

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta elektrotechnická

Czech Technical University in Prague

Faculty of Electrical Engineering

doc. Ing. Jaroslav Knápek, CSc.

Ekonomika obnovitelných zdrojů energie

Economics of Renewable Energy

Summary

The gradual trend towards low carbon energy systems has started in developed countries in the last two decades. Renewable energy sources (RES) will play an increasing role in this process. The rapid development of RES utilization for power generation, heat production and production of solid and liquid biofuels causes a number of issues to be solved. Among others, issues of economic effectiveness of RES utilization including choice of optimum mix of RES promoting policies and choice of optimum RES portfolio belong to it.

Principles of economic effectiveness evaluation of RES projects are described in the first part of the lecture. The main focus is aimed at methodology of minimum price of production, which serves as the basic both for investors' economic decision making and the definition of economic instruments of RES promoting policies. The methodology of minimum price is based on earning the adequate rate of return from the capital employed which can be defined using weighted cost of capital.

Second part of the lecture deals with RES integration into power market and related impacts on conventional power plant economic effectiveness in the context of power market liberalization.

The final part of the lecture presents the general approach for evaluation of economic effectiveness of various RES types and RES technologies based on the concept of minimum price of production. This approach enables also comparison of economic effectiveness of RES support with the support of energy savings projects.

Souhrn

V posledních dvou dekadách se ve vyspělých zemích světa postupně projevuje tendence přechodu k nízkouhlíkové energetice. Obnovitelné zdroje energie (OZE) při této změně budou hrát stále větší roli. Rychlý růst užití OZE pro výrobu elektřiny, tepla, tuhých a kapalných biopaliv vyvolává potřebu řešit řadu nových otázek a problémů. Mezi ně patří především otázky ekonomické efektivity užití OZE, včetně volby optimálního mixu nástrojů podpor užití OZE a volby optimálního portfolia užitých OZE.

První část přednášky se zabývá základními principy hodnocení ekonomické efektivity projektů na bázi užití OZE. V této části přednášky je především popsán koncept minimální ceny jednotky produkce, který je základem jak pro ekonomické rozhodování investorů, tak i pro formulaci ekonomických nástrojů politiky podpor OZE. Koncept minimální ceny je založen na dosažení přiměřeného výnosu na vložený kapitál, přičemž tento přiměřený výnos lze definovat pomocí vážené ceny kapitálu.

V druhé části přednášky je popsán vliv začleňování elektřiny vyrobené na bázi OZE do trhu s elektřinou v kontextu liberalizace trhů s elektřinou v zemích EU a související dopady na ekonomickou efektivnost konvenčních elektráren.

V závěrečné části přednášky je prezentován obecný postup pro hodnocení ekonomické efektivity podpor užití různých druhů a technologií OZE, který vychází z principu minimální ceny jednotky produkce. Tento postup umožňuje i porovnání ekonomické efektivity podpor OZE vůči investicím do projektů zaměřených na úspory energie.

Klíčová slova: obnovitelné zdroje energie, schémata podpor, ekonomická efektivnost, minimální cena, výnos na kapitál

Key words: renewable energy sources, support schemes, economic effectiveness, minimum price, return on capital

Obsah

1	Úvod	6
2	Obnovitelné zdroje energie jako komplexní kategorie	10
3	Ekonomické aspekty rozvoje užití obnovitelných zdrojů energie.....	11
3.1	Ekonomická efektivnost projektů – hlediska hodnocení	11
3.2	Ekonomická efektivnost projektů z pohledu investorů.....	12
3.3	Minimální cena versus tržní cena	13
3.4	Výnos na vložený kapitál	17
3.5	Vliv začleňování výroby elektřiny na bázi OZE do trhu s elektřinou	21
3.6	Efektivnost podpor užití OZE	24
4	Závěr	27
5	Literatura	29
	doc. Ing. Jaroslav Knápek, CSc.....	32

1 Úvod

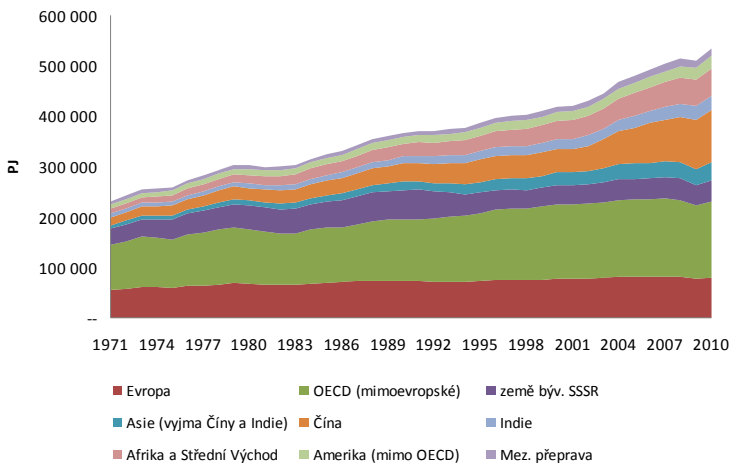
Za obnovitelné zdroje energie (OZE) jsou standardně označovány ty zdroje, které mají schopnost se obnovovat v „krátkém“ časovém měřítku a jsou přímo či nepřímo odvozeny od slunečního záření (např. energie větru, vody, chemicky vázaná energie v biomase, sluneční energie využívaná solárními či fotovoltaickými panely), či dalších přírodních procesů (geotermální energie, přílivová energie) [1]¹.

Historie využívání obnovitelných zdrojů energie se kryje s historií lidské civilizace. Masivní rozvoj užívání neobnovitelných zdrojů energie (fosilních paliv) začíná s počátkem industriální revoluce koncem 18. století, kdy se začíná ve velkém měřítku využívat uhlí jako zdroj energie. S industriálním rozvojem v 19. a zejména 20. století se role obnovitelných zdrojů energie postupně snižuje, až marginalizuje. Výjimkou v období 20. století byly především vodní elektrárny využívající příhodných podmínek vodních toků.

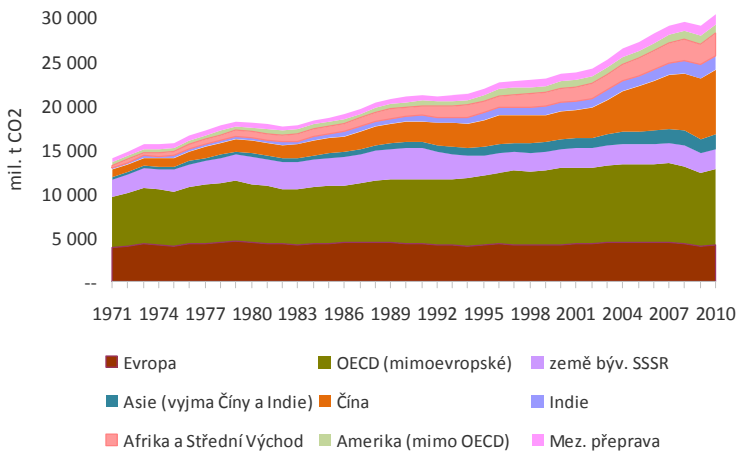
Obnovitelné zdroje energie se opět dostávají do popředí zájmu koncem 20. století, a to zejména po tzv. „ropných šocích“ v letech 1973 a 1979² a zejména pak v 90. letech 20. století. Rostoucí globální spotřeba primárních energetických zdrojů (PEZ) - viz. Obr. 1 - a s tím spojené emise skleníkových plynů a zejména CO₂ (viz Obr. 2) vedou ve vyspělých zemích k formulaci opatření (politik) ke snížení rizika klimatických změn spojených s emisemi skleníkových plynů. OZE (jako z principu nefosilní zdroje nepřispívající k emisím skleníkových plynů) jsou považovány za jeden z nástrojů pro snižování emisí skleníkových plynů a pro celkové snižování ekologických dopadů sektoru energetiky na životní prostředí.

¹ V různých dokumentech se lze setkat s obdobnými definicemi obnovitelných zdrojů energie. Např. český zákon o životním prostředí (§ 7 odst. 2 zákona č.17/1992 Sb.) uvádí, že za OZE se považují ty zdroje, které „mají schopnost se při postupném spotřebovávání částečně či plně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka“.

² Skokové zvýšení cen ropy a snahy omezit závislost na dovozu ropy ze zemí Středního východu vedly k rozvoji výzkumu alternativních technologií umožňujících flexibilnější a ekologicky šetrnější využití fosilních paliv (koncepte IES – integrovaných energetických systémů rozpracovávaná zejména Mezinárodním ústavem pro aplikované systémové výzkumy – IIASA [2]). Současně se rozvíjí první vlna instalace větrných elektráren, příkladem mohou být velké větrné parky Tehachapi Pass a Altamont Pass v Kalifornii.



Obrázek 1 – Vývoj celosvětové spotřeby primárních energetických zdrojů v PJ [3]



Obrázek 2 – Vývoj globálních emisí CO₂ v milionech tun CO₂ [3]

Evropská unie (EU) se postupně stává lídrem v oblasti zavádění OZE. Prvním systematickým krokem je tzv. Bílá kniha o obnovitelných zdrojích

energie z roku 1997 [4], kdy si EU vytyčuje cíl do roku 2010 pokrývat 12% spotřeby energie z OZE (v případě elektřiny pak 22,1%). Dalším krokem EU v oblasti rozvoje užití OZE bylo přijetí Směrnice 2001/77/ES, která pro jednotlivé země určovala indikativní cíle k roku 2010 pro podíl elektřiny vyrobené z OZE a vytvářela podmínky pro vstup elektřiny z OZE na trh s elektřinou.

Další posun v politice EU v této oblasti přichází v roce 2009, kdy je přijat tzv. „klimaticko – energetický balíček“. Jeho součástí je i Směrnice 2009/28/ES určující základní závazné cíle v oblasti dalšího rozvoje užití OZE k roku 2020. Pro EU jako celek je stanoven cíl 20 % pokrytí konečné spotřeby energie z OZE s tím, že pro každý členský stát je stanoven diferencovaný cíl. Pro Českou republiku byl určen cíl nejméně 13 % pokrytí (hrubé) konečné spotřeby energie na bázi obnovitelných zdrojů energie. Národní akční plán České republiky pro energii z OZE předpokládá v cílovém roce podíl obnovitelných zdrojů energie ve výši 14 %.

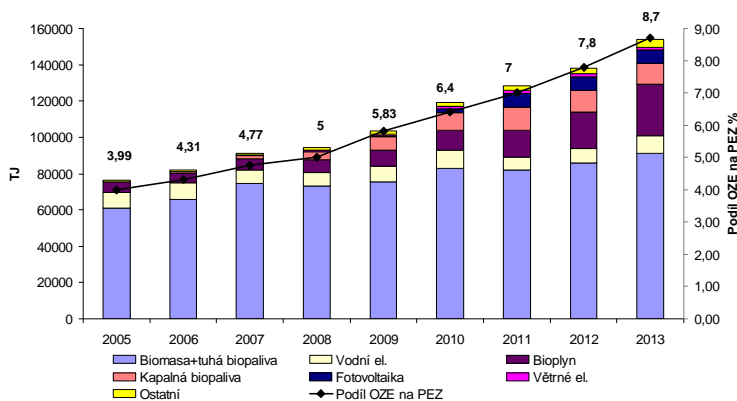
Evropská unie v roce 2014 zahájila proces stanovení cílů klimaticko energetické politiky k roku 2030. Na podzim 2014 Rada EU schválila návrh cílů k roku 2030 v podobě dalšího růstu užití OZE, a to až na hodnotu 27 % (cílová hodnota za celou EU). Dalšími cíly jsou pokles emisí CO₂ o 40 % a růst energetické efektivity o nejméně 27 %.

Jednoznačnou tendencí v politice EU je postupný přechod k nízkouhlíkové energetice, kde OZE budou hrát stále větší roli. Úsilí o zvyšování užití OZE je zaměřené na tři základní oblasti: výrobu elektřiny, výroby tepla a chladu, biopaliva pro dopravu.

Mezi lety 2004 a 2012 vzrostl příspěvek OZE k celkové bilanci PEZ spotřebovaných zeměmi EU (EU28) o cca 81 % z 4093 PJ na 7422 PJ. OZE tak pokrývaly v roce 2012 zhruba 10,3 % celkové spotřeby PEZ v EU (a tvořily 22,3 % celkové produkce PEZ na území EU). Biomasa je zdaleka nejvýznamnějším druhem OZE podílejícím se více jak 65 % na celkovém příspěvku obnovitelných zdrojů energie k PEZ (dále následují vodní energie – 16 %, větrná energie – 11 % a sluneční energie – 5 %). Obdobně rychlým tempem roste v EU i výroba elektřiny na bázi OZE – mezi lety 2004 a 2013 se celková (hrubá) výroba elektřiny z OZE zdvojnásobila (z cca 400 TWh na cca 830 TWh). OZE se tak v současnosti podílí více jak 22 % na hrubé výrobě elektřiny v EU [7].

Obdobně jako v EU, tak i v České republice rychle roste využití OZE. Příspěvek OZE k pokrytí celkové spotřeby PEZ se mezi lety 2005-2013 více jak zdvojnásobil – viz Obr. 3. Biomasa je i v České republice rozhodujícím druhem OZE – podíl tuhé biomasy na celkovém příspěvku obnovitelných zdrojů k PEZ byl v roce 2013 59 %, dalšími významnými

kategoriemi jsou bioplyn (cca 18,5%), kapalná biopaliva (7,4%) a vodní energie (6,4%) [9].



Obrázek 3 – Vývoj příspěvku OZE k primárním energetickým zdrojům v ČR [9]

Ještě rychleji roste v ČR výroba elektřiny na bázi OZE – mezi lety 2004 a 2013 výroba elektřiny vzrostla cca 3,4 krát a v roce 2013 dosáhla 9,24 TWh. Elektřina vyrobená z OZE se tak podílela 13,17% na celkové hrubé spotřebě elektřiny v České republice.

Rychlý růst užití OZE v zemích EU (stejně jako v ČR) vyvolává potřebu řešit řadu nových otázek a problémů. Mezi ně patří zejména otázky ekonomické efektivity užití OZE včetně volby optimálního mixu přímých a nepřímých nástrojů politiky podpor užití OZE, řešení problematiky začleňování elektráren na bázi OZE do elektrizačních soustav, a v neposlední řadě také řešení problematiky OZE v kontextu dalších politik a priorit EU a ČR. Důležitost těchto otázek lze např. dokumentovat na problému kruhových toků elektřiny ohrožujících stabilitu elektrizační soustavy ČR [11] a majících především původ ve výrobě elektřiny z OZE závislé na povětrnostních podmínkách (především jde o elektřinu z větrných elektráren na severu Německa). Dalším aktuálním problémem jsou mj. i vícenáklady vznikající při výrobě elektřiny z OZE v České republice (obdobně je tomu ale i v ostatních zemích EU). V roce 2013 tyto vícenáklady v ČR dosáhly cca 38 mld. Kč, což jednak zatížilo spotřebitele elektřiny (jak domácnosti, tak i podnikatelské subjekty) poplatkem 0,58 Kč/kWh (bez DPH) a jednak vyvolalo požadavek na dodatečné podpory ze státního rozpočtu ve výši cca 10 mld. Kč.

2 Obnovitelné zdroje energie jako komplexní kategorie

Obnovitelné zdroje energie nejsou jen substitutem konvenčních energetických zdrojů – fosilních a jaderných paliv. Rozvoj jejich užití má celou řadu dalších aspektů a souvislostí, mezi kterými lze uvést zejména:

- OZE jsou domácími zdroji umožňujícími snižovat závislost na importu primárních energetických zdrojů (např. v roce 2012 dosáhnul podíl importovaných PEZ z oblastí mimo teritorium EU 53,4% na celkové spotřebě PEZ [12]),
- OZE obecně snižují dopady sektoru energetiky na životní prostředí, a to především snížením produkce pevných, kapalných a plyných škodlivin,
- cílené pěstování biomasy pro energetické účely na zemědělské půdě přispívá k diverzifikaci činností farmářů a zemědělských podniků, což zvyšuje stabilitu jejich činností a umožňuje vytváření nových pracovních míst ve venkovských oblastech; cílené pěstování biomasy současně pomáhá řešit otázky nadprodukce zemědělských plodin (např. jen v ČR je ve střednědobém výhledu potenciálně možné využít až 0,8 - 1,0 mil. ha zemědělské půdy pro energetickou biomasu při zajištění potravinových potřeb státu [13]),
- OZE snižují čerpání neobnovitelných zdrojů energie (soulad s koncepcí udržitelného rozvoje a mezigenerační solidarity),
- OZE jsou v současnosti velmi často neschopné konkurovat vůči konvenčním energetickým zdrojům a jejich rozvoj je třeba podporovat mixem přímých a nepřímých nástrojů vyvolávajících tlaky jak na zvyšování cen energií, tak i na financování z veřejných rozpočtů (sociální aspekty, hledisko konkurenceschopnosti na globalizujících se trzích),
- výroba elektřiny na bázi OZE (zejména v případě větrných a fotovoltaických elektráren) ovlivňuje nabídkovou křivku po elektřině (tzv. „merit order effect“); to vede k poklesu cen silové elektřiny a k zastavení investic do obnovy konvenčních elektráren,
- rychle rostoucí užití OZE pro výrobu elektřiny současně vyvolává nové nároky a požadavky na strukturu a provozování elektrizačních soustav (záložní výkony, akumulární technologie, podpůrné služby pro zajištění chodu soustavy, investice do nových přenosových kapacit, koncept Smart Grids apod.).

Rozvoj obnovitelných zdrojů energie klade stále vyšší nároky na hledání efektivních řešení, a to především z hledisek dlouhodobého zajišťování spolehlivých dodávek jednotlivých forem energií a ekonomické efektivity.

3 Ekonomické aspekty rozvoje užití obnovitelných zdrojů energie

3.1 Ekonomická efektivnost projektů – hlediska hodnocení

K hodnocení ekonomické efektivnosti projektů lze přistupovat z různých hledisek, a to dle typu (charakteru) subjektu, který rozhoduje o realizaci investice nebo o účasti na jejím financování či podpoře z veřejných zdrojů. Bez ohledu na typ subjektu (a hledisko hodnocení) se však vždy respektují všechny nároky a důsledky projektů vyplývajících z jejich realizace.

Hlediska hodnocení (ekonomické) efektivnosti projektů lze rozdělit do tří základních skupin:

- **Hledisko investora** (zpravidla soukromého podnikatelského subjektu), který ekonomickou efektivnost projektů vyhodnocuje z pohledu výnosu na vlastní vložený kapitál (equity). V některých případech, a projekty na využití OZE jsou toho častým příkladem, se můžeme setkat i s investorem, který není podnikatelským subjektem (typicky se může jednat o obce) a který při svém rozhodování bude zvažovat i jiné aspekty investice (jako např. stabilita cen dodávaného tepla pro konečné zákazníky apod.). I v tomto případě však bude hrát ekonomická efektivnost projektů významnou roli.
- **Hledisko celkového investovaného kapitálu.** Tento způsob hodnocení volí zejména subjekty poskytující cizí (zápůjční) kapitál na financování projektů – např. banky. Tyto subjekty primárně zajímá, jak velké ekonomické efekty zůstávají na straně projektu po zaplacení daní a dalších povinných odvodů a zda projekt generuje dostatek finančních prostředků na splacení závazků vůči poskytovatelům cizího kapitálu. Při hodnocení ekonomické efektivnosti projektů z hlediska celkového investovaného kapitálu se tak neřeší rozdělení efektů mezi investora investujícího vlastní prostředky (equity) a poskytovatele cizího kapitálu (debt).
- **Systémové hledisko.** Jde zpravidla o hodnocení efektivnosti projektů na nejvyšší rozhodovací úrovni, jako je formulace strategických koncepcí (např. státní energetické politiky), kde se respektují celkové

nároky a efekty projektů bez rozdělování efektů na část pro stát (daně), poskytovatele cizího kapitálu (úrok) a výnos pro investora. Systémové hledisko hodnocení efektivnosti projektů často do nároků a efektů projektů zahrnuje nejen tzv. „interní náklady a výnosy“ (náklady přímo hrazené investorem), ale i tzv. „externí náklady či výnosy“, což jsou dopady či přínosy na subjekty, které se přímo se neúčastní transakcí v souvislosti s daným projektem [15, 16, 17].

Při hodnocení ekonomické efektivnosti projektů do využití OZE se potkávají především hlediska hodnocení efektivnosti projektů z pohledu investora a ze systémového hlediska. Projekty na využití OZE mají řadu efektů, které nejsou součástí interních nákladů a výnosů a tedy nejsou respektovány v hodnocení ekonomické efektivnosti projektů ze strany soukromých investorů. Pokud je zájem na těchto efektech ze systémového hlediska (např. z hlediska státu a cílů jeho politik), je třeba řešit rozpor mezi hodnocením ekonomické efektivnosti projektů na využití OZE z pohledu soukromých investorů a ze systémového hlediska.

3.2 Ekonomická efektivnost projektů z pohledu investorů

Podnikatelské subjekty v souladu s ekonomickou teorií [14] zvažují svoje investice do využití OZE (stejně tak jako do jiných typů projektů) dle kritéria čisté současné hodnoty všech příjmů a výdajů vyvolaných realizací projektu (NPV). Tyto subjekty akceptují rozhodnutí do investování, pokud investice (projektu) přispívá ke zvýšení hodnoty firmy (resp. je vyšší nebo rovná výnosu alternativních možností investování). Základním kritériem pro akceptování projektu jako investiční příležitosti je dosažení nezáporné čisté současné hodnoty projektu (NPV):

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_h} CF_t \cdot (1 + r_n)^{-t} \geq 0 \quad (1)$$

kde:

CF_t	...	hotovostní tok v t-tém roce hodnoceného období [Kč]
T_h	...	doba hodnocení (doba, za kterou se nároky a efekty projektů počítají) [roky]
r_n	...	nominální diskont [-]
t	...	t-tý rok hodnoceného období [-]

Čistá současná hodnota projektů se počítá pomocí ekonomických modelů zachycujících všechny nároky a účinky projektů včetně nákladů ušlé příležitosti („opportunity cost“). Čistá současná hodnota projektu se počítá z odhadu hotovostních toků (cash flow – CF) vyvolaných jeho

realizací. Pro simulaci budoucích hotovostních toků souvisejících s realizací projektu se používají ekonomické modely zachycující všechny procesy projektu a odrážející podmínky podnikání v daném místě a čase (daně, ceny materiálu, služeb, pracovní síly, cizího kapitálu apod.). Pravidla tvorby ekonomických modelů pro výpočet čisté současné hodnoty projektů (NPV) lze nalézt např. v [18].

Investor se rozhoduje pro realizaci projektu, pokud je NPV projektu větší nebo rovno nule. Hodnota $NPV \geq 0$ znamená, že daný projekt investorovi přináší vyšší nebo alespoň stejný výnos na vložený kapitál, než je tomu v případě alternativních možností investování.

V některých případech při hodnocení ekonomické efektivity projektů však není cílem stanovit hodnotu NPV, ale stanovit mezní hodnotu ceny za prodej jednotky množství (např. Kč/kWh, Kč/GJ), která by investorovi ještě zajišťovala ekonomickou motivaci při realizaci projektu. V tomto případě jde o stanovení tzv. minimální ceny produkce zajišťující investorovi přiměřený (požadovaný) výnos na vložený kapitál. Investor pak porovnává minimální cenu produkce (např. elektřiny z elektrárny na bázi OZE) s cenou dané komodity na trhu (např. s cenou silové elektřiny na trhu s elektřinou). Pokud je minimální cena vyšší než je tržní cena dané komodity, investor nemá ekonomickou motivaci pro realizaci daného projektu a nebude (např. bez vnějšího zásahu upravujícího konkurenceschopnost daného projektu) investovat.

3.3 Minimální cena versus tržní cena

Při hodnocení ekonomické efektivity projektů na využití OZE se často setkáváme s potřebou stanovit minimální cenu produkce a nikoliv hodnotu NPV. Typicky se jedná např. o případy, kdy vyhodnocujeme konkurenceschopnost projektů na bázi OZE (např. pro výrobu elektřiny) mezi sebou nebo oproti konvenčním projektům (např. elektrárnám na bázi fosilních či jaderných paliv) či ceně trhu.

Minimální cena je pak odvozena od podmínky, že NPV projektu je rovno nule:

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_h} CF_t \cdot (1 + r_n)^{-t} = 0 \quad (2)$$

$$CF_t = P_t - V_t = c_{\min t} \cdot Q_t - V_t \quad (3)$$

kde

P_t ... příjmy z prodeje produkce v roce t [Kč]

V_t	...	výdaje spojené s existencí projektu v roce t [Kč]
Q_t	...	velikost produkce v roce t [jed.prod.]
$c_{\min,t}$	...	minimální cena produkce v roce t [Kč/jed.prod.]

Výši minimální ceny produkce (např. elektřiny či tepla) lze pak stanovit z rovnováhy mezi současnou hodnotou příjmů a výdajů projektu:

$$\sum_{t=1}^{T_h} c_{\min,t} \cdot Q_t \cdot (1+r_n)^{-t} = \sum_{t=1}^{T_h} V_t \cdot (1+r_n)^{-t} \quad (4)$$

Investoři realizují projekty v konkrétních podmínkách podnikatelského prostředí. Ekonomický model projektu (pro simulaci hotovostních toků) tak kromě jiného musí obsahovat i předpoklady o vývoji podnikatelského prostředí jako jsou daně z příjmu a vývoj cen jednotlivých rozhodujících vstupů. To vede k simulaci nominálních hotovostních toků v běžných cenách (včetně inflace).

Minimální cena $c_{\min,t}$ v t-tém roce realizace projektu je pak rovna:

$$c_{\min,t} = c_{\min,1} \cdot (1 + \text{inf})^t \quad (5)$$

kde

inf ... očekávaný průměrný růst minimální ceny (např. ve výši průměrné inflace)³ [-]

Minimální cenu jednotky produkce lze za předpokladu jejího každoročního růstu o (průměrnou) inflaci vyjádřit pomocí vztahu po dosažení za $c_{\min,t}$:

$$c_{\min,1} = \frac{\sum_{t=1}^{T_h} V_t \cdot (1+r_n)^{-t}}{\sum_{t=1}^{T_h} Q_t \cdot \left[\frac{(1+r_n)}{(1+\text{inf})} \right]^{-t}} = \frac{\sum_{t=1}^{T_h} V_t \cdot (1+r_n)^{-t}}{\sum_{t=1}^{T_h} Q_t \cdot (1+r_r)^{-t}} \quad (6)$$

kde r_r ... reálný diskont [-]

³ Např. český zákon 180/2005 Sb. (resp. prováděcí vyhlášky Energetického regulačního úřadu k tomuto zákonu) stanovil roční růst výkupních cen elektřiny vyráběné ve výrobních užívajících OZE ve vazbě na index cen průmyslových výrobců. Následný zákon 165/2012 Sb. definoval tuto hodnotu ve fixní výši 2%.

Minimální cena představuje pro investora cenu jednotky produkce, která mu zajistí jím požadovaný výnos na vložený kapitál, a to ve výši (nominálního) diskontu. Pokud bude tržní cena dané komodity (např. cena silové elektřiny na trhu s elektřinou) nižší než je minimální cena (např. elektřiny z výroby využívající daný druh OZE), investor do takového projektu nebude investovat.

OZE jsou v současné době často přímo nekonkurenceschopné s konvenčními energetickými zdroji (zejména pokud neuvažujeme externí náklady). To lze dokumentovat např. na příkladech výkupních cen elektřiny vyráběných na bázi jednotlivých druhů OZE pro ČR a rok 2012⁴ [19].

Tabulka 1 – Příklady výkupních ceny elektřiny z OZE v ČR pro nové zdroje uvedené do provozu v roce 2012

Druh OZE	Výkupní cena [Kč/kWh]
Malé vodní elektrárny	3,19
Elektrárny na biomasu – kategorie O1	4,58
Bioplynové elektrárny – kategorie AF1	4,12
Větrné elektrárny	2,23
Fotovoltaické elektrárny	6,16

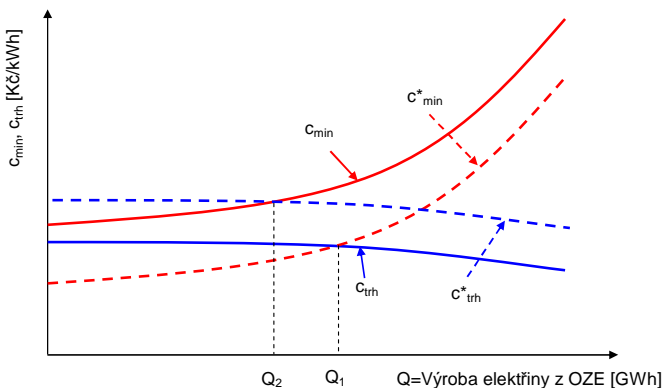
Průměrná cena silové elektřiny na burze s elektřinou přitom v roce 2012 dosahovala cca 1,2 Kč/kWh⁵ a byla tak výrazně nižší než minimální cena elektřiny zajišťující investorům dostatečnou ekonomickou motivaci pro investice do výroby elektřiny na bázi OZE.

Typický vztah mezi minimální cenou a tržní cenou elektřiny lze schematicky dokumentovat na Obr. 4. S rostoucím požadavkem na výši výroby elektřiny z OZE roste i její minimální cena. To je dáno jednak omezeným potenciálem výroby elektřiny z jednotlivých druhů OZE (např. daných omezeným počtem vhodných lokalit, kde je možné vybudovat vodní

⁴ Rok 2012 byl jako příklad zvolen proto, že tento rok byl posledním rokem, kdy se v ČR stanovovaly výkupní ceny elektřiny z OZE dle zákona 180/2005 Sb. a tedy dle principu minimálních cen zajišťujících regulovaný výnos na vložený kapitál pro investory. Od roku 2013 byla změněna metodika výpočtu výkupních cen (dle zákona 165/2012 Sb. který nahradil zákon 180/2005 Sb.) a pro nové zdroje byl zaveden výpočet výkupních cen vycházející z dosažení 15 leté doby návratnosti.

⁵ Průměr dosažených cen na energetické burze PXE (Prague Energy Exchange Central Europe) v roce 2012 za dodávku silové elektřiny (Baseload) na období roku 2013 (cca 48 EUR/MWh) při uvažování průměrného kurzu koruny 25,114 Kč/EUR (průměr čtvrtletních průměrů dle ČNB).

či jinou elektrárnu na bázi OZE) a jednak tím, že pro danou technologii výroby elektřiny z OZE (např. větrnou elektrárnu) nejdříve využíváme nejvhodnější lokality z hlediska větrných podmínek, souvisejících nákladů (např. nákladů na připojení k elektrizační soustavě apod.). Pro méně vhodné lokality či dražší technologie pak pro dosažení stejného výnosu na vložený kapitál investor potřebuje získat vyšší cenu za jím vyráběnou elektřinu. Naopak křivka tržní ceny silové elektřiny se s rostoucí výrobou elektřiny z OZE snižuje a projevuje se tzv. „merit order effect“ – viz dále.



Obrázek 4 – Schéma vztahu mezi minimální cenou elektřiny a cenou silové elektřiny na trhu

Poloze křivek c_{\min} a c_{trh} na Obr. 4 dokumentuje situaci, kdy minimální cena výroby elektřiny z OZE je vyšší než tržní cena. Za těchto podmínek, bez vnějšího zásahu do trhu s elektřinou, by množství vyrobené elektřiny z OZE bylo rovné nule (křivky se neprotínají). Pokud existuje zájem na určité výši výroby elektřiny z OZE, pak je třeba změnit vzájemnou polohu obou křivek. Buď je možné posunout křivku c_{\min} směrem dolů do pozice c_{\min}^* (tj. snížit minimální cenu a uplatnit tak na trhu elektřinu z OZE ve výši Q_1) nebo je možné naopak posunout křivku c_{trh} směrem nahoru do pozice c_{trh}^* (zvýšit tržní cenu elektřiny a uplatnit tak na trhu množství elektřiny z OZE ve výši Q_2).

Pro ovlivnění polohy obou křivek se používá řada různých opatření – hovoříme o schématech podpory výroby elektřiny z OZE. Pro posun křivky minimální ceny se používají např. schémata podpor založených na investičních dotacích, daňových prázdnicích (po stanovenou dobu investor neplatí daně z příjmu), zelených bonusech (příplatku k tržní ceně elektřiny

za elektřinu z OZE), dotacích úroků z půjček nebo na obchodovatelných zelených certifikátech (výrobce elektřiny z OZE obdrží za každou vyrobenou MWh elektřiny stanovené množství certifikátů které může prodat na trhu, obchodníci s elektřinou jsou povinni vykázat stanovené množství elektřiny z OZE, které dokládají nakoupenými certifikáty). Pozici křivky c_{trh} lze ovlivnit např. zavedením ekologických daní (např. na fosilní či jaderná paliva), zpoplatněním emisí (např. systém emisních povolenek zavedený v rámci EU od roku 2005). Jedním z nejčastěji používaných opatření pro podporu užití OZE pro výrobu elektřiny jsou tzv. garantované výkupní ceny (feed-in tariffs), které jsou obvykle odvozeny od principu minimální ceny.

Jednotlivé členské země EU využívají různá opatření, resp. jejich kombinace, spolu s limitováním maximální výše produkce (a tedy i podporovaného množství) z daného druhu OZE⁶. Schémata podpor se liší mj. mírou redukce rizika pro investory, administrativní náročností, vytvářením motivace pro případné investory do užití OZE a v neposlední řadě i ekonomickou efektivností (blíže viz např. [20],[22]).

Princip vztahu mezi minimální cenou a cenou trhu platí i pro ostatní případy užití OZE, jako je výroba a dodávka tepla nebo využití biopaliv v dopravě.

3.4 Výnos na vložený kapitál

Minimální cena zajišťuje dosažení přiměřeného (resp. požadovaného) výnosu na vložený kapitál. Jedním z klíčových parametrů ovlivňujících výši minimální ceny je (nominální) diskont. Ve standardních úlohách zaměřených na investiční rozhodování si rozhodovatelé volí výši diskontu

⁶ ČR mezi lety 2006-2012 používala schéma podpor založené na garantovaných výkupních cenách zajišťujících investorovi přiměřenou míru zhodnocení vloženého kapitálu (zákon 180/2005 Sb.). Schéma bylo doplněno o možnost využití zelených bonusů, které představovaly příplatek k tržní ceně elektřiny. Díky nedostatům v legislativě, ale i díky dalším důvodům (rychlý pokles cen fotovoltaických technologií, finanční a ekonomická krize tlačící investory k hledání málorizikových investic, pomalá reakce politické reprezentace apod.) došlo v letech 2009-2010 k tzv. „fotovoltaickému boomu“ a k instalování cca 2000 MW ve fotovoltaike (viz [21]). To vedlo k enormnímu nárůstu vícenákladů souvisejících s podporou OZE pro výrobu elektřiny a k tlaku na růst cen elektřiny a na výdaje ze státního rozpočtu. Od roku 2013, kdy bylo schéma podpor OZE pro výrobu elektřiny změněno, poklesly výkupní ceny pro nové instalace, a v letech 2014-2015 došlo k zastavení podpory nových instalací pro všechny druhy OZE (s výjimkou malých vodních elektráren). V současnosti se hledá systémové řešení dalšího rozvoje užití OZE (pro naplnění cílů definovaných politikami ČR a EU).

pro výpočet NPV nebo minimální ceny produkce zvažované investice dle svých očekávání (resp. dle alternativních možností investování). Pokud má však být minimální cena použita pro odvození garantované výkupní ceny (nebo např. pro stanovení výše investiční či jiné podpory tak, aby minimální cena produkce z daného projektu byla rovna tržní ceně dané komodity) jde vlastně o stanovení výše regulované ceny. Výše diskontu (=regulované výše výnosu na vložený kapitál) pak musí reflektovat výši a způsob podpory a míru redukce rizika pro investora.

Investiční projekty (včetně projektů na využití obnovitelných zdrojů energie) jsou zpravidla financovány kombinací vlastního (equity) a cizího (debt) kapitálu. Pak hovoříme o vážené ceně kapitálu – WACC:

$$WACC = r_e \cdot \frac{E}{E + D} + (1 - it) \cdot i \cdot \frac{D}{E + D} \quad (7)$$

kde

r_e	...	výnos na vlastní kapitál (po zdanění) [-]
E	...	celkový vlastní kapitál [Kč]
D	...	celkový cizí kapitál [Kč]
it	...	sazba daně z příjmu [-]
i	...	cena cizího kapitálu (úrok u bankovních půjček) [-]

Při výpočtu minimální ceny (např. jako podkladu pro garantovanou výkupní cenu elektřiny z daného druhu OZE) není možné reflektovat individuální podmínky jednotlivých projektů - např. z hlediska nákladů na cizí kapitál nebo podílu cizího a vlastního kapitálu. Minimální cena elektřiny z daného druhu OZE se pak počítá s využitím referenčního ekonomického modelu simulujícího hotovostní toky daného typu projektu. Referenční model předpokládá využití dostupných technologií za typických tržních cen technologií a dalších vstupů a při předpokladu typických podmínek financování v dané oblasti. Diskont je tak při výpočtech minimální ceny nahrazen váženou cenou kapitálu.

Výnos na vlastní kapitál (pro výpočet hodnoty WACC) může být stanoven s pomocí modelu CAPM [23]:

$$r_e = r_f + \beta_L \cdot (r_m - r_f) \quad (8)$$

kde

r_f	...	výnos bezrizikové investice [-]
r_m	...	výnos tržního portfolia [-]
β_L	...	koeficient vyjadřující (váženou) hodnotu

systematického rizika spojeného s daným druhem investice (podnikání) [-]

Bezrizikový výnos lze odvodit od výnosu státních cenných papírů. Člen $(r_m - r_f)$ představuje prémii za riziko. Koeficient β_L pak poměruje riziko daného druhu podnikání oproti průměru trhu. Pokud je hodnota β_L vyšší jak 1, daný typ podnikání je více rizikový než je průměr trhu a naopak.

Riziko podnikání kromě toho ovlivňuje i míra zadluženosti firmy. Čím je vyšší hodnota podílu cizího kapitálu na celkovém kapitálu firmy, tím existuje i vyšší riziko ekonomických potíží firmy. Zadlužení firmy ovlivňuje hodnotu koeficientu β_L :

$$\beta_L = \beta_{UL} \cdot \left[1 + (1-t) \cdot \frac{D}{E} \right] \quad (9)$$

kde

β_{UL}	...	beta koeficient firmy s nulovou zadlužeností (cizí kapitál=0) [-]
t	...	sazba daně z příjmu [-]

Hodnotu bezrizikového výnosu r_f lze odvodit z výnosnosti státních dluhopisů – v případě ČR s využitím statistiky ČNB (databáze ARAD). Vzhledem k investičnímu horizontu projektů na využití OZE (zpravidla cca 15-20 let) je třeba pro stanovení hodnoty r_f využít nejméně desetiletých dluhopisů. Ve srovnání s předchozími lety (ke konci roku 2009 dosahovala výnosnost českých státních desetiletých dluhopisů 3,98%) výnos dluhopisů v současnosti dosahuje velmi nízkých hodnot – např. ke konci roku 2014 to bylo 0,67%⁷.

Hodnoty koeficientů β jsou obecně stanoveny pomocí statistické analýzy výnosnosti podniků v jednotlivých odvětvích. Oblast užití obnovitelných zdrojů energie je specifickou částí odvětví energetiky s významným podílem regulačních zásahů státu a relativně krátkou historií. Hodnotu koeficientu β_{UL} lze odvodit např. z hodnot koeficientů používaných pro regulaci distribuce elektřiny a distribuce plynu. V rámci 3. regulačního období (např. pro rok 2010) Energetický regulační úřad

⁷ Např. v pravidlech regulace aplikovaných Energetickým regulačním úřadem na sektor elektroenergetiky [24] se pro rok 2010 předpokládala hodnota bezrizikového výnosu kapitálu ve výši 4,6% (odvozeno od výnosu desetiletých státních dluhopisů jako průměr mezi květnem 2008 a dubnem 2009).

používal hodnoty tohoto koeficientu 0,35 (distribuce elektřiny), resp. 0,4 (distribuce plynu)⁸. Pokud bychom uvažovali režim garantovaných výkupních cen (který platil do konce roku 2012 dle zákona 180/2005 Sb.) spolu s povinností vykupovat elektřinu z OZE, pak by bylo možné odhadnout výši koeficientu β_{UL} v obdobné výši jako pro distribuci elektřiny s ev. mírným navýšením o poněkud vyšší riziko spojené s vazbou výroby elektřiny na neřiditelné přírodní podmínky⁹. Hodnotu koeficientu β_{UL} lze tak pro podmínky ČR odhadnout ve výši cca 0,4-0,5.

Náklady cizího kapitálu lze odvodit ze statistiky úrokových sazeb poskytovaných úvěrů – pro ČR např. z databáze ARAD ČNB. Průměrná úroková sazba za rok 2014 u úvěrů nad 30 mil Kč poskytovaných bankami nefinančním podnikům byla 1,997%.

Hodnotu prémie za riziko ($r_m - r_f$) lze převzít z analýz kapitálového trhu provedených a publikovaných prof. A. Damodaranem¹⁰ - a to ve výši cca 5%. S obdobnou hodnotou prémie za riziko pracuje i návrh pravidel regulace pro IV. regulační období v ČR [25].

Investice do využití obnovitelných zdrojů energie jsou soukromými investory realizovány tak, že velmi často dochází k zakládání samostatných obchodních společností pro každý projekt. Poskytovatelé zápůjčního kapitálu zpravidla vyžadují cca 20-30% vlastního kapitálu. Průměrnou hodnotu zadlužení lze pak odhadnout ve výši cca 35-40%.

S využitím výše uvedených vstupů, a za předpokladu existence podpory (např. v podobě garantovaných výkupních cen analogicky dle původního českého zákona 18/0/2005 Sb.) lze odhadnout současnou výši vážené ceny kapitálu WACC pro projekty využití OZE na výrobu elektřiny jako cca 3,1 %. Tato hodnota je významně nižší než hodnota vážené ceny kapitálu, pro kterou se počítaly minimální ceny elektřiny z jednotlivých druhů OZE v období 2010-2012 (6,3 % - viz [26]). Výrazně nižší hodnota WACC oproti hodnotě používané v ČR v letech 2010-2012 je daná především výrazně nižším zhodnocením dlouhodobých státních dluhopisů a

⁸ V návrhu pravidel regulace pro IV. regulační období [25] ERÚ pracuje s hodnotami koeficientu β_{UL} ve výši 0,532 (distribuce plynu), resp. 0,536 (distribuce elektřiny).

⁹ Jak již bylo uvedeno, v současnosti byla ukončena provozní podpora (např. formou garantovaných výkupních cen) pro nové výrobní elektřiny na bázi OZE uvedené do provozu od začátku roku 2015. Tím se samozřejmě razantně mění riziko podnikání v ČR v oblasti OZE užitých pro výrobu elektřiny. Toto vyšší riziko by investoři nevyhnutelně promítli do vyšší hodnoty diskontu při výpočtech minimální ceny elektřiny jimi připravovaných projektů.

¹⁰ Viz <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/>

nízkými úrokovými sazbami na bankovní půjčky. Ve světle extrémně nízkých výnosů ze státních dluhopisů, nízkých úrokových sazeb a nízké rizikové přírážky tak, jak je tomu nyní, přichází do úvahy více se věnovat teoretickým předpokladům modelu CAPM a jejich naplnění. Jde především o předpoklad dokonalé diverzifikace investorů a nulových transakčních nákladů, což je teoreticky široce diskutováno ovšem bez jednoznačných závěrů a bez nalezení konkurenčního modelu [23].

3.5 Vliv začleňování výroben elektřiny na bázi OZE do trhu s elektřinou

Vliv začleňování výroby elektřiny do trhu s elektřinou je třeba chápat v kontextu liberalizace energetických trhů probíhajících v EU od poloviny 90. let 20. století.

Zhruba do poloviny 90. let 20. století lze trhy s energiemi (zejména s elektřinou a zemním plynem) v jednotlivých zemích Evropy charakterizovat jako vertikálně integrované trhy s dominantním postavením monopolních energetických firem. Základy liberalizace energetických trhů byly postaveny Směrnicí EU 96/92/ES. Její implementace však vedla pouze k minimálnímu otevření trhů s energiemi. Dalším krokem liberalizace trhů s energiemi bylo přijetí tzv. „druhého energetického balíčku“. Jeho součástí byla i Směrnice 2003/54/ES zavádějící požadavek funkčního a právního oddělení výroby od přenosu a distribuce elektřiny a současně definující časové horizonty plného otevření trhů s energiemi pro velké, střední a malé spotřebitele. Liberalizace energetických trhů pokračovala „třetím liberalizačním balíčkem“ přijatým v roce 2009¹¹. Třetí liberalizační balíček byl primárně zaměřen na posílení liberalizace trhů s energiemi a zvýšení efektivnosti fungování vnitřního trhu s energiemi v rámci EU.

Kroky vedoucí k liberalizaci trhů s energiemi vedly v případě elektřiny k vytvoření tzv. „energy only market“ jehož podstatou je obchodování s elektřinou jako energií (MWh). Energetické burzy, na kterých se obchoduje s elektřinou, postupně začínají přebírat rozhodující roli při vytváření tržní ceny elektřiny. Ve středoevropském prostoru hraje rozhodující roli energetická burza v Lipsku (EEX). Pražská burza s elektřinou (PXE – Power Exchange Central Europe) byla založena v roce

¹¹ Třetí liberalizační balíček obsahoval mj. i Směrnici 2009/72/ES týkající se společných pravidel trhu s elektřinou.

2007 a v současné době se na ní mj. obchoduje elektrická energie v podobě komoditních futures¹².

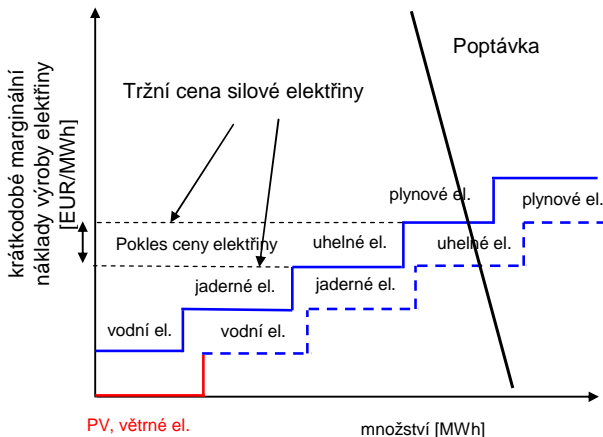
Postupně dochází k vytváření krátkodobých trhů s elektřinou – „day-ahead markets“ a „intraday markets“, kdy elektřina je nabízena a obchodována v jednotlivých hodinách následujícího dne, resp. v rámci daného obchodního dne. V ČR plní roli krátkodobého trhu s elektřinou trh organizovaný Operátorem trhu s elektřinou (OTE, a.s.). Role krátkodobého trhu s elektřinou má rostoucí význam - na krátkodobém trhu (denním trhu, včetně importu a exportu) organizovaném OTE, a.s. bylo v roce 2013 zobchodováno celkem 12,99 TWh elektřiny [27]. Postupně tak roste likvidita a efektivnost trhu. Obdobný vývoj lze sledovat i na trhu se zemním plynem. Rychlý rozvoj a propojování trhů s elektřinou (tzv. „market coupling“) přispěl k možnosti participace výroben na bázi OZE na trzích s elektřinou.

Trh s elektřinou je v současné podobě v EU založen na principu „energy only market“ a cena elektřiny na trhu je principiálně odvozována od krátkodobých marginálních nákladů (STMC). Výrobní na bázi OZE (především jde o větrné a sluneční elektrárny) mají v principu krátkodobé marginální náklady výroby elektřiny nulové nebo velmi blízké nule. To vede k posunu křivky nabídky elektřiny směrem doprava a k poklesu cen silové elektřiny („merit order effect“) - viz Obr. 5.

Elektřina vyráběná na bázi OZE současně vytěsňuje konvenční elektrárny na bázi zemního plynu či uhlí z trhu s elektřinou a snižuje jim roční využití instalovaného výkonu. To v kombinaci s poklesem cen silové elektřiny velmi negativně ovlivňuje ekonomickou efektivnost konvenčních elektráren. Konvenční elektrárny (typicky se to v současnosti v Evropě týká především plynových a paroplynových elektráren) se tak dostávají na mez ekonomické efektivnosti provozu, v některých případech jsou proměnné náklady výroby elektřiny dokonce vyšší, než je cena silové elektřiny a dochází tak k odstavování těchto elektráren z provozu nebo k jejich zakonzervování¹³.

¹² V současnosti se na PXE obchoduje kromě české elektřiny i elektřina s původem v Maďarsku, Slovensku, Polsku a Rumunsku.

¹³ Příkladem může být v letech 2013-2014 dokončená paroplynová elektrárna Počerady o instalovaném výkonu 840 MW s celkovými náklady na výstavbu cca 16,5 mld. Kč, jejíž provoz je za současných podmínek cen elektřiny a cen zemního plynu ekonomicky ztrátový.



Obrázek 5 – Posun křivky nabídky elektřiny v důsledku výroby elektřiny na bázi OZE



Obrázek 6 – Vývoj cen silové elektřiny na PXE (baseload, roční kontrakt na následující rok)

Vývoj cen silové elektřiny v ČR dokumentuje Obr. 6. Zejména v posledních několika letech je zřejmý vliv masivního nárůstu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie na pokles cen elektřiny, i když se nejedná o jediný faktor. Na pokles cen elektřiny mají vliv i další faktory, jako je např. pokles cen uhlí (jeden z efektů rozvoje těžby břidlicového

plynu v USA a v dalších zemích), neefektivní fungování trhu s emisními povolenkami (EU ETS) a v neposlední řadě i vývoj evropských ekonomik v posledních letech.

Současná situace na trhu s elektřinou vede k tomu, že velká většina projektů na výstavbu nových konvenčních elektráren (s výjimkou podporovaných elektráren na bázi OZE) je investory v současnosti odkládána či rušena. Zastavení obnovy výrobní kapacity v konvenčních elektrárnách může v budoucnosti vést k problémům s nedostatkem zdrojů pro poskytování podpůrných služeb nezbytných pro zajištění chodu elektrizační soustavy¹⁴.

Pokles cen silové elektřiny ovlivňuje nejen ekonomiku konvenčních elektráren, ale zvyšuje i potřebu podpor ve vazbě na politiku dalšího rozvoje užití OZE pro výrobu elektřiny. Pokud nedochází k poklesu cen technologií a zvyšování účinnosti transformace OZE na elektřinu, minimální cena vyrobené elektřiny z jednotlivých druhů OZE (a s využitím jednotlivých technologií) zůstává stejná. To pak vede ke zvyšování rozdílu mezi tržní cenou silové elektřiny (viz Obr. 4) a potřebnou minimální cenou pro dosažení ekonomické motivace investorů investovat do projektů na využití OZE, který je potřeba pokrýt jedním z druhů podpor.

3.6 Efektivnost podpor užití OZE

Jak již bylo uvedeno, obnovitelné zdroje energie nejsou v současnosti obvykle přímo konkurenceschopné s konvenčními zdroji energie a s jejich užitím jsou tak spojené vícenáklady, které jsou transferovány prostřednictvím cen energií na spotřebitele energií nebo prostřednictvím daní na daňové poplatníky (nebo na obě skupiny zároveň).

Jedním z důvodů rozvoje užití OZE je strategický cíl vyspělých zemí (včetně EU) o dosažení tzv. nízké uhlíkové ekonomiky (=razantní snížení emisí CO₂). Obnovitelné zdroje energie kromě toho přinášejí i další efekty jako je snižování emisí klasických plyných škodlivin (SO₂, NO_x, tuhé úlety atd.), diverzifikaci energetických zdrojů, snižování závislosti na dovozu primárních energetických zdrojů atd. Nicméně snížení emisí CO₂ (resp. dalších skleníkových plynů) lze považovat za základní efekt užití obnovitelných zdrojů energie.

¹⁴ Jako reakci na tuto situaci řada členských zemí EU zavádí v současnosti řadu stabilizačních a kompenzačních mechanismů. Příkladem jsou tzv. „kapacitní platby“ (platby za výkon), kdy provozovatelé současných (potenciálně ale i budoucích) elektráren dostávají platby nejen za elektřinu (tj. prodej energie), ale i za udržování pohotového výkonu potřebného pro řízení soustavy.

Výchozím hlediskem efektivnosti užití jednotlivých druhů obnovitelných zdrojů energie (pro výrobu elektřiny, pro výrobu tepla, jako biopaliva v dopravě apod.) je minimální cena, za kterou je vyráběna a dodávána jednotka produkce – např. kWh elektřiny nebo GJ tepla. Minimální ceny daného typu produkce se mohou velmi lišit – příkladem jsou garantované výkupní ceny elektřiny odvozené od minimálních cen – viz Tab. 1. To znamená, že i efektivnost potřebné podpory (v tomto případě výroby elektřiny na bázi různých OZE) je rozdílná vzhledem k efektům získaným užitím.

Pokud budeme při volbě strategie rozvoje obnovitelných zdrojů energie respektovat i hledisko ekonomické efektivnosti, pak lze metodiku minimální ceny jednotky produkce použít jako základní hledisko při hodnocení efektivnosti užití jednotlivých druhů obnovitelných zdrojů energie a při volbě priorit politiky rozvoje OZE. Možným příkladem užití tohoto přístupu je volba priorit při koncepci schématu podpor užití OZE pro výrobu elektřiny. Koncept minimální ceny jednotky produkce současně umožňuje stanovit i celkovou výši vícenáskladů vyplývajících z požadované výše výroby elektřiny s využitím daného portfolia obnovitelných zdrojů energie a použitých technologií^{15,16}.

Problém s využitím konceptu minimální ceny nastává v případech, kdy hodnotíme vůči sobě (ekonomickou) efektivnost různých způsobů užití OZE a výstupem jsou odlišné produkty – např. elektřina nebo teplo (ale i např. tuhá biopaliva pro náhradu uhlí v lokálních topeništích nebo kapalná biopaliva pro náhradu konvenčních kapalných paliv v dopravě). Přitom, pokud budeme vycházet z úspory emisí CO₂ jako primárního cíle užití OZE, je lhostejné, zda OZE využijeme pro výrobu elektřiny, tepla, či zda např. z cíleně vypěstované biomasy na zemědělské půdě vyrobíme biopelety či

¹⁵ Koncept minimální ceny umožňuje hodnotit vůči sobě i projekty s různou dobou životnosti – trvání efektů vyplývajících z realizace daného typu projektů. Např. předpokládaná doba životnosti malých vodních elektráren je významně vyšší, než je tomu u velké většiny dalších výroben elektřiny využívajících OZE. Nicméně vzhledem k tomu, že koncept minimální ceny jednotky produkce pracuje se všemi nároky a efekty projektů za celou dobu očekávané životnosti a vztahuje je k jednotce produkce, jsou hodnoty minimální ceny (pro daný produkt) vzájemně porovnatelné i pro zařízení s různou dobou životnosti.

¹⁶ Při koncepci rozvoje užití OZE (resp. při konstrukci schémat podpor) se zohledňují i další hlediska jako je např. biodiverzita (v případě užití cíleně pěstování biomasy na zemědělské půdě), ochrana krajinného rázu (např. omezení plošné hustoty instalovaného výkonu ve větrných elektrárnách), ochrana půdního fondu (např. zákaz realizace fotovoltaických elektráren na zemědělské půdě apod.).

biobrikety pro náhradu fosilních paliv (v případě ČR zejména tuzemského hnědého uhlí).

V takovémto případě je třeba vztáhnout celkovou výši podpory i-tého vyhodnocovaného typu projektu k jeho celkovým efektům za dobu životnosti projektu (např. k celkové úspoře emisí CO₂ z titulu vytěsnění fosilních paliv pro výrobu elektřiny či dodávkového tepla) a vyhodnotit tzv. měrný efekt SE_{i,j} vyplývající z podpory užití OZE pro produkci i-té komodity s využitím j-té technologie.

$$SE_{i,j} = \sum_{t=1}^{T_p} \frac{(c_{\min t,i,j} - c_{trht,i}) \cdot Q_{t,i,j} \cdot (1 + r_n^*)^{-t}}{E_{t,i,j}} \quad (10)$$

kde	$c_{\min t,i,j}$	...	minimální cena jednotky produkce i-té komodity (elektřiny, tepla apod.) na bázi užití OZE s využitím j-té technologie v t-tém roce doby životnosti projektu [Kč/fyz.jed.]
	$c_{trht,i}$	...	tržní cena i-té komodity v t-tém roce doby životnosti posuzovaného projektu [Kč/fyz.jed.]
	$Q_{t,i}$	...	velikost produkce i-té komodity (s využitím j-té technologie) v t-tém roce doby životnosti posuzovaného projektu
	$E_{t,i,j}$	...	velikost efektu (např. úspor emisí CO ₂) v t-tém roce doby životnosti doby životnosti posuzovaného projektu [jedn.efektu]
	r_n^*	...	nominální diskont ¹⁷

Výhodou principu hodnocení popsaným vztahem (10) je nejen to, že umožňuje porovnávat ekonomickou efektivnost odlišných způsobů užití různých druhů obnovitelných zdrojů energie, ale v principu umožňuje i

¹⁷ Nominální diskont má v tomto případě poněkud jinou interpretaci, než tomu bylo v případě nominálního diskontu použitého pro výpočet minimální ceny jednotky produkce z pohledu investora. Vícenáklady vyplývající z pokrývání rozdílu mezi minimální a tržní cenou jsou nesené širokým spektrem subjektů – promítají se do cen energií různých podnikatelských a nepodnikatelských subjektů včetně domácností, často je část těchto nákladů hrazena z veřejných prostředků (např. ze státního rozpočtu nebo z fondů EU). V tomto případě tak diskont nevyjadřuje náklady ušlé příležitosti soukromých investorů, ale spíše odráží požadavek na efektivnost vynakládání prostředků ze systémového hlediska. Hodnota diskontu je pak do značné míry systémovým – politickým – rozhodnutím. Pro vyhodnocování projektů čerpajících podporu z fondů EU v programovacím období 2007-2013 byla např. stanovena hodnota diskontu ve výši 5% (viz např. [28]).

porovnávat efektivnost podpor užití OZE vůči efektivnosti podpor do úspor energie. Investice do úspor energie vedou v principu ke stejným výsledkům jako je užití obnovitelných zdrojů energie – tj. ke snížení dovozní závislosti na dovozu PEZ a ke snížení spotřeby konvenčních energetických zdrojů, ke snížení emisí skleníkových plynů a dalších škodlivin atd. Právě takovéto hodnocení představuje systémový pohled, který by měl být zhodnocen při diskusi a rozhodování o schématu podpor a podporách samotných.

4 Závěr

Obnovitelné zdroje energie jsou jedním z klíčových nástrojů současné klimaticko energetické politiky Evropské Unie směřující k dosažení tzv. nízkouhlíkové energetiky a ekonomiky. Rozvoj užití obnovitelných zdrojů energie zasahuje nejen sektor energetiky (v užším slova smyslu), ale má přesahy do dalších oblastí života společnosti a fungování národních ekonomik. Obnovitelné zdroje energie obecně přispívají ke snižování environmentálního zatížení při výrobě elektřiny, dodávkového tepla, při zajišťování paliv pro decentrální spotřebu a v neposlední řadě i kapalných paliv pro sektor dopravy.

Rozvoj užití obnovitelných zdrojů energie však ovlivňuje fungování nejen sektoru energetiky, ale i dalších odvětví národních ekonomik a ekonomiky EU jako celku. Rozhodujícím obnovitelným zdrojem (s předpokladem udržení této pozice i ve střednědobé koncepci) je biomasa. Vzhledem k postupnému vyčerpávání dostupných zdrojů zbytkové a odpadní biomasy se další rozvoj užití biomasy jako obnovitelného zdroje neobejde bez využití rozsáhlých ploch zemědělské půdy pro pěstování biomasy pro energetické účely. To vede i ke změnám v hospodaření zemědělských subjektů a potenciálně i k vlivům na trh s konvenčními plodinami určenými pro zajištění výroby potravin.

Obnovitelné zdroje energie jsou za současných podmínek trhu s energiemi často nekonkurenceschopné vůči konvenčním energetickým zdrojům. Strategický požadavek na rozvoj užití obnovitelných zdrojů energie pak vyvolává potřebu definice konzistentní politiky podpory využití obnovitelných zdrojů energie, která by vedla k zajištění cílů klimatické a energetické politiky na úrovni EU a ČR a i k dosažení těchto cílů ekonomicky efektivním způsobem. Jedním z velmi důležitých hledisek je udržení konkurenceschopnosti ekonomik, jak na úrovni EU, tak i na úrovni národních ekonomik. Otázky ekonomické efektivnosti užití obnovitelných zdrojů energie se tak dostávají stále více do popředí zájmu politiků, odborné veřejnosti, investorů a spotřebitelů energie.

Rychlý rozvoj užití obnovitelných zdrojů energie v posledních dvou dekádách přináší řadu nových otázek, které je třeba řešit. Jedním z významných současných problémů je tzv. „merit order effect“ způsobený příchodem velkého množství elektřiny vyráběné z obnovitelných zdrojů na trh s elektřinou. Tento jev se projevuje poklesem cen silové elektřiny na trhu a způsobuje snížení ekonomické efektivity provozu konvenčních elektráren a zastavení investic do nových konvenčních zdrojů, které jsou však nezbytné pro zajištění chodu a stability elektrizačních soustav.

V prezentované přednášce jsou ve stručnosti popsány důvody vedoucí k současnému rychlému rozvoji obnovitelných zdrojů energie ve vyspělých zemích světa a především v EU. Přednáška rekapituluje principy ekonomického hodnocení efektivity projektů pro využití obnovitelných zdrojů energie a zaměřuje se především na využití metodiky tzv. minimální ceny produkce, kterou je možné použít jak pro odvození potřebné výše podpor pro využití jednotlivých druhů obnovitelných zdrojů energie, tak i pro vyhodnocení efektivity různých způsobů využití obnovitelných zdrojů energie ze systémového hlediska.

Principy minimální ceny jednotky produkce byly využity a dále rozpracovávány v řadě odborných studií, zpracovaných týmem Katedry ekonomiky, manažerství a humanitních věd, sloužících k hodnocení ekonomické efektivity užití OZE, ke stanovení garantovaných výkupních cen elektřiny z OZE (např. řada odborných studií zpracovaných pro Energetický regulační úřad v letech 2004-2012 – viz např. [26]).

Metodika stanovení minimální ceny jednotky produkce byla rozpracována a následně i využita při řešení dalších výzkumných úkolů, na kterých se podílel výzkumný tým katedry. Jednou z oblastí aplikace tohoto přístupu je modelování cen cíleně pěstované biomasy v rámci výzkumných úloh vedoucích ke stanovení konkurenceschopnosti cíleně pěstované biomasy (výzkumný projekt MŠMT 2B06131 „Nepotravinářské využití biomasy pro energetické účely“), ke stanovení potenciálu biomasy pro energetické účely (výzkumné projekty TAČR TA04020970 „Potenciál biomasy jako energetického zdroje pro krytí lokálních, regionálních či celostátních potřeb paliva“ a MŽP SP/3g1/24/07 „Metodika analýza potenciálu biomasy v ČR“) a pro posouzení možností krytí energetických potřeb daného území v případě krizových situací (výzkumný projekt VG20102013060 Analýza potenciálu využití biomasy jako domácího strategického zdroje pro zabezpečení energetických potřeb v krizových situacích).

5 Literatura

- [1] <http://www.treia.org/renewable-energy-defined>
- [2] Anderer J., McDonald A, Nakicenovic N.: Energy in a Finite World – Path to a Sustainable Future, Ballinger Publishing Company, 1981, ISBN 0-88410-641-1
- [3] International Energy Agency. 2011. CO₂ Emissions from Fuel Combustion. Dostupné z <http://www.iea.org/media/statistics/co2highlights.pdf> (březen 2015)
- [4] Evropská komise. Energy For the Future: Renewable Sources of Energy – White Paper for a Community Strategy and Action Plan. COM(97)599 final. 1997. Dostupné z http://europa.eu/documents/comm/white_papers/pdf/com97_599_en.pdf (březen 2015)
- [5] Ministerstvo průmyslu a obchodu. Národní akční plán České republiky pro energii z obnovitelných zdrojů. 2012. Dostupné z <http://www.mpo.cz/dokument120572.html> (březen 2015)
- [6] Evropská komise. Commission Green Paper of 8 March 2006: A European strategy for sustainable, competitive and secure energy. COM(2006) 105 final. 2006. Dostupné z http://europa.eu/documents/comm/green_papers/pdf/com2006_105_en.pdf (březen 2015)
- [7] Eurostat. Energy from renewable sources. 2013. Dostupné z http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_from_renewable_sources#Electricity_generation_from_renewable_sources (březen 2015)
- [8] Eurostat. Renewable energy statistics. 2013. Dostupné z http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics (březen 2015)
- [9] Ministerstvo průmyslu a obchodu. Obnovitelné zdroje energie v roce 2013. MPO. 2014. Dostupné na <http://www.mpo.cz/dokument153790.html> (březen 2015)
- [10] Laštůvka M.: Podpora obnovitelných zdrojů energie v roce 2013. Prezentace ERÚ. 2012. Dostupné na http://www.biogasin.org/files/pdf/ceska/2nd_HLC_11.10.2012/04_121010_

La_t_vka%20presentace%20ER_%20na%20BPS%20T_ebo_.pdf (březen 2015)

[11] THEMA. Loop flows – final advice. THEMA Report 2013-36 for European Commission. 2013. Dostupné na https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/201310_loop-flows_study.pdf (březen 2015)

[12] Eurostat. Energy production and import. 2013. Dostupné na http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports

[13] Ministerstvo zemědělství. Akční plán pro biomasu na období 2012-2020. MZe Praha 2012, ISBN 978-80-7434-074-1

[14] Brealey R., Myers S. Allen F.: Principles of Corporate finance. McGrawHill, 2010, 960 s., ISBN 978-0-07-0353073-4

[15] Tisdell C.: Policy Choices about Agricultural Externalities and Sustainability: Diverse Approaches, Options and Issues. Working Papers On Economics, Ecology And The Environment The University Of Queensland. 2007. ISSN 1327-8231

[16] Evropská komise. ExternE – Externalities of Energy. 2005. 270 s. ISBN 92-79-00423-9

[17] Frank R., Bernanke B.: Principles of Economics. McGraw-Hill/Irwin, 2 edition , 2003, 896 s., ISBN 0072503300

[18] Vávrová K, Knápek J. Economic assessment of miscanthus cultivation for energy purposes in the Czech Republic. Journal of the Japan Institute of Energy. 2012, vol. 91, no. 6, p. 485-494. ISSN 0916-8753.

[19] Energetický regulační úřad. Cenové rozhodnutí energetického regulačního úřadu č. 7/2011, kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných energetických zdrojů. 2011. Dostupné na http://www.eru.cz/documents/10540/480841/ER+CR+7_2011OZEKVETD Z.pdf/793f1422-7c88-49bb-971d-542011208839 (březen 2015)

[20] Resch G. et al: Design and impact of a harmonised policy for renewable electricity in Europe. Final report of the Beyond 2020 project. Intelligent Energy – Europe (IEE), ALTENER. 2014. Dostupné na: <http://www.res-policy-beyond2020.eu/pdf/final/Final%20report%20beyond2020%20%28beyond2020%20-%20D7-4%29.pdf> (březen 2015)

- [21] Knápek, J., Vašíček, J., Valentová, M.: Possible Pitfalls In Feed-In Tariff Support Scheme - A Lessons Learnt From PV Boom In the Czech Republic. In Proceedings of the 6th International Scientific Symposium on Electrical Power Engineering. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2011, p. 384-387. ISBN 978-80-553-0724-4.
- [22] Klessmann, C.B.: Increasing the effectiveness and efficiency of renewable energy support policies in the European Union. Utrecht University, 2012, ISBN: 978-90-393-5709-5
- [23] Levy H., Sarnat M.: Kapitálové investice a finanční rozhodování, Grada Publishing, 1999, 920 s., ISBN 80-7169-504-1
- [24] Energetický regulační úřad. Závěrečná zpráva Energetického regulačního úřadu o metodice regulace III. regulačního období včetně základních parametrů regulačního vzorce a stanovení cen v odvětví elektroenergetiky a plynárenství. 2009. Dostupné na http://www.eru.cz/documents/10540/462856/Zaverecna_zprava_o_metodice_III_RO.pdf/db693576-03d8-41f7-9624-8ad2fe7b071f
- [25] Energetický regulační úřad. Zpráva Energetického regulačního úřadu o metodice regulace IV. regulačního období pro odvětví elektroenergetiky a plynárenství. 2015. Dostupné na http://www.eru.cz/documents/10540/462862/R%C3%A1mec_metodiky_IV+RO_2015-02-16.pdf/1370f896-8d16-441c-9153-d3fb6d6f3ffe
- [26] Knápek a kol. Studie k problematice obnovitelných zdrojů energie. ELEKTRA ČVUT FEL, 2010
- [27] OTE. 2013: Roční zpráva o trhu s elektřinou za 2013. 2014. Dostupné na http://www.ote-cr.cz/statistika/rocni-zprava/page_report_62_162
- [28] Ministerstvo pro místní rozvoj. Metodická příručka pro projekty vytvářející příjmy dle čl. 55 Nařízení Rady (ES) č. 1083/2006. 2011. Dostupné na https://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/1b06efed-5cb5-405b-ab48-8ae968f046b1/Methodicka-prirucka-pro-projekty-vytvarejici-prijmy_1b06efed-5cb5-405b-ab48-8ae968f046b1.pdf

doc. Ing. Jaroslav Knápek, CSc.

Narozen: 21.2.1962 v Praze

Dosažené vzdělání a akademická kvalifikace:

doc. (2003): České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, obor „Management a ekonomika elektrotechniky a energetiky“

CSc. (1993): České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, obor „Odvětvové a průřezové ekonomiky“

Ing. (1985): České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, obor „Ekonomika a řízení elektrotechniky a energetiky“

Profesní kariéra:

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická

- od roku 2006 dosud: vedoucí katedry ekonomiky, manažerství a humanitních věd, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická
- od 2003 do 2006: docent na katedře ekonomiky, manažerství a humanitních věd
- od 1991 do 2003: odborný asistent na katedře ekonomiky, manažerství a humanitních věd

Československá akademie věd, Ústav obecné energetiky

- od 1989 do 1991: vědeckovýzkumný pracovník, vedoucí výzkumného týmu

Pedagogická činnost

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická

Vyučované předměty:

Doktorská etapa studia

- Manažerské účetnictví

Magisterská etapa studia

- Ekologie a ekonomika (Ecology and Economy)

- Operační výzkum (Operations Research)
 - Systémové inženýrství a rozhodování (System Modelling and Decision Making)
- Bakalářská etapa studia
- Optimalizační metody a rozhodování

České vysoké učení technické, Fakulta dopravní

- Systémové inženýrství a rozhodování (od 2012)

TU WIEN (Vienna University of Technology)

- Externí přednášející v MSc programu "Renewable Energy in Central and Eastern Europe" (Czech country module, od 2009)

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická a TPU – Tomsk Polytechnic University

- Příprava Double Degree Programu, zajišťování průběhu DD programu

Školitel doktorandů

Školitel 5 úspěšných doktorandů (obhajoby v období 2010-2013) a školitel specialista jednoho úspěšného doktoranda (2013). V současnosti školitel 6 doktorandů před ukončením studijního bloku.

Členství v mezinárodních organizacích

- prezident České společnosti pro ekonomiku energetiky (CZAEE), národní afilace celosvětové organizace International Association for Energy Economics (od 2012 dosud)

Výzkumné projekty - granty

- 2011-2013: Design and impact of a harmonised policy for renewable electricity in Europe. Intelligent Energy Europe – the Competitiveness and Innovation Framework Programme č. IEE/10/437/SI2.589880 spoluřešitel projektu EU (odpovědný řešitel za ČVUT FEL v rámci konsorcia řešitelů), koordinátor TU Wien,
- 2014-2017: Potenciál biomasy jako energetického zdroje pro krytí lokálních, regionálních či celostátních potřeb paliva, projekt TAČR,

- č. TA04020970, odpovědný řešitel za ČVUT FEL v rámci konsorcia řešitelů
- 2010–2013: Analýza potenciálu využití biomasy jako domácího strategického zdroje pro zabezpečení energetických potřeb v krizových situacích, projekt MV č. VG20102013060 v rámci bezpečnostního výzkumu ČR, odpovědný řešitel za ČVUT FEL v rámci konsorcia řešitelů
 - 2006-2011: Nepotravinářské využití biomasy pro energetické účely, projekt MŠMT 2B06131, odpovědný řešitel za ČVUT FEL v rámci konsorcia řešitelů
 - 2007-2010: Metodika analýza potenciálu biomasy v ČR, projekt MŽP č. SP/3g1/24/07, odpovědný řešitel za ČVUT FEL v rámci konsorcia řešitelů
 - 2004-2006: Metodika analýzy potenciálu biomasy jako obnovitelného zdroje pro zájmová území, projekt MZe QF4127/2003, odpovědný řešitel za ČVUT FEL v rámci konsorcia řešitelů

Vybrané publikace

- Vávrová, K - Knápek, J - Weger, J: Modelling of biomass potential from agricultural land for energy utilization using high resolution spatial data with regard to food security scenarios, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 35 (2014) 436–444, ISSN 1364-0321
- Havlíčková, K - Weger, J.- Knápek, J.: Modelling of biomass prices for bio-energy market in the Czech Republic. *Simulation Modelling Practice and Theory*. 2011, vol. 19, no. 9, p. 1946-1956. ISSN 1569-190X
- Knápek, J. – Králík, T. – Valentová, M. – Voříšek, T.: Effectiveness of biomass for energy purposes: a fuel cycle approach. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 2015 (Early view online before including to an issue), DOI: 10.1002/wene.164, Online ISSN: 2041-840X
- Vávrová, K. - Knápek, J.: Economic Assessment of Miscanthus Cultivation for Energy Purposes in the Czech Republic. *Journal of the Japan Institute of Energy*. 2012, vol. 91, no. 6, p. 485-494. ISSN 0916-8753
- Knápek, J. - Efmertová, M. - Mikeš, J.: Nuclear Energy in Czechoslovakia. *An Outline and Description of Its Development*

Trends. Annales historiques de l'électricité. 2011, vol. V, no. 10, p. 59-81. ISSN 1762-3227

- Beneš, M. - Knápek, J.: Market Value of Electricity Generated Based on RES Utilization. ISESCO Science and Technology Vision. 2007, vol. 3, no. 3, p. 93-96. ISSN 1114-8829
- Havlíčková, K. - Knápek, J. - Vašíček, J. - et al.: Analýza potenciálu biomasy v České republice. 1. vyd. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2010. 498 s. ISBN 978-80-85116-72-4.
- Knápek, J. - Haas, R. - Jílková, J. - Beranovský, J. - Kranzl, L. - et al.: Energy for Sustainable Development II. 1. ed. Praha: Alfa Nakladatelství, s. r. o., 2010. 326 p. ISBN 978-80-87197-36-3.
- Knápek, J.: Energetika - prognóza versus realita po dvaceti letech. In Prognostické metody a jejich aplikace. Praha: BECK C. H., 2012, s. 177-189. ISBN 978-80-7179-174-4
- Knápek, J. - Haas, R. - Maroušek, J. - Resch, G. - Steinreiber, Ch. - et al.: Promoting Renewables for Electricity Generation - Biomass Potential and Sustainable Development. In Energy for Sustainable Development. Praha: Karolinum, 2005, p. 53-233. ISBN 80-239-4809-1
- Knápek, J. - Králík, T. - Valentová, M.: Effective policies to reach the 20-20-20 target: biomass use for energy purposes in the Czech Republic. In Energy for Sustainable Development III. Energy Savings-Economics and Links to other Policies. Praha: Alfa Nakladatelství, s. r. o., 2012, vol. 1, p. 75-94. ISBN 978-80-87197-54-7

V období od roku 2005 dále autor, resp. spoluautor:

- celkem 37 příspěvků na mezinárodních konferencích,
- celkem 16 článků v českém vědeckém a odborném časopise
- celkem 29 příspěvků na českých konferencích

Celkem 7 citací v mezinárodních uznávaných databázích.

Aplikační výstupy – certifikované metodiky a specializované mapy s odborným obsahem

- Vávrová, V. - Nikl, M. - Weger, J. - Knápek, J.: Metodika stanovení potenciálu biomasy pro využití v krizových situacích. Uplatněná certifikovaná metodika (do RIV). 2014

- Knápek, J. - Vávrová, V. - Nikl, M. - Weger, J.: Metodika stanovení potenciálu biomasy v zájmových územích s respektováním vazby na potravinovou bezpečnost. Uplatněná certifikovaná metodika (do RIV). 2013.
- Havlíčková, K. - Weger, J. - Knápek, J. - Gallo, P.: Metodika a analýza potenciálu biomasy. Uplatněná certifikovaná metodika (do RIV). 2010.
- Beneš, M. - Knápek, J. - Starý, O. - Vastl, J. - Vašíček, J.: Ocenění elektřiny z OZE pro výpočet zelených bonusů. Uplatněná certifikovaná metodika (do RIV). 2009
- Havlíčková, K. - Knápek, J. - Stražil, Z.: Metodika ekonomického hodnocení pěstování víceletých energetických plodin. Uplatněná certifikovaná metodika (do RIV). 2009
- Havlíčková, K. - Knápek, J. - Vašíček, J.: Metodika ekonomického hodnocení pěstování rychle rostoucích dřevin. Uplatněná certifikovaná metodika (do RIV). 2008
- Beneš, M. - Knápek, J. - Starý, O. - Vastl, J. - Vašíček, J.: Stanovení výkupních cen a zelených bonusů pro elektřinu z obnovitelných zdrojů. Uplatněná certifikovaná metodika (do RIV). 2007.
- Knápek, J., Vávrová, K., Jirásková, L.: Soubor 14 map cen biomasy vybraných energetických plodin v jednotlivých krajích ČR v roce 2030. Specializovaná mapa s odborným obsahem, 2013

Další aktivity (výběr):

- Člen česko-rakouské vědecké pracovní skupiny „Trvale udržitelná energetická politika v Evropě“ vzniklé na základě mezivládní dohody mezi Českou republikou a Rakouskem (jmenován jedním z 5 expertů ČR ministrem zahraničních věcí), činnost 2003-2010
- člen Výboru pro udržitelnou energetiku při Radě vlády pro udržitelný rozvoj, Úřad vlády ČR, od 2014
- člen Technického výboru pro akreditaci certifikačních orgánů provádějících certifikaci osob, Český Institut pro akreditaci, o.p.s, člen od 1999 dosud
- člen oborové rady doktorského studia, studijní program Elektrotechnika a informatika, obor Řízení a ekonomika podniku (aktuálně)
- člen oborové rady doktorského studia, studijní program Strojní inženýrství, obor Řízení a ekonomika podniku (aktuálně)

Další mezinárodní odborné aktivity:

- "RES support schemes and the internal energy market: the case of Central-Eastern Europe", Renewable Energy in the Internal Energy Market, EU Parliament, organized by Policy department A, 2012. Vyzvaná přednáška pro Evropský parlament, 1 z celkem 5 oslovených prezentujících expertů za EU jako celek
- IAEA Technical co-operation expert mission, Slovenia. Člen expertního týmu IAEA, 2011. Expertní pomoc při návrhu systému pro financování ukládání RAO a vyřazování jaderných elektráren pro Agency for Rad Waste Management, Slovenia