

# ČESKÁ FOTOVOLTAICKÁ ENERGIE: MODELOVÝ ODHAD NÁKLADŮ NA JEJÍ PODPORU

Karel Janda, VŠE v Praze a UK Praha; Štěpán Krška, Jan Průša, UK Praha\*

---

## 1. Úvod

Se vstupem do Evropské unie (EU) musela Česká republika přijmout legislativu Společenství a podpořit obnovitelné zdroje energie (OZE). Výroba elektrické energie z fotovoltaických článků byla v České republice (ČR) ještě na přelomu druhého tisíciletí považována za ekonomicky nevýhodnou. Situaci výrazně změnil až zákon o OZE, který kodifikoval podporu fotovoltaiky a umožnil její rozvoj. Po výrazném navýšení garantované výkupní ceny, spolu s poklesem cen fotovoltaických komponent a posílením koruny po roce 2007, se fotovoltaika rychle stala pro investory zajímavým artiklem a český solární trh zažil do konce roku 2010 obrovský boom. Ke konci roku 2010 byla podpora na poslední chvíli razantně omezena, avšak pro zařízení uvedená do provozu podpora zůstává garantována.

Cílem tohoto článku je kvantifikovat přímé náklady, kterým budou spotřebitelé elektřiny v budoucnu čelit. Garantovaná výše podpory se nutně projeví v koncových cenách energie. Odhad nákladů na podporu fotovoltaiky je v tomto článku doplněn i metodicky stejným výpočtem výše podpory ostatních OZE a odhadem celkového břemena nákladů až do roku 2020. Z našich modelových výpočtů jasně plyne, že na podporu české fotovoltaiky bude připadat hlavní podíl všech nákladů na podporu obnovitelných zdrojů energie. Základním přínosem tohoto článku je konkrétně kvantifikovaný model nákladů na přímou podporu obnovitelných zdrojů včetně fotovoltaiky konzistentní se sledováním cílů stanovených v rámci Národního akčního plánu pro energii z OZE (MPO, 2010).

Tento článek je prvním makroekonomicky komplexně pojatým pokusem o stanovení nákladů na českou fotovoltaiku v kontextu dalších relevantních podpor. Nicméně, zdaleka se nejedná o jedinou akademicky zaměřenou ekonomickou analýzu fotovoltaiky v České republice. Dusonchet a Telaretti (2010a, Table 11) ukázali, že systémy podpor v České republice, Slovensku a Bulharsku poskytují nejvyšší podporu v rámci

---

\* Ke vzniku tohoto článku významně přispěl Zdeněk Hrubý z Institutu ekonomických studií FSV UK v Praze, který tragicky zahynul 8. srpna 2013 při sestupu z Gašerbrum I. Práce na tomto článku byla podporována grantem P402/11/0948 GAČR a grantem institucionální podpory VŠE IP100040. Výzkum vedoucí k výsledkům tohoto článku získal podporu z People Programme (Marie Curie Actions) v sedmém rámcovém programu Evropské unie FP7/2007-2013/ v rámci REA grantové smlouvy číslo 609642. Karel Janda potvrzuje výzkumnou podporu získanou jako Affiliate Fellow na CERGE-NHÚ a během jeho dlouhodobých výzkumných pobytů na University of California, Berkeley, Australian National University a Toulouse School of Economics.

středo a východoevropských členských států Evropské unie. Dusonchet a Telaretti (2010b, Table 20) avšak také upozornili na fakt, že jejich výše je stále nižší než u většiny západních států Evropské unie. Šúri et al. (2007, s. 1298) označil Českou republiku po boku s Německem jako země, kde „podpora stimulovala rozvoj fotovoltaického trhu i v regionech s nízkým podílem slunečního záření“. Česká republika je příkladem země ze střední a východní Evropy, která přijala velkorysou podporu fotovoltaiky západních členských států EU. Obsáhlý přehled metod podpory fotovoltaických zdrojů zpracovali Timilsina et al. (2011, Section 5).

Tento článek přidává ekonomickou analýzu fotovoltaické energie do série tří článků zabývajících se v časopise *Politická ekonomie* energetickými zdroji. Ryvolová a Zemplerová (2010) se zabývaly náklady na podporu větrných elektráren, které generují, podobně jako fotovoltaika, další systémové náklady a náklady spojené s nutnými investicemi do přenosové sítě. Chrz, Janda a Křišťoufek (2014) se též zaměřili na problematiku obnovitelných energetických zdrojů, jmenovitě biopaliv v jejich srovnání s konvenčními fosilními palivy. Rečka a Ščasný (2013) pak modelovali celkový vývoj české energetické soustavy pro období 2006–2030. Tento článek je tak nejen příspěvkem do této energetické diskuse, ale je i prvním zpracováním problematiky fotovoltaiky v *Politické ekonomii*.

Náš příspěvek poskytuje odpovídající makro-rámec k mikroekonomické studii podpory českých fotovoltaických provozoven autorů Průša, Klimešová a Janda (2013), která se zabývá výpočtem ziskovosti/ztrátovosti českých fotovoltaických provozoven. Na rozdíl od jejich studie v tomto článku neuvažujeme jen omezený výběrový soubor některých fotovoltaických provozoven, ale uvažujeme fotovoltaický sektor jako celek. Podstatnou částí tohoto článku je i zahrnutí fotovoltaických podpor do kontextu ostatních souvisejících podpor.

Struktura dalších částí článku je následující: po úvodní části se v druhé části práce zaměříme na stručný popis fotovoltaického trhu v podmínkách ČR, jeho historický vývoj a potenciál do budoucna. Ve třetí kapitole se zaměříme na literaturu zabývající se obnovitelnými zdroji. Čtvrtá, analytická, část obsahuje vlastní modelové výpočty a zaměřuje se na náklady plynoucí z rozvoje fotovoltaiky, které se projeví v koncových cenách elektřiny. V rámci této části je provedeno porovnání s náklady na ostatní OZE, kogeneraci a druhotné zdroje. V závěru jsou shrnuty výsledky studie.

## **2. Kontext fotovoltaiky na území České republiky**

Česká republika se při podpisu smlouvy o přistoupení k EU zavázala do roku 2010 zvýšit podíl OZE na 8% z celkové hrubé spotřeby elektrické energie. Závazek byl důsledkem evropské směrnice 2001/77/ES o podpoře energie vyrobené z OZE na vnitřním trhu s elektrickou energií. Vzhledem k ostatním státům EU byl indikativní cíl sice podprůměrný (celkový cíl států EU byl stanoven v roce 2001 na 22,1% podíl OZE na celkové hrubé spotřebě elektřiny), avšak v absolutních číslech a vzhledem ke struktuře českého hospodářství velmi ambiciózní. České republice se povedlo k roku 2010

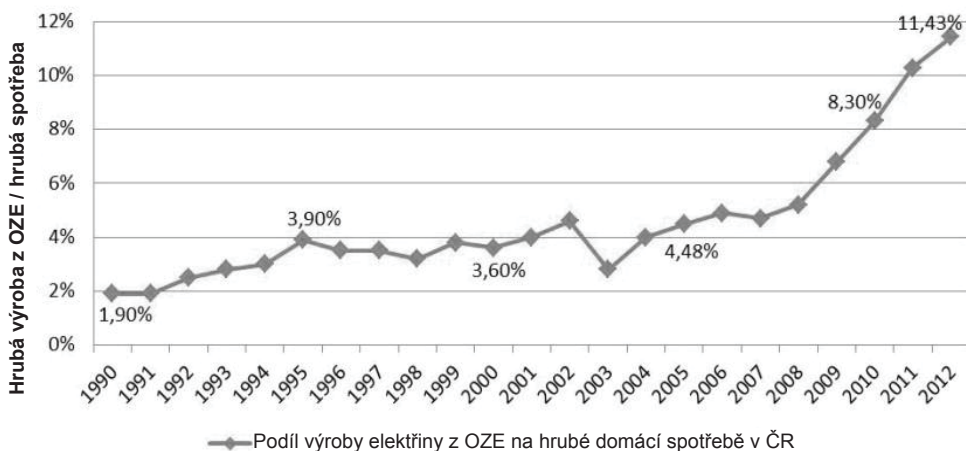
indikativní splnit a během let se obnovitelné zdroje staly významnou součástí energetického mixu (Sivek et al., 2012a).

Česká republika je šestým největším vývozcem elektřiny na světě, přičemž přes 80% elektřiny produkuje z konvenčních zdrojů (Sivek et al., 2012b). Navíc je jednou z mála zemí EU, která vyváží elektřinu a k tomu disponuje zásobami uhlí a uranu vhodných jako palivo do tepelných, respektive jaderných elektráren. Zásoby nerostných surovin, především hnědého uhlí, determinují český energetický mix a do velké míry znemožňují jeho výraznější proměnu (Kavina et al., 2009). Množství zásob je nadto omezené a jeho možné využití bude záviset na podobě územních limitů těžby.

Hlavním zdrojem obnovitelné energie v ČR byla tradičně především velká vodní díla, jejich celkový podíl byl ale vzhledem k podprůměrnému hydrologickému potenciálu nízký. V roce 1990 zaujímaly OZE pouze 1,9% z celkové výroby energie, v roce 2000 stoupla hodnota na 3,6% a do roku 2004 podíl vzrostl pouze na 4% (Eurostat, 2011). Do konce roku 2010 se i přes mnohé pesimistické odhady (např. McKinsey, 2008, s. 44; Pačes, 2008, s. 180) podařilo splnit indikativní cíl v podobě 8% podílu na hrubé spotřebě elektrické energie v ČR (celkový vývoj je zobrazen v následujícím grafu 1).

Graf 1

#### Podíl výroby elektřiny z OZE na hrubé domácí spotřebě v ČR



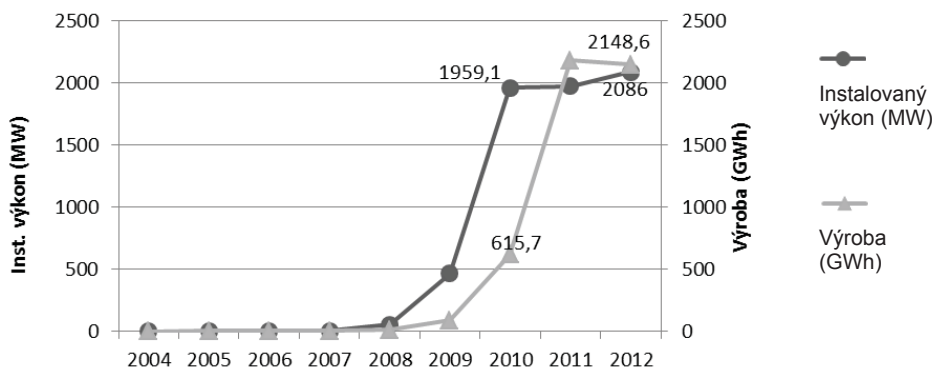
Zdroj: ERÚ (2013), Eurostat (2011)

V klimatických podmínkách ČR dopadá na metr čtvereční sluneční záření s energií 950–1100 kWh ročně (Pačes, 2008). Na celé území dopadá 80 000 TWh energie, což je přibližně 250 krát více, než činí roční spotřeba (Pačes, 2008). Realizovatelný (ekonomický) potenciál je ale znatelně nižší. Významnou měrou do něj vstoupila novela zákona o podpoře využívání OZE č. 402/2010 Sb., která mimo jiné zvýšila poplatky za odnětí půdy ze zemědělského fondu, aby zabránila záboru orné půdy fotovoltaickými systémy.

Využívání sluneční energie bylo v ČR až do konce 20. století sporadické. Hlavní rozvoj začal v roce 2000, kdy byl Státním fondem životního prostředí vyhlášen program Slunce do škol. Na počátku roku 2001 byly zařazeny komponenty solárních systémů do snížené 5% sazby daně z přidané hodnoty. V roce 2002 přibyla povinnost výkupu energie z malých zdrojů a v červnu stejného roku byla vyhlášena výkupní cena z fotovoltaických systémů na 6 Kč za kWh (Motlík, 2007, s. 138). Na základě zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů č. 180/2005 Sb. ERÚ ve svých cenových rozhodnutích razantně navýšil výkupní ceny na 13,2 Kč za kWh (Motlík, 2007). Prudký nárůst instalací započal v roce 2007 a od té doby je většina celkového výkonu připojena k síti, tento nárůst je patrný v grafu 2, který mapuje vývoj fotovoltaiky posledních let. V roce 2008 byl celkový instalovaný výkon 40 MW, v roce 2009 pak 465 MW a v roce 2010 přesáhl nově instalovaný výkon hodnotu jedné TW a celková hodnota dosáhla 1959,1 MW (ERÚ, 2013).

Graf 2

**Instalovaný výkon a výroba fotovoltaických elektráren v České republice v letech 2004–2012**



Zdroj: ERÚ (2013)

Zpráva skupiny ČEZ (Motlík, 2007) považovala i evropský cíl pro ČR ve výši instalovaných 541 MW do roku 2020 za velmi složitě splnitelný. Ovšem instalovaný výkon přesáhl tuto hodnotu již v roce 2010. Ani Evropská fotovoltaická asociace (EPIA, 2009) nepředpokládala tak vysokou úroveň růstu a odhadovala přibližně třetinový nárůst, než k jakému v letech 2009 a 2010 došlo.

Skokový rozvoj, který nastal v letech 2009 a 2010, byl umožněn nárůstem garantovaných výkupních cen stanovených cenovými rozhodnutími ERÚ číslo 8/2008 a 5/2009, spolu se silným kurzem koruny a propadem cen panelů. V Německu, Francii i Itálii došlo kvůli obavám z nepřiměřeně silného růstu k mimořádným snížením výkupních cen už během roku 2010 (Bechník, 2010). Čeští zákonodárci a úředníci ERÚ na tato fakta včas nereagovali a důsledkem byl překvapivě silný růst. Stanovením výkupních cen a zelených bonusů v letech 2005–2012 se zabýval audit společnosti BDO Audit s.r.o. (2012), který našel řadu pochybení zaměstnanců ERÚ. Řada autorů

vnímala samotný růst pozitivně a chápala jej jako ukázkou stabilní a funkční politiky podporující solární zdroje (Pietruszko, 2009). Během roku 2010 postupně vyvstal názor, že masivní rozvoj neposkytl dostatečnou dobu na rozvoj místního průmyslu a nemůže být udržitelný z důvodu velikosti země a může pouze vést k poškození fotovoltaického trhu v ČR (např., EPIA, 2010; EPIA 2011). Tyto obavy se v dnešním světle zdají zcela oprávněné. Nadměrná výše regulovaných cen vedla k excesivnímu rozvoji, který vedl k deformaci trhu s elektřinou (Smrčka, 2011).

Vyhláškou č. 178/2013 Sb. přibyla provozovatelům fotovoltaických elektráren povinnost zajistit recyklaci panelů uvedených na trh před 1. lednem 2013. Po tomto datu jsou recyklaci povinni zajistit výrobci nebo dovozci panelů.

### 3. Přehled související literatury k dalším obnovitelným zdrojům

Na Lisabonskou strategii navázala Strategie Evropa 2020, která dále apeluje mimo jiné na rozvoj obnovitelných zdrojů. I když se v tomto článku zaměříme pouze na dopady podpory fotovoltaické elektřiny v České republice, je vhodné nastínit i možné další externality podpory ostatních obnovitelných zdrojů. V této části jsou zmíněny články zabývající se fotovoltaikou, obnovitelnými zdroji obecně a biopalivy, které v rámci environmentální a energetické politiky EU přinesly podobně jako excesivní rozvoj solární energetiky mnohé komplikace.

Jak zmiňuje Borenstein (2012), většina tržních selhání v energetice je tvořena ekologickými externalitami, které je problematické správně internalizovat. Kvantifikovat všechny náklady způsobené podporou fotovoltaiky je velmi složité. I když v posledních desetiletích výrazně poklesla cena fotovoltaických komponent, hlavní rozvoj byl umožněn až výrazným poklesem cen komponent po roce 1998 (Barbose et al., 2012). Studie zabývající se náklady na fotovoltaické zdroje často opomíjejí časové rozlišení. Baker et al. (2013) zpracovali analýzu nákladů a výnosů solární elektřiny a rozlišili krátkodobé, střednědobé a dlouhodobé analýzy. V krátkém období bývá středem zájmu redukce emisí a úspora variabilních nákladů. Ve středním období vystupují náklady spojené s nutným posilováním sítě a balancováním výroby, které jsou těžko predikovatelné, na druhé straně se mohou pozitivně projevit výnosy z rozsahu na vyšší nákladů. V dlouhém období zase hrají roli environmentální cíle a rozvoj nových typů přenosových sítí.

V kontextu obnovitelných zdrojů je v poslední době vedle fotovoltaiky velmi kontroverzní také problematika biopaliv. Tekutá biopaliva sice mohou sloužit jako náhrada fosilních paliv a podpořit surovinovou nezávislost, na druhou stranu ale vyvstává otázka trvale udržitelného rozvoje v návaznosti na trh potravin. To je odlišný rys od fotovoltaiky, kde dochází sice k záboru půdy, ale nejedná se o takové zábor, které by byly brány jako významně ovlivňující produkci potravin jak v lokálním, tak ve světovém měřítku. Během let se trh s biopalivy stal mezinárodním se silným vlivem vůdčích producentů Brazílie, EU a USA (Rajčanievová et al., 2013). Ropné krize v 70. letech a následný růst zájmu o ekologii v 90. letech 19. století iniciovaly růst

zájmu o biopaliva jako náhradu tradičních fosilních paliv, světová potravinová krize v letech 2007/2008 ovšem možnosti biopaliv zpochybnila (Janda et al., 2012). Jak ukázali autoři Vácha et al. (2013), potravinová krize měla vliv na korelace cen biopaliv a dieselu v Německu.

Zatímco kritika fotovoltaiky je především zaměřená na její náklady a vliv na energetickou přenosovou soustavu, rostoucí využití biopaliv vyvolává obavy o růst cen potravin a udržení potravinové bezpečnosti v kontrastu s energetickou bezpečností. Zilberman et al. (2013) ukázali, že se ceny biopaliv pohybují společně s cenami potravin a ropy, avšak v zásadě nárůst jejich ceny neznámá růst cen potravin. Existuje nebezpečí, že nestabilita na energetických trzích může být přenesena na trhy s potravinami (Serra a Zilberman, 2013). Rajčaniová a Pokrivčák (2011) v dlouhém období našli kointegraci cen paliv a zemědělských produktů. Na druhou stranu ve svých studiích Bastianin et al. (2009; 2011; 2012; 2013a; 2013b; 2014) zkoumali determinanty cen ropy a vztahy mezi cenami etanolu a zemědělských produktů a nenašli přímou kauzalitu, která by indikovala přímou závislost cen etanolu a ropy, případně biopaliv a zemědělských produktů. Vliv fluktuací cen ropy na ceny etanolu zkoumali i Pokrivčák a Rajčaniová (2011), kteří také nenašli silný statistický vztah mezi cenami ropy a etanolu ve srovnání s korelacemi cen ropy a benzínu.

Podobně jako u biopaliv vstupuje do nákladů na fotovoltaiku více faktorů, které je potřeba zahrnout. Pokles cen panelů sice snížil variabilní náklady, avšak na druhé straně rozvoj instalací zvýšil další náklady nutné pro provoz sítí a začlenění zdrojů. V rámci našeho článku se zaměřujeme pouze na přímé náklady plynoucí z podpory. Většina nákladů na podporu je garantována a její výše do budoucna daná.

#### **4. Náklady na podporu fotovoltaiky a ostatních relevantních zdrojů energie**

Zákon č. 180/2005 Sb. zavedl pevný rámec pro podporu OZE. Jedním z úkolů bylo vytvořit systém zajišťující pevné a stabilní prostředí pro investory. Argumenty apelující na růst využití OZE však pouze zřídka zahrnují odhady nákladů, které se nutně musí projevit v cenách energií. Součástí koncových cen elektrické energie jsou i regulované náklady na OZE, kombinovanou výrobu elektřiny a tepla (KVET) a druhotné zdroje (DZ). Navíc výši těchto příspěvků stanoví ERÚ vždy na rok dopředu, a následně se každý rok nepřesný odhad napравuje tzv. korekčními faktory. Odchylna reality od plánu ERÚ z roku  $i$  se připočítává do cen v roce  $i+2$ .

Od roku 2011 vstupují do příspěvku na OZE, KVET a DZ také náklady na odchylku plynoucí z charakteru energie z OZE způsobené chybou predikce okamžité výroby. V neposlední řadě měla podpora fotovoltaiky v posledních letech výrazný vliv na obchodní bilanci, jelikož čeští výrobci nedokázali saturovat rostoucí poptávku po solárních panelech. Bilance zahraničního obchodu fotosenzitivních polovodičových zařízení byla v roce 2010 výrazně záporná a dosáhla výše 35,3 mld. Kč, viz Hrubý a Krška (2012).

## 4.1 Fotovoltaika

### 4.1.1 Data a předpoklady

Souhrnný instalovaný výkon českých solárních elektráren ke konci roku 2007 čítal 3 MW. V tomto instalovaném výkonu byly zahrnuty především menší rezidenční systémy. Náklady a výroba systémů nainstalovaných do konce roku 2007 byly ovšem nízké, především kvůli málo efektivním technologiím a z důvodu nižších znalostí při instalacích. Tyto systémy jsme vynechali v rámci dopočtu nákladů, a to nejen pro jejich minimální vliv, ale také proto, že se nám nepodařilo zajistit celkový soupis výroben a jejich výrob. Tyto hodnoty by však pouze zanedbatelně ovlivnily výsledná čísla.

Výroba fotovoltaických elektráren se liší v závislosti na místě instalace. V podnebném pásmu ČR je výrazně ovlivněna i sezónními výkyvy. Vzhledem k tomu, že jsou k dispozici detailní data o objemu instalací a pouze omezené hodnoty příslušných výrob, vycházeli jsme ve výpočtech z pevného parametru výroby na instalovaný výkon. Poměr vyrobené energie na instalovaný výkon jsme vypočetli přibližně podle uvažovaných hodnot v Národním akčním plánu pro energii z obnovitelných zdrojů (MPO, 2010). Stanovili jsme jej tak, že na každý MW instalovaného výkonu připadá 1 GWh vyrobené elektrické energie ročně. Výroba nových zdrojů v roce instalace byla uvažována vzhledem k postupnému zapojování zdrojů jako poloviční oproti plnému využití celého instalovaného výkonu. V rámci dalších propočtů byla vzata v úvahu vyhláška č. 364/2007 Sb., ve znění pozdějších předpisů, která zanesla předpokládaný roční pokles účinnosti panelů v hodnotě 0,8 %. Vyhláška primárně počítala sice pouze s panely založenými na technologii tenkovrstvého křemíku, ale protože jen mizivé procento instalací využívá jiné technologie než technologie krystalického křemíku,<sup>1</sup> byla výroba ročně snižována právě o tuto hodnotu.

U fotovoltaických zdrojů bylo při výpočtech do budoucna počítáno pouze s podporou výkupními cenami, tedy fixní platbou za MWh dodanou do sítě. Výrobci si sice mohou vybrat podporu ve formě zeleného bonusu, tedy fixní příplatek nad tržní cenu, za kterou dodávají do sítě. Ovšem vzhledem k riziku přetěžování sítě, které mohou sluneční a větrné elektrárny způsobit, se dá očekávat pokles cen energie ze solárních panelů. Výrobci se tak čím dál více přiklánějí k fixním výkupním cenám než k zeleným bonusům. Navíc obě formy podpory nastavuje ERÚ tak, aby se celkový výnos fotovoltaických elektráren přibližně rovnal, ať už si vybere kteroukoliv z nich.

Veškeré odhady jsou počítány k roku 2010. Hodnoty byly vypočteny za předpokladu inflace v roce 2008 na úrovni 6,4 %, v roce 2009 1,05 %. Pro rok 2011 byly náklady diskontovány inflací 1,9 %. Inflace byla spočtena z dat Českého statistického úřadu (ČSÚ, 2011), hodnoty pro rok 2011 byly spočteny jako aritmetický průměr osmi kvartálních predikcí České národní banky z roku 2010, výsledné číslo bylo zaokrouh-

<sup>1</sup> Tenkovrstvé technologie mají vyšší míru degradace v čase, jejich procento je ovšem nízké. Vzhledem k plánovanému rozvoji fotovoltaiky v České republice bude do roku 2020 jejich role významná pouze v rámci rezidenčních a ostrovních systémů, a proto do celkové podpory zasáhnou jen zanedbatelně.

leno na jedno desetinné číslo (ČNB, 2010a; ČNB, 2010b; ČNB, 2010c; ČNB, 2010d). Na další roky byla stanovena inflace parametricky ve výši 2,5 %.

Při výpočtu budoucích výkupních cen je zohledněna vyhláška č. 150/2007 Sb., která stanovuje indexaci výkupních cen a zelených bonusů ve výši 2–4 % v závislosti na výši indexu spotřebitelských výrobců. V rámci zjednodušení jsme hodnotu stanovili jako střední hodnotu 3 % po celou dobu podpory.

V případě výkupních cen je nákladem rozdíl výkupní ceny a silové elektřiny, který se v důsledku projeví konečnému spotřebiteli v regulované složce ceny elektřiny v rámci příspěvku na OZE, KVET a DZ. Ceny elektřiny pro roky 2008–2011 jsme převzali z odhadu ERÚ.<sup>2</sup> Regulátor predikuje ceny zvláště pro každého ze tří distributorů (ČEZ, E.On, PRE). V našem modelu jsme vycházeli z průměru těchto tří cen. Predikce cen elektřiny na roky 2012–2015 jsme převzali od akciové společnosti EGÚ Brno.<sup>3</sup> Tyto hodnoty byly publikovány ve zprávě operátora trhu (OTE, 2011). Mezi roky 2016 a 2020 jsme navázali na hodnoty EGÚ a vycházeli z lineárního nárůstu cen elektřiny.<sup>4</sup> Převzaté a odvozené hodnoty cen silové elektřiny z let 2012–2020 jsme ještě navýšili o ostatní náklady,<sup>5</sup> které bylo potřeba zahrnout. Tyto náklady jsme vyčíslili dle rozdílu mezi cenou odhadovanou ERÚ v roce 2011 a cenou odhadovanou EGÚ. Tato hodnota byla dále lineárně navýšena dle cen silové elektřiny. K přepočtu na hodnoty v eurech byl pro jednoduchost v grafu zvolen pevný směnný kurz CZK/EUR v hodnotě 25/1. Výsledné ceny jsou v následujícím grafu 3. Z důvodu omezeného rozsahu článku se zaměřujeme pouze na jednu variantu budoucích cen elektřiny. S použitím našeho modelu je samozřejmě možné uvažovat i jiné scénáře vývoje cen než zde prezentovaný konzervativní scénář založený na předpokladu výrazného růstu cen elektřiny.

V odhadech byly zohledněny instalace z let 2008–2010. Po roce 2010 jsme postupovali podle hodnot zveřejněných v Národním akčním plánu (MPO, 2010). Národní akční plán sice očekával nižší hodnoty v roce 2010, ale pak předpokládal pouze minimální růst v hodnotě 5 MW instalovaného výkonu ročně. Tento trend po roce 2013 byl převzat i do samotných odhadů.

---

2 ERÚ vychází při výpočtu cen silové elektřiny z produktů obchodovaných na Pražské energetické burze. Hlavní složku ceny tvoří forwardy na base load (okolo 90 %), dále forwardy na peak load (okolo 5 %) a poslední složkou je spotový trh (do 5 %).

3 Původně jsme počítali ceny z vážených průměrů produktů obchodovaných na energetické burze. Výsledné hodnoty by ovšem postrádaly další součásti ceny (viz poznámka č. 5), které se nám nepodařilo přesně dohledat.

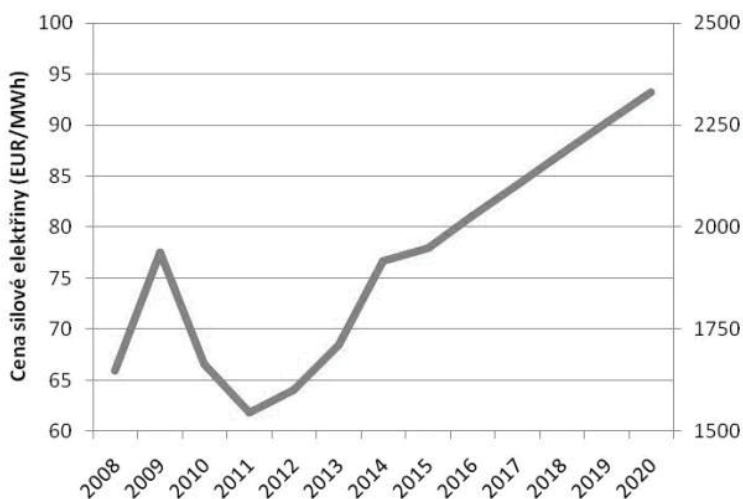
4 Uvědomujeme si omezenost lineárního odhadu cen elektřiny, avšak nenalezli jsme uspokojivé odhady vývoje. Předpokládáme nárůst cen povolenek a z toho důvodu i vyšší růst cen elektřiny než inflace.

5 Do silové ceny elektřiny vstupují náklady na obchodování, na provizi burze, vícenáklady na dynamické reziduum, které pokrývají náklady na rozdíly ročních a denních předpovědí, a náklady na odchylku.



Graf 3

## Předpokládaný vývoj nominálních cen silové elektřiny mezi lety 2008–2020



Zdroj: ERÚ, OTE (2011) a vlastní výpočty

Výkupní ceny pro roky 2008–2013 vycházejí z cenových rozhodnutí ERÚ. Pro roky 2009 a 2010 byly jako výchozí zvoleny ceny pro instalace s instalovaným výkonem nad 30 kWp, které mají hlavní vliv. Vliv menších instalací je zanedbatelný, a proto byl opomenut. V roce 2011 došlo k přidání kategorie mezi 30 a 100 kWp instalovaného výkonu. Pro zjednodušení a vzhledem k předpokládanému dokončení části větších instalací v roce 2011 jsme předpokládali výkupní cenu pro rok 2011 ve výši 5900 Kč za MWh, která byla stanovena cenovým rozhodnutím č. 2/2010 ERÚ, jako střední hodnotu pro instalace mezi 30 kWp a 100 kWp. Dne 31. 3. 2011 byla nabytím účinnosti zákona č. 330/2010 Sb. zrušena podpora pro instalace s výkonem nad 30 kWp. Pro rok 2012 jsme vycházeli z cenového rozhodnutí č. 7/2011 ERÚ, pro rok 2013 jsme zvolili průměr výkupních cen instalací do 5kWp a do 30kWp dané cenovým rozhodnutím č. 4/2012 ERÚ. Pro roky 2014–2020 jsme hodnoty roku 2013 postupně každý rok snížili o 8% vzhledem k předpokládanému rozvoji technologie, poklesu měrných nákladů a postupné konvergenci cen fotovoltaiky k tržním cenám (tuto hodnotu potvrzují i data z minulých let). Vzhledem k výsledným hodnotám nebudou výrobní instalované od roku 2017 podporovány, protože cena elektřiny převyšuje výkupní cenu. Náklady jsou rozděleny a spočteny podle let, ve kterých byly elektrárny instalovány. Toto členění bylo zvoleno z důvodu odlišných výkupních cen jednotlivých let, stáří panelů a z něho vyplývajícího poklesu výkonu a v neposlední řadě z důvodu přehlednosti.

Výsledné náklady obsažené v příspěvku na OZE, KVET a DZ ovlivní ještě korekční faktor způsobený nepřesnými odhady ERÚ. Zákon č. 402/2010 Sb. uvalil srážkovou daň na výrobu elektřiny mezi 1. lednem 2011 a 31. prosincem 2013 ve výrobních uvedených do provozu mezi 1. lednem 2009 a 31. prosincem 2010. Ke snížení dopadů byla také kodifikována srážková daň na emisní povolenky a poplatky za vyjmutí

z půdního fondu. Těmito přidruženými opatřeními by měl stát získat další prostředky odhadované na 6,5 miliardy Kč ročně (PČR, 2010). Hodnotu jsme od nákladů neodečetli, přestože zmíněná opatření sníží náklady obsažené v koncových cenách elektřiny, a to z toho důvodu, že tyto prostředky by jinak mohly být příjmem do státního rozpočtu a přímo s fotovoltaikou nijak nesouvisí. S těmito náklady bylo počítáno při odhadování budoucí výše příspěvku na OZE, KVET a DZ.

#### 4.1.2 Výpočtový model

Na základě výše zmíněných předpokladů je vytvořen výpočtový model, kde v první části je nákladový model pro roky 2008 a 2009 a v druhé části model pro roky následující. Formalizovaný model na výpočet nákladů na podporu fotovoltaických instalací v roce 2008 a 2009, které byly v těchto letech uvedeny do provozu, je založen na následujících vztazích (spočtené hodnoty jsou v prvních dvou řádcích přílohy č. 2):

$$C^{FVE1}(t) = \sum_{i=1}^t Y_i(t) \cdot (VP_i(t) - P(t)) \cdot \prod_1^t (1 + \pi_i) \quad (1)$$

$$Y_i(t) = \begin{cases} Y_i(t), & \text{pro } j = 1 \\ \tilde{Y}_i(t), & \text{pro } j > 1 \end{cases} \quad (2)$$

$$\tilde{Y}_i(t) = (X_i \cdot 1000) \left( (1 - \alpha)^{j-1} \right) \quad (3)$$

$$VP_i(t) = VPS_i(t) \quad (4)$$

$$j = |i - t| + 1 \quad (5)$$

$$KF(t+2) = C^{FVE1}(t) - E^{FVE}(t) \quad (6)$$

$C^{FVE1}(t)$  náklady na podporu fotovoltaického zdroje dle jednotlivých let (dle času  $t$ )

$E^{FVE}(t)$  očekávaná kumulativní výše podpory odhadovaná ERÚ

$i$  rok instalace,  $i = \{1, 2\}$ ; kde 2008 odpovídá  $i = 1$

$j$  počet let, po které je daný zdroj v provozu

$KF(t+2)$  korekční faktor v čase  $t+2$  z času  $t$  (způsobený nepřesnými predikcemi ERÚ)

$P(t)$  cena elektřiny v čase  $t$  (viz graf 3)

$t$  čas,  $t = \{1, 2\}$ ; kde roku 2008 odpovídá  $t = 1$

$VP_i(t)$  výkupní cena pro  $i$ -tý zdroj v čase  $t$

$VPS_i(t)$  výkupní cena stanovená pro  $i$ -tý zdroj cenovým rozhodnutím ERÚ na rok  $t$

$X_i$  instalovaný výkon  $i$ -tého zdroje (výroba stanovena parametricky na instalovanou MW)

$Y_i(t)$  výroba  $i$ -tého zdroje v čase  $t$  v MWh, kde pro  $j = 1$  je výroba odvozena z výkazů ERÚ

$\alpha$  koeficient ročního poklesu výroby o 0,8% (0,008)

$\pi_t$  míra inflace v čase  $t$ , pro rok 2008 6,4%, v roce 2009 1,05%

Hodnoty výkupních cen jsou uvedeny v příloze č. 3, jedná se o trojici výkupních cen pro roky 2008 a 2009.

Pro roky 2010–2020 je oproti výše zmíněnému modelu upraveno diskontování a zahrnuty úpravy výkupních cen v rámci výhledu. Model výpočtu nákladů všech instalací v letech 2010–2020 je ve tvaru (hodnoty jsou v příloze č. 1 a 2):

$$C^{FVE2}(t) = \sum_{i=-2}^t Y_i(t) \cdot (VP_i(t) - P(t)) \frac{1}{\prod_0^t (1 + \pi_t)} \quad (7)$$

$$Y_i(t) = \begin{cases} \frac{1}{2} \tilde{Y}_i(t), \text{ pro } j = 1 \\ \tilde{Y}_i(t), \text{ pro } j > 1 \end{cases} \quad (8)$$

$$\tilde{Y}_i(t) = (X_i \cdot 1000) \left( (1 - \alpha)^{j-1} \right) \quad (9)$$

$$VP_i(t) = \begin{cases} VPS_i(3) \cdot \beta^{j-1}, i = \{-2, \dots, 3\} \\ VPS_i(3) \cdot \beta^{j-1} \cdot \gamma^{i-1}, i = \{4, \dots, 10\} \end{cases} \quad (10)$$

$$j = |i - t| + 1 \quad (11)$$

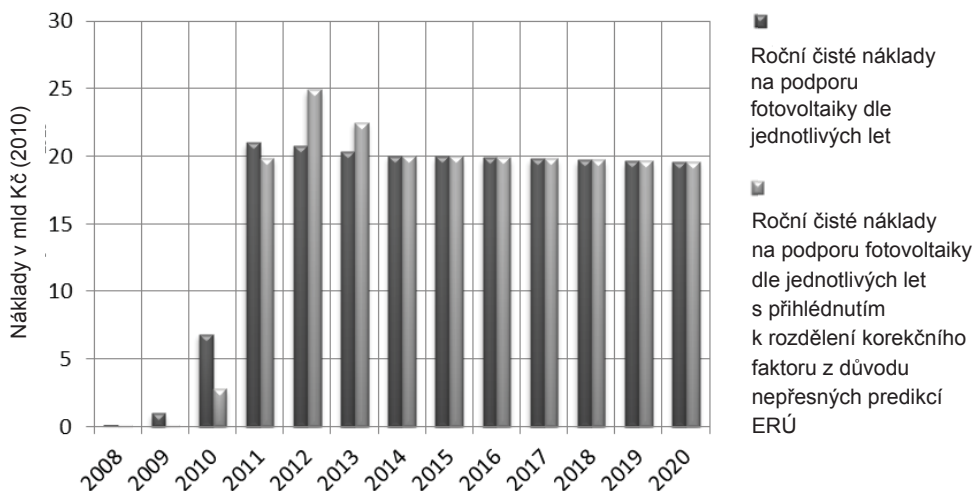
$$KF(t+2) = C^{FVE2}(t) - E^{FVE}(t) \quad (12)$$

$C^{FVE2}(t)$	náklady na podporu fotovoltaického zdroje dle jednotlivých let (dle času $t$ )
$E^{FVE}(t)$	očekávaná kumulativní výše podpory odhadovaná ERÚ
$i$	rok instalace, $i = \{2, \dots, 10\}$ ; kde roku 2008 odpovídá $i = -2$
$j$	počet let, po které je daný zdroj v provozu
$KF(t+2)$	korekční faktor v čase $t+2$ z času $t$ (způsobený nepřesnými predikcemi ERÚ)
$P(t)$	cena elektřiny v čase $t$ (viz graf 3)
$t$	čas, $t = \{0, \dots, 10\}$ ; kde roku 2010 odpovídá $t = 0$
$VP_i(t)$	výkupní cena pro $i$ -tý zdroj v čase $t$
$VPS_i(t)$	výkupní cena stanovená pro $i$ -tý zdroj cen. rozhodnutím ERÚ na rok $t$
$X_i$	instalovaný výkon $i$ -tého zdroje (výroba stanovena parametricky na instalovanou MW)
$Y_i(t)$	výroba $i$ -tého zdroje v čase $t$ v MWh; pro $j = 1$ a $i = 0$ výroba odvozena z výkazů ERÚ
$\alpha$	koeficient ročního poklesu výroby o 0,8% (0,008)
$\beta$	koeficient 3% indexu průmyslových výrobců (1,03)
$\gamma$	koeficient ročního snížení výkupní ceny o 8% (0,92)
$\pi_t$	míra inflace v čase $t$ (vzhledem k diskontování k roku 2010 je $\pi_t = 0$ , pro $t = 0$ )

Hodnoty příslušných výkupních cen jsou uvedeny v přílohách č. 3. a 4. Výkupní ceny do roku 2013 včetně vychází z cenových rozhodnutí ERÚ, ostatní výkupní ceny jsou spočteny na základě výše zmíněných předpokladů. Výsledný model nákladů na českou fotovoltaiku, vycházející z rovnic 1–12, je přehledně zachycen v grafu 4.

Graf 4

**Roční náklady na přímou podporu FVE (plynoucí z rozvoje v letech 2008–2020), které nezohledňují implementaci srážkové daně**



Zdroj: vlastní výpočty

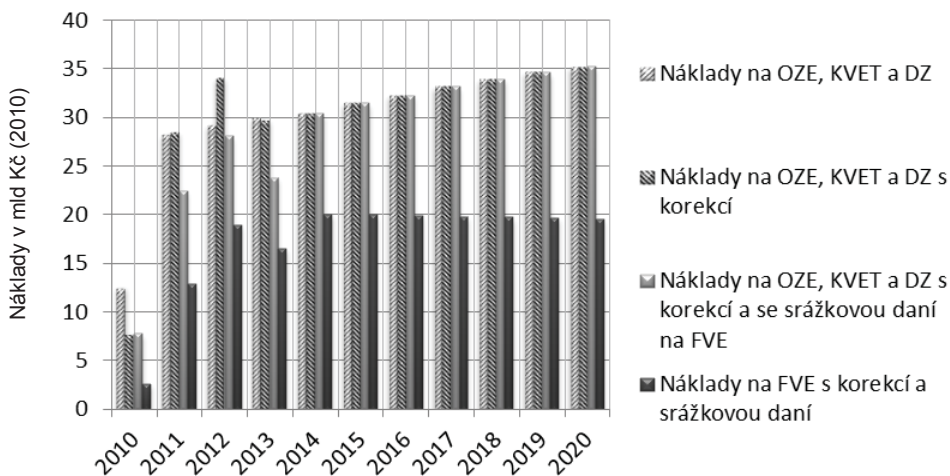
Se započtením srážkové daně dojde k úpravě modelu pro výpočet nákladů pro roky 2010–2020, kde dojde ke změně podpory v letech 2011–2013 u zdrojů instalovaných v letech 2009 a 2010. Vliv srážkové daně je graficky znázorněn v grafu 5. Tedy formálně pro  $t = \{1, 2, 3\}$  a zároveň  $i = \{-1, 0\}$  bude mít rovnice (7) tvar:

$$C^{FVE2, daně}(t) = (1 - \varepsilon) \cdot \left( \sum_{i=-2}^t Y_i(t) \cdot (VP_i(t) - P(t)) \frac{1}{\prod_0^t (1 + \pi_i)} \right) \quad (13)$$

$\varepsilon$  koeficient 26% srážkové daně, tedy  $\varepsilon = 0,26$

Gráf 5

**Roční náklady na podporu fotovoltaiky s dopadem 26% srážkové daně na výkup (plynoucí z rozvoje v letech 2008–2020)**



Zdroj: vlastní výpočty

#### 4.2 Celkové náklady na přímou podporu fotovoltaiky i dalších relevantních zdrojů

Metodicky stejným postupem, jakým jsme odhadli v předchozí sekci náklady na podporu fotovoltaiky, jsme vypočítali i náklady na další relevantní energetické zdroje. Detailní popis výpočtu těchto nákladů a použitých předpokladů obsahuje Working Paper Hrubý a Krška (2012), oproti němu byly ale upraveny hodnoty zpoplatněné spotřeby energie včetně hodnot pro roky 2013–2020, což se odrazilo i ve výši příspěvku na OZE, KVET a DZ. Vzhledem ke stagnaci spotřeby v posledních třech letech jsme hodnoty nenavyšovali a nesledovali odhady obsažené v Národním akčním plánu (MPO, 2010).

Do celkových nákladů byla zahrnuta i podpora spalování důlního plynu z uzavřených dolů, která sice mezi OZE nepatří, ale je součástí příspěvků na bioplyn a je obsažena v příspěvku na OZE, KVET a DZ. Celkové kumulované náklady za období mezi roky 2013 a 2020 dosáhnou 331,3 miliardy korun v cenách roku 2010. Díky srážkové dani se podařilo celkovou sumu ještě o 18 miliard snížit na konečných 313,3 miliardy. Roční náklady se pak v roce 2020 vyšplhají na 35,3 miliardy. Výrazný vliv na příspěvek bude mít podpora fotovoltaiky, která bude v roce 2020 ve výši 19,6 miliard.

Celkové náklady jsou rovny součtu nákladů na jednotlivé zdroje (hodnoty jsou v příloze č. 5). Graficky jsou hodnoty zobrazeny v grafu 6. Formálně jsou náklady definovány:

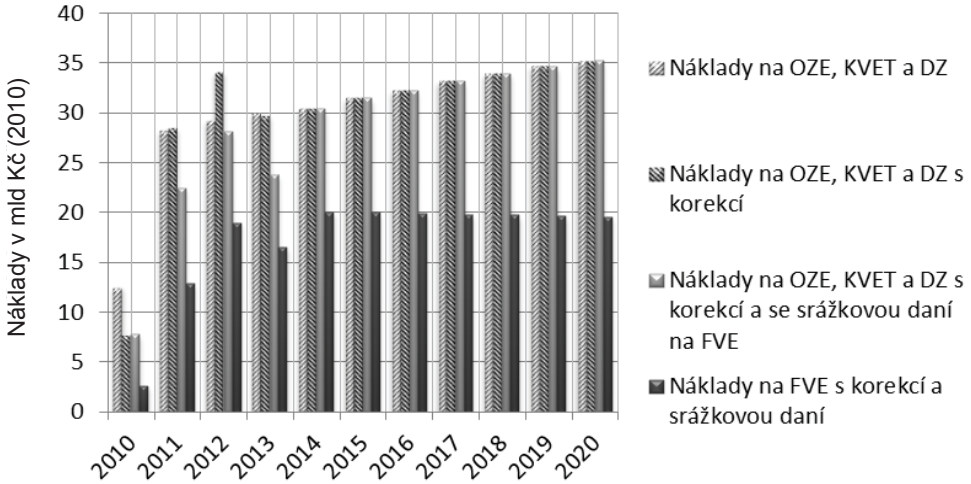
$$CC(t) = \sum_A C^A(t) \quad (14)$$

$C^A(t)$  náklady na jednotlivé zdroje v čase  $t$

$CC(t)$  celkové náklady na OZE, KVET a DZ v čase  $t$

Graf 6

**Celkové náklady na podporu OZE, KVET a DZ a náklady na FVE bez nákladů na odchylku z OZE**



Zdroj: vlastní výpočty

Od roku 2011 jsou součástí regulovaných nákladů v ceně elektřiny i náklady na odchylku z výroby OZE, která je způsobena nepřesností predikce okamžité výroby z OZE. Tyto náklady jsou převážně způsobeny větrnými a solárními elektrárnami a do roku 2010 byly součástí ceny na krytí ztrát v distribučních soustavách. Rokem 2011 počínaje jsou součástí příspěvku na OZE, KVET a DZ. Na rok 2011 předpokládal ERÚ náklady přibližně na 1 miliardu korun. Vzhledem k tomu, že jsme nenalezli uspokojivé predikce vývoje nákladů na odchylku, zvyšovali jsme je v budoucnu přímo úměrně nárůstu objemu výroby z OZE (názorně viz graf 7). Celkově náklady na odchylku v cenách roku 2010 dosáhnou 13 miliard korun.

$$CO^{OZE}(t) = \frac{CO^{OZE}(1)}{GS(1)} GS(t) \quad (15)$$

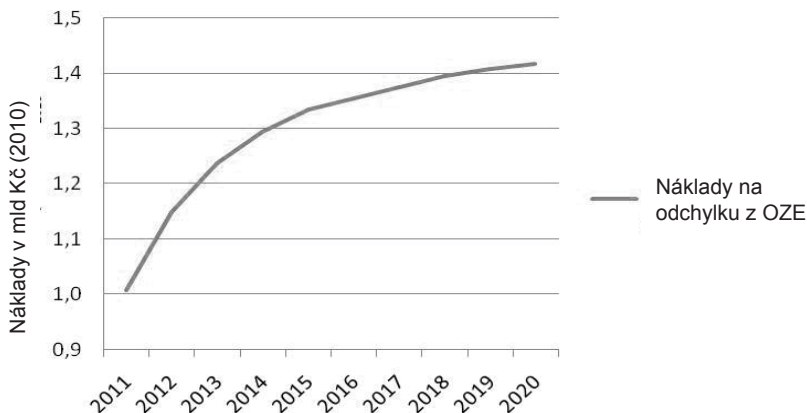
$CO^{OZE}(t)$  náklady na odchylku v čase  $t$ ; na rok 2011 byly náklady převzaty z odhadů ERÚ

$GS(t)$  očekávaná hrubá spotřeba elektřiny z OZE v čase  $t$ , normalizované hodnoty u vodní a větrné energie; pro roky 2013-2020 zachovány hodnoty roku 2012

$t$  čas,  $t = \{1, \dots, 10\}$ , kde roku 2011 odpovídá  $t = 1$

Graf 7

**Vývoj nákladů na odchylku plynoucí z OZE**



Zdroj: vlastní výpočty

K celkovým nákladům na OZE, KVET a DZ je nutné přičíst i náklady na odchylku:

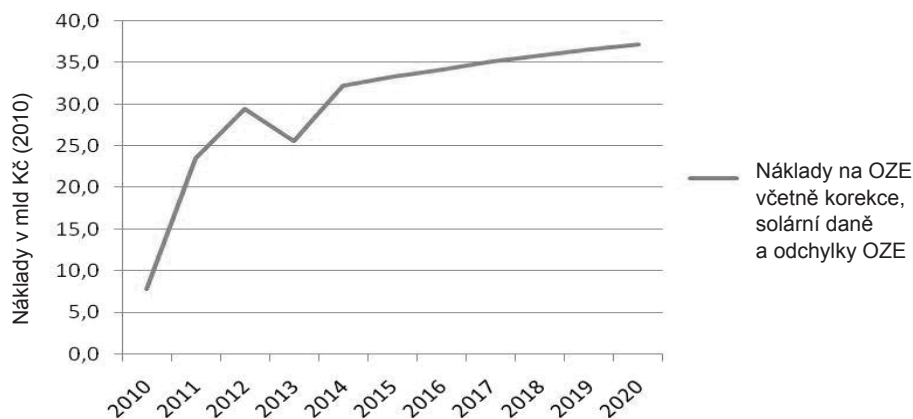
$$CCC(t) = CC(t) + CO^{OZE}(t) \quad (16)$$

$CCC(t)$  celkové náklady na OZE, KVET a DZ v čase  $t$  včetně nákladů na odchylku

Vývoj celkových nákladů na OZE, KVET a DZ je znázorněn v následujícím grafu 8. Tyto náklady jsou také určující pro výpočet budoucí výše příspěvku na OZE, KVET a DZ.

Graf 8

**Celkové náklady na příspěvek na OZE, KVET a DZ včetně nákladů na odchylku z OZE, korekčních faktorů a daně na elektřinu z fotovoltaických zdrojů**



Zdroj: vlastní výpočty

Výše zmíněné náklady se promítnou v rámci příspěvku do regulované ceny energie. Aby vláda zabránila skokovému zdražení v roce 2011, rozhodla se pomocí daně na solární energii a rozpočtových prostředků tyto náklady snížit. Těmito opatřeními vláda ČR plánovala získat celkem 6,5 miliardy korun (s příspěvím poklesu nákladů díky solární dani) a ufinancovat pokles příspěvku z plánovaných 578 na 370 korun na MWh. V letech 2012 a 2013 byl příspěvek snížen na 420, resp. 538 korun na MWh. Částečná úhrada nákladů je po roce 2013 značně nejistá. Dá se předpokládat, že tyto náklady budou i nadále financovány z výnosu z prodeje emisních povolenek. Proto jsme modelovali jednak situaci, kdy stát bude po roce 2013 stabilně spolufinancovat náklady na OZE, KVET a DZ a situaci, kdy státní spoluúčast v roce 2013 skončí a dále budou veškeré náklady hradit pouze samotní spotřebitelé. Příspěvek na OZE je pro roky 2013–2020 spočten jako podíl celkových nákladů a zpoplatněné spotřeby. Vývoj příspěvku na OZE, KVET a DZ, který je přehledně zachycen v grafu 9, je definován následujícím modelem:

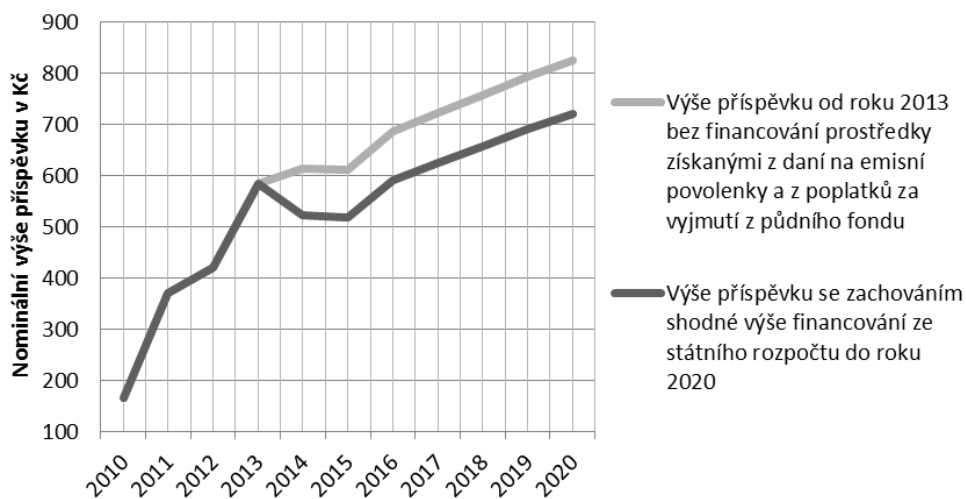
$$\Delta^{OZE}(t) = \begin{cases} \frac{CCC(t) - G^1(t)}{GS(t)}, & t = \{3, \dots, 10\} \\ \frac{CCC(t) - G^2(t)}{GS(t)}, & t = \{3, \dots, 10\} \end{cases} \quad (17)$$

- $\Delta^{OZE}(t)$  výše příspěvku na OZE, KVET a DZ v čase  $t$   
 $CCC(t)$  celkové náklady na OZE, KVET a DZ v čase  $t$  včetně nákladů na odchylku  
 $G^1(t)$  rozpočtové prostředky na úhradu části nákladů, v letech 2013–2020  $G^1(t) = 6,5$  mld. Kč  
 $G^2(t)$  situace, kdy státní spoluúčast v roce 2013 skončí, tedy  $G^2(t) = 0$   
 $GS(t)$  očekávaná hrubá spotřeba elektřiny z OZE v čase  $t$ , normalizované hodnoty u vodní a větrné energie; pro roky 2013–2020 zachovány hodnoty roku 2012  
 $t$  čas,  $t = \{0, \dots, 10\}$ , kde roku 2010 odpovídá  $t = 0$



Graf 9

Předpokládaná výše příspěvku na OZE, KVET a DZ v letech 2010–2020 na MWh elektřiny



Zdroj: vlastní výpočty

Nárůst příspěvku na OZE, KVET a DZ přímo ilustruje, jakým způsobem se podpora obnovitelných zdrojů projeví v koncových cenách elektřiny. Pokud stát, podobně jako v sousedním Německu, omezí výši příspěvku pro průmyslové odběratele, aby ochránil jejich konkurenceschopnost, příspěvek pro maloobdoběratele ještě vzroste.

## 5. Závěr

Téma fotovoltaické energie bylo v ČR v posledních letech hojně probíráno. Hlavním bodem sporů se staly náklady na podporu obsažené v cenách elektřiny pro koncové zákazníky. Spory se dostaly spíše do ideologické roviny mezi obhájce a odpůrce OZE. Protistrany pak argumentovaly čísly a výši příspěvku na OZE, kritici vyhrožovali vysokým zdražením a obhájci tato čísla zpochybňovali. Prezentované souhrnné hodnoty ale zpravidla postrádaly jasně dokumentovaný a výpočtově kvantifikovaný model zaměřený na detailní výpočet nákladů.

Náš článek je první makroekonomickou studií, která kvantifikuje přímé náklady na podporu fotovoltaiky v kontextu s podporou dalších obnovitelných zdrojů. Na rozdíl od ostatních studií se zaměříme na sektor podporovaných obnovitelných zdrojů jako celek. Parametry našeho modelu vychází z legislativy, technických parametrů, dostupných dat o instalovaných zdrojích a z dat obsažených v rámci Národního akčního plánu pro energii z OZE (MPO, 2010). V případě změn jednotlivých parametrů lze model upravit. Z hlediska výše podpory je nutné si uvědomit, že podpora jako taková bude zachována a s výjimkou zdanění, které je z hlediska retroaktivity diskutabilní,

jsou možnosti snížení budoucích nákladů, které budou muset hradit spotřebitelé, omezené. Jak již bylo zmíněno, hlavní výhodou modelu je jeho komplexnost, která zohledňuje technické parametry i legislativu a jeho možnost přizpůsobení případným změnám. Ostatní práce se zaměřovaly pouze na vybrané obnovitelné zdroje, případně jejich podskupiny. Náš článek zohledňuje i provozně-technické aspekty jednotlivých kategorií.

V tomto článku jsme modelově kvantifikovali náklady plynoucí z podpory fotovoltaiky a doplnily data všech obnovitelných zdrojů energie, kogenerace a druhotných zdrojů do roku 2020. Z celkové výše příspěvku na OZE, KVET a DZ budou při sledování cíle Národního akčního plánu pro energii z OZE (MPO, 2010) náklady na fotovoltaiku až do roku 2020 zaujímat více jak polovinu nákladů a tento fakt nezmění ani daň na zelené bonusy a výkupní ceny. Celkové náklady na přímou podporu fotovoltaiky mezi lety 2010–2020 dosáhnou se započtením daně na výkupní ceny a zelené bonusy výše 190 miliard Kč v cenách roku 2010. Kumulované náklady na příspěvek na OZE, KVET a DZ pak výše 326 miliard korun v cenách roku 2010. Regulovaný příspěvek na OZE, KVET a DZ vzrostl ze 166 Kč/MWh v roce 2010 na 583 Kč/MWh v roce 2013, v případě, že vláda bude dále náklady sanovat ze státního rozpočtu, dosáhne v roce 2020 720 Kč/MWh, pokud s úhradou stát přestane, zastaví se v roce 2020 příspěvek na úrovni 824 Kč/MWh. Nárůst příspěvku se tak velmi výrazně projeví v koncových cenách elektřiny.

Rozvoj jednotlivých OZE, včetně fotovoltaiky, bude v budoucnu záviset na legislativě a postojích orgánů státní správy, místních samospráv, nevládních organizací a občanských iniciativ. Hypotetický technický potenciál obnovitelných zdrojů výrazně převyšuje spotřebu energie v ČR. Ekonomický a realizovatelný potenciál je ale o mnoho řádů nižší. Situace na trhu s elektřinou se během posledních let výrazně proměnila a časté legislativní změny nepřinášá investorům potřebnou jistotu a činí trh OZE do budoucna jen těžko predikovatelným.

Vývoj na poli OZE bude výrazně ovlivněn dalšími novelami zákona o OZE, podobou Státní energetické koncepce a rozhodnutím o územních limitech těžby. Tyto tři legislativní prvky výrazně ovlivní rozvoj v budoucnu a vytvoří směr, jakým se bude podpora a rozvoj OZE ubírat, a determinují možné splnění indikativních cílů. Tato opatření ale nezmění a nesníží náklady na již instalované fotovoltaické zdroje, které budou minimálně v příštích deseti letech zaujímat hlavní podíl celkových nákladů na podporu české fotovoltaiky.

## Literatura

- BAKER, E.; FOWLIE, M.; LEMOINE, D.; REYNOLDS, S. S. 2013. The Economics of Solar Electricity. *Annual Review of Resource Economics*. 2013, Vol. 5, No. 1, pp. 387–426.
- BARBOSE, G.; DARGOUTH, N.; WISER, R. 2012. Tracking the Sun V: An Historical Summary of the Installed Price of Photovoltaics in the United States from 1998 to 2011. [Technical Report], Lawrence Berkeley National Laboratory, 2012.

- BASTIANIN, A. 2009. Modelling Asymmetric Dependence Using Copula Functions: An application to Value-at-Risk in the Energy Sector. [Working Papers, No. 24] Fondazione Eni Enrico Mattei, 2009.
- BASTIANIN, A.; MANERA, M.; MARKANDYA, A.; SCARPA, E. 2011. Oil Price Forecast Evaluation with Flexible Loss Functions. [Working Papers, No. 91] Fondazione Eni Enrico Mattei, 2011.
- BASTIANIN, A.; MANERA, M.; NICOLINI, M.; VIGNATI, I. 2012. Speculation, Returns, Volume and Volatility in Commodities Futures Markets. *Review of Environment, Energy and Economics - Re3*, Fondazione Eni Enrico Mattei, 2012.
- BASTIANIN, A.; GALEOTTI, M.; MANERA, M. 2013a. Food versus Fuel: Causality and Predictability in Distribution. [Working Paper 241] University of Milano-Bicocca, Department of Economics, March 2013.
- BASTIANIN, A.; GALEOTTI, M.; MANERA, M. 2013b. Biofuels and food prices: Searching for the causal link. [Working Paper 239] University of Milano-Bicocca, Department of Economics, March 2013.
- BASTIANIN, A.; GALEOTTI, M.; MANERA, M. 2014. Causality and Predictability in Distribution: The Ethanol-Food Price Relation Revisited. *Energy Economics*. forthcoming in 2014.
- BECHNÍK, B. 2010. Fotovoltaika ode zdi ke zdi [online]. Dostupné na <http://energie.tzb-info.cz/fotovoltaika/6815-fotovoltaika-ode-zdi-ke-zdi>.
- BDO Audit s.r.o. 2012. Audit procesu nastavení výkupních cen fotovoltaické energie [online]. Dostupné na [http://www.eru.cz/user\\_data/files/Aplikace\\_106/faq3/auditBDO\\_FVE.pdf](http://www.eru.cz/user_data/files/Aplikace_106/faq3/auditBDO_FVE.pdf).
- BORENSTEIN, S. 2012. The Private and Public Economics of Renewable Electricity Generation. *Journal of Economic Perspectives*. American Economic Association. 2012, Vol. 26, No. 1, pp. 67–92.
- ČNB. 2010a. Prognóza ČNB z února 2010 [online]. Dostupné na [http://www.cnb.cz/cs/menova\\_politika/prognoza/predchozi\\_prognozy/prognoza\\_1002.html](http://www.cnb.cz/cs/menova_politika/prognoza/predchozi_prognozy/prognoza_1002.html).
- ČNB. 2010b. Prognóza ČNB z května 2010 [online]. Dostupné na [http://www.cnb.cz/cs/menova\\_politika/prognoza/predchozi\\_prognozy/prognoza\\_1005.html#inface](http://www.cnb.cz/cs/menova_politika/prognoza/predchozi_prognozy/prognoza_1005.html#inface).
- ČNB. 2010c. Prognóza ČNB ze srpna 2010 [online]. Dostupné na [http://www.cnb.cz/cs/menova\\_politika/prognoza/predchozi\\_prognozy/prognoza\\_1008.html](http://www.cnb.cz/cs/menova_politika/prognoza/predchozi_prognozy/prognoza_1008.html).
- ČNB. 2010d. Prognóza ČNB z listopadu 2010 [online]. Dostupné na [http://www.cnb.cz/cs/menova\\_politika/prognoza/predchozi\\_prognozy/prognoza\\_1011.html](http://www.cnb.cz/cs/menova_politika/prognoza/predchozi_prognozy/prognoza_1011.html).
- ČSÚ. 2011. Míra inflace [online]. Dostupné na [http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/mira\\_inflace](http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/mira_inflace).
- DUSONCHET, L.; TELARETTI, E. 2010a. Economic analysis of different supporting policies for the production of electrical energy by solar photovoltaics in eastern European Union countries. *Energy Policy*. 2010, Vol. 38, No. 8, pp. 4011–4020.
- DUSONCHET, L.; TELARETTI, E. 2010b. Economic analysis of different supporting policies for the production of electrical energy by solar photovoltaics in western European Union countries. *Energy Policy*. 2010, Vol. 38, No. 7, pp. 3297–3308.
- EPIA. 2009. Global Market Outlook For Photovoltaics Until 2013. Brussels, EPIA, 2009.
- EPIA. 2010. Global Market Outlook For Photovoltaics Until 2014. Brussels, EPIA, 2010.
- EPIA. 2011. Solar Generation 6: Solar Photovoltaic Electricity Empowering the World. Brussels, EPIA, 2011.
- ERÚ. 2013. Roční zpráva o provozu ES ČR 2012. Praha: Oddělení statistik ERÚ, 2013.
- EUROSTAT [online]. 2011. Dostupné na [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/main\\_tables#](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/main_tables#).
- HRUBÝ, Z.; KRŠKA, Š. 2012. Ekonomické dopady podpory výroby energie z fotovoltaických článků v České republice. *IES Working Papers*. 2012, no. 31.
- CHRZ, Š.; JANDA, K.; KRIŠTOUFEK, L. 2014. Modelování provázanosti trhů potravin, biopaliv a fosilních paliv. *Politická ekonomie*. 2014, Vol. 62, No. 1, pp. 117–140.

- JANDA, K.; KRIŠTOUFEK, L.; ZILBERMAN, D. 2012. Biofuels: Policies and impacts. *Agricultural Economics - Czech*. 2012, Vol. 58, No. 8, pp. 367–371.
- KAVINA, P.; JIRÁSEK, J.; SIVEK, M. 2009. Some issues related to the energy sources in the Czech Republic. *Energy Policy*. 2009, Vol. 37, No. 6, pp. 2139–2142.
- MCKINSEY & COMPANY. 2008. *Náklady a potenciál snižování emisí skleníkových plynů v České republice*. Praha: McKinsey & Company, 2008.
- MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. 2004. Státní energetická koncepce České republiky (schválená usnesením vlády České republiky č. 211 ze dne 10. března 2004). Praha: MPO, 2004.
- MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. 2010. Národní akční plán pro energii z obnovitelných zdrojů [online]. Dostupné na <http://download.mpo.cz/get/42577/47632/568798/priloha001.pdf>.
- MOTLÍK, J.; ŠAMÁNEK, L.; ŠTEKL, J.; PAŘÍZEK, T.; BEBÁR, L.; LISÝ, M.; PAVLAS, M.; BAŘINKA, R.; KLIMEK, P.; KNÁPEK, J.; VAŠÍČEK, J. 2007. *Obnovitelné zdroje energie a možnost jejich uplatnění v České republice*. Praha: ČEZ, 2007.
- OTE, a.s. 2011. *Zpráva o očekávané rovnováze mezi nabídkou a poptávkou elektřiny a plynu*. Praha: OTE, a.s., 2011.
- PAČES, V.; BUBENÍK, J.; DLOUHÝ, V.; HRDLIČKA, F.; KUBÍN, M.; MOOS, P.; OTČENÁŠEK, P.; SEQUENS, E.; VLK, V. 2008. Zpráva Nezávislé odborné komise pro posouzení energetických potřeb České republiky v dlouhodobém časovém horizontu: Verze k oponentuře [online]. Dostupné na <http://www.vlada.cz/assets/media-centrum/aktualne/Pracovni-verze-k-oponenture.pdf>.
- PČR. 2010. Poslanecká sněmovna 2010, 7. schůze [online]. Dostupné na <http://www.psp.cz/eknih/2010ps/stenprot/007schuz/s007069.htm>.
- PIETRUZSKO, S. M.; BLAZEJEWSKA, K.; MALINOVSKA, D.; VITANOV, P.; STYLIANIDES, A.; KLIMEK, P.; MELLIKOV, E.; PALFY, M.; SHIPKOV, P.; KROTKUS, A.; MIFSUD, P.; TEODERANU, D.; VODERADSKA, Z.; NEMAC, F. 2009. Development of photovoltaics in the Central and Eastern European States. In: *Photovoltaic Specialists Conference (PVSC)*, 2009 34th IEEE, 7-12 July 2009, Philadelphia, pp. 219–222.
- POKRIVČÁK, J.; RAJČANIOVÁ, M. 2011. Crude oil price variability and its impact on ethanol prices. *Agricultural Economics – Czech*. 2011, Vol. 57, No. 8, pp. 394–403.
- PRŮŠA, J.; KLIMEŠOVÁ, A.; JANDA, K. 2013. Consumer loss in Czech photovoltaic power plants in 2010–2011. *Energy Policy*. 2013, Vol. 63, pp. 747–755.
- RAJČANIOVÁ, M.; POKRIVČÁK, J. 2011. The impact of biofuel policies on food prices in the European Union. *Journal of Economics (Ekonomicky časopis)*. 2011, Vol. 59, No. 5, pp. 459–471.
- RAJČANIOVÁ, M.; DRÁBIK, D.; CIAIAN, P. 2013. How policies affect international biofuel price linkages. *Energy Policy*. 2013, Vol. 59, pp. 857–865.
- REČKA, L.; ŠČASNÝ, M. 2013. Analýza dopadů regulace v českém elektroenergetickém systému – aplikace dynamického lineárního modelu Message. *Politická ekonomie*. 2013, Vol. 61, No. 2.
- RYVOLOVOVÁ, I.; ZEMPLINEROVÁ, A. 2010. Ekonomie obnovitelných zdrojů energie - příklad větrné energie v České republice. *Politická ekonomie*. 2010, Vol. 58, No. 6, pp. 814–825.
- SERRA, T.; ZILBERMAN, D. 2013. Biofuel-related price transmission literature: A review. *Energy Economics*. 2013, Vol. 37, pp. 141–151.
- SIVEK, M.; KAVINA, P.; MALEČKOVÁ, V.; JIRÁSEK, J. 2012a. Czech Republic and indicative targets of the European Union for electricity generation from renewable sources. *Energy Policy*. 2012, Vol. 44, pp. 469–475.
- SIVEK, M.; KAVINA, P.; MALEČKOVÁ, V.; JIRÁSEK, J. 2012b. Factors influencing the selection of the past and future strategies for electricity generation in the Czech Republic. *Energy Policy*. 2012, Vol. 48, pp. 650–656.

- SMRČKA, L. 2011. Photovoltaics in the Czech Republic-example of a distorted market. In: 6th IASME/WSEAS International Conference on Energy and Environment, pp. 378–383.
- ŠŮRI, M.; HULD, T. A.; DUNLOP, E. D.; OSSENBRINK, H. A. 2007. Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries. *Solar Energy*. 2007, Vol. 81, No. 10., pp. 1295–1305.
- TIMILSINA, G. R.; KURDGELASHVILI, L.; NARBEL, P. A. 2011. A Review of Solar Energy: Markets, Economics and Policies. [The World Bank Policy Research Working Papers, No. 5845]. 2011.
- VÁCHA, L.; JANDA, K.; KRIŠTOUFEK, L. 2013. Time-frequency dynamics of biofuel-fuel-food system. *Energy Economics*. 2013, Vol. 40, pp. 233–241.
- ZILBERMAN, D.; HOCHMAN, G.; RAJAGOPAL, D.; SEXTON, S.; TIMILSINA, G. 2013. The impact of biofuels on commodity food prices: Assessment of findings. *American Journal of Agricultural Economics*. 2013, Vol. 95, No. 2, pp. 275–281.

### **Legislativní normy**

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/77/ES ze dne 27. září 2001 o podpoře elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů energie na vnitřním trhu s elektřinou.
- Vyhláška č. 150/2007 Sb. ze dne 19. června 2007 o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen.
- Vyhláška č. 364/2007 Sb. ze dne 18. prosince 2007, kterou se mění vyhláška č. 475/2005 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů.
- Vyhláška č. 178/2013 Sb. ze dne 24. června 2013, kterou se mění vyhláška č. 352/2005 Sb., o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a o bližších podmínkách financování a nakládání s nimi (vyhláška o nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady), ve znění pozdějších předpisů.
- 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).
- Zákon č. 330/2010 Sb. ze dne 3. listopadu 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.
- Zákon 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.

### **Cenová rozhodnutí**

- Cenové rozhodnutí ERÚ č. 7/2007 ze dne 20. listopadu 2007
- Cenové rozhodnutí ERÚ č. 8/2008 ze dne 18. listopadu 2008
- Cenové rozhodnutí ERÚ č. 4/2009 ze dne 3. listopadu 2009
- Cenové rozhodnutí ERÚ č. 5/2009 ze dne 23. listopadu 2009
- Cenové rozhodnutí ERÚ č. 2/2010 ze dne 8. listopadu 2010
- Cenové rozhodnutí ERÚ č. 7/2011 ze dne 23. listopadu 2011
- Cenové rozhodnutí ERÚ č. 4/2012 ze dne 26. listopadu 2012

## Přílohy

Tabulka 1

**Roční čisté náklady na podporu FVE instalovaných mezi lety 2011–2020 v milionech Kč (2010) v jednotlivých letech a podle roku instalace**

Roky instalací/ roky	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Celkem
2011	15,60										15,60
2012	30,64	10,91									41,55
2013	29,72	21,18	2,33								53,24
2014	28,62	20,42	3,95	1,31							54,30
2015	28,70	20,48	4,05	2,73	0,77						56,73
2016	28,48	20,32	3,95	2,63	1,44	0,18					56,99
2017	28,30	20,19	3,87	2,56	1,37	0,29	0				56,59
2018	28,14	20,08	3,81	2,50	1,31	0,24	0	0			56,08
2019	27,99	19,98	3,76	2,45	1,27	0,20	0	0	0		55,65
2020	27,86	19,88	3,72	2,42	1,24	0,16	0	0	0	0	55,28
<b>Celkem</b>	<b>274,04</b>	<b>173,45</b>	<b>29,45</b>	<b>16,61</b>	<b>7,39</b>	<b>1,07</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>502,00</b>

Zdroj: vlastní výpočty

Tabulka 2

**Roční čisté náklady na podporu FVE instalovaných do konce roku 2010 v milionech Kč (2010) v jednotlivých letech a podle roku instalace**

Roky instalací/ roky	2008	2009	2010	Celkem
2008	133,76			133,76
2009	736,81	263,88		1 000,69
2010	757,32	4 485,72	1 612,38	6 855,43
2011	761,68	4 516,07	15 741,62	21 019,37
2012	750,75	4 450,56	15 508,81	20 710,12
2013	736,72	4 365,20	15 202,72	20 304,64
2014	726,00	4 297,50	14 950,86	19 974,36
2015	725,13	4 293,08	14 938,24	19 956,45
2016	721,72	4 272,34	14 863,93	19 858,00
2017	718,71	4 254,14	14 799,16	19 772,00
2018	715,84	4 236,83	14 737,79	19 690,46
2019	713,10	4 220,37	14 679,62	19 613,09
2020	710,48	4 204,72	14 624,46	19 539,66
<b>Celkem</b>	<b>8 908,04</b>	<b>47 860,41</b>	<b>151 659,58</b>	<b>208 428,03</b>

Zdroj: vlastní výpočty

Tabulka 3

**Výše výkupních cen na podporu FVE na MWh v letech 2008–2020 (pro instalace mezi lety 2008–2010)**

Výkupní cena/roky	Výkupní cena 2008	Výkupní cena 2009 (nad 30kWp)	Výkupní cena 2010 (nad 30kWp)
2008	13460		
2009	13730	12790	
2010	14010	13050	12150
2011	14300	13320	12400
2012	14590	13590	12650
2013	14882	13862	12903
2014	15328	14278	13290
2015	15788	14706	13689
2016	16262	15147	14099
2017	16750	15602	14522
2018	17252	16070	14958
2019	17770	16552	15407
2020	18303	17049	15869

Zdroj: 2008–2012 ERÚ, zbytek vlastní výpočty

Tabulka 4

**Výše výkupních cen na podporu FVE na MWh v letech 2011–2020 (pro instalace mezi lety 2011–2020)<sup>6</sup>**

Výkupní cena dle roku instalace/roky	Výkup. cena 2011 (30-100 kWp)	Výkup. cena 2012 (<30 kWp)	Výkup. cena 2013 (<30 kWp)	Výkup. cena 2014 (<30 kWp)	Výkup. cena 2015 (<30 kWp)	Výkup. cena 2016 (<30 kWp)	Výkup. cena 2017 (<30 kWp)	Výkup. cena 2018 (<30 kWp)	Výkup. cena 2019 (<30 kWp)	Výkup. cena 2020 (<30 kWp)
2011	5900									
2012	6020	6160								
2013	6141	6284	2710							
2014	6325	6473	2791	2493						
2015	6515	6667	2875	2568	2294					
2016	6710	6867	2961	2645	2363	2110				
2017	6912	7073	3050	2724	2433	2174	1941			
2018	7119	7285	3142	2806	2506	2239	2000	1786		
2019	7333	7503	3236	2890	2582	2306	2060	1840	1643	
2020	7553	7729	3333	2977	2659	2375	2121	1895	1693	1512

Zdroj: 2011–2013 ERÚ, zbytek vlastní výpočty

6 Pro rok instalace 2013 zvolena výkupní cena jako aritmetický průměr dvou výkupních cen do 30kWp.

Tabulka 5

**Souhrnné roční čisté náklady na podporu v letech 2010–2020 v milionech Kč (2010)**

Kategorie/ roky	OZE, KVET, DZ	OZE, KVET, DZ s korekcí	Pouze FVE	Pouze FVE s korekcí	FVE s korekcí a daněmi	OZE s korekcí a daní na FVE	Náklady na odchylku	Náklady na OZE, KVET, DZ s korekcí, daní a odchylkou
2010	12 596,50	7 763,88	6 855,43	2 648,18	2 648,18	7 763,88	0,00	7 763,88
2011	28 285,84	28 493,51	21 034,97	18 879,30	12 875,16	22 489,37	1 006,99	23 496,36
2012	29 233,38	34 066,00	20 751,67	24 958,92	18 973,76	28 080,83	1 148,24	29 229,08
2013	29 976,22	29 768,54	20 357,88	22 513,54	16 547,30	23 802,30	1 236,27	25 038,57
2014	30 407,22	30 407,22	20 028,66	20 028,66	20 028,66	30 407,22	1 294,94	31 702,16
2015	31 501,50	31 501,50	20 013,18	20 013,18	20 013,18	31 501,50	1 334,25	32 835,75
2016	32 298,17	32 298,17	19 914,98	19 914,98	19 914,98	32 298,17	1 354,44	33 652,61
2017	33 165,86	33 165,86	19 828,59	19 828,59	19 828,59	33 165,86	1 374,20	34 540,06
2018	33 946,48	33 946,48	19 746,54	19 746,54	19 746,54	33 946,48	1 394,75	35 341,23
2019	34 659,40	34 659,40	19 668,74	19 668,74	19 668,74	34 659,40	1 408,31	36 067,71
2020	35 218,75	35 218,75	19 594,94	19 594,94	19 594,94	35 218,75	1 416,83	36 635,58
Celkem	331 289,31	331 289,31	207 795,58	207 795,58	189 840,04	313 333,76	12 969,22	326 302,98

Zdroj: Hrubý, Krška (2012), vlastní výpočty

## CZECH PHOTOVOLTAIC ENERGY: MODEL ESTIMATION OF THE COSTS OF ITS SUPPORT

**Karel Janda**, Institute of Economic Studies, Faculty of Social Sciences, Charles University in Prague, Opletalova 26, CZ – 110 00, Prague; Faculty of Finance and Accounting, University of Economics, Prague, nám. W. Churchilla 4, CZ – 130 67, Prague 3 (karel-janda@seznam.cz);  
**Štěpán Krška, Jan Průša**, Institute of Economic Studies, Faculty of Social Sciences, Charles University in Prague, Opletalova 26, CZ – 110 00, Prague (stepan.kraska@gmail.com; jan.prusa@ies-prague.org).

### Abstract

The article is focused on the total historical and future costs of supporting photovoltaic electricity generation in the Czech Republic. The model estimation of these costs is accompanied by methodologically unified comparison with cost of the support of other renewable energy resources. We find that as long as the goals of Czech National Action Plan for Renewable Energy will be implemented, the costs on photovoltaics support will account for more than one half of all costs on renewable energy, combined production of electricity and heat and other secondary resources. The article also provides brief overview of the photovoltaic market in the Czech Republic with its past, present and possible future developments.

### Keywords

photovoltaics, renewable energy sources, energy policy, feed-in tariffs

### JEL Classification

Q28, Q42, Q47