny z OZE.

Šestý paragraf definuje výši cen za elektřinu z obnovitelných zdrojů a zelených bonusů. Energetický regulační úřad udával rok dopředu cenu za elektřinu pro jednotlivé druhy OZE a to s ohledem na splnění indikativního cíle.

Další paragrafy se zabývají kontrolou zákona, pravidelným vyhodnocováním, a správními delikty.

Zákon byl novelizován do roku 2012 celkem šestkrát a nakonec dne 1. 1. 2013 byl zrušen předpisem č. 165/2012 Sb. Stejně tak byl zrušen i zákon č. 330/2010 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů, který novelizoval zákon č. 180/2005 Sb. k datu 1. 1. 2011.

V případě vyhlášky č. 475/2005 Sb., která novelizovala zákon o podpoře OZE šlo také několikrát o změnu. Vyhláška popisovala techniko-ekonomické parametry. Kvůli technickému pokroku a dalším změnám musela být novelizována pětkrát do roku 2012. Životnost byla stanovena na 20let. Zákonem č. 350/2013 Sb. došlo k další novelizaci.

Zákon č. 165/2012 Sb.

Zákon č. 165/2012 Sb., zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů je rozdělen do šesti částí.

Část první Hlava I pojednává o předpisech Evropské unie, které se vztahují na podporu elektřiny, tepla z OZE, o právech jak fyzických, tak i právnických osob, o národním akčním plánu ČR, o možnostech pro vydání dokumentů zabývajících se původem energie z OZE, financemi týkajícími se podpory na náklady a odvodu elektřiny ze slunečního záření. Dál pokračuje stejně jako zákon č. 180/2005 Sb. v prvním paragrafu o účelu zákona s ohledem na ochranu klimatu a životního prostředí a o závazných cílech. V dalším paragrafu jsou definovány základní pojmy opět jako v zákoně č. 180/2005 Sb., např. bioplyn, druhotné zdroje, kombinovaná výroba elektřiny, zelené bonusy, bonus na necentrální výrobu, výrobci biometanu, tepla, vykupující obchodník s elektřinou, hodinová cena, provozovatelé soustav. [26]

Hlava II definuje národní akční plán s cíly výroby energie pro jednotlivé oblasti OZE do roku 2020. Schvaluje ho vláda, která je také informována o údajích ministerstvem, alespoň jednou za dva roky podle vyhodnocených výsledků.

Hlava III definuje podporu elektřiny z OZE. Specifikuje, kdy se jedná o podporu elektřiny z OZE a to podle Národního akčního plánu, který bere v úvahu druh OZE. Pro podporu musí být výrobní elektřiny na území České republiky. V případě elektřiny vyrobené ze slunečního záření je možné podporu žádat jen u výroben s výkonem do 30 kWp a musí být umístěny na střeše nebo na obvodové zdi a spojené se zemí. O velikosti podpory rozhoduje Energetický regulační úřad. V roce, kdy se o podporu žádá, nesmí být hodnota vyrobené elektřiny z OZE překročena o hodnoty naměřené před 2 roky. Podpora se vztahuje na výrobní začínající provoz do 31. prosince 2013, výjimku tvoří výrobní využívající vodní energii s výkonem do 10 MW. Další paragraf je podpoře elektřiny z druhotných zdrojů. O podpoře elektřiny z vysokoúčinné kombinované výroby tepla a elektřiny. Následující paragrafy popisují, způsob a cenu podpory elektřiny. Výrobci elektřiny z OZE si mohou zvolit podporu v podobě zelených bonusů nebo výkupních cen a to pouze v případě výrobní do 100 kW (u energie vody do 10 MW), v případě kombinace obnovitelných a neobnovitelných zdrojů výrobce může čerpat podporu jen díky zeleným bonusům

na elektřinu. V jedné výrobě se nedá spojit podpora formou zelených bonusů a výkupních cen. Pokud výrobce chce změnit formu podpory, musí tak učinit k datu 1. ledna daného roku podle předpisu. Žadatel o zelený bonus musí předat hodnoty vyrobené elektřiny operátorovi trhu. Velikost podpory je posuzována ERÚ a to podle právního předpisu.

Hlava IV je důležitá část zákona pro elektřinu ze slunečního záření. Výrobna, která začala svůj provoz od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010, musí provést platbu za výrobu solární elektřiny vyrobené od 1. ledna 2014. Výrobce, který vyrábí elektřinu ze solárního záření je poplatníkem platby za elektřinu a plátcem je v případě zeleného bonusu na elektřinu operátor trhu, v případě výkupních cen je to povinně vykupující. Daň z přidané hodnoty se nevztahuje na základ odvodu hrazený plátcem poplatníkovi odvodu. Na elektřinu vyrobenou ze slunečního záření ve výrobě s výkonem do 30 kW se nevztahuje odvod, který je odváděn u období jednoho kalendářního měsíce. V této části zákona je také definovaný způsob výběru odvodu a sazba odvodu, která je u podpory formou výkupní ceny 10 % a u zeleného bonusu 11%. Všim v rámci odvodu se zabývá finanční úřad. [26]

Hlava V pojednává o investiční a provozní podpoře tepla z obnovitelných zdrojů energie. Provozní podporu můžeme získat v podobě zeleného bonusu na teplo a investiční v podobě finančních prostředků Státu, Evropy nebo prodeje povolenek na emise skleníkových plynů. V tomto případě můžeme žádat podporu kombinovanou v jedné výrobě. Dále Hlava V popisuje detailněji zelený bonus na teplo a jeho velikost, kterou stanovuje ERÚ a popisuje povinnosti vykupujících a výrobců tepla.

V Hlavě VI zákona je definováno financování podpory elektřiny a tepla, náklady na podporu elektřiny a provozní podporu tepla, stanovení vlády o prostředcích státního rozpočtu, cena nákladů a jejich hrazení, poskytování údajů související s rozhodnutími při udělení licence a o jejich držitelích, původu elektřiny a dotace.

Hlava VII je o podpoře biometanu.

Hlava VIII popisuje podporu decentrální soustavy, která je v podobě bonusů a ten je určován v Kč/ MWh s ročním režimem. Velikost bonusu stanovuje opět Úřad. Náklady související s podporou decentrální výroby jsou Úřadem zařazeny do distribuce elektřiny. Tato část zákona definuje financování podpory.

Hlava IX definuje záruku původu elektřiny z OZE, vydávání a evidenci záruk původu, která je vydávána v elektronické podobě. Definuje žádost o vydání záruky původu, povinnosti výrobce žádající o žádost, uznání původu v případě žádosti vydané jiným státem EU. Hlava IX popisuje vydávání osvědčení o původu v rámci elektřiny z vysokoúčinné kombinované výroby a evidenci, která spadá pod ministerstvo.

Správní delikty fyzických a právnických osob kontrolované Státní energetickou inspekcí, další společná ustanovení, rozhodování sporů a přechodná a zrušovací ustanovení o zrušení některých zákonů jsou vypsány v Hlavě X.

Část druhá zákona 165/2012 Sb., popisuje změnu zákona o hospodaření, stejně tak část třetí popisuje změnu energetického zákona.

Část čtvrtá definuje změnu zákona o odpadech, který byl doplněn o základní pojmy jako fotovoltaický článek, solární panel, solární elektrárna a provozovatel solární elektrárny. Změna nastala v zákoně u financování nakládání s elektroodpadem ze solárních panelů. V případě solárních panelů, které jsou na trh přivedené od 1. 1. 2013 hradí financování odděleného sběru, zpracování a využití výrobce a souhlas k financování dává ministerstvo. Výrobce musí financování zaručit v podobě bankovního účtu účelově vázaného. Solární panely uvedené na trh do 1. 1. 2013 financování hradí provozovatel solární elektrárny obsahující solární panely a to formou rovnoměrných dílčích plateb od 1. 1. 2014 se smlouvou uzavřenou do 30. 6. 2013, financování musí být zajištěno nejdéle do 1. 1. 2019. Informace o plnění povinností financování se musí zasílat ministerstvu do 30. 3. 2019. Podmínky pro financování odděleného sběru, zpracování a využití a odstranění elektroodpadu ze solárních panelů určuje ministerstvo. [26]

Části pátá a šestá jsou o změně zákonů č. 402/2010 Sb., který měnil zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z OZE a o změně zákona č. 281/2009 Sb., kterým se mění zákony s přijetím daňového řádu. A část sedmá se zabývá nabytím účinnosti zákona
č. 165/2012 Sb.

V letošním roce 2015 v dubnu Poslanecká sněmovna schválila novelu energetického zákona, v květnu ji k projednání dostal Senát. Hlavním bodem bylo řešení poplatku

u obnovitelných zdrojů energie. Důvodem změny zákona bylo především pomoc průmyslu v podobě nového způsobu platby za podporu. Snaha o navýšení počtu solárních panelů na střechách domů. U fotovoltaiky se mění pro výrobce elektřiny to, že nebudou muset mít živnostenský list ani licenci na provoz elektrárny do 10kW výkonu. K novele se staví záporně Energetický regulační úřad z hlediska navýšení cen pro odběratele. [25]

V roce 2015 dojde k projednávání dalších novel týkajících se OZE.

3 ČR versus ostatní evropské státy

V této kapitole se zabývám srovnání České republiky solární energie s ostatními evropskými státy. Kapitola se věnuje především hlavním výrobcům solární elektřiny, sousedům České republiky, ale jsou zde zmíněné i další státy Evropy.

3.1 Přírodní podmínky Evropy

Evropa je druhým nejmenším kontinentem, jehož rozloha zaujímá plochu 10,4 km². Evropa se rozkládá ve třech podnebných pásmech. Na obrázku 14 je znázorněna mapa s průměrným ročním úhrnem slunečního záření.

Západní Evropa se nachází v mírném podnebném pásu, kde se vyskytuje hlavně nížina. Tato část Evropy je charakterizována častými srážkami a nejsou zde výrazné změny teplot. Součástí západní Evropy je Belgie, Francie, Lucembursko, Nizozemsko, Irsko, Spojené království. Průměrný roční úhrn slunečního záření je přibližně mezi 900 – 1300 kWh/ m².

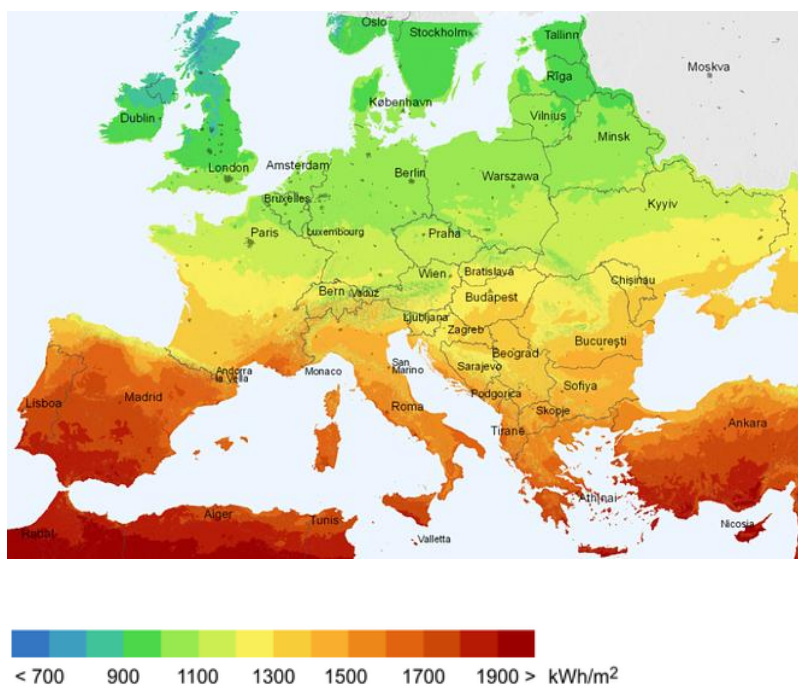
Severní Evropu tvoří Severské státy (Dánsko, Finsko, Island, Norsko, Švédsko) i Baltské státy (Litva, Estonsko, Lotyšsko), které jsou někdy řazeny do Východní Evropy. Jsou zde chladná a krátká léta a dlouhé studené zimy. Průměrný roční úhrn slunečního záření je přibližně mezi 900 – 1100 kWh/ m².

Do střední Evropy se řadí Alpské země (Rakousko, Německo, Švýcarsko, Lichtenštejnsko, Slovinsko) a státy Visegrádské čtyřky (Maďarsko, Polsko, Česká republika, Slovensko). Střední Evropa vlastní nížiny, vrchoviny i velehory a je v mírném přechodném podnebí a sluneční záření se průměrně pohybuje okolo 900 – 1200 kWh/ m².

Bělorusko, Moldavsko, část Ruska, Ukrajina, část Gruzie, část Ázerbájdžánu a část Kazachstánu patří na východní Evropu, kde dochází k velkým změnám teplot a malému úhrnu srážek. Sluneční záření se pohybuje v hodnotách okolo 1200 -1700 kWh/ m².

Jižní Evropa se skládá z Itálie, Malty, Portugalska, Španělska, San Marina, Vatikánu, Andorry, Gibraltarů a Monaka. Státy se nacházejí v subtropickém podnebném pásmu, částečně zasahují do mírného, jsou zde horká a suchá léta a mírné, deštivé zimy. A kromě

Portugalska, Vatikánu a San Marina je obklopuje Středozemní moře. Průměrný počet slunečního záření je na tomto území kolem 1500 – 2000 kWh/ m².



Obr. 14: Průměrný roční úhrn záření v Evropě [28]

3.2 Polsko

Polsko je území s rozsáhlými nížinami. Průměrný roční úhrn srážek je 600 mm, v horách kolem 1200 mm. Hodnota průměrného úhrnu slunečního svitu je 1600 hodin. Sluneční záření je v průběhu roku nerovnoměrné, pohybuje se kolem 1000 kWh/ m².

Většina elektřiny je získávána z tepelných elektráren, sluneční elektrárny pro výrobu elektřiny jsou v Polsku novinkou. Právní a politická situace zapříčinila, že nenastal v oblasti fotovoltaiky takový rozvoj jako v České republice po příchodu do EU.

Naopak pro ohřev vody se fotovoltaika v Polsku využívá daleko více. Po biomase jsou solární kolektory druhým zdrojem tepla a v roce 2012 se dokonce Polsko stalo druhou zemí v prodeji solárních kolektorů.

Podporu rozvoje solární energie v Polsku má na starost Green Institute Foundation. Nejdůležitější témata solární energie se řešila v roce 2014 na mezinárodním odboru výstavy RENEXPO Poland.

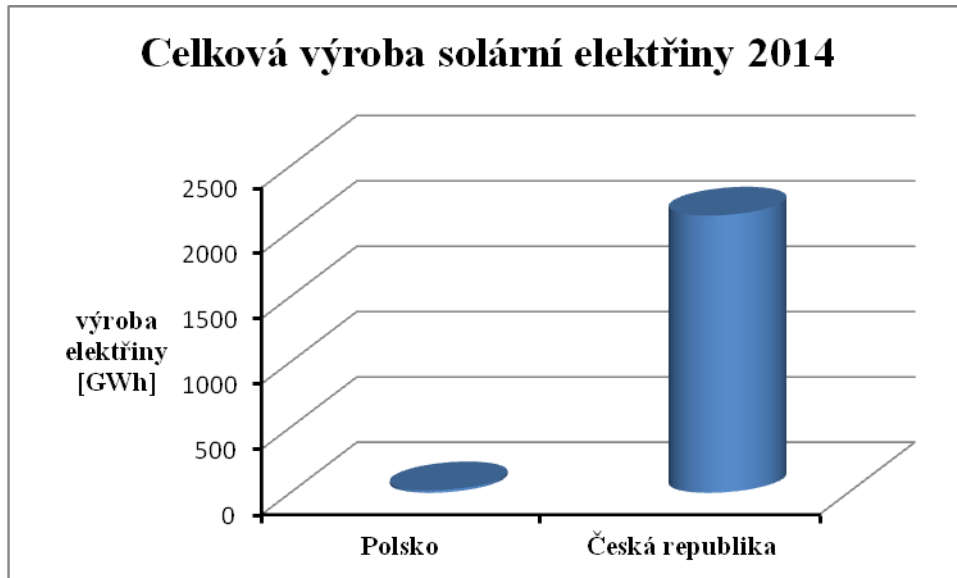
Letos v roce 2015 Parlament schválil výkupní režim pro fotovoltaiku tzv. FIT (Feed-in Tariffs) a v únoru 2015 byl podepsán prezidentem zákon o podpoře obnovitelných zdrojů energie, podpora fotovoltaiky s garancí 15 let. Právě podpora způsobila solární boom v Německu i v ČR.

Pro malé elektrárny s instalovaným výkonem do 3 kW činí podpora 0,75 PLN na kWh (4,90 Kč na kWh) do limitu 300 MW a s instalovaným výkonem 3 -10 kW činí 0,65 PLN na kWh (4,25 Kč na kWh) do limitu 500 MW, podporu je možné čerpat pouze do vyčerpání limitu. Nově je podpora pro střední i velké elektrárny nad 1 MW, kdy maximální cena za 1MWh pro daný rok bude určována polským regulátorem. Nový zákon udává Polsku cíl na rok 2020 s instalovaným výkonem ve fotovoltaice na 705 MW. [29]

Mezi největší solární elektrárny v Polsku patří elektrárna Cieszanow s výkonem 2 MW, Kolno s výkonem 1,84 MW, Gdansk s výkonem 1,64 MW a Gubim s výkonem 1,5 MW a v dubnu 2015 byla uvedena do provozu největší elektrárna s naklápěcími jednotkami a výkonem 1 MW. Elektrárna byla vystavěna v Malopolském vojvodství, na jihu Polska část sousedící se Slovenskem. [28]

K datu 30. 9. 2012 bylo v Polsku 8 instalací FVE s 1,251 MW vyrobené energie, v roce 2013 byl celkový instalovaný výkon v Polsku 1,9 MW, ale už v roce 2014 došlo k velkému nárůstu a výkon dosahoval hodnoty 21 MW.

V roce 2014 se vyrobilo celkem 19,2 GWh solární elektřiny. Porovnání s Českou republikou je znázorněné v grafu č. 4.



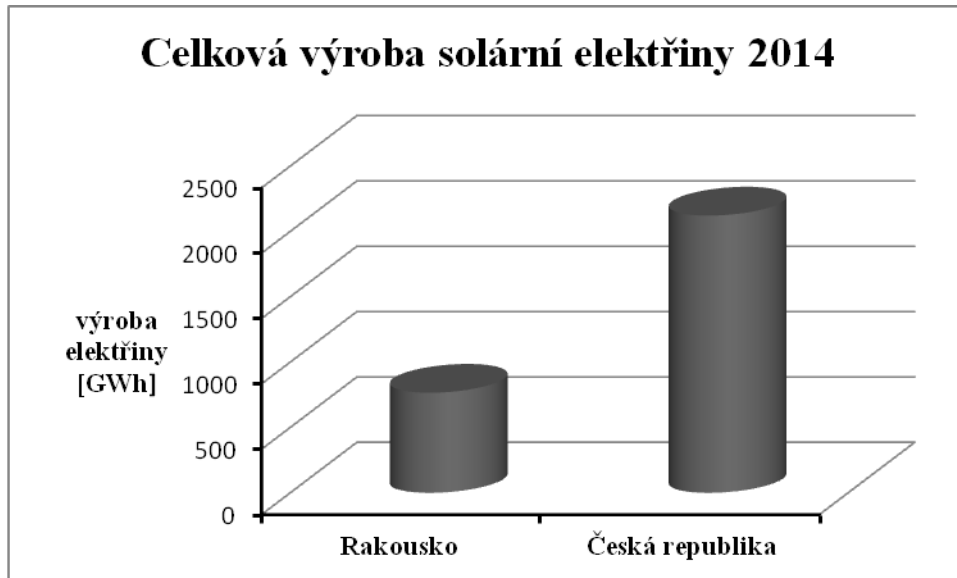
Graf 4: Porovnání Polska a České republiky v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014

V roce 2013 vycházelo v Polsku 0,1 W instalovaného výkonu na obyvatele, v roce 2014 0,6 W na obyvatele.

3.3 Rakousko

Rakousko si velmi zakládá na ekologické výrobě energie. Roční úhrn slunečního svitu se pohybuje v Rakousku přibližně kolem 1200 kWh/ m².

V roce 2012 činil instalovaný výkon 362,9 MW, na konci roku 2013 byl celkový instalovaný výkon 626 MW pro daný roční nárůst výkonu 263 MW a v loňském roce 770 MW. V letošním roce 2015 očekávají v Rakousku opět překročení 200 MW hodnoty výkonu za rok. Ve srovnání celkového instalovaného výkonu z roku 2013, se Rakousko s 81,7 W na obyvatele umístilo na 12. místě, Česká republika na místě pátém s 202,8 W na obyvatele. V roce 2014 vycházelo 90,6 W výkonu na jednoho obyvatele. [34]



Graf 5: Porovnání Rakouska a České republiky v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014

Od 1. 3. 2014 byl nastaven nový poplatek pro FVE, pokud vlastní spotřeba je větší než 25 000 kWh a to na 1,5 centu za kWh. Podpora je v Rakousku formou FIT (Feed-in-tariff) pro výrobní větší než 5 kW s třináctiletou garancí a investičních dotací. Výkupní ceny FIT pro rok 2014 činily 12,5 centů na kWh u budov a pro otevřené krajiny 10 centů na kWh FVE jsou přednostně umisťovány na střechy budov na rozdíl od České republiky, kde se vyskytují většinou instalace pozemní. Předpokládaný cíl pro fotovoltaiku v Rakousku na rok 2020 je 1,2 GW.

Zajímavostí je solární květina umístěná na skládce od roku 2014. Energie je využívána na provoz skládky, ale i na provoz vyhlídkového vláčku. Za jeden rok vyrobí sluneční květina až 3 000 kWh.

3.4 Slovensko

Na Slovensku je fotovoltaika zastupována sdružení SAPI (Slovenská asociace fotovoltaického průmyslu) od roku 2010. Severní část Slovenska dosahuje ročně průměrných hodnot úhrnu slunečního záření přibližně 1000 kWh/m². Na jižní části Slovenska je průměrný roční úhrn záření kolem 1200- 1300 kWh/m². Slovensko má větší potenciál ve využití slunečního záření než Česká republika i Německo, ale nemá takové množství instalací fotovoltaických systémů.

V první polovině roku 2014 se na Slovensku nainstalovalo přibližně stejně fotovoltaických systémů jako v České republice, i když z jiného důvodu jako u nás (zrušení podpory) a to pod 1 MW.

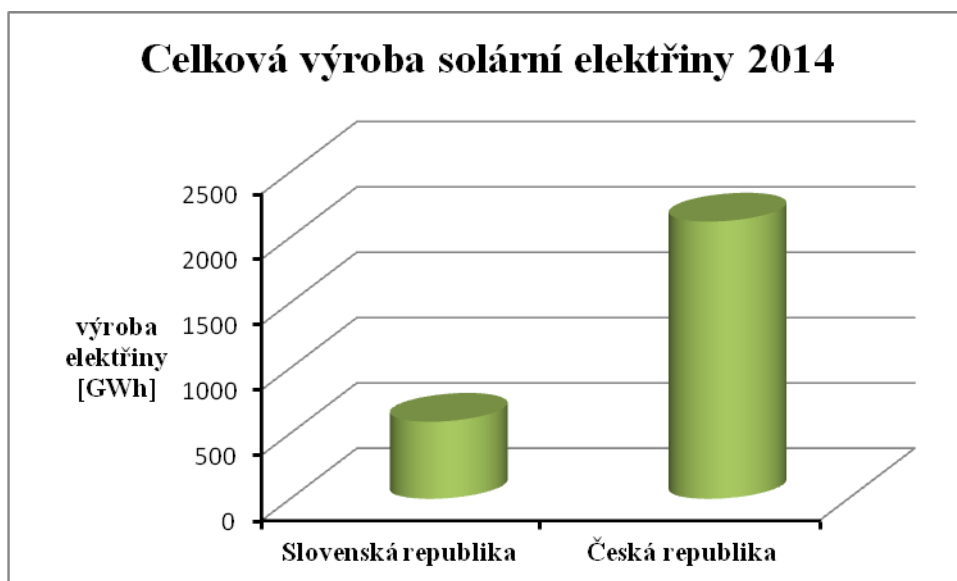
Mezi velké FVE na Slovensku patří elektrárna v místě Buzitka - Nový Sad s instalovaným výkonem 3,89 MW, Lovinobaňa s výkonem 0,98 MW, Vinica s výkonem 1 MW a další.

Na rozdíl od České republiky na Slovensku od poloviny července 2015 bude možné čerpat investiční podporu pro malé elektrárny do 10 kW.

Výkupní ceny na Slovensku pro rok 2013 byly 119,11 eura na MWh, od 1. 1. 2014 je výkupní cena ze sluneční energie 98,94 eura na MWh. Od roku 2015 cena klesla na 88,89 eura na MWh a to u solárních elektráren umístěných na budově s výkonem do 30 kW. [37]

V mezinárodním srovnání z roku 2013 se Slovensko umístilo na 10. místě s 99,3 W instalovaného výkonu na obyvatele, v roce 2014 s výkonem 109 W na obyvatele a na konci roku 2013 byl na Slovensku celkový instalovaný výkon 588,1 MW, v roce 2014 celkový instalovaný výkon byl 590,1 MW. [34], [38]

Celková výroba solární elektřiny pro rok 2014 byla na Slovensku 590 GWh (graf č. 6).



Graf 6: Porovnání Slovenska a České republiky v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014

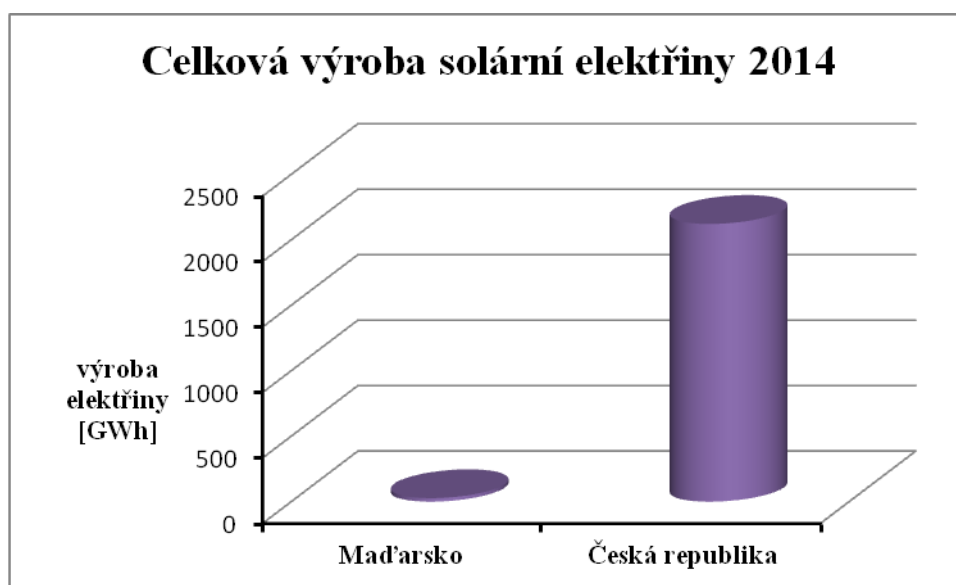
3.5 Maďarsko

Maďarsko je hodně rovinatý stát. Průměrné roční srážky se pohybují kolem hodnoty 46 mm. Průměrný úhrn slunečního záření je 1300 kWh/m².

Maďarsko je s výrobou elektřiny ze solární energie pomalejší než Česká republika. Srovnání z roku 2013 umístilo Maďarsko na spodní příčky se 1,6 W instalovaného výkonu na jednoho obyvatele. V roce 2014 vycházelo na obyvatele 3,9 W.

Na konci roku 2013 byl celkový instalovaný výkon 15,4 MW, to je velmi málo ve srovnání s Českou republikou, kde hodnota výkonu na konci roku 2013 činila 2132,8 MW. V loňském roce činila hodnota celkového instalovaného výkonu 38,2 MW.

Celková výroba solární elektřiny v Maďarsku loňský rok 2014 dosáhla hodnoty 26,8 GWh (graf č. 7).



Graf 7: Porovnání Maďarska a České republiky v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014

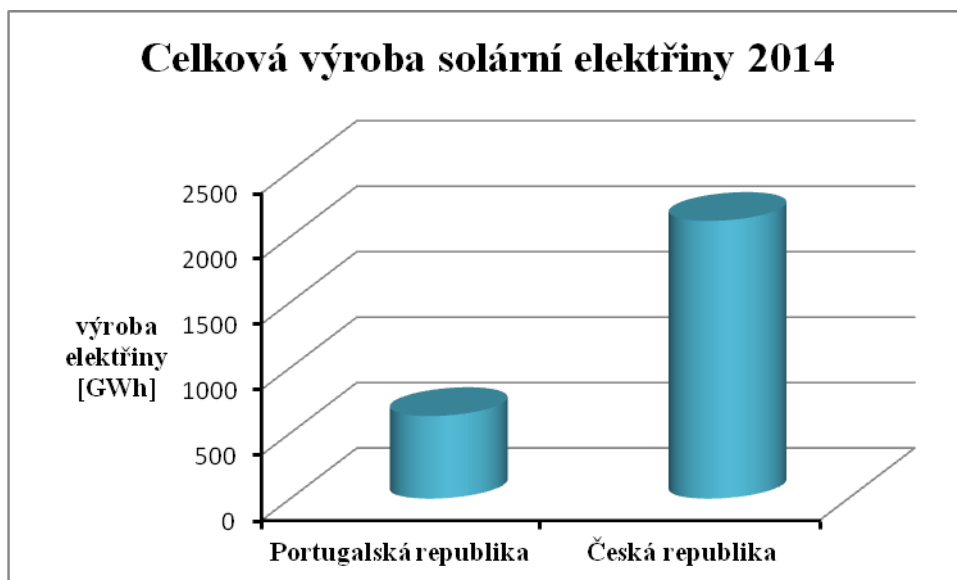
V roce 2015 v Maďarsku schválili novou daň na fotovoltaické panely související s recyklací panelů. Cena bude 10 Kč za kilogram fotovoltaických panelů, což způsobí odhadem zdražení fotovoltaického panelu o 220 Kč a to se neobešlo bez velké kritiky v Maďarsku. [39]

3.6 Portugalsko

Průměrné roční sluneční záření je více jak 1900 kWh/m². Portugalsko je mnohem větší než ČR a má lepší přírodní podmínky pro výrobu elektřiny ze slunce, přesto je výkon menší než v ČR.

V roce 2014 byl celkový instalovaný výkon v Portugalsku 419 MW, v roce 302,8 MW. Podle srovnání z roku 2013 připadal výkon 26,8 W na obyvatele. V roce 2014 vycházel instalovaný výkon na obyvatele 40,2 W. [34], [38]

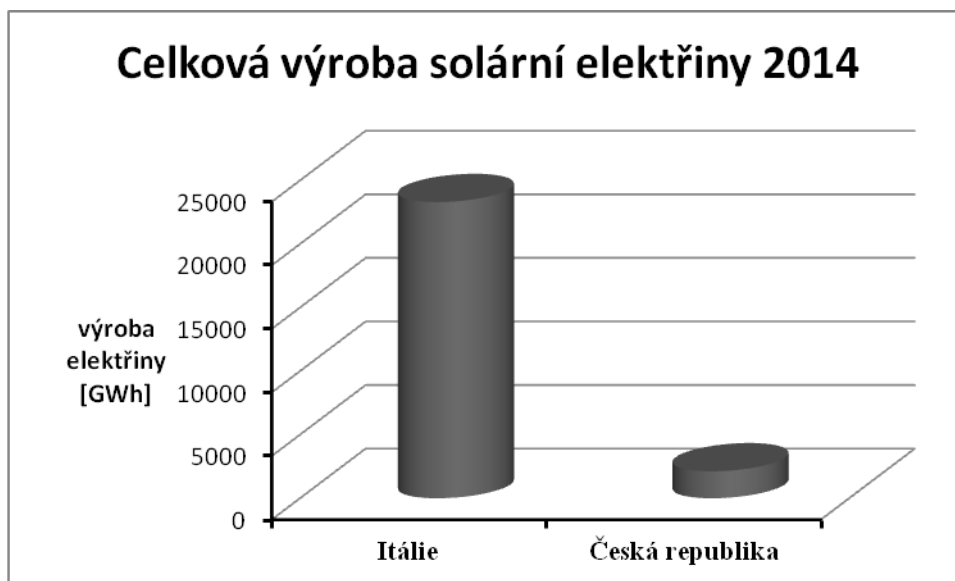
V Portugalsku celková výroba solární elektřiny činila 631 GWh v roce 2014.



Graf 8: Porovnání Portugalska a České republiky v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014

3.7 Itálie

Průměrný roční úhrn slunečního záření je v Itálii kolem 1700 kWh/m². Využití solární energie v Itálii v posledních letech rapidně roste. V roce 2013 byla druhou zemí v žebříčku s celkovým instalovaným výkonem 18 065 MW, v roce 2014 s výkonem 18 450 MW. Mezi roky 2008 - 2014 bylo instalováno skoro 580 000 FVE a stejně jako v ČR nastaly problémy s dotacemi. V roce 2015 v Itálii došlo k zastavení podpory, vláda prohlásila, že se FVE vyplatí hlavně ve střední a jižní Itálii i bez podpory. Celková výroba elektřiny vyrobené ze slunečního záření pro rok 2014 byla 23 299 GWh (graf č. 9).



Graf 9: Porovnání Itálie a České republiky v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014

3.8 Turecko

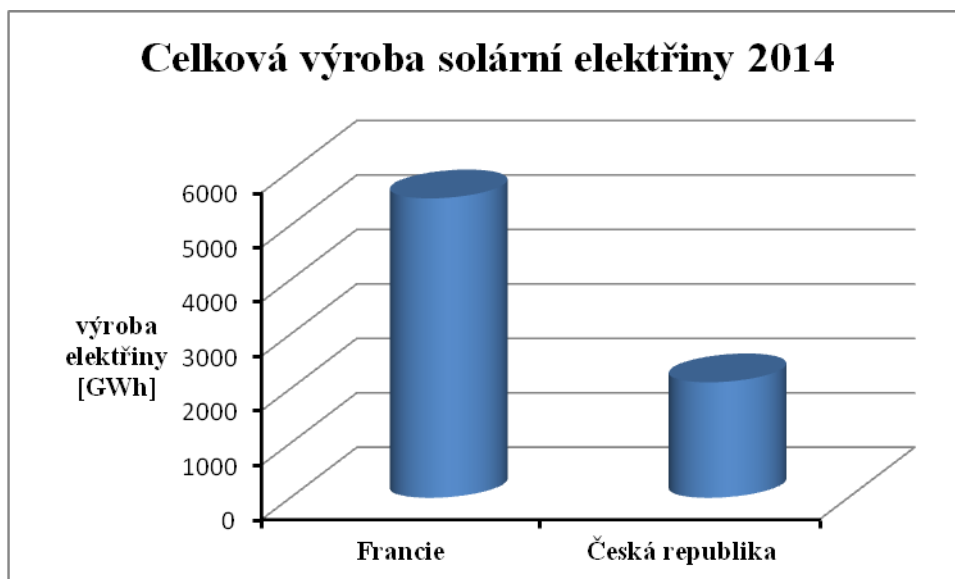
Sluneční záření se průměrně pohybuje kolem 1800 kWh/m^2 . Úhrn slunečních hodin je ročně v průměru 2640 hodin. Turecko má velký potenciál díky přírodním podmínkám pro výrobu elektřiny ze slunečního záření, ale až do roku 2013 nejevilo velký zájem o solární energii.

Instalace do 1MW nepotřebují licenci. Výkupní ceny v Turecku jsou momentálně 0,133 USD na kWh (3,32 Kč na kWh) s garancí 10 let. Celkový výkon v roce 2013 činil 18 MW a v roce 2014 vzrostl na 58 MW.

3.9 Francie

Jih Francie má průměrný roční úhrn slunečního záření kole 1500 kWh/m^2 . Ve Francii dochází k nárůstu solárních instalací, přiblížila se k celkové kapacitě FVE 5GW. Letos v dubnu prošel parlamentem ve Francii zákon o povinnosti instalace panelů nebo rostlin na střechách budov.

Celkový instalovaný výkon v roce 2013 ve Francii dosáhl na hodnotu 4 625 MW a v roce 2014 na 5 600 MW. V roce 2013 připadal na obyvatele výkon 71,6 W a v roce 2014 výkon 87,6 W. Celková výroba solární elektřiny za rok 2014 byla ve Francii 5 500 GWh (graf č. 10).



Graf 10: Porovnání Francie a České republiky v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014

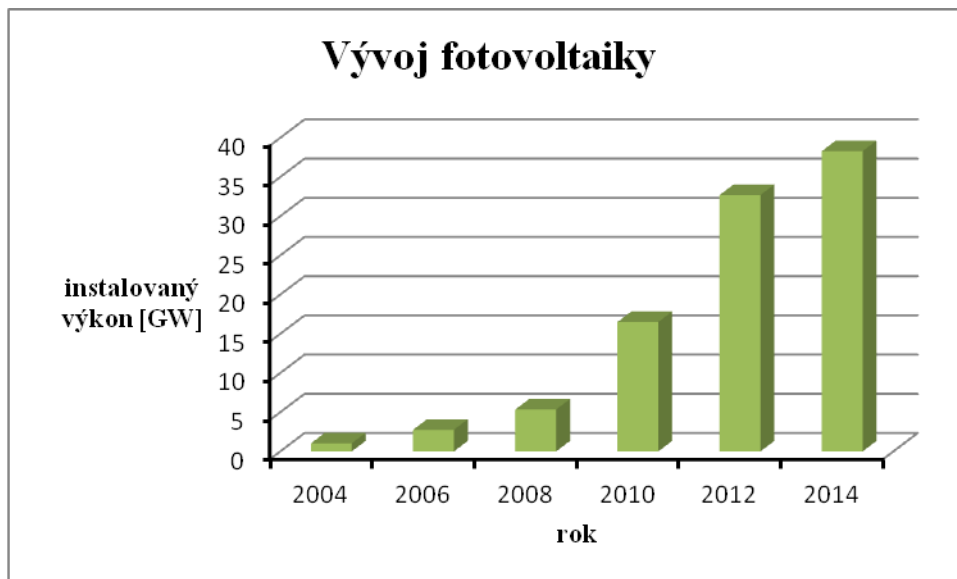
Cena pro vykupování elektřiny v posledních letech klesla, pro nová zařízení od 0 - 9 kWh pro rok 2014 byla stanovena 0,28 eura na kWh (7,62 Kč na kWh) s garancí na 20 let.

Podle novinek ze solárního světa z listopadu 2014 začala výstavba fotovoltaické farmy skládající se z 25 FVE o výkonu 300 MW na jihozápadě Francie. Tím by se FV farma stala největší v Evropě. Provozní podpora pro elektřinu vyrobenou v této výrobě je 105 euro na MWh.

3.10 Německo

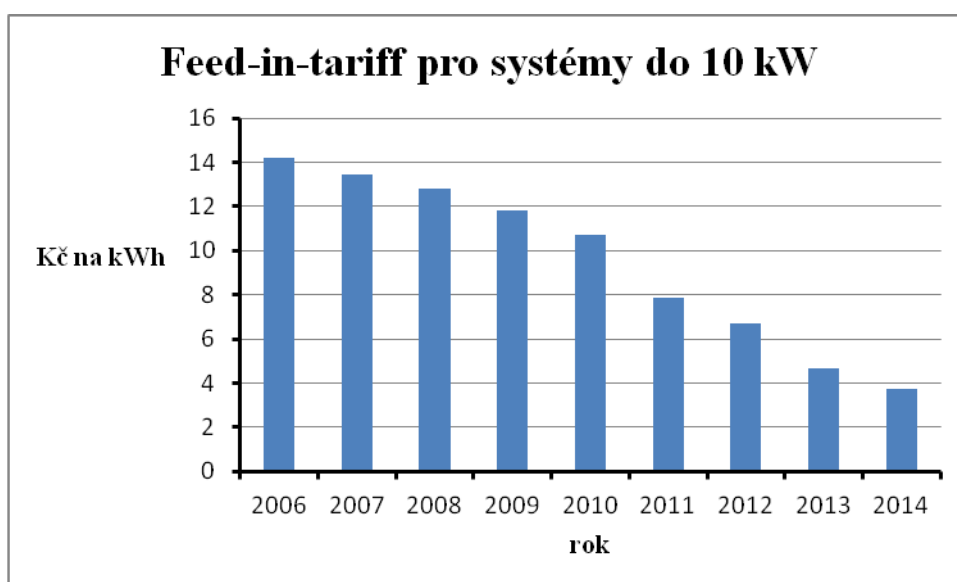
Německo je největším výrobcem solární elektřiny, přestože nemá tak výhodné přírodní podmínky jako státy ležící na jihu Evropy. Na jihu Německa se pohybuje roční průměrný úhrn slunečního záření kolem 1300 kWh/ m². V Německu je na rozdíl od České republiky většina solárních panelů umístěných na budovách.

V roce 2013 připadal výkon na jednoho občana 447,2 W a v roce 2014 to bylo dokonce 474,1 W. V roce 2013 celkový instalovaný výkon byl 36 402 MW, v roce 2014 vzrostl na 38 301 MW. Vývoj celkového instalovaného výkonu v Německu od roku 2004 až do roku 2014 je znázorněn v grafu.

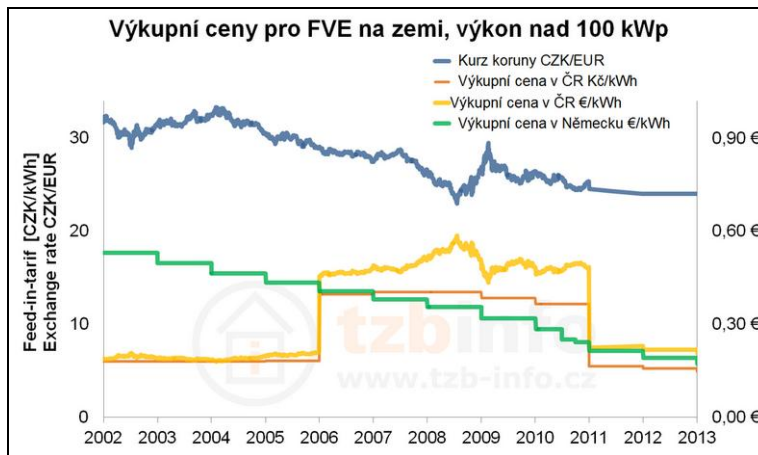


Graf 11: Vývoj instalovaného výkonu v GW v Německu 2004 - 2014

V loňském roce průměrná cena fotovoltaických systémů do 10 kW vyšla na 1 640 eur na kW. Cena pro malé fotovoltaické systémy umístované na střechách budov je 0,16 eura na kWh (4,35 Kč na kWh) a pro soukromé malé systémy 0,25 eura na kWh (6,8 Kč na kWh). Vývoj výkupních cen (FIT) v Německu pro fotovoltaické systémy do 10 kW je znázorněn v grafu. Na převzatém obrázku 15 je srovnání Německa a České republiky ve vývoji výkupních cen.

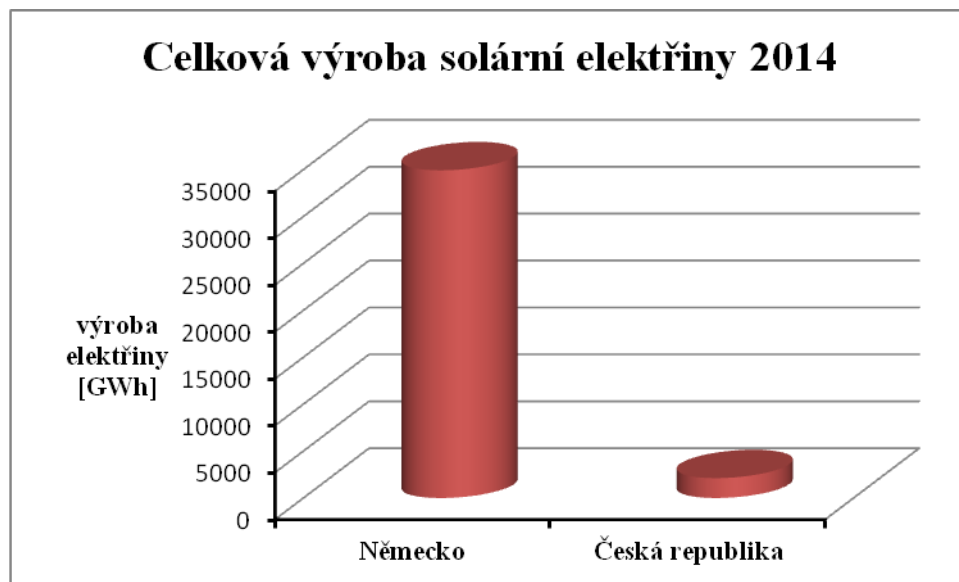


Graf 12: Výkupní cena fotovoltaických systémů v Německu do 10 kW na střechách budov přepočítaná na Kč



Obr. 15: Srovnání výkupních cen Německa a České republiky

V roce 2014 byla v Německu celková výroba solární elektřiny 34 930 GWh, nepochybně se tedy Německo řadí na první místo ve výrobě solární elektřiny. V grafu č. 13 je srovnání s Českou republikou.

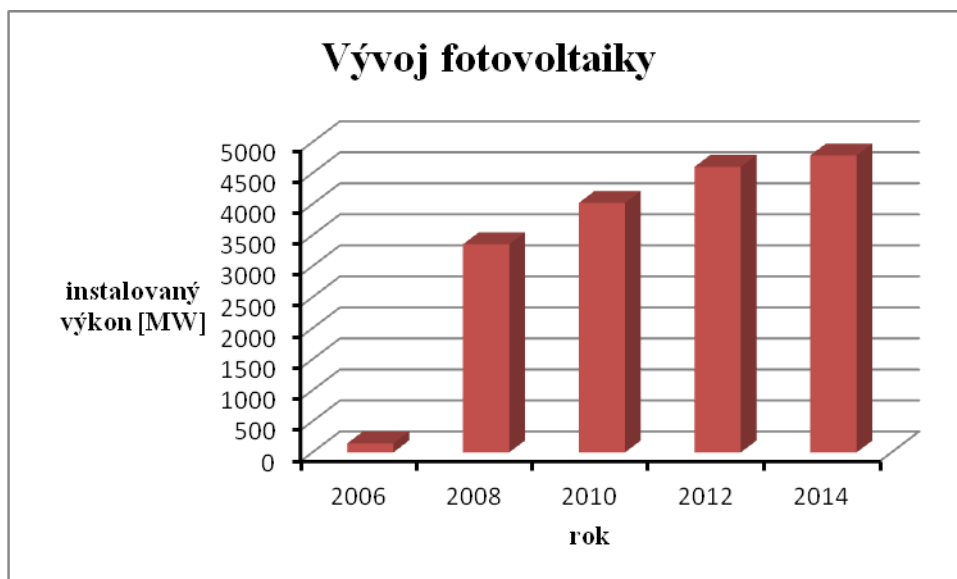


Graf 13: Porovnání Německa a České republiky v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014

3.11 Španělsko

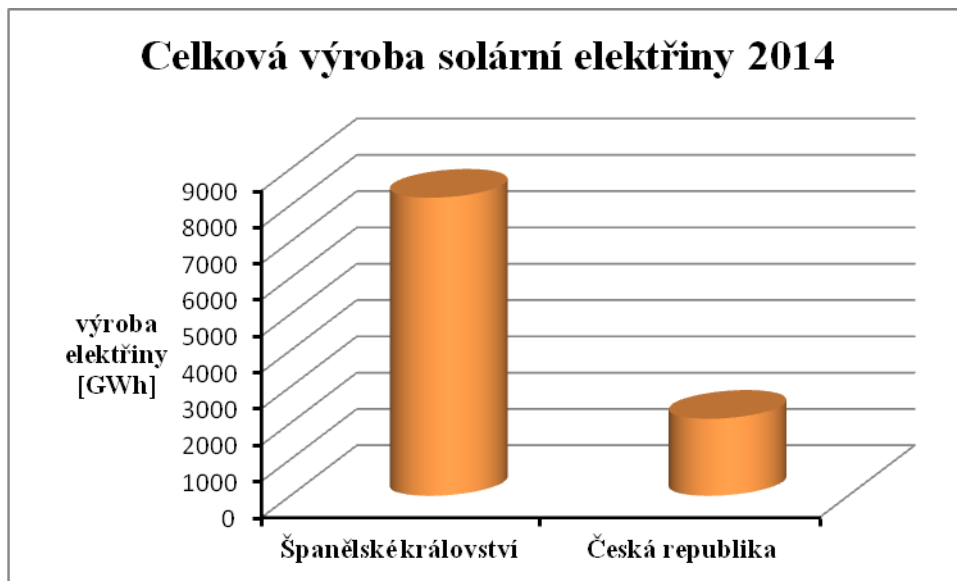
Španělsko se řadí mezi země s největším počtem slunečních hodin, má tedy velký potenciál v solární energii. Roční průměrný úhrn slunečního záření se pohybuje kolem 1900 kWh/ m².

Roku 2013 skončilo Španělsko na 9. místě, výkon na obyvatele byl 100,7 W. V roce 2014 bylo Španělsko na 12. místě s výkonem 102,9 W na jednoho obyvatele. Celková fotovoltaická kapacita pro rok 2013 byla 4766 MW a 4787,3 MW pro rok 2014. V grafu č.14 je vykreslen vývoj instalovaného výkonu ve Španělsku od roku 2006 do roku 2014, kde je vidět, že se fotovoltaika začala vyvíjet až po roce 2008, kdy nastal solární boom.



Graf 14: Vývoj instalovaného výkonu v MW ve Španělsku 2006 - 2014

V roce 2014 byla celková výroba solární elektřiny ve Španělsku 8 211 GW (graf).



Graf 15: Porovnání Španělska a České republiky v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014

Hodnota Feed-in-tariffu ve Španělsku je upravována pomocí královských dekretů vydávaných vládou. Postupně od roku 2007 klesá. Před rokem 2007 byla hodnota Feed-in-tariffu 37 centů na kWh (10,07 Kč na kWh), pro rok 2007 byla stanovena na 44,03 centů (11,98 Kč). V roce 2008 došlo k tzv. solárnímu boomeru kvůli snaze vystavět, co nejvíce výroben, z důvodu nejistoty o budoucí výši FIT. Po roce 2007 začala hodnota FIT strmě klesat, po legislativních změnách na hodnotu 0,042 centů na kWh (1,14 Kč na kWh) pro rok 2014.

FVE Gemasolar s výkonem 19 MW na 185 hektarech umí vyrábět elektřinu i v noci z tepla slunečního záření. Roční výroba elektrárny Gemasolar je 110 GWh, to je množství elektřiny pro více jak 25 000 domácností. Funguje na principu využívání velkých zrcadel řízených počítačem a elektřina je svedena do věže o výšce 140 metrů. Elektrárna je složena z 2 650 solárních panelů.

3.12 Severní státy

Fotovoltaika závisí na legislativě daného státu a velmi také na přírodních podmínkách. Státy v severní Evropě mají malý úhrn slunečního záření, a proto nejsou vhodnou lokalitou na výrobu solární elektřiny. V Estonsku, Litvě, Lotyšsku, Finsku, Irsku atd. byla celková výroba elektřiny za rok 2014 do 100 GWh, což je ve srovnání s Českou republikou nebo dokonce s Německem velmi malá hodnota. Systémy instalované v těchto zemích jsou většinou fotovoltaické systémy grid-off.

Závěr

Na začátku práce jsem nejprve popsala využití solární energie, která se může používat nejenom k vytápění budov, ohřevu vody a k výrobě elektrické energie, ale také se využívá k chlazení budov a destilaci vody. Konkrétněji jsem popsala solární kolektory využívající se k ohřevu a vytápění a fotovoltaické články sloužící k výrobě elektrické energie.

Přírodní podmínky v České republice jsem hodnotila na základě map průměrného počtu jasných dnů a průměrného ročního úhrnu slunečního záření, abych došla k ověření předpokladu, že nejpříjemnější podmínky v České republice jsou na jižní Moravě. Po sestavení tabulky z uvedených dat, se potvrdily nejlepší přírodní podmínky podle předpokladu na jižní Moravě, kde se vyskytuje nejvíce FVE.

V legislativě je práce zaměřena na zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, který byl základním zákonem pro obor obnovitelných zdrojů energie. Dále je většina pozornosti věnována zákonu č. 165/2012 o podporovaných zdrojích energie. Technické parametry v mé práci popisují především důležité hodnoty pro připojení k síti a fotovoltaické systémy.

Z posouzení přírodních podmínek v Evropě vychází nejlépe jižní státy, kde je větší výskyt slunečního záření než v severních státech. A přesto je největším výrobcem sluneční energie Německo, ležící ve střední Evropě. V roce 2014 byl celkový instalovaný výkon v Německu 38 301 MW. Na žebříčku celého světa je Německo na pátém místě. Česká republika se za poslední dva roky umístila na osmém místě v Evropě. Pro posouzení s ostatními státy jsou v práci vytvořeny grafy dané země a České republiky v celkové výrobě solární elektřiny pro rok 2014. Turecko, Kypr, Chorvatsko jsou státy, které mají výborné přírodní podmínky, přesto nejsou s výrobou solární energie na vrchu, nemají dobré legislativní podmínky pro fotovoltaiku.

Seznam literatury

- [1] *Výhody a nevýhody solární energie* [online]. [cit. 2015-5-15] Dostupné z WWW: <http://www.solarni-energie.info/vyhody.php>
- [2] *Solární kolektory, Topení ze Slunce* [online]. [cit. 2015-05-15] Dostupné z WWW: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k22.htm>
- [3] *Solární energie, využití solární energie* [online]. [cit. 2015-05-15] Dostupné z WWW: <http://www.solarni-energie.net/vyuziti-solarni-energie>
- [4] MATUŠKA, T.: *Solární chlazení* [online]. [cit. 2015-05-15] Dostupné z WWW: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/143-solarni-chlazení>
- [5] *Odsolování vody: Destilace, vymražování, komprese a další* [online]. [cit. 2015-05-15] Dostupné z WWW: <http://www.nazeleno.cz/technologie-1/odsolovani-vody-destilace-vymrazovani-komprese-a-dalsi.aspx>
- [6] *Solární kolektory* [online]. [cit. 2015-05-17] Dostupné z WWW: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k21.htm>
- [7] MATUŠKA, T.: *Typy solárních kolektorů* [online]. [cit. 2015-05-17] Dostupné z WWW: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>
- [8] *Střešní instalace: Fotovoltaický článek* [online]. [cit. 2015-05-17] Dostupné z WWW: <http://www.stresniinstalace.cz/fotovoltaika/fve-panel/>
- [9] *Fotovoltaická cesta* [online]. [cit. 2015-05-17] Dostupné z WWW: http://www.geocaching.com/geocache/GC2XR3P_fotovoltaicka-cesta?guid=f0d1ce3d-56a5-4ac5-9c58-b2e2f7670df0
- [10] *Složení fotovoltaické elektrárny* [online]. [cit. 2015-05-18] Dostupné z WWW: <http://www.deramax.cz/2-slozeni-fotovoltaicke-elektrarny-2-dil-ze-serialu-clanku>
- [11] *Czech nature energy: Fotovoltaika* [online]. [cit. 2015-5-25] Dostupné z WWW: <http://www.cne.cz/fotovoltaicke-systemy/uvod-do-fv-systemu/>
- [12] *Elektrarny.Pro: Seznam a mapa solárních elektráren v ČR* [online]. [cit. 2015-5-25] Dostupné z WWW: <http://www.elektrarny.pro/seznam-elektraren.php>
- [13] *Isofen energy: Teorie fotovoltaiky* [online]. [cit. 2015-05-25] Dostupné z WWW: <http://www.isofenenergy.cz/fotovoltaika.aspx>
- [14] BAŘINKA, A., PORUBA, A.: *Fotovoltaika: barevné články s vysokou účinností pro architektonické aplikace* [online]. [cit. 2015-05-27] Dostupné z WWW: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/7316-fotovoltaika-barevne-clanky-s-vysokou-ucinnosti-pro-architektonicke-aplikace>

- [15] *Solární články a jejich použití* [online]. [cit. 2015-05-27] Dostupné z WWW: <http://automatizace.hw.cz/clanek/2005120501>
- [16] Ústav elektroenergetiky FEKT VUT v Brně: *Optimalizace zatěžování solárních měničů energie v reálných provozních podmínkách* [online]. [cit. 2015-05-27] Dostupné z WWW: http://www.ueen.feec.vutbr.cz/laboratory-of-unconventional-energy-conversion/mereni_info.php
- [17] Czech Coal group: *Lokální distribuční síť* [online]. [cit. 2015-05-5] Dostupné z WWW: <http://www.czechcoal.cz/cz/profil/cs/lds/e-radce.html>
- [18] SOLARTEC : *Schéma možných připojení* [online]. [cit. 2015-05-5] Dostupné z WWW: <http://www.solartec.eu/male-instalace-do-30kwp/informace-o-fotovoltaice/schema-moznych-pripojeni>
- [19] Čeps, a.s.: *Kodex přenosové soustavy*[online]. [cit. 2015-05-5] Dostupné z WWW: https://www.ceps.cz/CZE/Data/Legislativa/Kodex/Documents/%C4%8C%C3%A1stI_14_fin.pdf
- [20] ČEZ distribuce: *Možnosti připojování nových výroben* [online]. [cit. 2015-05-5] Dostupné z WWW: <http://www.cezdistribuce.cz/cs/technicke-informace/moznosti-prip-novych-vyroben.html>
- [21] ENERGOSTAT: *Měsíční data* [online]. [cit. 2015-05-3] Dostupné z WWW: <http://energostat.cz/obnovitelne-zdroje.html>
- [22] ERÚ: *Roční zprávy o provozu* [online]. [cit. 2015-05-3] Dostupné z WWW: <http://www.eru.cz/cs/elektrina/statistika-a-sledovani-kvality/rocni-zpravy-o-provozu>
- [23] SKLENÁŘ, O.: *Fotovoltaika v České republice v roce 2014* [online]. [cit. 2015-03-16] Dostupné z WWW: [cit. 2015-05-3] <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/12162-fotovoltaika-v-ceske-republice-v-roce-2014>
- [24] KLOZ, M., MOTLÍK, J., PETRŽÍLEK, P., TUŽINSKÝ, M. *Využívání obnovitelných zdrojů energie: právní předpisy s komentářem.* 2007. 1. vydání, Praha: Linde Praha, ISBN 978-80-7201-670-9.
- [25] Solární novinky: legislativa [online]. [cit. 2015-03-11] Dostupné z WWW: <http://www.solarninovinky.cz/?legislativa>
- [26] *Zákony pro lidi: Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů* [online]. [cit. 2015-03-10] Dostupné z WWW: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-165>

- [27] Mapa globálního horizontálního záření [online]. [cit. 2015-03-21] Dostupné z WWW: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/SolarGIS-Solar-map-Europe-cz.png>
- [28] Solární novinky: *V Polsku vznikla největší solární elektrárna na trackerech* [online]. [cit. 2015-04-20] Dostupné z WWW: http://www.solarninovinky.cz/?zpravy/2015050302/v-polsku-vznikla-nejvetsi-solarni-elektrarna-na-trackerech#.VWYjGM_tmko
- [29] Solární novinky: *Polsko odstartovalo solární boom. Prezident podepsal nový zákon* [online]. [cit. 2015-04-20] Dostupné z WWW: http://www.solarninovinky.cz/?zpravy/2015031603/potvrzeno-polsko-odstartovalo-solarni-boom-prezident-podepsal-novy-zakon#.VWYjec_tmko
- [30] Seenews Renewables: *Poland okays FiT scheme for PV arrays up to 10 kW – report* [online]. [cit. 2015-04-20] Dostupné z WWW: <http://renewables.seenews.com/news/poland-okays-fit-scheme-for-pv-arrays-up-to-10-kw-report-471588#>
- [31] Solární novinky: *V Polsku byla dokončena největší střešní solární elektrárna* [online]. [cit. 2015-04-20] Dostupné z WWW: http://www.solarninovinky.cz/?zpravy/polsko/2014120702/v-polsku-byla-dokoncena-nejvetsi-stresni-solarni-elektrarna#.VXDJZM_tmkp
- [32] MURTINGER, K., TRUXA, J.: *Solární energie pro Váš dům*, 1. vydání. Praha: EkoWATT, Computer Press, a. s., 2010. ISBN 978-80-251-3241-8
- [33] MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J., OMEŠ, M.: *Fotovoltaika ze slunce*, 2. vydání. Brno: EkoWATT, ERA group spol. s r.o., 2008. ISBN 978-80-7366-133-5
- [34] Photovoltaic barometer: Euroserv'er 2014 [online]. [cit. 2015-04-20] Dostupné z WWW: http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro-jdp11_en.pdf

- [35] STUPAVSKÝ, V.: *Popis trhu s obnovitelnými energiemi v Rakousku* [online]. [cit. 2015-04-22] Dostupné z WWW: <http://oze.tzb-info.cz/11505-popis-trhu-s-obnovitelnymi-energiemi-v-rakousku>
- [36] Fotovoltaika: *Rakousko zavádí nový poplatek pro středně velké FVE* [online]. [cit. 2015-04-22] Dostupné z WWW: <http://www.fotovoltaika.cz/nezarazene/629/rakousko-zavadi-poplatek-stredne-velke-fve/>
- [36] Solární novinky: *Solární květina vyrábí elektřinu na skládce v Rakousku* [online]. [cit. 2015-04-25] Dostupné z WWW: http://www.solarninovinky.cz/?zpravy/2014121502/solarni-kvetina-vyrabi-elektřinu-na-skladce-v-rakousku#.VWcCAM_tmko
- [37] Výkupná cena elektřiny z obnovitelných zdrojů se sníží [online]. [cit. 2015-04-23] Dostupné z WWW: <http://abc-byvanie.sk/stavebnictvo/spravy-zo-stavebnictva/vykupna-cena-elektřiny-z-obnovitelných-zdrojů-sa-znizi/>
- [38] Photovoltaic barometer: Euroserv'er 2015 [online]. [cit. 2015-04-20] Dostupné z WWW: <http://www.euroserv-er.org/photovoltaic-barometer-2015/>
- [39] Solární novinky: *Maďarsko zařídilo solární byznys. Za panely se bude platit rekordní recyklační daň* [online]. [cit. 2015-04-23] Dostupné z WWW: http://www.solarninovinky.cz/?zpravy/2015012203/madarsko-zarizlo-solarni-byznys-za-panely-se-bude-platit-rekordni-recyklačni-dan#.VWiiKs_tmko
- [40] French-propertz.com: *French news* [online]. [cit. 2015-04-25] Dostupné z WWW: http://www.french-property.com/news/money_france/installation_solar_panels/
- [41] Magazín o obnovitelných zdrojích a úsporách energie [online]. [cit. 2015-04-25] Dostupné z WWW: <http://www.fotovoltaika.cz/slunecni-energie/458/solarni-elektřina-s-vyrobu-i-v-noci/>
- [42] BECHNIK, B.: *Byly výkupní ceny elektřiny z fotovoltaiky stanoveny přiměřeně?* [online]. [cit. 2015-04-25] Dostupné z WWW: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/9698-byly-vykupni-ceny-elektřiny-z-fotovoltaiky-stanoveny-primerene>
- [43] Solární novinky: *Fotovoltaika v Itálii: Konec státní podpory a další retroaktivita pro současné elektrárny* [online]. [cit. 2015-04-23] Dostupné z WWW: http://www.solarninovinky.cz/?zpravy/2015020303/fotovoltaika-v-italii-konec-statni-podpory-a-dalsi-retroaktivita-pro-soucasne-elektřiny#.VXDPeS_tmkp
- [44] tzb-info: *Indikativní cíle obnovitelných zdrojů energie* [online]. [cit. 2015-04-23] Dostupné z WWW: <http://energetika.tzb-info.cz/energeticka-politika/7240-obnovitelne-zdroje-indikativni-cil-8-elektřiny-v-roce-2010-splnen>

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1: Monokrystalický, polykrystalický a amorfni články[8]	15
OBRÁZEK 2: Charakteristika FV článku [16]	17
OBRÁZEK 3: V-A charakteristika křemíkového fotovoltaického článku [15]	18
OBRÁZEK 4: Základní části FV panelu [9]	18
OBRÁZEK 5: Přímé a difúzní záření v ČR (kWh/ m ² za den)[13]	20
OBRÁZEK 6: Průměrný roční úhrn slunečního záření v ČR (MJ/ m ²)[11]	21
OBRÁZEK 7: Průměrný počet jasných dnů v ČR[11]	21
OBRÁZEK 8: Průměrná doba slunečního záření za rok v hodinách[11]	22
OBRÁZEK 9: Mapa fotovoltaických elektráren v ČR[12]	24
OBRÁZEK 10: Solární ostrovní systém (off- grid)[18]	29
OBRÁZEK 11: Solární ostrovní systém (off- grid) s měničem (hybridní systém)[18]	29
OBRÁZEK 12: Solární síťový systém (on-grid)[18]	30
OBRÁZEK 13: Oblasti s možností připojení do soustavy podle ČEZ[20]	31
OBRÁZEK 14: Průměrný roční úhrn záření v Evropě [28]	43
OBRÁZEK 15: Srovnání výkupních cen Německa a České republiky	53

Seznam tabulek

TABULKA 1: Přibližná účinnost jednotlivých materiálů fotovoltaických článků [32]	16
TABULKA 2: Tloušťky Si ₃ N ₄ v [nm] jednotlivých barev [14]	17
TABULKA 3: Průměrné hodnoty jasných dnů a počtu slunečních hodin u jednotlivých regionů	23
TABULKA 4: Sečtená data jasných dnů a hodin trvání slunečního svitu za rok 2014 z ČHMÚ	25
TABULKA 5: Data z ERÚ o instalovaném výkonu, počtu provozoven a celkové výrobě elektřiny (brutto)[22]	32

Seznam grafů

GRAF 1: Instalovaný výkon FVE v ČR podle dat z ERÚ	33
GRAF2: Počet licencovaných provozoven v ČR podle dat ERÚ	33
GRAF 3: Celková výroba elektřiny brutto FVE v ČR podle dat z ERÚ	34
GRAF 4: Porovnání Polska a ČR v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014	45
GRAF 5: Porovnání Rakouska a ČR v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014	46
GRAF 6: Porovnání Slovenska a ČR v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014	47
GRAF 7: Porovnání Maďarska a ČR v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014	48
GRAF 8: Porovnání Portugalska a ČR v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014	49
GRAF 9: Porovnání Itálie a ČR v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014	50
GRAF 10: Porovnání Francie a ČR v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014	51
GRAF 11: Vývoj instalovaného výkonu v GW v Německu 2004 – 2014	52
GRAF 12: Výkupní cena fotovoltaických systémů v Německu do 10 kW na střechách budov přepočítaná na Kč	52
GRAF 13: Porovnání Německa a ČR v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014	53
GRAF 14: Vývoj instalovaného výkonu v MW ve Španělsku 2006 – 2014	54
GRAF 15: Porovnání Španělska a ČR v celkové výrobě solární elektřiny v GWh pro rok 2014	55