
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY**

**FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING**

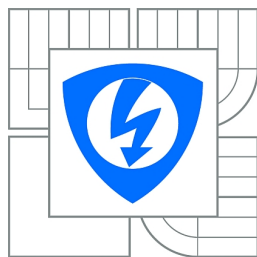
POROVNÁNÍ CENY ELEKTRICKÉ ENERGIE Z JADERNÝCH ZDROJŮ A OZE

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS**

**AUTOR PRÁCE
AUTHOR**

MILOSLAV SLÁMA

BRNO 2013



**VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií**

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Miloslav Sláma

ID: 134403

Ročník: 3

Akademický rok: 2012/2013

NÁZEV TÉMATU:

Porovnání ceny elektrické energie z jaderných zdrojů a OZE

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Vliv ceny elektřiny z jaderných zdrojů a ze zdrojů využívajících obnovitelné energie na koncovou cenu pro spotřebitele.
2. Statistické údaje o cenách silové elektřiny na burze s výhledem do budoucna.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 11.2.2013

Termín odevzdání: 31.5.2013

Vedoucí práce: Ing. Lukáš Radil

Konzultanti bakalářské práce:

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

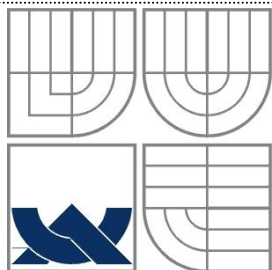
Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Bibliografická citace práce:

SLÁMA, M. POROVNÁNÍ CENY ELEKTRICKÉ ENERGIE Z JADERNÝCH ZDROJŮ A OZE. BRNO: VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ, 2013. 57 s. VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE ING. LUKÁŠ RADIL.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce sem neporušil autorská práva třetí osoby, přesněji jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujícího autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních následků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4. Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

Porovnání ceny elektrické energie z jaderných zdrojů a OZE

Miloslav Sláma

vedoucí: Ing. Lukáš Radil

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2013

Brno



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Faculty of Electrical Engineering and Communication
Department of Electrical Power Engineering

Bachelor's Thesis

Compare prices of electricity from nuclear power and renewable energy sources

by

Miloslav Sláma

Supervisor: Ing. Lukáš Radil

Brno University of Technology, 2013

Brno

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá složkami, které tvoří cenu elektřiny a regulací cen elektrické energie. Vysvětluje metody regulace, stanovení ceny elektřiny na burze. Zkoumá vlivy, které ji ovlivňují. Dále se zabývá výpočtem ceny elektrické energie z jednotlivých zdrojů energie. Studuje systém podpory OZE, podmínky získání a statistické údaje o vývoje podpory. Dále uvádí alternativní zdroje elektrické energie a jejich budoucnost a bezpečnost.

KLÍČOVÁ SLOVA

cena, regulace, burza, trh, elektrárna, jaderná, vodní, fotovoltaická, větrná, biomasa, bioplyn, OZE, podmínky udělení, alternativní zdroje, ITER

ABSTRACT

This work deals with the components that that creates price of electricity and the regulation of electricity prices. It explains methods of regulation, setting electricity prices. It examines the factors that affect it. It also deals with the calculation of the price of electricity from various energy sources. It studies Support RES system, the conditions for obtaining and statistical data on development aid. It adds alternative sources of energy and their future and security.

KEYWORDS

price, regulation, stock exchange, market, power, nuclear, hydro, photovoltaic, wind, biomass, biogas, renewable energy, conditions, alternative sources, ITER

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Lukáši Radilovi za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

Brno

.....

(podpis autora)

OBSAH

Obsah

| | |
|---|-----------|
| OBSAH..... | 9 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ..... | 11 |
| SEZNAM TABULEK | 12 |
| SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | 13 |
| SEZNAM VELIČIN..... | 15 |
| 1 ÚVOD | 16 |
| 2 CÍLE PRÁCE | 17 |
| 3 CHARAKTERISTIKA ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY | 18 |
| 3.1 ÚVOD DO VÝROBY ELEKTRICKÉ ENERGIE. | 18 |
| 3.2 PŘEHLED ELEKTRÁREN PRACUJÍCÍCH V ČESKÉ REPUBLICE..... | 18 |
| 3.2.1 JADERNÁ ELEKTRÁRNA | 18 |
| 3.2.2 VODNÍ ELEKTRÁRNA..... | 18 |
| 3.2.3 VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY | 18 |
| 3.2.4 SOLÁRNÍ ZDROJE..... | 18 |
| 3.2.5 BIOMASOVÉ ELEKTRÁRNY | 18 |
| 3.2.6 BIOPLYNOVÉ STANICE | 19 |
| 3.2.7 GEOTERMÁLNÍ ENERGIE | 19 |
| 4 REGULACE A DEREGULACE CENY ELEKTRINY, SILOVÁ ELEKTŘINA, CENA ELEKTRINY | 21 |
| 4.1 REGULACE CEN ELEKTRINY..... | 21 |
| 4.1.1 REGULACE PRICE-CAP | 22 |
| 4.1.2 REGULACE REVENUE-CAP..... | 22 |
| 4.2 CENA ELEKTRINY NA BURZE | 22 |
| 4.3 TVORBA CENY ELEKTRINY NA BURZE | 24 |
| 4.3.1 VELKOOBCHODNÍ TRH | 25 |
| 4.3.2 ÚČASTNÍCI TRHU..... | 25 |
| 4.3.3 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY OBCHODU..... | 27 |
| 4.4 SPOTOVÁ CENA ELEKTRINY | 28 |
| 4.5 SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE, SLOŽKY TVOŘÍCÍ CENU SILOVÉ ELEKTRINY | 30 |
| 4.5.1 SILOVÁ ELEKTŘINA..... | 32 |
| 4.5.2 NEREGULOVANÁ ČÁST | 32 |
| 4.5.3 REGULOVANÁ ČÁST | 32 |
| 4.5.4 DANĚ..... | 33 |

| | |
|--|-----------|
| 4.6 ASPEKTY OVLIVŇUJÍCÍ CENU ELEKTŘINY | 33 |
| 4.6.1 VÝROBNÍ KAPACITY | 33 |
| 4.6.2 VSTUPNÍ PRVKY | 34 |
| 4.6.3 ENERGETICKÝ MIX VÝROBY | 34 |
| 4.6.4 POČASÍ | 34 |
| 4.6.5 MAKROEKONOMICKÉ PODMÍNKY | 34 |
| 5 CENA ELEKTŘINY Z JEDNOTLIVÝCH ZDROJŮ ELEKTRICKÉ ENERGIE | 35 |
| 5.1 JADERNÁ ELEKTRÁRNA | 35 |
| 5.2 VODNÍ ELEKTRÁRNA..... | 36 |
| 5.3 VĚTRNÁ ELEKTRÁRNA..... | 37 |
| 5.4 FOTOVOLTAICKÁ ELEKTRÁRNA | 38 |
| 5.5 ELEKTRÁRNA NA BIOMASU | 38 |
| 5.6 BIOPLYNOVÁ ELEKTRÁRNA | 39 |
| 5.7 GEOTERMÁLNÍ ELEKTRÁRNY | 39 |
| 6 PODPORA OZE..... | 40 |
| 6.1 SYSTÉM PODPORY OZE..... | 40 |
| 6.1.1 VÝKUPNÍ CENY | 41 |
| 6.1.2 ZELENÉ CERTIFIKÁTY | 41 |
| 6.1.3 ZELENÉ BONUSY | 41 |
| 6.1.4 DAŇOVÉ ÚLEVY | 42 |
| 6.1.5 PŘÍMÁ INVESTIČNÍ PODPORA | 42 |
| 6.2 PODMÍNKY PRO UDĚLENÍ PODPORY OZE | 42 |
| 6.3 VÝVOJ FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN PO ZAVEDENÍ PODPORY OZE..... | 43 |
| 7 BEZPEČNOST A BUDOUCNOST | 44 |
| 7.1 BEZPEČNOST JADERNÝCH ELEKTRÁREN | 44 |
| 7.2 BUDOUCNOST JADERNÝCH ELEKTRÁREN | 45 |
| 7.3 FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY | 46 |
| 7.4 VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY..... | 46 |
| 7.5 NAHRAZENÍ JADERNÝCH ELEKTRÁREN | 47 |
| 7.6 ALTERNATIVNÍ ZPŮSOBY..... | 49 |
| 7.6.1 TĚŽBA METAN HYDRÁTU | 49 |
| 7.6.2 TĚŽBA BŘIDLICOVÉHO PLYNU | 50 |
| 7.6.3 ITER | 51 |
| 8 ZÁVĚR..... | 52 |
| POUŽITÁ LITERATURA | 54 |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|-----------|
| <i>Obr. 4-1 Vývoj ceny elektřiny na burze</i> | <i>23</i> |
| <i>Obr. 4-2 Tvorba tržní ceny elektřiny</i> | <i>29</i> |
| <i>Obr. 4-4 Graf spotřeby elektrické energie</i> | <i>30</i> |
| <i>Obr. 4-5 Vývoj cen elektrické energie</i> | <i>31</i> |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| <i>Tab. 3-1 Výroba elektřiny brutto</i> | 19 |
| <i>Tab. 3-2 Výroba elektřiny netto</i> | 19 |
| <i>Tab. 3-3 Vlastní spotřeba na výrobu elektřiny</i> | 20 |
| <i>Tab. 4-1 Ceny elektřiny na burze západního trhu</i> | 24 |
| <i>Tab. 4-2 Cena elektřiny na burze východního trhu</i> | 24 |
| <i>Tab. 4-3 Vývoj cen elektřiny pro domácnosti</i> | 31 |
| <i>Tab. 5-1 Provozní a pořizovací náklady jaderné elektrárny</i> | 35 |
| <i>Tab. 5-2 Náklady na stavbu MVE</i> | 36 |
| <i>Tab. 5-3 Pořizovací náklady větrné elektrárny</i> | 37 |
| <i>Tab. 5-4 Provozní náklady turbín větrné elektrárny</i> | 37 |
| <i>Tab. 5-5 Náklady bioplynové elektrárny</i> | 39 |
| <i>Tab. 6-1 Vývoj příspěvků na OZE</i> | 40 |
| <i>Tab. 6-2 Výkupní ceny a délka garance výkupu</i> | 41 |
| <i>Tab. 6-3 Výše zelených bonusů pro OZE</i> | 42 |
| <i>Tab. 6-4 Vývoj počtu a instalovaného výkonu fotovoltaických elektráren</i> | 43 |
| <i>Tab. 7-1 Technické parametry elektráren</i> | 48 |
| <i>Tab. 8-1 Porovnání výkupních a výrobních cen</i> | 52 |
| <i>Tab. 8-2 Porovnání nákladů náhradních zdrojů</i> | 53 |

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

| Zkratka | Význam |
|----------------|--|
| CVE | Celková vyrobená energie |
| ČEPS | Společnost Česká přenosová soustava |
| ČEZ | České energetické závody |
| ČNB | Česká národní banka |
| ČR | Česká republika |
| D | Celková spotřeba zákazníka |
| DPH | Daň z přidané hodnoty |
| EDF | Společnost provozující jaderné reaktory ve Francii |
| ERÚ | Energetický regulační úřad |
| EU | Evropská unie |
| E. ON | Výrobce a distributor elektrické energie |
| FVE | Fotovoltaická elektrárna |
| GTE | Geotermální elektrárna |
| HDP | Hrubý domácí produkt |
| HDR | Hot dry rock |
| INES | Mezinárodní stupnice jaderných událostí |
| IRSN | Státní institut pro jadernou bezpečnost |
| ITER | Mezinárodní termonukleární experimentální reaktor |
| JE | Jaderná elektrárna |
| KČ | Koruna česká |
| KVET | Kombinovaná výroba elektřiny a tepla |
| OTE | Operátor trhu s elektřinou |
| OZE | Obnovitelné zdroje energie |
| P | Spotová cena elektřiny |
| PPE | Paroplynová elektrárna |
| PPN | Provozní a pořizovací náklady |
| PRE | Pražská energetika |
| PVE | Přečerpávací vodní elektrárna |
| RPI | Retail prices index |
| SMR | Malý modulární reaktor |
| SWU | Jednotka separační práce |

| | |
|-----|------------------------|
| TWR | Rychlý množivý reaktor |
| VCE | Výrobní cena elektřiny |
| VE | Vodní elektrárna |
| VTE | Větrná elektrárna |

SEZNAM VELIČIN

Zkratka

CVE

VCE

t

lb

Veličina

Wh

Kč/kWh

rok

libra

1 ÚVOD

V této bakalářské práci bych se chtěl zaměřit především na regulaci ceny elektřiny, její tvorbu a aspekty, které ji ovlivňují. V úvodní kapitole se seznámíme se základními fakty o všech zdrojích elektrické energie, které jsou v provozu na území ČR. Jedná se především o jaderné, vodní, větrné a fotovoltaické elektrárny. Ale také o geotermální, bioplynové a biomasové elektrárny. V další kapitole rozebereme složky, které tvoří cenu elektřiny. Metody regulace ceny elektřiny, její cenu na burze a aspekty, které ji ovlivňují. V 5 kapitole provedeme výpočet ceny elektřiny pomocí metody cash flow v závislosti na době návratnosti investice, pro všechny zdroje elektrické energie. Získané výsledky zhodnotíme v závěru této práce. V 6 kapitole rozebereme podporu OZE. Systém udělování, podmínky pro její získání a vývoj fotovoltaických elektráren po zavedení podpory OZE. V poslední kapitole se budeme věnovat alternativním zdrojům elektrické energie.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem této práce je v první části objasnit principy výroby elektrické energie a vysvětlit jaké problémy jsou s tímto spjaty, abychom mohli na základě těchto znalostí vysvětlit, jaké aspekty ovlivňují cenu elektřiny, a jaké složky tvoří její cenu. Dále přiblížit cenovou politiku dodavatelů, cenu elektřiny na burze a její vývoj do budoucna. V druhé části práce se budeme věnovat praktickému výpočtu výrobní ceny elektřiny ze všech OZE a v jaderných elektrárnách. Dále pak probereme systém podpory OZE, podmínky pro její udělení a vývoj fotovoltaických elektráren v ČR od zavedení zákona č. 180/2005 Sb.

3 CHARAKTERISTIKA ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

3.1 Úvod do výroby elektrické energie.

Výroba elektrické energie je v podstatě jednoduchý systém. Je založena na principu převodu mechanické energie na energii elektrickou. K tomu nám slouží řada elektráren. Jsou to především jaderné elektrárny a elektrárny, které využívají obnovitelné zdroje (vodní, fotovoltaické a větrné). V následující kapitole si probereme princip výroby v jednotlivých typech elektráren.

3.2 Přehled elektráren pracujících v České republice

3.2.1 Jaderná elektrárna

V současné době tvoří jaderné elektrárny 34,62% veškerého podílu na výrobě elektrické energie v České republice. Jedná se o elektrárnu Temelín s instalovaným výkonem 2000MW a Dukovany s výkonem 2000MW. [1]

3.2.2 Vodní elektrárna

V České republice se vodní elektrárny podílí na výrobě 3,38% což je největší podíl ze zdrojů obnovitelné energie (dále jen OZE). Největší zásluhy mají elektrárny s výkonem na 10MW a to celých 37,2%, dále pak 34,6% s výkonem do 10MW a jako poslední jsou, přečerpávací elektrárny se 28,2%. Celkový instalovaný výkon všech vodních elektráren je 2216MW. [1]

3.2.3 Větrné elektrárny

V České republice se větrné elektrárny podílí na výrobě asi 0,47%. Instalovaný výkon se v ČR 263MW. Do budoucna se počítá se zvyšováním počtu elektráren a růstu instalovaného výkonu a výroby energie a to především v horských oblastech, kde jsou zaručeny stálejší podmínky pro jejich provoz. [1]

3.2.4 Solární zdroje

Solární energii lze zpracovat dvěma způsoby a to: fotovoltaickým článkem a slunečním kolektorem. V této práci se budeme zabývat pouze fotovoltaickým článkem. Tím se dostáváme k elektrárnám, které jsou v současnosti nejčastěji diskutovaným tématem OZE, fotovoltaickým elektrárnám. V poslední době zažívají velký rozmach. Proto se podílí na výrobě energie asi 2,48% a díky 1300-1800 slunečních hodin v ČR ročně by měly produkovat velké množství elektrické energie. Instalovaný výkon v ČR je 2086MW. [1]

3.2.5 Biomasové elektrárny

Biomasové elektrárny k výrobě používají organický materiál. Celkový instalovaný výkon biomasových elektráren v ČR je 400 MW, což není zanedbatelná hodnota. Nejvyšší podíl na vyrobené energii má Hodonínská elektrárna a to 223GWh vyrobené energie ročně. To představuje 55% celkového podílu všech biomasových elektráren. Její instalovaný výkon má hodnotu 105MW+30MW pro spalování biomasy. [2]

3.2.6 Bioplynové stanice

Méně častou a méně známou elektrárnou jsou bioplynové stanice. Celkový instalovaný výkon činí 363 MW. Podíl bioplynových stanic na výrobě elektrické energie ze skupiny OZE je 15,9%.

Bioplynové elektrárny fungují na principu uvolňování plynů z používaných materiálů. Nejčastěji se používá organický odpad. Ten prochází procesem anaerobní digesce bez přístupu vzduchu v uzavřených reaktorech. Výsledkem je bioplyn, který je spalován a používá se pro výrobu elektřiny nebo tepla. Vedlejším produktem těchto zařízení je i výroba velice kvalitních hnojiv. [3]

3.2.7 Geotermální energie

Nejméně častou možností výroby elektřiny je geotermální energie. V ČR se zatím příliš neujala. Podle odborníků ale má naše území velký potenciál pro použití této technologie. Jde o 28 míst, kde bychom mohli geotermální energii uplatnit. Projekt geotermální elektrárny vzniká v Litoměřicích. Tato elektrárna má dosahovat tepelného výkonu 50 MW a 5 MWe elektrického výkonu. [4]

Tento typ elektrárny využívá 3 možností jak získávat energii. U nás se ujala pouze metoda HDR. Ta spočívá ve vyvrtání 1 hlavního vrtu a 2 bočních pomocných. Prvním z nich se asi 5 km dlouhým vrtem přivede studená voda k horké hornině. Ta se ohřívá a bočními vrty se horká voda odvádí ke generátoru, který se otáčí a vyrábí elektřinu. Ochlazená voda se hlavním vrtem přivádí zpět k horké hornině. [5]

V tab. 3-1 a tab. 3-2 vidíme, které elektrárny produkují nejvíce elektrické energie brutto a netto. Převážnou většinu energie vyrobily jaderné elektrárny. Z kategorie OZE vyrábějí nejvíce energie vodní elektrárny a smírným odstupem od elektráren fotovoltaických. Nejnižší podíl dle očekávání mají elektrárny větrné

| Výroba elektřiny brutto [GWh] | Druh elektrárny | Celkem [GWh] |
|-------------------------------|-----------------|--------------|
| | Jaderné | 30324,2 |
| | Vodní | 2963 |
| | Větrné | 417,3 |
| | Fotovoltaické | 2173,1 |

Tab. 3-1 Výroba elektřiny brutto [1]

| Výroba elektřiny netto [GWh] | Druh elektrárny | Celkem [GWh] |
|------------------------------|-----------------|--------------|
| | Jaderné | 28602,7 |
| | Vodní | 2940,7 |
| | Větrné | 415,4 |
| | Fotovoltaické | 2153,3 |

Tab. 3-2 Výroba elektřiny netto [1]

V tab. 3-3 nalezneme srovnání elektráren podle vlastní spotřeby energie, kterou potřebují pro svůj provoz. Tento rozdíl stanovuje rozdíl mezi energií vyrobenou brutto a netto. Nejvíce energie pro svůj provoz potřebují jaderné elektrárny. Je to 5,67%. Vodní a fotovoltaické elektrárny potřebují pro svůj provoz přibližně stejnou energii. Vodní spotřebují 0,75% vyrobené energie na svůj provoz a fotovoltaické 0,92%. Větrným elektrárnám postačuje pouze 0,45% energie.

| Vlastní spotřeba na výrobu elektřiny [GWh] | Druh elektrárny | Celkem [GWh] |
|--|-----------------|--------------|
| | Jaderné | 1721,5 |
| | Vodní | 22,3 |
| | Větrné | 1,9 |
| | Fotovoltaické | 19,8 |

Tab. 3-3 Vlastní spotřeba na výrobu elektřiny [1]

4 REGULACE A DEREGULACE CENY ELEKTŘINY, SILOVÁ ELEKTŘINA, CENA ELEKTŘINY

V této kapitole si podrobně rozebereme z jakých částí a složek se sestává cena silové elektřiny v ČR.

Silovou elektřinou nazýváme každou elektřinu, která byla vyrobena. Cenu silové elektřiny určuje dodavatel. Silová elektřina je jediná složka ceny elektřiny, kterou se od sebe jednotliví dodavatelé elektřiny mohou lišit. Cena silové elektřiny tvoří převážnou část celkové částky. [6]

Díky mixu různých aspektů, které ovlivňují cenu elektřiny, jsou ve všech státech jiné ceny a tomu i odpovídající aspekty. Není proto možné tvrdit, že cena v chudších státech bude nižší než v bohatých, jako je například Německo.

4.1 Regulace cen elektřiny

V České republice se v otevřeném trhu stará o regulaci maloobchodních cen elektřiny ERÚ. Základním úkolem úřadu je nahrazování tržních mechanismů, pokud nefungují správně nebo ideálně. V odvětví elektroenergetiky můžeme za takovéto činnosti považovat především:

- přenos (ČEPS, OTE),
- distribuce (E-on, ČEZ, PRE).

Ve výrobě a spotřebě se přirozeně předpokládá existence trhu. Úkolem ERÚ je stanovit pravidla podnikání pro oblast přenosu a distribuce, zvláště pak pro stanovení ceny za poskytování určitých činností.

To ale nejsou jediné úlohy, které má ERÚ na starosti. Musí se zabývat také následujícími problémy:

- určení pravidel výkupu obnovitelných zdrojů včetně nákupních cen elektřiny,
- řeší spory mezi účastníky trhu s elektřinou,
- posuzuje úroveň spolehlivosti zásobování elektřinou.

Nejdůležitější činností je stanovování cen za jednotlivé regulované činnosti pro vykonávající subjekty, protože tato rozhodnutí rozhodujícím způsobem ovlivňují jejich výsledky. O způsobu a metodě regulace vybrané činnosti se dlouze diskutuje a je pečlivě vybírán podle nastolené situace. Metoda regulace představuje souhrn pravidel a postupů, které vymezují způsob regulace, jimž se bude elektroenergetika v následujícím regulačním období řídit. Toto období trvá zpravidla 5 let.

Regulační úřad je povinen oznámit metodu regulace všem dotýčným organizacím tj. provozovateli distribuční soustavy, operátorovi trhu a provozovateli přenosové soustavy ještě před začátkem samotného regulačního období. Toto oznámení vydává ERÚ minimálně 6 měsíců předem, aby bylo zajištěno včasné informování organizací.

Po dobu existence trhu s elektřinou vzniklo několik metod regulace. Každý stát EU používá vlastních postupů. Obecně ale existují 2 základní metody jak k regulaci přistupovat.

- price – cap,
- revenue – cap.

Obě metody využívají vzorce $RPI - X$, kde RPI (Retail Prices Index) vyjadřuje inflaci a X je faktor, který vystihuje snahu regulátora trhu (v našem případě ERÚ) o zvýšení efektivnosti práce příslušných organizací.

4.1.1 Regulace price-cap

Tato regulace pracuje na principu stanovení cenové hladiny pro regulované organizace na delší období. Snaží se tím motivovat organizace ke snižování nákladů a zvyšování zisku ze své činnosti. Tuto metodu lze ale použít za předpokladu, že se vstupní parametry regulačního vzorce nebudou měnit externím zásahem. Pokud nebude do vzorce nijak zasahováno, můžeme tuto metodu dále rozdělit na dvě varianty.

- vychází se pouze u hodnot inflace a faktoru X (regulovaná organizace má pak zájem na zvýšení spotřeby, případně i neefektivní),
- respektování úrovně spotřeby.

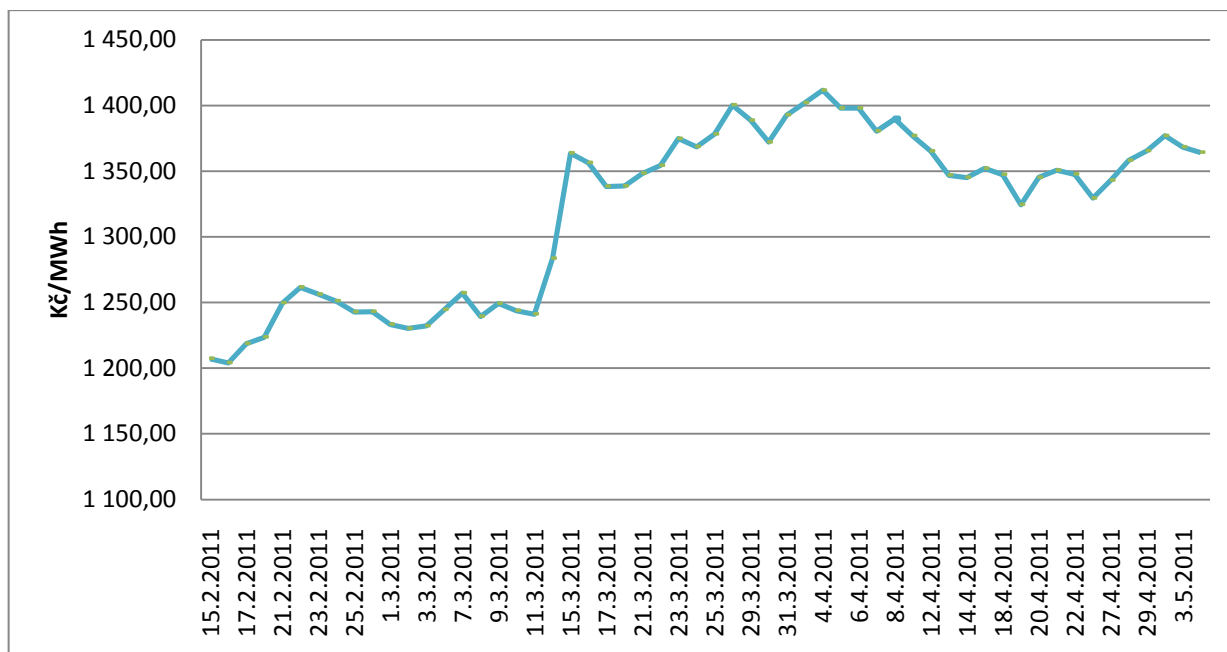
4.1.2 Regulace revenue-cap

Regulace metodou revenue-cap stanovuje vstupní parametry na začátku regulačního období, které se každoročně reviduje, a tím jsou upravovány příjmy regulovaných organizací. Tuto metodu používáme především tehdy, jsou-li očekávány časté externí zásahy. [7]

4.2 Cena elektřiny na burze

Burzy vznikají v jednotlivých státech při dodržování legislativy. Zejména se jedná o zákon o burzách. Vzniklé burzy pak vydávají pravidla a burzovní řád, kterým se musí účastníci obchodu bezpodmínečně řídit. Postupem času začaly vznikat i burzy, které se specializují na obchod s elektřinou. V České republice umožňuje obchodování s elektrickou energií Pražská energetická burza, která je dceřinou společností skupiny PXE. Byla založena v roce 2007 a specializuje se na obchodování s elektřinou s místem dodání v České republice, Slovensku a Maďarsku.

Cena elektřiny na burze je nedílnou součástí konečné ceny pro koncového zákazníka. Na jejím růstu/poklesu se odráží především její přebytek nebo nedostatek, dění na domácím území i ve světě, ať jde o politické situace, kurz měny nebo katastrofické události a reakce na ně. Ukázkovým případem takové situace se stala havárie v Japonské JE Fukušima z dne 11. 3. 2011. Při pohledu na graf ceny elektřiny je patrné, kdy došlo k havárii a jak výrazně se to podepsalo na ceně.



Obr. 4-1 Vývoj ceny elektřiny na burze [8]

Za 1,5 roku od havárie se ceny dostaly zpět na hodnotu, které dosahovaly před havárií. Podle odhadů by měly klesat i dále, dokonce i pod cenu před havárií. ERÚ předpokládá klesání ceny i dále do roku 2013 a to o 6%. Toto výrazné zlevňování je způsobeno ekonomickou krizí. Firmy snižují svoje náklady na výrobu a zároveň se snižuje poptávka po elektřině. Snížení cen pro domácnosti se ale neprojeví tak výrazně, protože dodavatelé nakupují energii s ročním předstihem.

Na situaci v Japonsku reagovalo neagresivněji Německo. To se rozhodlo z důvodu bezpečnosti odstavit 7 starších reaktorů na dobu minimálně 3 měsíce s možností úplného odstavení. To vedlo ke zvýšení cen elektřiny až o 18%. Pro ČR to znamenalo nárůst cen pro rok 2012 a 2013 o 10%. V zasaženém Japonsku potom o 28%. S postupem času Německo prohlásilo, že do roku 2022 by chtělo úplně odstavit všech svých 17 jaderných elektráren. Nahrazení výroby má být zajištěno fotovoltaickým elektrárnami. Přechod na OZE, o dostatečném výkonu, který nahradí výkon všech bloků, bude vysoce nákladný.

Ceny elektřiny na burze paradoxně neovlivňuje na našem území v takové míře Pražská energetická burza, jako spíše trh s elektřinou v Německu, který je spojen s trhem v Rakousku. Společný trh Německa a Rakouska je několika násobně silnější než v ČR, a proto se snažíme vyrovnat ceny s našimi sousedy. Další trh, který ovlivňuje ceny elektřiny je Česko-Maďarsko-Slovenský. Ceny v ČR jsou jen nepatrně nižší než v Německu a u ostatních států Evropy. V tom případě hraje pražská burza jen malou roli. Jako praktickou ukázkou můžeme použít tuto tabulku, s cenou elektřiny při základním zatížení. Ceny jsou uvedeny v EUR/MWh. [8]

| Cena elektřiny pro dodávku následující | Německo | Francie | ČR |
|--|---------|---------|-------|
| Měsíc | 30,84 | 27,60 | 30,30 |
| Čtvrtletí | 33,95 | 31,50 | 33,60 |
| Rok | 38,55 | 41,83 | 38,05 |

Tab. 4-1 Ceny elektřiny na burze západního trhu [9]

| Cena elektřiny pro dodávku následující | Slovensko | Maďarsko | ČR |
|--|-----------|----------|-------|
| Měsíc | 30,45 | 33,00 | 30,30 |
| Čtvrtletí | 34,25 | 39,50 | 33,60 |
| Rok | 38,25 | 43,10 | 38,05 |

Tab. 4-2 Ceny elektřiny na burze východního trhu [8]

Vývoj cen do budoucna je velice těžké odhadnout. Na vývoji ceny se podepisuje příliš mnoho faktorů na to, abychom mohli spolehlivě předpovědět situaci například v roce 2030. Několik vodítek nám ale může napovědět. Jedná se o problém jaderné energetiky v Německu. Do roku 2022 je plánovaná úplná odstávka všech jaderných elektráren. Můžeme tedy očekávat výrazné zvýšení cen, protože evropský trh z velké části, ovládá právě Německo. Druhým vodítkem je stále probíhající ekonomická krize. I když teď díky ní ceny klesají, po jejím odeznění se očekává výrazné zdražení. Jak dlouho bude ekonomická krize trvat, však není možné určit. První odhady odborníků hovoří o 5-10 letech.

4.3 Tvorba ceny elektřiny na burze

Cena elektřiny na burze je jedna z nejdůležitějších částí v ceně pro koncového zákazníka. Proto se výše koncové ceny mění z velké části podle její hodnoty na burze.

Energetická burza je vlastně tržní platforma, která je přednostně určena pro velkoobchodní trh. Zde se s elektřinou obchoduje jako s komoditou, proto nespadá do regulované části energetického trhu. Je to tedy neregulovaná složka, a proto není pod cenovou regulací ERÚ. Burza obecně je ale regulovaný trh, který spadá pod kontrolu České národní banky a Ministerstva průmyslu a obchodu.

Základním principem při tvoření ceny jsou běžné ekonomické procesy, tj. poměr mezi nabídkou a poptávkou. Zde účastníci trhu tvoří obchodní prostředí pomocí systému vkládání objednávek na nákup (BID) a na prodej (OFFER nebo ASK). Důležitou náležitostí takové objednávky jsou 4 body:

- produkt (jaký kontrakt chtějí zobchodovat),
- směr (nákup nebo prodej),
- cena (EUR/MWh),
- počet kontraktů (počet MWh).

Likvidita trhu na PXE je dále podpořena přítomností tzv. tvůrců trhu, kteří jsou smluvně zavázáni kotovat určité množství produktů. Tento systém se týká především dlouhodobých transakcí. Pokud se jedná o krátkodobé produkty, s těmito se pak obchoduje na spotovém trhu prostřednictvím aukce, kde je cena tvořena na principu nabídka/poptávka.

4.3.1 Velkoobchodní trh

Velkoobchodní trh je postaven na principu rovnosti výroby a spotřeby, protože elektrickou energii nelze skladovat. Tento trh není určen pro koncové odběratele, ale pro velké spotřebitele. Velkoobchod probíhá mezi výrobcí a obchodníky, proto není nutné vlastnit výrobní zdroje elektřiny. Je ale nutné splnit podmínky pro vstup na trh tj. získat licenci a vypracovat bilanční smlouvu. Obecně velkoobchodní trh určuje cenu pro trh maloobchodní. Velkoobchodní trh dále dělíme na trh krátkodobý (dodávky do 24h, případně do 1 měsíce) a na trh dlouhodobý. Důležitou částí velkoobchodního trhu jsou faktory, které ovlivňují cenu silové elektřiny.

Dlouhodobý trh ovlivňují tyto aspekty:

- poměr nabídky a poptávky,
- fundamenty (vliv na výrobu a spotřebu).

Krátkodobý, neboli spotový trh, je trh, kde se obchoduje s denními dodávkami elektřiny a cena je určena pro každou hodinu obchodu. Spotový trh se dá dále dělit na trh, kde se uzavírají obchody v kontinuálním obchodování a obchody uzavřené v aukci. Uzavírka nabídek aukce se provádí vždy v nejbližší pracovní den před dodáním dodávky. Cena se stanovuje pomocí systému marginálních cen. Tento typ trhu podléhá pak zcela jiným aspektům, jako jsou:

- počasí,
- výkyvy ve výrobě (odstávky elektráren),
- dostupnost příhraničních kapacit,
- cena emisních povolenek,
- cena fosilních paliv (cena ropy ovlivňuje cenu nepřímo, cena uhlí a zemního plynu přímo).

Cena fosilních paliv může v každé ceně ovlivnit cenu energie jinak v závislosti na palivovém mixu zdrojů. Cena emisních povolenek má ale mezinárodní přesah, a tedy značný vliv na cenu energie v celém regionu.

4.3.2 Účastníci trhu

Účastníci trhu tvoří konkurenční prostředí na energetickém trhu. Hlavní rozdělení tvoří celkem 7 účastníků a jsou jimi:

- výrobci (dodávají energii do soustavy),
- zákazníci (odebírají energii ze soustavy),
- energetické společnosti (prodávají elektřinu),
- obchodníci (optimalizují prodej a nákup),
- banky (poskytují finance a zastupují menší klienty),
- fondy (slouží ke spekulacím, přinášejí strukturovaná portfolia),
- nadnárodní společnosti.

4.3.2.1 Výrobci

Výrobce můžeme definovat jako vlastníky zdroje, který produkuje elektrickou energii a je připojen do přenosové soustavy. Hlavní motivací výrobce je prodat vyrobenou elektřinu za co nejlepší cenu a přitom maximálně optimalizovat náklady na její výrobu.

4.3.2.2 Zákazníci

Zákazníci uzavírají řetězec obchodu. Jedná se o konečné spotřebitele, kteří využívají elektrickou energii pro vlastní potřebu. Obecně bychom zákazníky neměli řadit mezi členy velkoobchodního trhu, pokud mluvíme o obyvatelích, kteří nevlastní žádné zařízení. Ale protože na trhu vystupují jako koneční spotřebitelé i velké průmyslové a technologické společnosti, musíme zákazníky dělit do skupin, které se trhu účastní a které ne.

4.3.2.3 Energetické společnosti a obchodníci

Energetické společnosti vytvářejí svůj zisk tak, že nakupují velkoobchodní produkty na trhu a tímto způsobem získanou elektrickou energii převádějí většinou do ročních kontraktů, které uzavírají s konečným spotřebitelem. Takto uzavřený obchod je vázaný smlouvou a energetické společnosti jsou tedy povinny o zákazníka pečovat a provádět potřebný servis v souvislosti s užíváním elektrické energie.

Zisk těchto společností plyne z obchodní marže, která je tvořena rozdílem mezi nákupní cenou elektřiny na velkoobchodním trhu a cenou, za kterou je energie dodávána konečným zákazníkům. Zde má velice důležitou úlohu obchodník, který energetické společnosti zastupuje. Jeho úkolem je optimalizovat poměr mezi nákupní a prodejní cenou elektřiny.

4.3.2.4 Banky a fondy

Banky patří mezi velké hráče velkoobchodního trhu. Hlavním úkolem je poskytovat důležité finance velkým společnostem, fyzickým osobám ale i státům. Bez nich by prakticky nebylo možné obchodovat. Vedlejším úkolem je pak zastupování menších klientů, kteří nejsou schopni samostatně vystupovat.

Fondy jsou nástrojem k investičním operacím a je řízen investičními společnostmi. Je to soubor majetku, který můžeme rozdělit do několika kategorií podle:

- obsahu,
- investiční strategie,
- cílové skupiny investorů.

Důležitou vlastností fondů jsou spekulace o vývoji ekonomické situace a výtěžnosti jednotlivých investic. Přinášejí také strukturovaná portfolia. Portfoliem rozumíme soubor nebo sestavu akcií a jiných cenných papírů v majetku investora. Nebo také sestavu či paletu výrobků firmy nebo společnosti.

4.3.3 Základní charakteristiky obchodu

Základní charakteristiky při obchodování s elektřinou jsou následující:

- produkt,
- cena,
- jednotkový objem,
- místo dodávky,
- období dodávky.

4.3.3.1 Produkt

Jelikož elektřina je neskladovatelná, probíhá její výroba a dodávka ve stejný okamžik a to v reálném čase. Produkt je závislý na denním cyklu spotřeby. Nejvyšší zájem o produkt se dá logicky očekávat v odběrové špičce a to od 8:00-21:00. Nejnižší pak v době nízkého odběru mezi 21:00-8:00.

4.3.3.2 Období dodávky

Obdobím dodávky rozumíme časové rozpětí, ve kterém dojde k realizaci dodávky. V praxi jsou standardně používána období den, pracovní týden, týden, víkend, měsíc, kvartál a rok. Není ale nutné řídit se pouze těmito obdobími. Je možné uzavírat jiné časové rozpětí individuálně, dle potřeby obou stran.

4.3.3.3 Jednotkový objem

Jednotkový objem označuje množství energie dodané v každé hodině dohodnutého produktu po dobu dodávky. V praxi se standardně považuje za minimální jednotkový objem 5MWh. Pokud budeme tedy uvažovat roční dodávku při objemu 5MWh, dostaneme 43 800MWh elektrické energie dodaného během roční dodávky. V praxi se dlouhodobé dodávky uzavírají na menší jednotkové objemy. To je dáno opatrností obchodníků. V dominantním trhu v Německu je jednotkový objem stanoven na 25MWh.

4.3.3.4 Cena

Cena produktu je stanovena jednotkově, tedy v EUR/MWh. V současné době je již téměř celý trh v ČR orientován na eura. To je způsobeno postupným sjednocením trhu do jednoho celku a tlakem ostatním států, kde je hlavní měnou právě euro.

4.3.3.5 Místo dodávky

Jako místo dodávky můžeme považovat přenosovou soustavu, která je propojená natolik, abychom ji mohli označit za celek. Tento celek nesmí vykazovat slabá a úzká místa, aby nedocházelo k omezení dodávky. Těmto požadavkům v praxi odpovídají přenosové soustavy států. [10]

4.4 Spotová cena elektřiny

Spotovou cenou rozumíme cenu v určitém časovém okamžiku v daném odběrném místě, která se utvoří v nejbližší předcházející pracovní den přede dnem realizace dodávky. Spotovou cenu můžeme tedy nazvat cenou okamžitou. Díky zavedení spotové ceny elektřiny je možno ovlivňovat chování zákazníka tak, že se vzhledem k jeho majetku chová maximálně optimálním způsobem. Princip spotové ceny je postaven na předpokladu, že se poptávka neodvíjí nezávisle na její budoucnosti a minulosti.

Jak vytvořit spotovou cenu je problém, kterým se zabývají všechny instituce obchodující s elektřinou. Specifickým problémem tvoření ceny elektřiny je její neskladovatelnost. Tím vyvstává podmínka vyváženosti nabídky a poptávky v reálném čase a ve všech uzlech elektrifikační soustavy. Aby se zachovala rovnováha v reálném čase, je třeba zajistit pohotovost přenosové a distribuční soustavy.

Při formulování spotové ceny uvažujeme 4 základní části:

- závislost ceny elektřiny na čase,
- závislost ceny elektřiny na umístění dodávky nebo poptávky v elektrifikační síti,
- stochastičnost nabídky a poptávky z pohledu místa a času,
- vliv konkrétní konfigurace elektrizační soustavy na cenu elektřiny.

Pro další bližší určení spotové ceny je třeba zjednodušit pojem elektrizační soustava na přenosovou soustavu. Ta obsahuje 4 charakteristiky elektřiny, které mají vliv na stanovení ceny.

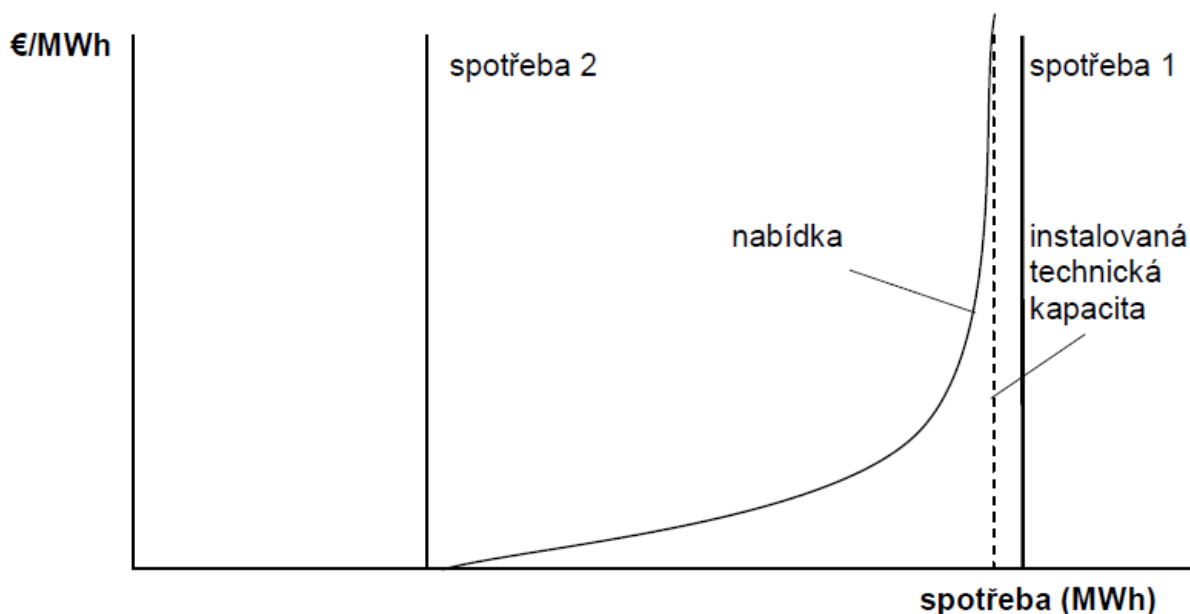
- není možné přidělovat toky elektřiny pro jednotlivá území,
- každé přenosové vedení má stanovenou bezpečnou kapacitu,
- neustálé udržování vyrovnané bilance,
- přenosové ztráty.

Obecně je spotová cena dána vzorcem: [11]

$$p(t) = \frac{\text{celkové náklady}}{D} \quad (4.1)$$

kde celkové náklady představují veškeré náklady na zajištění elektřiny pro zákazníky, a D představuje celkovou spotřebu zákazníků. Vzorec bude platný pouze při respektování zásad:

- energetické bilance,
- omezení výkonů zdrojů,
- omezení kapacity vedení,
- Kirchhofových zákonů. [11]



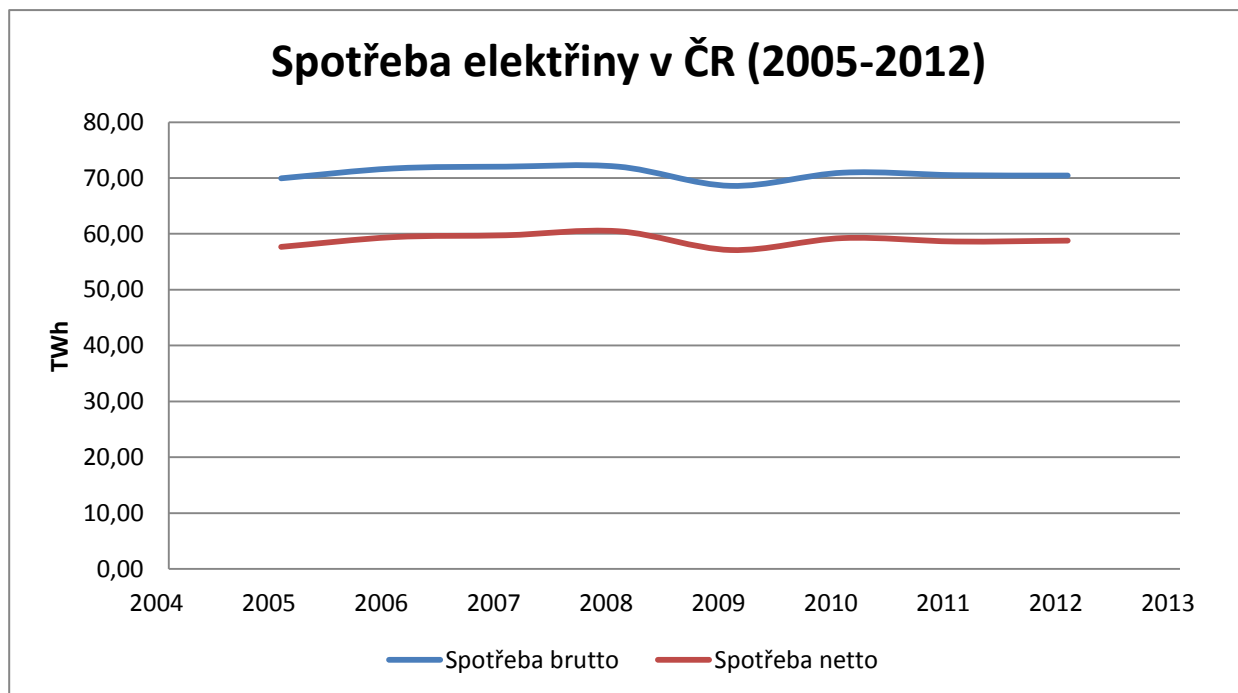
Obr. 4-2 Tvorba tržní ceny elektřiny [10]

V tomto grafu je křivka nabídky vyjádřena pomocí exponenciály. Její tvar se samozřejmě bude měnit podle závislosti na struktuře zdrojů v soustavě. Pokud nabídka dojde do blízkosti technických kapacit, začne měnit svůj tvar na vertikálu. V některých případech je možné, že nabídková křivka protne osu X a vzniká bod, kdy výrobci dodávají elektřinu do sítě, i když za ni nedostanou zaplacení. To je způsobeno situací, kdy je poptávka (spotřeba) elektřiny tak malá, že klesne pod množství, které musejí výrobci minimálně vyrábět. Pokud by odstavili své výrobní zdroje, nemuseli by včas zareagovat na zvýšení spotřeby a pokrytí poptávky.

Spotřeba je zde vyobrazena jako přímka. To nám říká, že poptávka má takřka nulovou flexibilitu. To je dáno fixací ceny elektřiny pro konečného zákazníka. Obchodník uzavře se spotřebitelem smlouvu na určité období, kdy je povinen dodržovat smlouvenou cenu. Křivka označená jako spotřeba 1 značí stav, kdy nejsou výrobci schopni dodat dostatečné množství energie. Proto může v tomto případě stoupat cena elektřiny až do nekonečna. Křivka spotřeba 2 označuje opačný extrém. Tedy nulovou cenu elektřiny. Hlavním faktorem, který posunuje křivku po ose, je počasí. Jde o extrémní sucho a extrémní zimu, kdy jsou v provozu zařízení, jako jsou klimatizace a vytápěcí zařízení. [10]

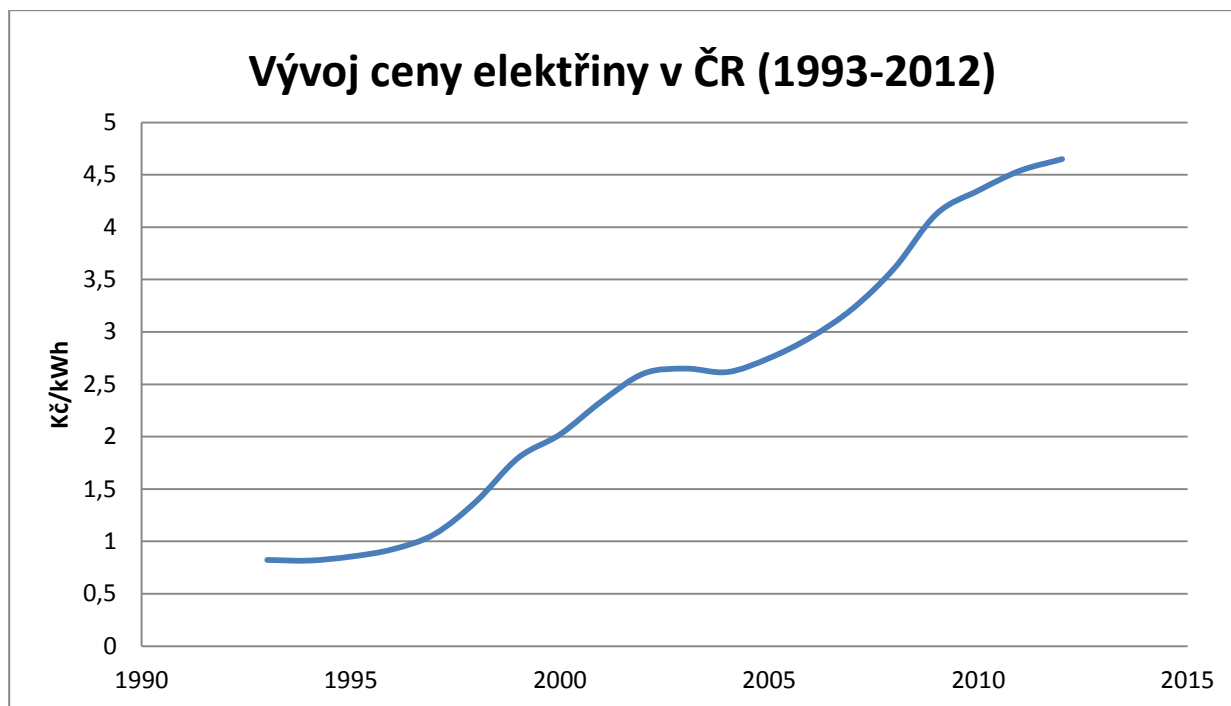
4.5 Spotřeba elektrické energie, složky tvořící cenu silové elektřiny

V dnešní době ekonomické nejistoty je stále větší důraz kladen na úsporu domácností, podniků a dalších odběratelů elektrické energie, protože neustále roste její spotřeba a cena. Tento fakt lze jednoduše doložit tímto grafem. Křivka spotřeby brutto reprezentuje hrubou spotřebu a křivka spotřeby netto reprezentuje skutečnou spotřebu.



Obr. 4-3 Graf spotřeby elektrické energie [1]

Tendenci zvyšování cen elektřiny dokazují i informace zveřejněné serverem www.eru.cz, kde je vidět postupný, dramatický nárůst cen. Hlavním důvodem tohoto trendu je zvyšování podpory OZE od roku 2005. Od roku 1993 kdy se ČR stala samostatným státem cena elektřiny za 1kWh vzrostla z tehdejších 0,823 Kč na 4,65 Kč k roku 2012. To je za 19 let samostatné funkce našeho státu navýšení 5,65x.



Obr. 4-4 Vývoj cen elektrické energie [12]

Pro demonstraci zvyšování cen elektřiny se můžeme podívat na následující tabulku, kde je vidět, o kolik korun ročně přijdou domácnosti. Pro tento výpočet jsem použil kalkulátor ERÚ s hodnotami spotřeby 2500kWh, tarif D02d, odběr domácnost, jistič 3x25A, Jihomoravský kraj, dodavatel E-ON Energie a.s. s tarifem E-ON Elektřina klasik. [13]

| Rok | 2008 | 2010 | 2013 |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|
| Spotřeba | 2500kWh | 2500kWh | 2500kWh |
| Cena za 1 MWh | 1 615 Kč | 1 646 Kč | 1 460 Kč |
| Příspěvek na OZE | 40,75 Kč | 166,34 Kč | 583 Kč |
| DPH | 19% | 20% | 21% |
| Celková cena s DPH | 11 754,28 Kč | 13 254,24 Kč | 13 517,06 Kč |

Tab. 4-3 Vývoj cen elektřiny pro domácnosti [13]

V tomto příkladu bych chtěl porovnat ceny elektřiny v ČR a Německu. V České republice je průměrný plat ve 4Q roku 2012 přibližně 27170 Kč. V Německu činí průměrný plat v tomto roce 3734,25 Eur, pokud použijeme hodnotu 25 Kč/1 Eur dostaneme plat 93356,25,- Kč. To je 3,44x více než v ČR. V ČR je cena za 1 kWh 4,65 Kč a v Německu 6 Kč. To je pouze 1,29x větší. [14]

V ceně elektřiny Německa je již zahrnuto zvýšení cen z důvodů odchodu od jaderné energetiky a přechodu OZE. Důvod, proč je o tak málo dražší elektřina v Německu, je ten, že mají vyšší výrobní kapacity a mohou si tedy dovolit energii prodávat při jejím přebytku.

4.5.1 Silová elektřina

Cenu silové elektřiny v praxi cenu tvoří tři složky:

- první složka: neregulovaná část,
- druhá složka: regulovaná část,
- třetí složka: daně.

4.5.2 Neregulovaná část

Tuto část elektřiny ovlivňuje obchodník s elektřinou. Můžeme ji dále rozdělit na 2 další části.

- pevná cena za měsíc,
- cena silové elektřiny,
 1. cena elektřiny ve vysokém tarifu (VT),
 2. cena elektřiny v nízkém tarifu (NT).

4.5.3 Regulovaná část

Tuto část elektřiny ovlivňuje ÚŘE. Můžeme ji dále rozdělit na 4 další části.

- poplatek za distribuci,
- poplatek za systémové služby,
- příspěvek na podporu obnovitelných zdrojů,
- poplatek za činnost zúčtování operátora trhu s elektřinou.

Poplatek za distribuci

Poplatek za distribuci je připisován na účet distributora elektřiny, který se stará o přívod elektřiny do místa odběru. V České republice se dělí distribuční území na tři distribuční části: E-ON působí v Jihočeském, Jihomoravském a Zlínském kraji a v kraji Vysočina, PRE na území Prahy a ostatní kraje zajišťuje ČEZ. Výše poplatku pro rok 2013 je stanoven na 1739 Kč/MWh. Poplatek je dále rozdělen na 2 složky. Pohyblivou a pevnou složku. Pohyblivá složka kryje náklady na ztráty v sítích, které jsou přímo úměrné odběru elektřiny. Pevná složka ceny se využívá pro krytí nákladů spojené s údržbou, obnovou a rozvojem elektrizační soustavy, náklady na měření a provádění odečtů.

Poplatek za systémové služby

Tento poplatek je připisován provozovateli České přenosové soustavy – společnosti ČEPS. Výše poplatku pro rok 2013 je stanoven na 132,19 Kč/MWh. Tento poplatek pokrývá náklady provozovatele přenosové soustavy na nákup podpůrných služeb od jednotlivých poskytovatelů (cena na krytí více nákladů, které jsou spojeny s podporou výroby elektřiny z OZE a KVET a dalších zdrojů).

Poplatek operátorovi trhu

Poplatek je odváděn operátoru trhu s elektřinou OTE. Pro rok 2013 je stanoven na 7,56 Kč/MWh vč. DPH a je stejný u všech distribučních společností. Tato společnost se stará o zpracování bilance nabídky a poptávky na dodávku elektřiny. Provádí vyúčtování odchylek mezi plánovaným a skutečně dodaným a odebraným množstvím elektřiny a zpracovává bilanci dlouhodobé spotřeby v ČR.

Příspěvek na podporu obnovitelných zdrojů

Z tohoto příspěvku je dotována tzv. „zelená elektřina“ prostřednictvím výkupních cen nebo zelených bonusů. Pro rok 2013 je příspěvek na obnovitelné zdroje stanoven na 583 Kč/MWh odebrané elektřiny.

4.5.4 Daně

Kromě daně z přidané hodnoty, která je v současnosti 21 %, podléhá elektřina také tzv. ekologické dani. Daň je stanovena na 28,30 Kč za každou odebranou megawatthodinu. Výslednou cenu elektřiny, kterou zaplatí koncový zákazník, tedy tvoří součet všech položek z neregulované i regulované části elektřiny navýšený o daně. [15,13]

4.6 Aspekty ovlivňující cenu elektřiny

V předchozí kapitole jsme si rozebrali, jaké složky tvoří cenu elektřiny. Nyní se podíváme, které aspekty ovlivňují její cenu. V této oblasti máme základní aspekty. Je to strana nabídky a strana poptávky. Všem se budeme podrobně věnovat a vysvětlíme si, které z nich mají ten nejvyšší význam.

Strana nabídky:

- výrobní kapacity,
- vstupní prvky,
 - paliva,
 - emisní povolenky,
- energetický mix výroby,
- počasí.

Strana poptávky:

- makroekonomické podmínky,
- počasí.

4.6.1 Výrobní kapacity

Výrobní kapacity jsou jednou z nejdůležitějších částí. Princip je jednoduchý. Vždy musí být zajištěno, že bude dostatek vyrobené energie, aby pokryla její spotřebu. Současný trend výstavby zdrojů elektrické energie bohužel neodpovídá nárokům ve spotřebě. V nadcházejících letech by mohla spotřeba vzrůst o 40TWh.

Tomuto faktu nenahrává ani skutečnost, že největší podíl v produkci elektrické energie hrají tepelné elektrárny. Zde se ale počítá se snížením produkce z důvodu ubývání zásob uhlí. Výkon tepelných elektráren nebude možné nahradit OZE právě kvůli nízkým instalovaným výkonům a drahé výkupní ceně. [16]

4.6.2 Vstupní prvky

Palivo omezuje hlavně jadernou elektrárnu. Zde je to nejdůležitější součástí výroby. Elektrárna pracuje s ^{235}U jehož celosvětové zásoby jsou odhadovány při současném výkonu všech reaktorů 372,6GWe na 80-85 let. Počítejme ale s výrazným nárůstem jaderných reaktorů, a pokud by byl výkon zvýšen na 500GWe bude dostatek paliva do roku 2050, tedy na 38 let.

V tomto ohledu ale jaderný průmysl počítá se zdokonalením nové technologie tzv. rychlých reaktorů do roku 2040, které by byly schopny používat vyhořelý materiál z lehkovodních reaktorů a tak by se výrazně zvýšila doba využití uranu na stovky až tisíce let. Pokud by se tato technologie ukázala jako účinná, bylo by dostatek materiálu a jeho cena by se výrazně nezměnila. [17]

4.6.2.1 Emisní povolenky

Dovolují provozovateli znečišťujícího zařízení vypustit do vzduchu takové množství tun CO_2 jakou hodnotu má zařízení způsobující znečištění. Pro rok 2013 byla cena povolenky stanovena na 70,25 Kč/t CO_2 . Při překročení povoleného limitu je nucen zakoupit další povolenku. V případě že tak neučiní, může mu být vystavena vysoká pokuta. Při přebytku povolenek má provozovatel právo umístit povolenky na trh a prodat je. Hlavní smysl ale spočívá v zavádění úsporných a ekologických opatření. [18]

4.6.3 Energetický mix výroby

Energetický mix výroby zjednodušeně znamená, jaké zdroje se podílí na výrobě elektrické energie a jakou měrou. Základem tohoto mixu je vytvořit stabilní a všestranný systém výroby, který bezpečně uspokojí spotřebu elektřiny. To se samozřejmě odvíjí od geografické polohy, přírodních zdrojů, ekonomické situace a podobně. Například v Norsku hrají prim při výrobě energie vodní elektrárny. Je to 99% celkové výroby. Zbývající procento tvoří směs větrných a slunečních elektráren. V ČR jsou dominantní parní elektrárny, ty pokrývají 53,96% a jaderné 34,62%. Zbýlých 11,42% si nerovnoměrným podílem rozdělují OZE a plynové a paroplynové elektrárny. [1]

4.6.4 Počasí

Česká republika se nachází z globálního hlediska v mírném pásu. Počasí je zde proto poměrně stálé a extrémní výkyvy nehrozí. Na našem území je průměrně 1550 slunečních hodin ročně, proto by zde mohly najít fotovoltaické elektrárny uplatnění. Větrné elektrárny zde nenajdou tak výrazného využití, jako například u pobřeží přímořských států, nebo na rozlehlých pláních v USA. Svoji budoucnost ale mají.

4.6.5 Makroekonomické podmínky

Hlavními makroekonomickými ukazateli jsou HDP, inflace, nezaměstnanost a obchodní bilance. Dále pak i fakt, jaké úroky stanoví ČNB. HDP vyjadřuje výrobu hmotných statků v dané ekonomice. Je vyjádřen jako meziroční tempo růstu. Stejně důležitou roli jako HDP zde hraje i inflace. Sledováním změny cenové hladiny v ekonomice napoví více o budoucím vývoji cen elektřiny. Obchodní bilance je charakterizována jako rozdíl mezi vývozem a dovozem statků.

5 CENA ELEKTŘINY Z JEDNOTLIVÝCH ZDROJŮ ELEKTRICKÉ ENERGIE

V následující kapitole se budeme věnovat výpočtu ceny elektřiny z jednotlivých zdrojů elektrické energie. Jako první rozebereme jadernou elektrárnu. Dále pak další 3 elektrárny zařazených do OZE. Všechny výpočty jsou prováděny metodou metody cash flow v závislosti na době návratnosti investice. Nejsou zde uvažovány žádné odpisy a úroky. Účelem je získat teoretickou přímou cenu 1 kWh elektřiny.

5.1 Jaderná elektrárna

Pořizovací náklady jsou u jaderných elektráren nejvyšší ze všech výše uvedených. Jenom pro porovnání. Pořizovací náklady, JE Dukovany, se vyšplhaly na 25 miliard Kčs. Plánovaná doba provozu je 50-60 let. Do této doby provozu je započtena i rekonstrukce elektrárny. Celkem za svoji dobu provozu vyrobila do roku 2012 353 TWh.

Pořizovací náklady JE Temelín k roku 2013 jsou 100 miliard Kč pro 2 bloky elektrárny, což představuje investiční náklady ve výši cca 50 000 Kč/kW. Do konce roku 2020, kdy je plánována dostavba 3 a 4 bloku, by se měla celková cena podle zahraničních studií vyšplhat až na 280 miliard Kč. Od roku zahájení provozu vyprodukovala přes 135 miliard kWh. Životnost je plánována na 30 let. Elektrárna by se měla zaplatit do 20 let. Za tu dobu by měla vyprodukovat asi 270 TWh.

Pro přesnější výpočet konečné ceny elektřiny za 1kWh použijeme modernější a výkonnější elektrárnu Temelín. [19]

| Náklady | Cena [Kč] |
|------------------------------------|--------------------|
| Pořizovací náklady | 100 miliard |
| Cena paliva pro 20 let provozu | 50 miliard |
| Náklady na údržbu, mzdy a odstupné | 100 miliard |
| Celkové náklady | 250 miliard |

Tab. 5-1 Provozní a pořizovací náklady jaderné elektrárny [19]

Pokud tedy podělíme celkovou vyrobenou energii a hodnotu nákladů na provoz dostaneme výrobní cenu za 1kWh.

$$V_{ce} = \frac{P_{pn}}{C_{ve}} = \frac{250 \text{ miliard Kč}}{270 \text{ TWh}} = 0,926 \text{ Kč/kWh} \quad (5.1)$$

5.2 Vodní elektrárna

Největší vodní akumulární elektrárnou v České Republice, je VE Orlík. Instalovaný výkon je 364MW. Výstavba probíhala mezi lety 1954-1961. Do provozu byla uvedena v roce 1961-1962. Průměrná roční výroba elektrické energie činí 398 GWh. [20]

Malá vodní elektrárna je zařízení, které dělíme podle výkonu do 5 skupin:

- Ia nad 1MW,
- Ib 0,5-1MW,
- II 0,1-0,5MW,
- III 0,035-0,1 MW,
- IV do 0,035MW.

V roce 2012 vyrobily MVE 1026 GWh elektrické energie. [1] Výhodou MVE je spolehlivost, jednoduchost, dlouhá životnost a z toho plynoucí nízké provozní náklady. Jsou plně automatizované, ekologicky šetrné a plní vodohospodářské funkce. Nevýhodou jsou velké investiční náklady na výstavbu. Pro výpočet ceny elektřiny využijeme model malé elektrárny s výkonem 35kW. Doba návratnosti je 10 let a roční provozní náklady 35 000 Kč. Roční vyrobená energie 100MWh.

| Náklady | Cena [Kč] |
|---------------------------|------------------|
| Náklady na výstavbu | 600 000 |
| Strojní vybavení | 470 000 |
| Elektrotechnické vybavení | 310 000 |
| Projekty a poplatky | 120 000 |
| Celkem | 1 500 000 |

Tab. 5-2 Náklady na stavbu MVE [21]

$$V_{ce} = \frac{P_{pn}}{C_{ve}} = \frac{1,85 \text{ milionu Kč}}{1 \text{ GWh}} = 1,85 \text{ Kč/kWh} \quad (5.2)$$

5.3 Větrná elektrárna

Největší větrný park v ČR se nachází v Ústeckém kraji. Jsou to Kryštofovy Hamry. Do provozu byl uveden v roce 2007. Je zde nainstalováno 21 turbín, každá o výkonu 2MW. Měl by tedy dosahovat výkonu 42MW, ale uvádí se výkon pouze 38MW. Konkrétně se jedná o elektrárny ENERCON E82, pro které si později vypočítáme výrobní náklady. Roční výroba elektrické energie je asi 94GWh. To pokryje spotřebu přibližně 30 000 domácností. Výkupní cena elektřiny z větrných elektráren je 2,12 Kč/kWh. [22]

| Náklady | Cena [Kč] |
|---------------------------|-----------------------|
| Stavební část | 42 milionu |
| Přístupové cesty a plochy | 26 milionu |
| Technologie VTE | 1180 milionu |
| Rozvodny | 120 milionu |
| Ostatní | 15 milionu |
| Rezerva | 80 milionu |
| Celkem | 1,463 miliardy |

Tab. 5-3 Pořizovací náklady větrné elektrárny [22]

Návratnost celé investice pak vypočítáme podle vzorce:

$$t = \frac{\text{Náklady parku}}{\text{Výkupní cena}} = \frac{1,463 \text{ miliard Kč}}{246 \text{ milionu Kč}} = 5,94 \text{ let} \quad (5.3)$$

Výrobní cena elektřiny všech turbín. Návratnost investice zvolíme 15 let:

| Náklady | Cena [Kč] |
|-------------------------------|---------------|
| Provozní náklady 1 turbíny | 1,35 milionu |
| Provozní náklady všech turbín | 28,35 milionu |

Tab. 5-4 Provozní náklady turbín větrné elektrárny [22]

$$V_{ce} = \frac{P_{pn}}{C_{ve}} = \frac{1,888 \text{ miliard Kč}}{1,41 \text{ TWh}} = 1,339 \text{ Kč/kWh} \quad (5.4)$$

S cenou 1,339 Kč/kWh jsou větrné elektrárny nejlevnějším obnovitelným zdrojem.

5.4 Fotovoltaická elektrárna

Sluneční elektrárny jsou v současnosti nejdiskutovanějším tématem na poli energetiky. Instalovaný výkon všech fotovoltaických elektráren v ČR je 2086MW. Největší solární elektrárnou v ČR je Ralsko s výkonem 38,3MW a byla spuštěna na konci roku 2010. Tento sluneční park pokrývá potřebu 10 000 domácností. Odkoupení projektu stálo firmu ČEZ 4,5 miliardy Kč. [23]

V plánu je rozšíření elektrárny Ralsko na výkon 82,5MW. Stala by se tak největší solárním zařízením na světě. V současnosti má největší solární elektrárnu Španělsko s výkonem 62MW v Demedilla de Alarcón.

Jako referenční zařízení pro výpočet výrobní ceny elektřiny použijeme solární elektrárnu Vranovská Ves s instalovaným výkonem 20MW. Zaujímá plochu 0,41km² a roční výroba elektrárny je 22 GWh. Pro výpočet výrobní ceny zvolíme návratnost 15 let. Do tohoto výpočtu zahrneme provozní a instalační náklady. Ty jsou u slunečních elektráren přibližně 1,5Kč/kWh. To za 15 let při instalovaném výkonu 20MW činní provozní náklady 450 000Kč. Instalační náklady jsou 35Kč/W. To představuje náklady 700 milionu Kč. [24]

$$V_{ce} = \frac{P_{pn}}{C_{ve}} = \frac{700 \text{ milionu Kč}}{330 \text{ GWh}} = 2,12 \text{ Kč/kWh} \quad (5.5)$$

5.5 Elektrárna na biomasu

Jednou z možných cest jak uspokojit vzrůstající spotřebu je použití elektrárny na biomasu. Pro naše potřeby zvolíme elektrárnu v Hodoníně. Do provozu byla uvedena v roce 1957 a ke dnešnímu dni disponuje výkonem 105MW. Od roku 2009 byl nainstalován kotel pro spalování biomasy s výkonem 30MW. Denně spotřebuje 1200 tun biomasy. Ročně vyrobí za pomoci biomasy 216,86GWh, což stačí k zásobování 50000 domácností.

V této době nejsou k dispozici data pro výpočet výrobní ceny z elektrárny Hodonín. Výkupní cena biomasy se pohybuje podle druhu výroby elektřiny. Cena se pohybuje v rozmezí 2,5-4,5 Kč. [25]

5.6 Bioplynová elektrárna

Další možností jak si poradit se zvyšováním spotřeby elektřiny jsou bioplynové elektrárny, byť jsou na našem území málo rozšířené a zatím ve stádiu rozvoje. Hlavním limitem těchto zařízení je fakt, že zařízení musí být postaveny v blízkosti zemědělských ploch nebo komplexů, aby docházelo ke stabilnímu zásobování materiálu. V současnosti je v provozu v ČR 481 bioplynových s celkovým instalovaným výkonem 363,24MW. [26]

I přesto nejsou výrobní náklady nějak dramatické. Výkupní cena se pohybuje v rozmezí 3,1-4,1 Kč. Jako výchozí bod si zvolíme stanici s výkonem 1 MW, dobu provozu 15 let, náklady 100 milionu Kč a jako palivo kukuřici. Náklady jsou vztaženy k 1kWh. [27]

| Náklady | Cena [Kč] |
|---------------------------------|------------|
| Substrát | 1,5 |
| Investice | 0,85 |
| Kogenerační jednotka | 0,25 |
| Digestát | 0,2 |
| Opravy, mzdy, režie a pojištění | 0,3 |
| Celkem | 3,1 |

Tab. 5-5 Náklady bioplynové elektrárny [27]

5.7 Geotermální elektrárny

Asi největší novinkou v energetickém průmyslu jsou geotermální elektrárny. V tomto systému se využívá ohřevu vody o horkou horninu, která je umístěna i několik kilometrů pod povrchem. Hornina ohřívá přivedenou vodu a mění ji na páru. Ta je přivedena potrubím na lopatky generátoru, kterým předá svojí energii. Voda se poté zkondenzuje a odvádí se zpět k hornině.

Pokud bychom chtěli vypočítat cenu za 1kWh, můžeme použít předběžné informace o připravované geotermální elektrárně v Litoměřicích. Roční výroba by měla činit 18,4 GWh a předpokládané náklady jsou odhadnuty na 1,11 miliardy Kč. Podle výše dotací je doba návratnosti odhadnuta na 25-30 let. Výkupní cena byla stanovena na 4,5 Kč/kWh. [28]

$$V_{ce} = \frac{P_{pn}}{C_{ve}} = \frac{1,11 \text{ miliardy Kč}}{460 \text{ GWh}} = 2,41 \text{ Kč/kWh} \quad (5.6)$$

6 PODPORA OZE

Podpora OZE by měla vézt především k ochraně ovzduší, klimatu, rozvoji venkova i průmyslu. Snaha je také zaměřena na zvýšení podílu výroby elektřiny z OZE a co největšímu nahrazení stávající výroby. Z teoretického hlediska jde o jednoduchou situaci, která však v praxi skýtá mnoho problémů. Hlavním problémem je poměrně drahá elektřina z fotovoltaických elektráren. Proto musel být sestaven systém financování a podpory, aby mohli OZE konkurovat na poli ceny a množství vyrobené energie lépe fungujícím uhelným a jaderným elektrárnám.

Proto Česká republika přijala zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie. Tento zákon udává způsob a podmínky podpory, výkup elektřiny a její evidence. Dále pak výši cen a zelených bonusů.

| rok | Příspěvky na OZE |
|------|------------------|
| - | Kč/MWh |
| 2006 | 28 |
| 2007 | 34 |
| 2008 | 41 |
| 2009 | 52 |
| 2010 | 166 |
| 2011 | 370 |
| 2012 | 419 |
| 2013 | 583 |

Tab. 6-1 Vývoj příspěvků na OZE [29]

6.1 Systém podpory OZE

Na základě směrnic, které stanovila EU, jsou všechny členské státy povinny podporovat na svém území výrobu elektřiny z OZE. ČR se s rámci směrnic zavázala, že zvýší procento hrubé vyrobené elektřiny z OZE zvýší do roku 2020 na 13%. Některé odhady odborníků mluví o zvýšení na 20%. Jelikož tyto směrnice nejsou určeny pro každý stát přesně, vnikl v Evropě velký počet systémů podpory. Mnohdy se používají i jejich kombinace. V praxi se v rámci EU vytvořilo 5 druhů podpory:

- výkupní ceny,
- fixní příplatky k tržní ceně (zelené bonusy),
- zelené certifikáty,
- daňové úlevy,
- přímé investice (dotace).

Nejrozšířenějším systémem jsou výkupní ceny a zelené certifikáty. V České republice se používá kombinace výkupních cen a fixních příplateků.

6.1.1 Výkupní ceny

Systém výkupních cen (feed – in tariffs) je nepoužívanější metodou už po několik let. Vychází z předpokladu, že provozovatelé distribuční soustavy vyplácejí tyto ceny výrobcům elektřiny. Pevná výkupní cena je většinou poskytována s podmínkou výkupu právě této elektřiny, aby docházelo k jejímu spolehlivému odběru. To pro výrobce z OZE znamená, že jejich elektřina má zaručený 100% odbyt. Tento způsob podpory přináší výhody hlavně investorům, protože jim dává záruku vrácení investice za stanovenou dobu a vysokého výdělku. Negativní dopad pocítují především koneční zákazníci, protože tento systém se sebou nese i vysoké náklady na podporu. Výkupní ceny nejsou 100% pevné. Jejich výše každoročně podléhá indexu cen průmyslových výrobců. Ty podle vyhlášky č.140/2009 Sb. mohou klesnout minimálně o 2%, maximálně pak o 4%. Výjimku tvoří výroba z biomasy a bioplynu. Pokles cen se řídí podle zákona č. 180/2005 Sb., který říká, že meziroční pokles výkupních cen je možný maximálně o 5%. Pokud ale zařízení dosáhne návratnosti kratší než je 11let. může být pokles více než 5%.

| Typ OZE | Výkupní cena | Garance ceny |
|---------|--------------|--------------|
| - | Kč/MWh | roky |
| VE | 3230 | 30 |
| Biomasa | 3730 | 20 |
| Bioplyn | 3550 | 20 |
| VTE | 2120 | 20 |
| FVE | 2830 | 20 |
| GTE | 3290 | 20 |

Tab. 6-2 Výkupní ceny a délka garance výkupu [30]

6.1.2 Zelené certifikáty

Mezi státy, které hojně využívají zelených certifikátů, seřadí například Švédsko, Velká Británie, Belgie a Polsko. Principem systému je povinnost konečných zákazníků nebo obchodníků koupit předepsané množství zelených certifikátů, které odpovídají požadované výrobě elektřiny z OZE. Počet certifikátů stanovuje vládní direktivita. Prostředkem pro plnění povinností nákupu certifikátů jsou penalizační platby za nesplnění dané kvóty. Peníze získané tímto systémem jsou použity pro rozvoj a podporu OZE. Se zelenými certifikáty je dovoleno obchodovat, a proto tento systém získává tržní charakter.

6.1.3 Zelené bonusy

Systém zelených bonusů si lze představit jako příplatek k tržní ceně elektřiny, který může získat výrobce elektřiny z OZE. Princip systému spočívá v tom, že výrobce elektřiny prodá energii jakémukoliv distributorovi za tržní cenu a pak má právo inkasovat od provozovatele distribuční soustavy zelené bonusy. V systému výkupních cen je odběratel povinen odkoupit plný objem elektřiny za pevně stanovenou cenu. Zde si výrobce hledá sám aktivně odběratele, který ale nemá povinnost odebírat celý objem. Proto není nikdy zaručen 100% odbyt energie. Výše zelených bonusů udává každoročně ERÚ.

| Typ OZE | Zelené bonusy |
|---------|---------------|
| - | Kč/MWh |
| VE | 2230 |
| Biomasa | 2670 |
| Bioplyn | 2490 |
| VTE | 1570 |
| FVE | 2280 |
| GTE | 2290 |

Tab. 6-3 Výše zelených bonusů pro OZE [30]

6.1.4 Daňové úlevy

Metoda daňových úlev je aplikována především na Maltě a ve Finsku. Princip je založen na úlevách pro investory do OZE. Nejčastější úlevou jsou tzv. daňové prázdny. To je doba, po kterou nemusí investoři platit daň z příjmů. Pro jednotný systém obchodu s elektřinou jsou daňové úlevy nevhodné, kvůli své nepřehlednosti a nevýhodnosti. V České republice se tento systém využívá pouze jako doplňkový.

6.1.5 Přímá investiční podpora

Přímá podpora neboli dotace je stejně jako systém daňových úlev používán jako doplňkový. Pro udělení dotace je investor povinen splnit řadu podmínek. Po jejím splnění získá dotaci na stavbu určitého typu OZE, nebo může využít úvěr s výhodnější úrokovou sazbou. Velikost dotace je dána jako podíl z celkových investičních nákladů. [31]

6.2 Podmínky pro udělení podpory OZE

Pro získání podpory na výrobu elektřiny z OZE je nutno splnit několik legislativních podmínek. Tyto podmínky stanovil stát v zákonu č. 180/2005 Sb. ve spolupráci s ERÚ, který stanovil výkupní ceny a zelené bonusy. Výše cen jsou stanoveny tak, aby investorovi zaručily 15 letou návratnost investice s průměrným ziskem, a liší se podle typu OZE, data uvedení do provozu a jeho instalovaném výkonu. Prvním krokem pro čerpání podpory je získání licence na výrobu elektřiny. Tu vystaví ERÚ. Tato licence se poskytuje již na zkušební provoz zařízení. Společně s touto licencí je nutno vlastnit smlouvu o dodávce elektřiny do elektrizační soustavy.

Druhou podmínkou je nahlášení výběru způsobu podpory OZE. Investor musí způsob podpory nahlásit nejpozději do jednoho kalendářního měsíce před zahájením výroby. Po splnění příslušných kroků je možné získat podporu pro výrobu elektřiny z OZE. Výrobce je povinen každý měsíc zasílat provozovateli distribuční soustavy, nebo provozovateli přenosové soustavy výkaz o výrobě elektřiny z obnovitelných zdrojů. [31]

6.3 Vývoj fotovoltaických elektráren po zavedení podpory OZE

Po přijetí zákona č. 180/2005 Sb. v roce 2005 došlo k dramatickému nárůstu počtu fotovoltaických elektráren a jejich instalovaného výkonu. To bylo způsobeno zvyšující se podporou pro výrobu elektřiny z OZE.

| rok | Počet elektráren | Instalovaný výkon |
|------|------------------|-------------------|
| - | ks | MW |
| 2002 | 1 | 0,01 |
| 2003 | 1 | 0,01 |
| 2004 | 2 | 0,02 |
| 2005 | 9 | 0,12 |
| 2006 | 12 | 0,15 |
| 2007 | 28 | 0,35 |
| 2008 | 249 | 3,4 |
| 2009 | 1475 | 65,74 |
| 2010 | 6032 | 462,92 |
| 2011 | 12861 | 1952,7 |
| 2012 | 13019 | 2085,96 |

Tab. 6-4 Vývoj počtu a instalovaného výkonu fotovoltaických elektráren [32]

Při pohledu na tabulku je patrný výrazný zlom v roce 2008, kdy počet stoupl z 28 na 249 a skutečný nárůst na přelomu roku 2010/2011. V tomto období došlo ke zvýšení podpory OZE z 166 Kč na 370 Kč. Dnes je počet elektráren tak vysoký, že dosahují výkonu jako má JE Temelín. Bohužel produkují výrazně nižší objem energie s vyšší cenou. Podle odhadů expertů by se mohla cena z fotovoltaických elektráren za 20-40 let vyrovnat těm z uhelných a jaderných zařízení.

Do budoucna můžeme předpokládat pouze mírný vzestup počtu a výkonu elektráren. A to díky pozastavení zvyšování podpory OZE, která činí pro rok 2013 583 Kč/MWh. V roce 2013 měla být původně podpora stanovena na 619 Kč/MWh díky podpoře od státu 9,2 miliardy Kč. Dotace musely být po protestech zvýšeny na 11,5 miliardy Kč, a proto se výše podpory zastavila na 583 Kč. Po rozhodnutí vlády bude omezena podpora pro nově vystavěné OZE od roku 2014. Toto rozhodnutí, je podloženo prognózou o posílení jaderné energetiky v ČR, po úplné dostavbě JE Temelín. Nařízení vlády by však nemělo platit pro malá zařízení umístěné na rodinných domech a pro bioplynové a biomasové elektrárny.

7 BEZPEČNOST A BUDOUCNOST

7.1 Bezpečnost jaderných elektráren

Bezpečnost jaderných elektráren je, od události v JE Fukušima, velkým otazníkem a často diskutovaným tématem. Německo se k této situaci vyjádřilo jasně a odstupuje od jaderné energetiky. Nyní začíná své obavy vyjadřovat i Francie.

V reakci na nedávnou havárii v Japonsku vydala Francie podrobnou studii o tom, v jaké hodnotě by podobně velká havárie napáchala škody. Touto studií se zabýval státní institut pro jadernou bezpečnost IRSN. Ve Francii je v provozu celkem 58 reaktorů a výzkum mluví v jejich obrovský neprospěch. Havárie jednoho z těchto reaktorů by dokázala zamořit obrovskou plochu životního prostředí, která by zničila životně důležité zemědělské plochy a počet obyvatel, postižených touto havárií, by bylo zhruba 100 tisíc. Pravděpodobně by došlo k zasažení i sousedních států.

Výsledné náklady na odstranění škod v Japonsku odhaduje IRSN na 200 miliard eur. Toto číslo se zdá velmi vysoké, bohužel případná podobná havárie by Francii stále podle odhadů 430 miliard eur. To je přibližně 20% hrubého domácího produktu. Hlavním důvodem proč jsou náklady více, než dvojnásobné je velký vliv turistického ruchu ve Francii, který by se po takové události propadl na samé dno. Ztráty způsobené poklesem turistického ruchu a omezení vývozu potravin by činili asi 160 miliard eur.

Samotná studie připravila 2 scénáře, pro nejpoužívanější reaktor o výkonu 900MW. První z nich je havárie 6. stupně. Z výsledků vyplývá, že náklady způsobené havárií takovéto velikosti by byly přibližně 120 miliard eur. To je přibližně 6% DPH. Havárie 7. stupně pak již zmiňovaných 430 miliard eur. Podle IRSN by havárie 5. stupně byla pro Francii zvládnutelná.

To jsou ale veškerá negativa. Musíme si uvědomit, že k takovýmto haváriím dochází jen velmi zřídka. I přes tento fakt je ale dnes kladen na jadernou energetiku důraz na modernizaci a zvyšování bezpečnosti. Modernizace všech reaktorů, by podle provozovatele reaktorů společnosti EDF, stála 10 miliard eur. Toto je nutná investice do bezpečnosti a prevence proti velkým haváriím. Poslední havárii postihla Francii v roce 1980. Jednalo se o elektrárnu v Saint-Laurent-des-Eaux. Ta dosáhla 4. stupně na stupnici INES. Do roku 2025 chce Francie snížit závislost na jaderné energetice z dnešních 75% na 50%. Nahrazení chybějících 25% za tak krátkou dobu bude zřejmě realizováno slunečními elektrárnami, což pravděpodobně povede ke zvýšení cen elektřiny.

[33]

7.2 Budoucnost jaderných elektráren

V současnosti čelí jaderná energetika velkým problémům, které souvisejí především s otázkou bezpečnosti provozu. I přesto lze najít velké množství racionálních argumentů proto, aby byla jaderná energetika dále udržována, ale také aby byl ukončen její rozvoj. Tento problém se týká především České republiky, kde se počítá, že v budoucnosti bude 50-60% energie vyrobeno jadernými zdroji. Další rozvoj jaderné energetiky má být podnícen dostavbou 2 bloků elektrárny Temelín a možnou realizací 5 bloku elektrárny Dukovany.

Zvýšení bezpečnosti jaderných elektráren a snížení nákladů na výstavbu má být dosaženo vývojem III. generace reaktorů. Z ekonomického hlediska je klíčová životnost zařízení, a to 60 let. Dalším faktorem je nižší spotřeba uranu a tedy i nižší objem radioaktivního odpadu. Z bezpečnostního hlediska se klade stále vyšší důraz na snížení rizika havárie, odolnosti proti roztavení jádra, vyšší požární ochrana a inovace řídicích systémů. Výrazně se také zkrátila doba na výstavbu elektrárny a její výkon lze regulovat v rozmezí 50-100%.

Budoucnost jaderné energetiky by mohla zajistit IV. generace jaderných elektráren. Její nástup je očekávám mezi roky 2020 a 2030. Hlavními přednostmi této generace by měla být dlouhá životnost, recyklace vyhořelého paliva a transformace tepelné energie na elektřinu. Díky vysokému stupni zpracování paliva vzniká v těchto elektrárnách minimální množství paliva.

Do vývoje se dostali i reaktory SMR. Jde o malý modulární reaktor, na jehož vývoji pracují země, jako je Rusko, USA, Čína nebo Argentina. Jde o zařízení, které by nemělo přesahovat výkon 300MW. Často mají tyto zařízení výkon v pouze v řádu desítek MW. SMR je určen hlavně do odlehlých oblastí a výhodou je rychlá montáž a jednoduchost. Dalším typem reaktoru je TWR. Jde o rychle množivý reaktor, který je schopen sám vyrábět palivo z ochuzeného uranu. Malé množství uranu je zde potřeba pouze k zahájení štěpné reakce. Chlazení je prováděno sodíkem a bez paliva by měl být schopen pracovat desítky let. [44]

Aby si jaderná energetika udržela konkurenceschopnost, je třeba stanovit, kam přesně má v budoucnosti směřovat. Do rozvoje je nutné se zapojit v mezinárodním měřítku zemí, které se rozhodli nadále podporovat rozvoj jaderné energetiky. Ve spolupráci s těmito zeměmi je potřeba vyřešit například otázku vyhořelého jaderného paliva a úložišť do doby, než přijde IV. generace reaktorů. Zásadním faktorem je také ekonomický model. Ten musí být výhodný natolik, aby dokázal přitáhnout vhodné investory. V opačném případě je zde hrozba finančních ztrát a národohospodářských ztrát v podobě snížení konkurenceschopnosti. Z ekonomického hlediska zde vystupují faktory:

- pořizovací a provozní náklady,
- náklady a vývoj a rozvoj příslušné technologie,
- cena paliv a energií,
- státní podpora a daňová situace,
- metodika výpočtu návratnosti. [42]

Pořizovací náklady jsou 3500-4000EUR/kW [42]. Cena elektrické energie v České republice je 33,6EUR/MWh. Spotová cena U308 je 31,32EUR/lb a jaderné palivo SWU je 86,62EUR [41]. Pokud bychom do výpočtu nezahrnuli žádnou státní podporu, nebo doplňkový trend, nedostali bychom rozumnou míru návratnosti či výnosnosti investice.

7.3 Fotovoltaické elektrárny

V současnosti nezažívají fotologické elektrárny takový rozmach jako tomu bylo v roce 2010-2012. Velké elektrárny se s výrazně sníženou výkupní cenou přestaly vyplácet, a do distribuční soustavy se začali připojovat elektrárny s malým výkonem. Jedná se především o panely umístěné na střechách rodinných a domů, nebo průmyslových staveb. Hlavní překážkou pro výstavbu velkých fotovoltaických elektráren je jejich výrobní cena. Pokud budeme chtít v budoucnosti využívat fotovoltaické elektrárny jako čistý zdroj elektrické energie, musí dojít k vyvinutí technologií, které sníží výrobní cenu elektřiny a umožní opětovný rozmach.

Pomoci by mohly 2 nové technologie firem Sener a First Solar. Sener se pustil do vývoje parabolických žlabů, které by společně s plošnou výrobou dosáhli nízkých výrobních nákladů. Tato technologie se nazývá Gemasolar a na světě už pracují 2 zařízení, umístěné v Abú Dhabi, s celkovým instalovaným výkonem 35MW. Firma Solar First se snaží snížit výrobní cenu použitím tenkého filmu. První zařízení bylo umístěno v Kanadě. Jeho instalovaný výkon je 80MW a první výsledky ukazují velmi dobré výsledky nové technologie. Dalšího snížení nákladů firma dosáhla úplnou automatizací výrobní linky a její modernizací. [34]

Vývojem nového typu článku se zabývá americká firma Solar3D, která představila první prototyp trojrozměrného článku s účinností 25%. Při jeho výrobě bylo použito komerčních technologií firmy Panasonic. Výhodou trojrozměrného článku má být eliminování odrážení dopadajících slunečních paprsků a tím navýšení výroby elektrické energie. Hlavní výhodou má být stálá efektivita, i při změně úhlu dopadajících paprsků, zejména v ranních a večerních hodinách, nebo v zimním období. Proto nebudou tyto panely osazeny polohovacími systémy, protože jejich montáž bude prováděna na rovnou plochu. Praktické zkušenosti mají ukázat dvojnásobnou efektivitu, než je tomu u konvenčních článků. Výroba těchto článků má být efektivnější a cenově dostupnější. Pokud se tato hypotéza potvrdí, mohla by nová technologie přispět k revoluci na fotovoltaickém trhu. [35]

7.4 Větrné elektrárny

V České Republice stále roste množství vyrobené energie z tohoto druhu OZE. V roce 2012 vyrobily větrné elektrárny 415,6 GWh a jejich instalovaný výkon je 260MW. Proti roku 2011 je to nárůst výkonu o 42MW a to i přes nepříznivý vývoj výkupních cen a zelených bonusů. Výkupní cena pro rok 2013 byla stanovena na 2,12Kč/kWh. Výrobní cena přitom činí 1,44Kč/kWh. Stále snižování výkupní ceny elektřiny může ale v budoucnu výrazně zpomalit nebo úplně zastavit výstavbu větrných elektráren. Pokud ale větrné elektrárny překonají špatnou ekonomickou situaci, může jejich výkon růst. [36]

I přes nevhodnou polohu ČR lze téměř v každém kraji najít přijatelné místo pro vybudování elektrárny. Ideálními místy pro instalování elektráren jsou horské oblasti, například v Krušných horách nebo Jeseníkách, kde průměrná rychlost a četnost směru větru, dosahuje dobrých výsledků. Větrné elektrárny se ale v takových lokalitách nesetkávají s pochopením lidí. Ti se opírají o tvrzení, že větrné elektrárny jsou příliš hlučné, kazí přírodní ráz krajiny a ruší televizní signál. Hluk a narušování signálu je záležitostí starých modelů a nové již žádné takové vlastnosti nemají.

Německo vidí na rozdíl od ČR ve větrných elektrárnách velkou budoucnost a neustále navyšuje počet instalovaných zařízení. Po Číně a USA je třetí zemí s největším počtem větrných elektráren. Jejich výstavbou chce částečně kompenzovat odchod od jaderné energetiky. Současně se také zabývá využíváním elektráren vybudovaných na volném moři. Tento systém již úspěšně funguje v Dánsku, kde větrná farma Horns Rev, která pokrývá téměř 2 % celkové dánské spotřeby elektrické energie. Evropa za rok 2012 pokryla pomocí větrných elektráren 7% celkové poptávky elektřiny. V roce 2011 to bylo 6,3%. Celosvětově tedy význam větrných elektráren roste. Podle odhadů ukáže rok 2013, kam se bude vyvíjet trend výstavby nových větrných elektráren. [37]

7.5 Nahrazení jaderných elektráren

Od havárie jaderné elektrárny Fukušima se svět zabývá otázkou nahrazení jaderných elektráren bezpečnějším zdrojem elektrické energie. Německo chce do roku 2022 odstavit všechny jaderné elektrárny a přejít na výrobu elektřiny pomocí OZE. Nemusí jít nutně o nahrazení chybějící výroby JE jedním, nebo druhým zdrojem, ale i jejich kombinacemi.

V této kapitole bych chtěl ukázat několik modelů, které by byly schopny nahradit chybějící výrobu jaderných elektráren a poukázat především na náklady s tím spojené. Výpočty byly prováděny pomocí metody reprezentantů marginálních nákladů závěrných elektráren. Předpokladem pro použití metody reprezentantů jsou 2 body:

- dosavadní zdroje a sítě musí přesně krýt potřeby spotřebitelů a na jakékoliv zvýšení spotřeby je nutné instalovat výkon v závěrném zdroji a síti, rovněž úbytek zdrojů je nutné nahradit závěrným zdrojem,
- závěrné elektrárny a sítě, zle stavět a provozovat bez vážnějších omezení.

Závěrné elektrárny jsou ty, které se budou v blízké budoucnosti moci stavět, bez vážnějších omezení, jakou jsou nedostatek paliva, lokalit pro výstavbu ekologické a politické překážky. V ČR se jako závěrné elektrárny používají, přečerpávací a paroplynové elektrárny. Tyto předpoklady zjednodušují výpočet natolik, že lze použít ve smyslu marginálních nákladů přímo měrné náklady zdrojů a sítí, které jsou považovány za reprezentanty. Neuvažujeme vliv vytěšňování výroby v dosavadních zdrojích závěrnými zdroji, které mají nižší proměnné náklady. Zároveň předpokládáme, že nedostatečná výkonová záloha se vyskytuje pouze v ročním maximu zatížení.

Pokud budeme chtít nahradit JE větrnými nebo fotovoltaickým elektrárnami, bude potřeba použít vhodný akumulátor o dostatečné kapacitě. Vhodným akumulátorem jsou přečerpávací elektrárny, kde jejich kapacitu tvoří objem nádrže. [43]

| Ukazatel | Jednotka | FVE | VTE | PVE | PE | JE |
|-----------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Měrné investiční výdaje | [Kč/kW] | 20000 | 30000 | 30000 | 12000 | 65000 |
| Životnost | [r] | 25 | 20 | 30 | 20 | 50 |
| Měrné palivové náklady | [Kč/MWh] | 0 | 0 | 0 | 2400 | 400 |
| Náklady na opravu a údržbu | [Kč/kW] | 200 | 500 | 500 | 1000 | 3250 |
| Koeficient vlastní spotřeby | [-] | 1,01 | 1,01 | 1,015 | 1,04 | 1,04 |
| Koeficient využití | [-] | 0,11 | 0,2 | | | 0,78 |
| Roční doba využití | [h/r] | 963 | 1758 | | | 6876 |
| Účinnost čerpání | [%] | | | 0,75 | | |

Tab. 7-1 Technické parametry elektráren [43]

Kombinace VTE+PVE

První kombinací je VTE ve spolupráci v PVE. Jaderná elektrárna během dne pracuje na 95% svého výkonu, kde zbylých 5% tvoří záloha. Vyrobená energie jednotkového výkonu JE, je za den 22,5kWh. Aby byla VTE s 20% využitím schopná dodat za 24h stejné množství energie, je potřeba instalovat 4,75kW. PVE zde plní funkci zabezpečení výroby po celý den, tak aby byl výsledek stejný, jako u JE. PVE nepracuje se 100% účinností, ale pouze s 75%. Proto je potřeba nainstalovat do VTE a PVE vyšší výkon, aby byly pokryty ztráty čerpáním. Marginální náklady pro krytí výpadku jednotkového výkonu JE jsou podle [43] pro kombinaci VTE a PVE 36 303 Kč/kW. Tu to hodnotu můžeme přepočítat na jednotku elektrické práce podělením počtu hodin za rok. Dostáváme tedy hodnotu 4144 Kč/MWh.

Pokud bychom nahrazovali dosluhující jadernou elektrárnu nově vybudovanou, budou činit marginální náklady 12 998 Kč/kW. Přepočteno na jednotku elektrické práce je tato hodnota 1484 Kč/MWh [43]. To jsou téměř trojnásobně nižší náklady, než u kombinace VTE a PVE. V této kombinaci může problém vzniknout, kdy VTE začnou dodávat vlivem silného větru plný výkon. Jedinou možností regulace VTE je instalování dálkové vypnutí v okamžicích, kdy je ohrožena stabilita ES díky nedostatečné přenosových schopností dosavadních vedení.

Kombinace FVE+PVE

FVE pracují s 11% využitím. Aby dodala za 24h stejné množství energie jako JE, je potřeba instalovat 8,64kW. PVE zde plní funkci pružné regulace výkonu z FVE na konstantní průběh. Hodnoty PVE zůstávají stejné, proto je zřejmé, že náklady pro tuto kombinaci budou ještě vyšší než u kombinace VTE a PVE. Marginální náklady pro krytí výpadku jednotkového výkonu JE jsou 66 932 Kč/kW. Pro jednotku elektrické práce je tato hodnota 7641 Kč/MWh. To jsou pětinašobně vyšší náklady, než pro JE. [43]

Výhodou takových to kombinací je nezávislost na ceně paliva. Provoz těchto zdrojů je odolný proti inflaci, která se může projevit pouze v nákladech na údržbu a opravu. Výpočet byl proveden na základě ročních koeficientů využití. PVE by musela v kombinaci s FVE pracovat s ročním cyklem přečerpávání. Takovou PVE s potřebným výkonem není možné postavit. Bylo by potřeba obrovských nádrží a velkého spádu a její měrné náklady by byly výrazně vyšší.

Kombinace VTE+PE

Tato kombinace je o třídu méně ekologická, než v kombinaci s PVE, ale ekonomicky je mnohem výhodnější. VTE je zde provozována jako pološpičkový nebo základní zdroj a PE bude plnit funkci rychlého zdroje s pružnou regulací výkonu. Dokud nebude vyřešen problém dálkového ovládání VTE, bude nutno dodržovat podmínku, kde součet výkonu všech VTE nebude přesahovat součet všech pološpičkových a špičkových zdrojů.

Marginální náklady pro krytí výpadku jednotkového výkonu JE jsou 22 282 Kč/kW. Pro jednotku elektrické práce je tato hodnota 2544 Kč/MWh. To jsou o 71,4% vyšší náklady, než u JE [43]. Proto by bylo vhodné využívat kombinaci elektráren, kde druhou složku tvoří plynová nebo paroplynová elektrárna.

Kombinace FVE+PPE

Marginální náklady této kombinace pro krytí výpadku jednotkového výkonu JE jsou 21 087 Kč/kW. Pro jednotku elektrické práce je tato hodnota 2407 Kč/MWh. Tyto náklady jsou o 62,2% vyšší než v případě vybudování nové jaderné elektrárny [43]. Ze všech 4 kombinací mají tedy nejnižší náklady, ale jsou o třídu méně ekologické.

Výhodou FVE oproti VTE je periodicky uskutečňována dodávka ve dne, kdy nastávají špičková pásma. Bohužel roční maximum nastává až v zimních obdobích a v tuto dobu je dodávka energie z FVE nízká. Do budoucna by měly být FVE opatřeny akumulátorem, pomocí kterého by překlenuly hodinové výpadky. Tento fakt by způsobil, že by FVE svým výkonem vytěšňovaly PVE. Díky tomu by se z FVE staly špičkové zdroje, fungující podobně jako plynové elektrárny. [43]

7.6 Alternativní způsoby

7.6.1 Těžba metan hydrátu

V návaznosti na břidlicový plyn se objevil další alternativní způsob výroby energie. Jedná se o těžbu metan hydrátu z krystalů ledu. První zemí, která se zabývá těžbou z mořského dna, je Japonsko. Podle posledních studií se tento potencionální zdroj energie nachází na zemi až v desetinásobném množství, než jsou zásoby fosilních paliv.

Těžba bude spuštěna asi 70km od pobřeží. Vrt má být hluboký asi 1km. Odhadovaná vrstva podloží plynu je odhadována na 300 metrů. Štěpení hydrátu plynu na vodu probíhá v potrubí, které bude do vrtu umístěno z lodi. Plánovaná výtěžnost je 10 000 metrů krychlových za 2 týdny.

Na pobřeží Japonska o okolí příkopu Nankai je uloženo přibližně 1,1 bilionů metrů krychlových plynu. To odpovídá ekvivalentu 12 let spotřeby Japonska. Celkové zásoby by pak mohly dosáhnout stonásobku roční spotřeby plynu.

Do těžby plynu bylo investováno několik stovek milionů dolarů. Ke komerčnímu využití by mělo dojít nejpozději v roce 2018. O těžbu hydrátu metanu se v současnosti zajímá i Norsko, Kanada, USA, Indie a Čína. Nejdostupnější ložiska plynu se nacházejí okolo pobřeží a pod permafrostem Arktidy. Další silná ložiska se nacházejí na Aljašce. Zde jsou podle studie USA z hlediska ekonomické rentability nevhodné. [37]

7.6.2 Těžba břidlicového plynu

Ačkoliv je většina zemí z velké části závislá na energii vyrobené z jaderných elektráren a palivo pro reaktory je ještě na 40 let, objevil se možný nástupce jaderné energetiky. Jedná se o břidlicový plyn. Jaderné elektrárny nejsou schopny konkurovat paroplynovým elektrárnám, které jsou poháněny levným břidlicovým plynem. Tomuto faktu čelí elektrárny v Kanadě a Spojených státech, kde dochází k pomalému odstavování reaktorů. Hlavní obětí výhodnosti plynu se staly uhelné elektrárny, u kterých se jeho ceny díky odlivu energetik propadly natolik, že se jej vyplatí vyvážet do Evropy.

V podobné situaci se ocitl reaktor v Québecu, jehož výkon činí 675MW. Po 30 letech vypršela licence na jeho provoz a náklady na prodloužení na renovaci a prodloužení životnosti by se vyšplhaly na 4,3 miliardy dolarů. Náklady se zde pohybují okolo 9 centů na kilowatthodinu. Výroba pomocí plynu má náklady pouze 4-5 centů. Proto se modernizace nevyplatí. V USA čelí stejnému konci 6 reaktorů. V Evropě by podobným problémům mohli čelit státy, jako je Francie, Velká Británie a Belgie.

K těžbě břidlicové plynu se využívá technologie hydraulického štěpení, neboli frakování. Jde o proces, při kterém se směs vody, písku a chemických látek vstřikuje pod tlakem několik tisíc metrů pod povrch. Štěpení zle přirovnat k malému zemětřesení, při kterém dojde působením směsi k rozdrčení hornin a díky tomu k uvolnění plynu.

Právě Velká Británie má podle britské vlády obrovské zásoby plynu. Pokud by dokázali využívat technologii horizontálního vrtání a hydraulického štěpení, bylo by tím pádem možné těžit plyn v dříve nedostupných horninách. V Evropě však tato technologie vzbuzuje obavy z dopadů na životní prostředí. Především ze znečištění podzemních vod a z případných zemětřesení. Právě zemětřesení je ve Velké Británii, díky častým otřesům půdy, velký problém. Proto bylo zavedeno opatření, které má monitorovat pohyb ložisek plynu. Po průzkumu bylo zjištěno, že tyto pohyby země jsou drobné a běžné. Proto bylo opatření zrušeno.

Průzkumné vrty společnosti Cuadrilla Resources ukázaly, že zásoby plynu v okolí Lancashire jsou 5,6 bilionu metrů krychlových. Pokud by si Británie udržela současné tempo, stačili by tyto zásoby na 60 let. Podle analýz jsou skutečné zásoby několikanásobně větší, než se předpokládá. Britská vláda hodlá podpořit rozvoj daňovými pobídkami a uvažuje o založení regulačního úřadu pro toto odvětví.

Velkým otazníkem jsou dotace. Společnost EDF vede s vládou Británie rozhovory o způsobu dotací a jejich hodnotě. Stát by měl doplácet rozdíl mezi tržní a garantovanou cenou, pokud bude garantovaná cena vyšší. Pro období 2014-2016 je cena na německé burze stanovena na 42 EUR/MWh. Při návratnosti reaktoru o hodnotě 10% při současných nákladech na výstavbu 5 miliard EUR za blok, by musela cena elektřiny dosáhnout alespoň 70EUR/MWh. V tomto případě by potom stát musel dotovat přibližně 40% ceny elektřiny vyrobené jadernou elektrárnou. Dle hrubých výpočtů by dotování 4 reaktorů stále Británie asi 1 miliardu liber ročně. Při současné ekonomické situaci v Evropě je ale tento model jen málo pravděpodobný, díky přísným škrtům v rozpočtech zemí. [38]

7.6.3 ITER

Zkratka ITER je označení pro International Thermonuclear Experimental Reactor, neboli Mezinárodní termionukleární experimentální reaktor. Hlavním významem projektu ITER je spuštění jaderné fúze a jejímu komerčnímu využití, jakožto nového zdroje energie. Fúze vzniká v tomto zařízení, by měla vyprodukovat podle odhadů desetinásobek energie, která je nutná pro její vlastní zažehnutí. Na tomto projektu se podílí především Evropa ve spolupráci s USA, Ruskem, Japonskem, Čínou, Indií a Jižní Koreou. Jako místo výstavby bylo určeno město Cadarache ve Francii. První puštění ITERU se očekává v roce 2019. Na plný výkon, který činní 500MW, by měl začít pracovat v roce 2026. [39]

ITER je koncipován jako obří tokamak. To je zařízení, které vytváří silné toroidní magnetické pole. Díky působení magnetického pole je možné uchovávat vysokoteplotní plazma. Prstencový tvar komory tvoří sekundární závit transformátoru, který tvoří proud v toroidálním směru. Působením tohoto proudu vzniká magnetické pole. Pokud složíme toroidální a koloidální magnetické pole, dostaneme pole ve tvaru šroubovice. Siločáry magnetické pole se do sebe uzavírají a tím se elektricky nabitá částice plazmatu pohybuje kolem vniklého magnetického pole. Díky tomuto principu zůstane plazma bezpečně uchováno v komoře.

Ohřev plazmatu pro jadernou fúzi je zabezpečen ohmickým a dodatečným ohřevem. Ohmický ohřev je řešen plazmatem indukovaného proudu pomocí transformátoru. Dodatečný ohřev se skládá z antén, které plazmat ohřívají elektromagnetickými vlnami z urychlovačů neutrálních částic. Palivo v elektrárně, využívající princip jaderné fúze, bude tvořit směs deuteria a tritia. [40]

Tento projekt není náročný jenom technicky, ale také finančně. Rozpočet je odhadován na 10 miliard EUR a jeho roční výdaje by se měly pohybovat mezi 400 a 500 miliony EUR. 45% podíl na výstavbě a provozu má Evropa. Pokud by byl projekt úspěšný, mohli bychom očekávat výstavbu elektráren založených na tomto principu v roce 2040 až 2050. [39]

8 ZÁVĚR

V závěru této práce bych chtěl uvést na pravou míru výrobní a výkupní ceny elektřiny z jaderné elektrárny a zařízení využívající OZE. Po výpočtu výrobních cen a sepsání cen výkupních jsem došel k názoru, že se podle očekávání jako nejlevnější způsob výroby elektřiny osvědčily jaderné elektrárny s výrobní cenou 92,6 haléřů/kWh. Velmi levným zdrojem jsou i větrné elektrárny s výrobní cenou 1,339 Kč/kWh. Dobrým začátkem využívání geotermálních elektráren je cena 2,41 Kč/kWh. Zde můžeme do budoucna hledat možnou cestu k výrobě zelené energie. Za očekáváním nezaostaly ani vodní elektrárny s cenou 1,85 Kč/kWh. Biomasové a bioplynové elektrárny vyrábí dnes elektřinu poměrně drazě proti její konkurenci a to s cenou 3,5 Kč/kWh a 3,1 Kč/kWh. Do budoucna ale očekávám zvýšení výkonů a zlepšení technologie, které zajistí levnější energie. Jako levný zdroj elektřiny se výrobní cenou staly fotovoltaické elektrárny s výrobní cenou 2,12 Kč/kWh. V minulých letech byly fotovoltaické elektrárny velice výnosné z pohledu jejich majitele, díky vysokým výkupním cenám. Ty byly ale pro rok 2013 výrazně sníženy, a proto se fotovoltaické elektrárny přestaly vyplácet.

| Zařízení | Výrobní cena | Výkupní cena |
|----------|--------------|--------------|
| - | Kč/kWh | Kč/kWh |
| JE | 0,926 | 1,1 |
| VTE | 1,339 | 2,12 |
| VE | 1,85 | 3,23 |
| FVE | 2,12 | 2,83 |
| GTE | 2,41 | 3,29 |
| Bioplyn | 3 | 3,55 |
| Biomasa | 3,5 | 3,73 |

Tab. 8-1 Porovnání výkupních a výrobních cen

S ubývajícími zásobami fosilních paliv musíme vyřešit otázku alternativních zdrojů elektrické energie. V ČR se díky 28 vhodným lokalitám otevírá možnost využití geotermálních elektráren. V současnosti ale není v ČR realizovaný ani jeden projekt, který by přinesl praktické zkušenosti. Nejistou budoucnost mají v ČR fotovoltaické a větrné elektrárny a to zejména díky výraznému snížení výkupních cen. Pokud by se povedlo přechkat ekonomickou nejistotu, mohlo by dojít k opětovnému oživení výstavby a zvýšení podílu na výrobě elektrické energie. Výroba pomocí bioplynových a biomasových elektráren nebude mít v ČR širšího uplatnění díky vysokým výrobním cenám. Dalším alternativním zdrojem je břidlicový plyn a metan hydrát. Jejich zásoby jsou obrovské a do budoucna by mohli poskytnout vhodný zdroj energie. Posledním z možných zdrojů je projekt ITER. Pokud dojde v praxi k potvrzení vlastností termonukleárního reaktoru, otevře se tím cesta k výstavbě elektráren pracujících na tomto principu. To by znamenalo zajištění dostatečných výrobních rezerv.

Nahrazení jaderných elektráren by v budoucnosti mohlo dojít díky kombinací OZE a plynových nebo paroplynových elektráren. Nejvýhodnějším z hlediska ekonomických jsou kombinace VTE+PE a FVE+PPE. Zde jsou náklady vyšší pouze o 60-70%. Pokud bychom porovnávali kombinace zdrojů z hlediska ekologických, nejvýhodnějším se stává kombinace VTE+PVE. Náklady jsou ale trojnásobné než u výstavby nové jaderné elektrárny. Proto pokud v budoucnu dojde k nahrazení jaderných elektráren těmito kombinacemi, budou zřejmě vybírány přednostně podle nejnižších nákladů.

| Náhradní zdroje | VTE+PVE | FVE+PVE | VTE+PE | FVE+PPE | JE |
|---|---------|---------|--------|---------|--------|
| Marginální náklady [Kč/kW] | 36 303 | 66 932 | 22 282 | 21 087 | 12 998 |
| Náklady na jednotku elektrické práce [Kč/MWh] | 4144 | 7641 | 2544 | 2407 | 1484 |

Tab. 8-2 Porovnání nákladů náhradních zdrojů

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ERÚ. Www.eru.cz [online]. 2012. vyd. 2012 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: http://eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocní_zprava/2012/RZ_elektro_2012_v1.pdf
- [2] Jak funguje výroba energie z biomasy. Www.cez.cz [online]. 2012 [cit. 2012-11-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/biomasa/flash-model-jak-funguje-vyroba-energie-z-biomasy.html>
- [3] CBA. Www.cba.cz [online]. 2012. vyd. 2012 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.czba.cz/bioplyn/>
- [4] Geotermální energie v ČR a ve světě. Www.gepo.cz [online]. 2012 [cit. 2012-11-24]. Dostupné z: <http://gepo.cz/geotermalni-energie-v-cr-a-ve-svete-cln6.php>
- [5] Geotermální energie. Www.cez.cz [online]. 2012 [cit. 2012-11-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/geotermalni-energie.html>
- [6] Ceny dodávky elektřiny a související podmínky. Www.eru.cz [online]. 2010 [cit. 2012-11-19]. Dostupné z: http://www.eru.cz/dias-read_article.php?articleId=172#2
- [7] Obchod s elektřinou: Regulátor. Příbram: CONTE spol s.r.o, 2010, s. 2. ISBN 978-80-254-6695-7.
- [8] Pxe. Www.pxe.cz [online]. 2013 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.pxe.cz/>
- [9] Eex. Www.eex.com [online]. 2013 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.eex.com/en/>
- [10] Velkoobchodní trh s elektřinou ve střední Evropě [PDF]. Praha, 2008 [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: http://www.vse.cz/vskp/5099_velkoobchodni_trh_s_elektrinou_ve_stredni_evrope
Diplomová práce. VŠE v Praze.
- [11] Obchod s elektřinou: Spotová cena. Příbram: CONTE spol. s.r.o, 2010, s. 5. ISBN 978-80-254-6695-7.
- [12] ERÚ. Www.eru.cz: Vývoj průměrných cen za odběr elektřiny v ČR [online]. 2010 [cit. 2013-01-04]. Dostupné z: http://eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocní_zprava/2010/pdf/elektrina.pdf
- [13] ERÚ. Www.eru.cz [online]. 2013 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://kalkulator.eru.cz/DetailVypoctuPlatby.aspx>

- [14] Kurzycz. Www.kurzy.cz [online]. 2013 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://www.kurzy.cz/makroekonomika/mzdy/>
- [15] Obchod s elektřinou: Specifické části trhu s elektřinou. Příbram: CONTE spol. s r.o, 2010, s. 8. ISBN 978-80-254-6695-7.
- [16] Cena elektřiny: Co ji tvoří a za co platíme?. Www.nazeleno.cz [online]. 2010 [cit. 2012-11-19]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/ceny-energii/cena-elektriny-co-ji-tvori-a-za-co-platime.aspx>
- [17] Máme dostatek uranu pro jaderné elektrárny?. Www.nazeleno.cz [online]. 2009 [cit. 2012-11-24]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/mame-dostatek-uranu-pro-jaderne-elektrarny.aspx>
- [18] Patria online. Www.patria.cz [online]. 2013 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://www.patria.cz/zpravodajstvi/2250398/cena-povolenek-pada-az-o-40-po-zamitnuti-opravy-trhu-prumyslovym-vyborem-ep-blizi-se-konec-obchodu-s-emisemi.html>
- [19] Mýty a realita. Www.cez.cz [online]. 2012 [cit. 2012-11-22]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/realita-a-myty-o-jaderne-energii.html>
- [20] Vodní elektrárna orlík. In: Www.cez.cz [online]. 2012 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/orlik.html>
- [21] VYSOUDIL, Martin. Návrh malé vodní elektrárny. Brno, 2009. Dostupné z: http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=18464. Bakalářská práce. VUT v Brně.
- [22] Ecoenergy. Www.ecoenerg.cz [online]. 2010 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: <http://www.ecoenerg.cz/vte.ppt>
- [23] Fotovoltaická elektrárna Ralsko. Www.cez.cz [online]. 2010 [cit. 2012-11-27]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/slunce/provozovane-fotovoltaicke-elektrarny/fotovoltaicka-elektrarna-ralsko.html>
- [24] Kolik skutečně stojí solární elektřina? 27 Kč/kWh. Www.euroekonom.cz [online]. 2012 [cit. 2012-11-27]. Dostupné z: <http://www.euroekonom.cz/analyzy-clanky.php?type=jz-solarni-energie>

- [25] CEZ: Elektrárny ČEZ spalující biomasu. Www.cez.cz [online]. 2012 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/biomasa/elektrarny-cez-spalujici-biomasu.html>
- [26] Mapa bioplynových stanic v České republice. In: Www.czba.cz [online]. 2012 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: <http://www.czba.cz/mapa-bioplynovych-stanic/>
- [27] Bioplynové stanice v Jihočeském kraji. Www.calla.cz [online]. 2011 [cit. 2012-11-28]. Dostupné z: http://www.calla.cz/data/energetika/ostatni/BPS_v_JK.pdf
- [28] Geotermální projekt Litoměře. Www.litomerice.cz [online]. 2011 [cit. 2012-11-28]. Dostupné z: <http://www.litomerice.cz/gte/index.php?lang=cz>
- [29] TOP-EXPO. Www.top-expo.cz: Vývoj ceny příspěvku zákazníků na OZE [online]. 2012 [cit. 2013-01-04]. Dostupné z: http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/tee/tee-2012/prezentace/rafaj_jan.pdf
- [30] ERÚ. Energietický regulační úřad [online]. 2012 [cit. 2012-12-23]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/img/wysiwyg/file/Legislativa/Cenová%20rozhodnutí%20ERÚ/Výkupní%20ceny%20pro%20rok%202012.pdf>
- [31] Obchod s elektřinou: Specifické části trhu s elektřinou. Příbram: CONTE spol. s r.o, 2010, s. 8. ISBN 978-80-254-6695-7.
- [32] ERÚ. Www.eru.cz: Sluneční elektrárny, stav k 31. 1. 2012 [online]. 2012 [cit. 2013-01-04]. Dostupné z: http://eru.cz/user_data/files/licence/info_o_drzitelich/OZE/12_01_SLE.pdf
- [33] E15.cz. Cena závislosti na jádru: havárie by Francii stála pětinu HDP [online]. 2013 [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/cena-zavislosti-na-jadru-havarie-by-francii-stala-petinu-hdp-955223>
- [34] Energia. Www.energia.cz [online]. 2011 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: <http://www.energia.sk/spravodajstvo/obnovitelne-zdroje/solarna-energetika-pre-rozvoj-bude-klucova-nizsia-cena/1901/>
- [35] Silektro energy. Www.silektro.cz [online]. 2012 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: <http://www.silektro.cz/aktuality/solar3d-zmeni-novy-typ-solarniho-clanku-budoucnost-fotovoltaiiky-44>
- [36] CSVE. Www.csve.cz: Aktuální instalace [online]. 2012 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/clanky/aktualni-instalace-vte-cr/120>

- [37] Deník referendum: Větrných elektráren na světě přibývá, EU a USA stíhají Čínu. Www.denikreferendum.cz [online]. 2013 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: <http://www.denikreferendum.cz/clanek/14974-vetrnych-elektraren-ve-svete-pribyva-eu-a-usa-stihaji-cinu>
- [38] Patria online. Břidlicový plyn nemilosrdně vytlačuje jádro z energetiky [online]. 2013 [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.patria.cz/zpravodajstvi/2274847/bridlicovy-plyn-nemilosrdne-vytlacuje-jadro-z-energetiky.html>
- [39] Dlouhá evropská cesta k jaderné syntéze. In: Www.osel.cz [online]. 2010 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: <http://osel.cz/index.php?clanek=4930>
- [40] Princip tokamaku. In: Princip tokamaku [online]. 2007 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: <http://fyzsem.fjfi.cvut.cz/2006-2007/Leto07/proc/tokamak.pdf>
- [41] UXC: The Ux Consulting Company. Www.uxc.com [online]. 2013 [cit. 2013-05-30]. Dostupné z: http://www.uxc.com/review/uxc_Prices.aspx
- [42] Jaderná energetika - k diskuzi: Jaderná energetika-koncepce rozvoje a výstavby. Energetika. Praha: ČSZE, 2013, 5/63, s. 7.
- [43] ENEF 2013: Nahradíme jádro větrem nebo sluncem?. Energetika. Praha: ČSZE, 2013, 5/63, s. 7.
- [44] IHNED.CZ: Jaderní trpaslíci zažijí renesanci. V Česku i ve světě se počítá s větším množstvím malých zdrojů. Www.ihned.cz [online]. 2013 [cit. 2013-05-30]. Dostupné z: <http://byznys.ihned.cz/zpravodajstvi-cesko/c1-59949680-jaderni-trpaslici-zazivaji-renesanci>