

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**



**Bakalářská práce**

**Katedra statistiky**

**Obnovitelné zdroje energie v ČR**

**Darya Dureiko**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Darya Dureiko

Provoz a ekonomika

Název práce

**Obnovitelné zdroje energie v ČR**

Název anglicky

**Electricity production and renewable energy sources**

---

### **Cíle práce**

Cílem bakalářské práce je analýza výroby a spotřeby elektrické energie z obnovitelných zdrojů v ČR a porovnání s jinými státy. V průběhu práce bude odpovězeno na hlavní otázku, proč v poslední době se rozšiřuje používání OZE a jak to ovlivňuje ekonomickou situaci státu.

### **Metodika**

Zdrojem dat budou údaje, které poskytují orgány státní správy ČR, příp. Eurostat. Data budou vypracována pomocí běžných matematicko – statistických metod.

## Doporučený rozsah práce

30-40 stran

## Klíčová slova

Elektrická energie, Obnovitelné zdroje energie, Výroba energie, Ekonomická situace

---

## Doporučené zdroje informací

HÁJEK, M. – OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE PRO VENKOV I TEPLÁRENSTVÍ (2005 : HRADEC KRÁLOVÉ, ČESKO), – ČESKO. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Obnovitelné zdroje energie pro venkov i teplárenství – 2005 : Hradec Králové 26. a 27. dubna 2005 : sborník konference Ministerstva životního prostředí. [Pardubice]: Parexpo, 2005. ISBN 80-7212-345-9.

Janković, Vukica, and Helena Mitwallyová. "The potential of the usage of renewable energy in the Czech Republic." International Journal of Social Sciences 3 (2014): 4.

MASTNÝ, Petr. Obnovitelné zdroje elektrické energie. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011, 254 s. ISBN 978-80-01-04937-2.

MOTLÍK, Jan, Libor ŠAMÁNEK a Josef ŠTEKL. Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v ČR. Praha, 2007

---

## Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – PEF

## Vedoucí práce

RNDr. Jan Grosz

## Garantující pracoviště

Katedra statistiky

---

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2016

**prof. Ing. Libuše Svatošová, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2016

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 14. 03. 2016

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci „Obnovitelné zdroje energie v ČR“ vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury, vhodných internetových zdrojů a dalších informačních zdrojů, které jsou v práci citovány. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.3.2016

---

## Poděkování

Chtěla bych poděkovat RNDr. Janu Groszovi za vedení mé bakalářské práce, cenné rady a odborný dohled. Také bych ráda poděkovala své rodině za podporu a paní Alexandře Schrollové za pomoc s jazykovou a gramatickou úpravou.

# Obnovitelné zdroje energie v ČR

## Renewable Energy Sources in the Czech Republic

### **Souhrn:**

Tématem této bakalářské práce jsou Obnovitelné zdroje energie v ČR. V teoretické části jsou detailně popsány jednotlivé zdroje alternativní energie. Praktická část této práce je věnována rozvoji výroby elektrické energie pro roky 2005-2014. Informace o produkci energie umožňují počítat prosté statistické indexy, které ukazují, jak se vyvíjí výroba z pohledu časových trendů. Modelový příklad v druhé - praktické - části vypočítává návratnost investic na stavbu větrné stanice od roku 2016. Zkoumá dobu návratnosti investic, čistou současnou hodnotu a vnitřní výnosové procento.

### **Klíčová slova:**

Energetika, energie, obnovitelné zdroje energie, neobnovitelné zdroje energie, elektrický výkon, dotace, ekologická daň, investice.

### **Summary:**

The theme of this bachelor thesis are Renewable Energy Sources in the Czech Republic. In the theoretical part are described in detail the various sources of alternative energy. The practical part is devoted to the development of electricity production for the years 2005-2014. Information about the production of energy allow you to calculate simple statistical indices that show how it develops the production from the point of view of time trends. The model example in the second – practical - part calculates the return on investment on the construction of wind power stations from 2016. Examines the period of return on investment, net present value and internal rate of return.

### **Keywords:**

Energetics, energy, renewable energy, non-renewable energy, electric power, grants, environmental tax, investment.

## **OBSAH**

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>2 CÍL PRÁCE A METODIKA</b> .....	<b>11</b>
2.1 CÍL PRÁCE .....	11
2.2 METODIKA .....	11
<b>3 TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
3.1 HISTORIE OZE .....	12
3.2 SVĚTOVÁ SPOTŘEBA ENERGIE .....	13
3.3 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE V ČR .....	17
3.4 ENERGETICKÝ POTENCIÁL OZE V ČR.....	19
3.4.1 VODNÍ ENERGETIKA .....	19
3.5 PODROBNÝ PŘEHLED VĚTRNÉ ENERGETIKY .....	21
3.6 PODROBNÝ PŘEHLED VODNÍ ENERGETIKY .....	26
3.7 FOTOVOLTAIKA.....	27
3.8 BIOPLYN A BIOMASA .....	34
3.9 DOTAČNÍ PROGRAMY .....	37
<b>4 ANALYTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>39</b>
4.1 CHARAKTERISTIKA ENERGIE Z POHLEDU ELEKTRICKÉHO VÝKONU V MW.....	39
4.2 ANALÝZA VÝROBY ELEKTRICKÉ ENERGIE Z VĚTRNÝCH STANIC.....	40
4.3 ANALÝZA VÝROBY ELEKTRICKÉ ENERGIE ZE SLUNCE .....	41
4.4 ANALÝZA VÝROBY ELEKTRICKÉ ENERGIE Z VODY .....	42
4.5 ANALÝZA VÝROBY ENERGIE Z BIOMASY .....	45
4.6 ANALÝZA VÝROBY ENERGIE Z BIOPLYNU .....	46
4.7 SOUHRNNÝ PŘEHLED VÝROBY ENERGIE Z OZE ZA POSLEDNÍCH DESET LET.....	47
4.8 MODELOVÝ PŘÍKLAD .....	48
<b>5 ZÁVĚR</b> .....	<b>56</b>
<b>6 DOPLŇUJÍCÍ OBRÁZKY</b> .....	<b>59</b>
<b>7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b> .....	<b>62</b>

<b>8 SEZNAM GRAFŮ, TABULEK A OBRÁZKŮ .....</b>	<b>64</b>
<b>9 PŘÍLOHY .....</b>	<b>66</b>



# 1 ÚVOD

„Energie je však především termínem budoucnosti, neboť právě budoucnost ukáže, jak si lidstvo dovede poradit se vzrůstající energetickou spotřebou. Využívání fosilních a jaderných paliv je spojeno s ekologickými problémy (skleníkový efekt, radioaktivní zamoření), které se spolu s vyčerpáním těchto přírodních zdrojů jeví jako globální energetický a ekologický problém lidstva“.

Otázka současné doby zní: Kde brát energie? Pro život v 21. století bude tato otázka stále důležitější. Odpovědi jsou různé: fosilní paliva, jaderná reakce, obnovitelné zdroje energie. Každá z nich má jistě své plusy a minusy.

Fosilní paliva způsobují znečištění ovzduší, mají celkový vliv na změnu globálního klimatu a vytvářejí skleníkový efekt. Tato paliva budou dříve či později vyčerpána, ale stále způsobují zhoršování stavu přírody a mají politický charakter.

Česká republika je stále závislá na dovozu paliv. Úspory fosilních zdrojů jsou jednou z priorit EU. Úspora fosilních paliv je závislá na:

- využívání obnovitelných zdrojů pro výrobu energie,
- využívání jaderné energie,
- úsporách energie.

Jednou z cest vedoucích k úspoře elektrické energie je výroba energie z obnovitelných zdrojů, která má velký potenciál do budoucna. Uhlí, zemní plyn a ropa jsou paliva drahá, avšak v této době je používají prakticky všichni.

Atomová energie není drahá energie, ale nezohledňuje bezpečnost provozu a možnosti investování.

## **2 CÍL PRÁCE A METODIKA**

### **2.1 Cíl práce**

Bakalářská práce analyzuje energetické oblasti a výrobu energie z obnovitelných zdrojů energie (OZE) v českých domácnostech.

Cílem je:

1. Vyjádřit pojem OZE a co tvoří jejich soustavu.
2. Odpovědět na hlavní otázku práce, proč se v poslední době rozvíjí používání OZE.
3. Zjistit, jak OZE ovlivňují ekonomickou situaci.
4. Prokázat, že význam spočívá v šetrném přístupu k životnímu prostředí a možnosti budoucího rozšiřování.

### **2.2 Metodika**

Práce je rozdělena na dvě hlavní části - teoretickou a praktickou.

Teoretická část obsahuje výklad, čím je tvořena soustava OZE, a popisuje výrobu energie pomocí OZE.

V praktické části je pomocí analýzy datových statistik zjišťována situace státu v energetické oblasti.

## 3 TEORETICKÁ ČÁST

### 3.1 Historie OZE

Termín obnovitelné zdroje energie (OZE) se v historii objevil v souvislosti se třemi různými událostmi, které začaly postupně ovlivňovat život člověka.

*První* z nich byla průmyslová revoluce v 18. století, která byla umožněna využitím neobnovitelných zdrojů energie, respektive fosilních paliv (fosilní palivo je nerostná surovina, která vznikla v dávných dobách přeměnou odumřelých rostlin a těl za nepřístupu vzduchu; řadíme mezi ně především ropu, uhlí a zemní plyn).

*Druhou* z nich byla průmyslová revoluce, která následně umožnila demografický rozvoj, který souvisel s obecně vyšším životním standardem. (BERANOVSKÝ J., 2003, str. Předmluva)

Obecný rozvoj dopravy, komunikací a transportu energetických produktů se projevil jako *třetí* událost, která urychlila čerpání fosilních paliv a umožnila expanzi lidí do oblastí původně pro lidstvo málo příhodných.

Významným milníkem, který ovlivnil postoj k obnovitelným a lokálním zdrojům energie, byla první tzv. ropná krize, která ukázala křehkost stability lidské společnosti založené na intenzivně využívaných, ale ve světě nerovnoměrně rozložených, zásobách fosilních paliv, které nejsou nevyčerpatelné. (BERANOVSKÝ J., 2003, str. Předmluva)

Všechny tři uvedené události vedly a dosud vedou k extrémně rychlému čerpání a vyčerpávání zásob fosilních paliv a současně k rychlému a nevratnému zhoršování stavu přírody a životních podmínek, takže může být ohrožena samotná budoucnost lidstva.

Ekonomický, společenský a politicky podporovaný návrat k opětovnému využívání obnovitelných zdrojů energie proto není žádný krátkodobý módní trend, ale jednoznačně nezbytnost, spojená s úsilím o sebezáchovu lidské společnosti v přiměřeně přijatelném životním prostředí. (BERANOVSKÝ J., 2003, str. Předmluva)

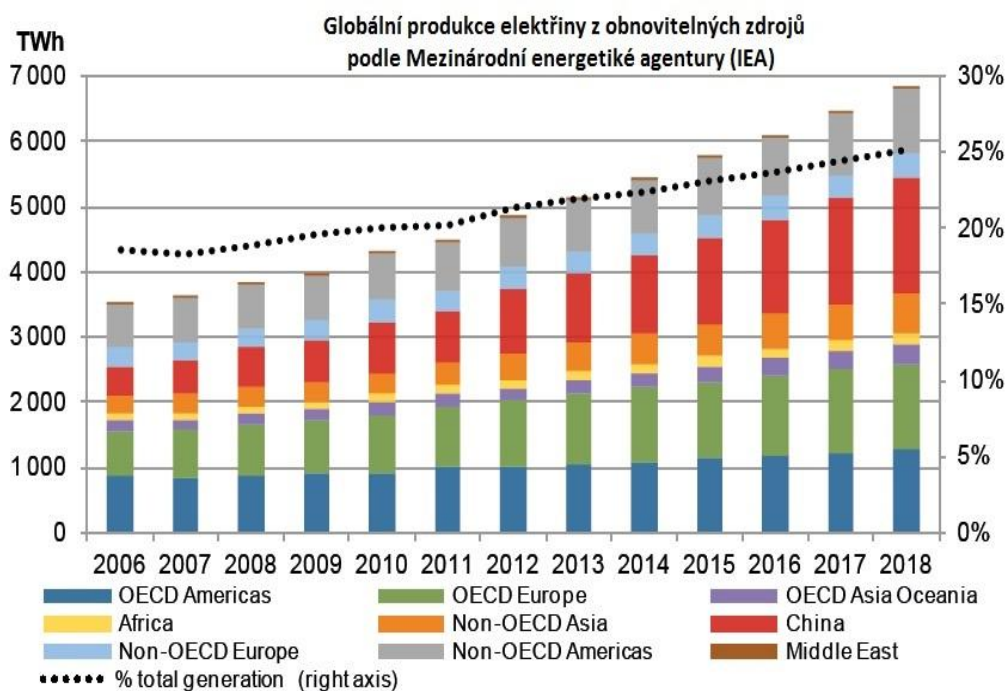
### 3.2 Světová spotřeba energie

Obecně platí, že spotřeba energie ve všech jejích konečných formách stále stoupá. V roce 2010 vzrostla spotřeba energie na celém světě o 5,5 % ve srovnání se spotřebou před krizí v roce 2009. Tento rostoucí trend byl zaznamenán prakticky ve všech zemích. Nárůst byl zapříčiněn dvěma trendy:

- Po krizi začaly posilovat ekonomicky aktivní země OECD, spotřeba energie se zvýšila o 6,7 % v Japonsku, v Evropě o 4 %, v USA o 3,7 %.
- Vzrostla poptávka v Číně a Indii (nárůst více než o 6 %); Čína posílila svoji pozici největšího spotřebitele energie. (ČSÚ, 2015-2016)

V následujících grafech jsou zobrazeny vývojové trendy od roku 2006.

**Graf 1:** Globální produkce elektřiny z OZE do roku 2018

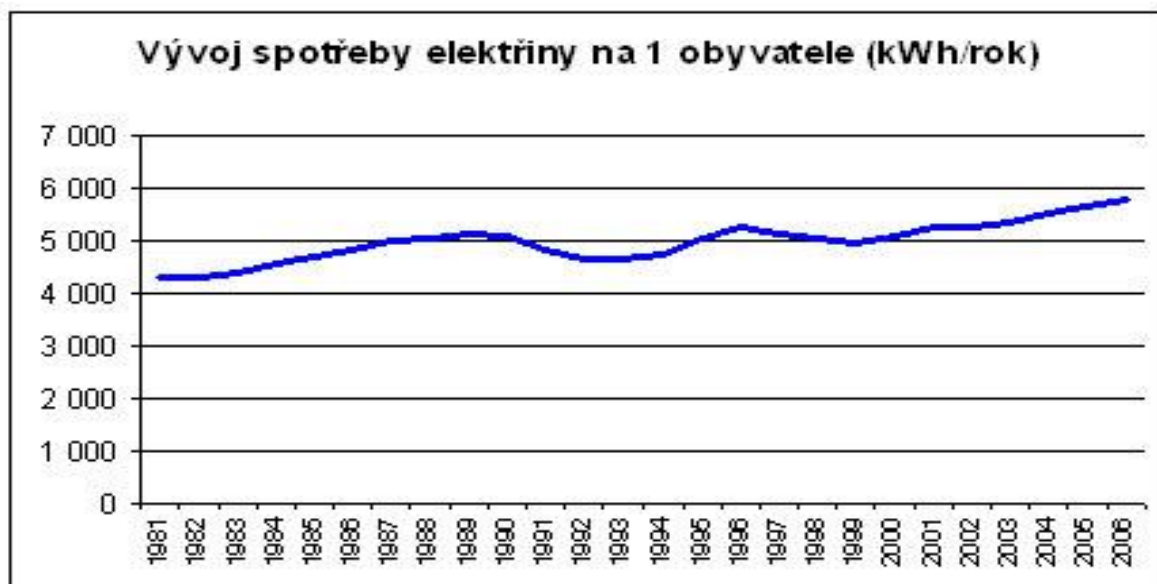


Zdroj: [www.investicniweb.cz](http://www.investicniweb.cz)

### 3.2.1 Vývoj spotřeby elektřiny

V následujících grafech jsou zobrazeny vývojové trendy od roku 1981 do roku 2006.

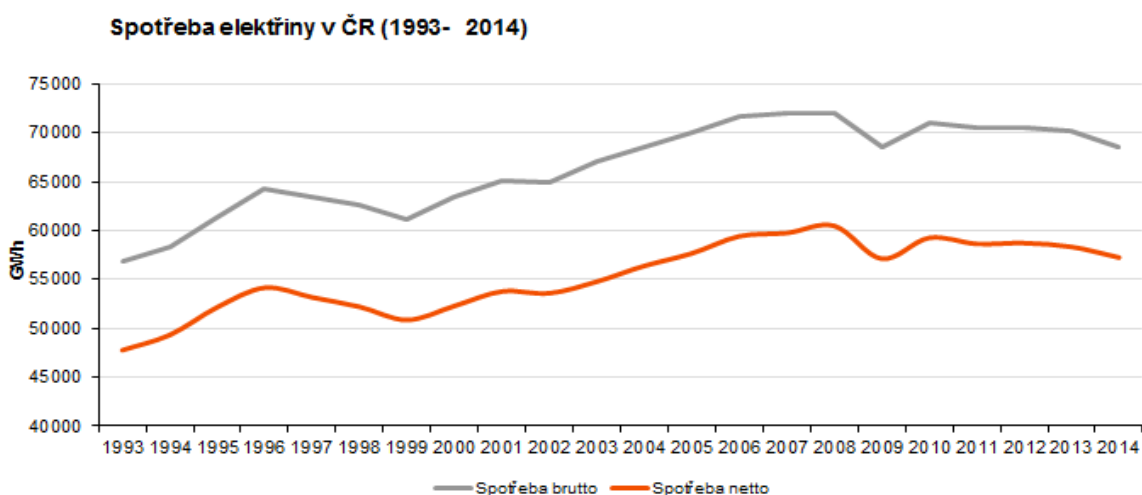
**Graf 2:** Vývoj spotřeby elektřiny na 1 obyvatele v kWh/rok od roku 1981 do 2006



**Zdroj:** [www.czso.cz](http://www.czso.cz)

Graf nám ukazuje, že se spotřeba energie neustále zvyšuje.

**Graf 3:** Tuzemská netto spotřeba elektřiny (GWh) od 1993-2014



**Zdroj:** [www.cez.cz](http://www.cez.cz)

Energetická politika Evropské unie (EU) postavila do popředí otázku snížení závislosti na dovozu energie, z čehož vyplynul požadavek maximálního využití obnovitelných zdrojů energie. Jedním z klíčových bodů energetické politiky EU je podpora obnovitelných zdrojů energie. Podle průzkumu, který byl proveden statistickým úřadem EU – Eurostat, považuje 90 % občanů EU za jeden z prioritních úkolů zvyšování podílu obnovitelných zdrojů energie. Pro tento účel má EU dva dokumenty:

- **Bílá kniha "Energie pro budoucnost - obnovitelné zdroje energie"** (Communication from the Commission - Energy for the Future: Renewable Sources of Energy - White Paper for a Community Strategy and Action Plan, COM(97) 599, November 1997), která jako základní cíl stanovuje zvýšení podílu OZE na spotřebě PEZ za EU jako celek z cca 6 % v roce 1995 na 13,17 % v roce 2015. (EUROSKOP, 2016)
- **Direktiva 2001/77/EC** stanoví cíle pro všechny země EU společně s celkovým cílem EU zajistit z obnovitelných zdrojů 20 % podílu energie EU a 10 % podílu energie v odvětví dopravy do roku 2020. (ČSVE, 2013)

#### ***Zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů energie (zákon č. 180/2005 Sb.)***

*“Vymezuje oblasti podpory OZE. Upravuje práva a povinnosti subjektů na trhu s elektřinou z obnovitelných zdrojů a podmínky podpory výkupu a evidence výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. Stanoví pravidla pro tvorbu cen za elektřinu z obnovitelných zdrojů.*

*Účelem zákona je podpora využití obnovitelných zdrojů energie, tj. energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu. Dále je účelem zákona trvalé zvyšování podílu obnovitelných zdrojů na spotřebě primárních energetických zdrojů, šetrné využívání přírodních zdrojů a naplnění indikativního cíle podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v České republice ve výši 8 % k roku 2010.*

*Podpora se vztahuje na výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů vyrobenou v zařízeních v České republice využívajících obnovitelné zdroje a je stanovena odlišně podle druhu obnovitelného zdroje, velikosti instalovaného výkonu výroby i např. podle parametrů biomasy. Podpora se vztahuje i na výrobu elektřiny z důlního plynu z uzavřených dolů”.* (ERÚ, 2014)

### 3.2.2 Rozdělení energetických zdrojů

Zdroje můžeme rozdělit podle několika kritérií:

1. obnovitelnosti/neobnovitelnosti,
2. místa v procesu přeměny,
3. rozsahu využití.

Nejběžnější je rozdělení podle obnovitelnosti a neobnovitelnosti.

Neobnovitelné zdroje energie jsou takové zdroje energie, jejichž vyčerpání je očekáváno a jejich případné obnovení by trvalo mnohonásobně déle.

Obnovitelné zdroje energie

1. Definice obnovitelného zdroje podle českého zákona o životním prostředí je:  
*„Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebování částečně nebo úplně obnovovat samy nebo za přispění člověka.“* (BERANOVSKÝ J., 2003, str. 10)
2. Definice podle zákona č. 180/2005 Sb. O podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů): *„Obnovitelnými zdroji se rozumí obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skladového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu.“* (BERANOVSKÝ J., 2003, str. 10)

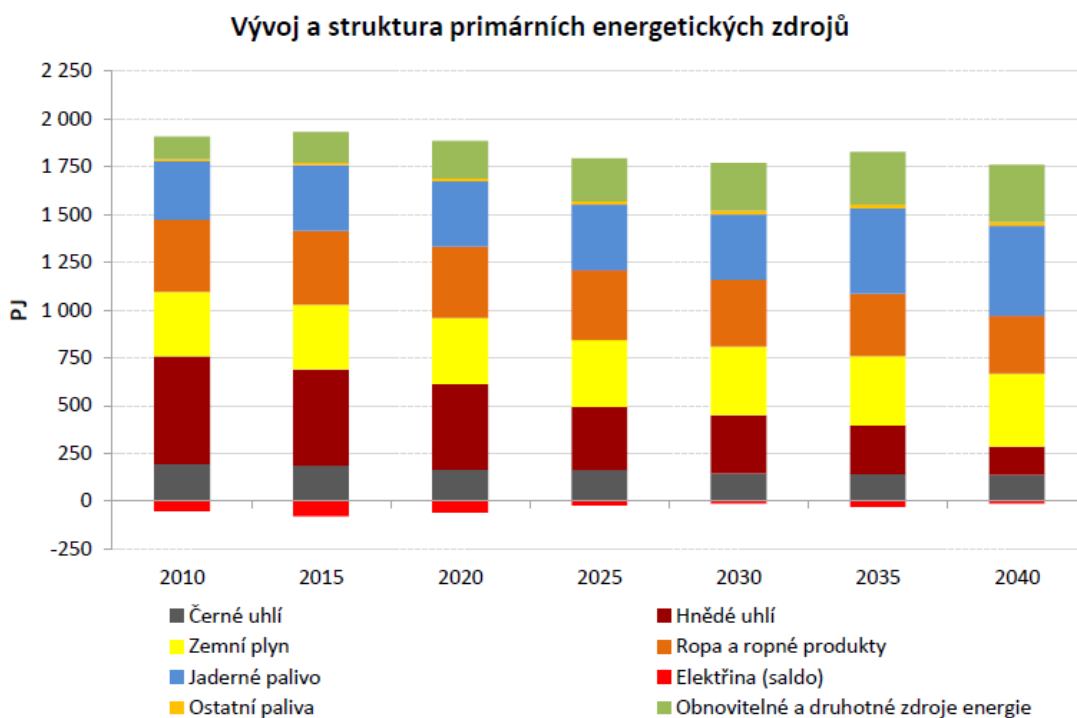
V celém světě mají obnovitelné zdroje značný ekologický potenciál, který by bylo možné využít pro celosvětovou spotřebu energie. Ale využívání obnovitelných zdrojů je limitováno určitými faktory, kterými jsou malá plošná koncentrace, územní rozložení, proměnlivá intenzita v průběhu dne a investiční náklady.

Probíhají rozsáhlé výzkumy, které v mnoha případech přecházejí do praktického ověřování a tím pádem vytvářejí předpoklady pro další dynamický rozvoj využití OZE. V ČR se v současné době projevuje zvýšený zájem o využívání energie malých vodních toků, energie větru a energie biomasy. Po určité stagnaci se znovu rozšiřuje využívání sluneční energie a energie prostředí. (BERANOVSKÝ J., 2003)

### 3.3 Obnovitelné zdroje energie v ČR

Energetická základna České republiky je založena především na využívání fosilních paliv a jaderné energie, malou část zaujímá výroba z OZE. Struktura energetických zdrojů je zobrazena v následujícím grafu.

**Graf 4:** Vývoj a struktura primárních energetických zdrojů do roku 2040



**Zdroj:** [www.cenyenergie.cz](http://www.cenyenergie.cz)

Využití OZE v České republice představuje velmi malou část z objemu hrubé spotřeby primárních energetických zdrojů. Pro Českou republiku byl při vstupních jednáních do EU odsouhlasen národní indikativní cíl 8 % výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů v roce 2010. K datu 31.12.2013 byl podíl OZE na tuzemské hrubé spotřebě elektrické energie 14,53 %. Předpokládaný podíl obnovitelných zdrojů energie na výrobě v ČR pro rok 2020 byl 13 %, ale již nyní dosahuje 15 % z celkově vyrobené energie.

V současné době je výroba elektrické energie v ČR zabezpečována výrobou v uhelných (více než 60 %) a jaderných elektrárnách (31 %), v menším rozsahu z obnovitelných zdrojů. (ČSÚ, 2015-2016)



Po roce 2010 začal rychlý úbytek energetických zdrojů způsobený dožíváním existujících zařízení a bude klesat i dostupnost energetického uhlí. Vyčerpávání zásob uhlí a snaha snížit množství emisí vede k podpoře výroby energie z obnovitelných zdrojů.

Další výhodou obnovitelných zdrojů pro ČR je skutečnost, že povede ke snížení dovozu surovin (zejména ropy a zemního plynu), na kterém je dnes ČR závislá.

Existuje několik možností:

- rekonstrukce a obnovení životnosti stávajících tepelných elektráren,
- zvyšování podílu alternativních zdrojů energie na výrobě,
- postavení dalšího jaderného bloku. (BALÁK, 1989, str. 16)

### **3.3.1 Ekologická daň**

Ekologická daň je jeden ze způsobů zvyšování podílu obnovitelných zdrojů energie.

Problém využívání fosilních paliv spočívá v tom, že jejich ceny nezahrnují negativní externalitu, a proto jsou v porovnání s obnovitelnými zdroji výrazně levnější. Řešením tohoto problému by mohla být internalizace externalit (zahrnutí všech nákladů, které jsou spojeny s produkcí a užíváním určitého druhu energie a jejichž část jinak hradí společnost v cenách jiných produktů, do ceny této energie).

Navýšení daní představuje jednu z možných forem internalizace negativních environmentálních externalit. Cílem tohoto navýšení by mělo být zatížení spotřeby energie, což povede ke snížení spotřeby energie nebo k jejímu racionálnějšímu a hospodárnějšímu využívání. V souladu se Směrnicí o zdanění energií Rady Evropské unie z roku 2003 (Směrnice 2003/96/ES ze dne 27. října 2003) bude Česká republika povinna zavést od roku 2008 tzv. ekologické daně, tedy daně, kterými budou zatíženy energie, které jsou vyráběny ze zdrojů majících negativní dopad na životní prostředí.

Koncepci ekologické daňové reformy vypracovalo Ministerstvo životního prostředí. Zvýšené daně by se měly týkat energetických výrobků, elektřiny a motorových vozidel. Nejvíce zdaněnými oblastmi by měly být výroba elektrické energie z tepelných elektráren a užívání motorových vozidel, které mají nejvyšší emise škodlivin.

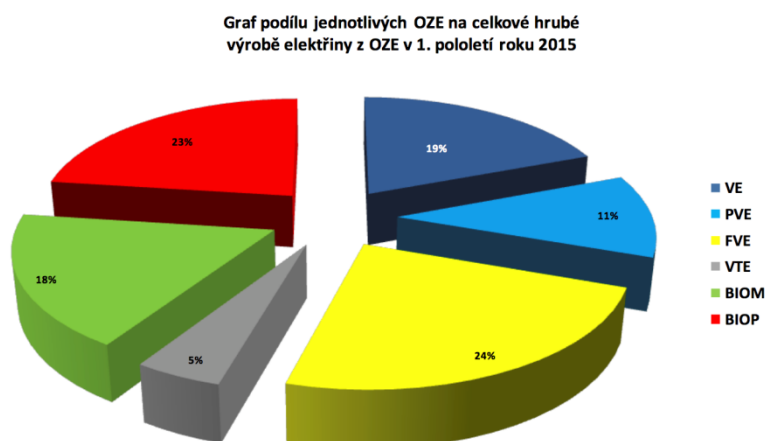
Cílem této reformy je:

- snížit emise skleníkových plynů,
- omezit škody a dopady na lidské zdraví.

Lze přepokládat, že tato opatření budou mít citelný dopad na ekonomiku. Spotřebitelům by se zvýšily daně a především by stoupla cena elektřiny – zejména vyrobené z hnědého uhlí. Také by se prodražil provoz motorových vozidel. V porovnání s dalšími zeměmi EU nejsou občané ČR ani ekonomika nijak zvlášť připraveni na využívání jiných zdrojů energie, než jsou ty současné. (BENA, 2003)

Následující graf ukazuje jednotlivé rozložení obnovitelných zdrojů energie v procentech za rok 2015, kde je vidět, že nejvíce energie je produkováno ve fotovoltaických stanicích, dále pak bioplynových, následuje výroba z biomasy atd.

**Graf 5:** Podíl jednotlivých OZE na celkové hrubé výrobě elektřiny z OZE v 1. pololetí roku 2015



Zdroj: [www.czba.cz](http://www.czba.cz)

### 3.4 Energetický potenciál OZE v ČR

#### 3.4.1 Vodní energetika

V ČR nejsou ideální přírodní podmínky pro budování vodních energetických závodů. Toky nemají potřebný spád a dostatečné množství vody. Z hlediska výroby energie z vody jsou energeticky nejprůzračnější (vzhledem k průměrným průtokům) řeky Labe, Vltava a Morava. Ostatní vodní toky poskytují možnosti výroby vodní energie s menší kapacitou. V porovnání s výrobou energie z fosilních paliv mají vodní elektrárny několik výhod:

- možnost rychlého spouštění a odstavení,

- jednoduchý postup při výrobě,
- možnost úplné automatizace,
- vysoká účinnost přeměny energie vodního toku na energii elektrickou,
- neznečišťují okolí odpady z výroby. (ČEZ, a.s., 2007, str. 205)

### **3.4.2 Větrná energetika**

V zemích Evropy nejsou větrné podmínky příliš příznivé, proto se tyto elektrárny používají v menším rozsahu. V ČR jsou dobré větrné podmínky především v horských oblastech a na vrchovinách. Jednou z výhod větrné energie je ten fakt, že při výrobě nejsou produkovány žádné škodlivé emise. Ale Česká republika není přímořskou zemí, má problém s intenzitou větru a s výběrem vhodné lokality pro výstavbu větrných elektráren. (ČEZ, a.s., 2007, str. 94)

### **3.4.3 Sluneční energetika**

#### **3.4.3.1 Tepelné solární systémy**

V pasivních solárních systémech je získané teplo transportováno pohybem vzduchu. Využití solární energie je vhodné především pro stavební objekty. V poslední době je věnována zvýšená pozornost solárním absorbérům (solární kolektor - zařízení, které přeměňuje sluneční záření dopadající na zemský povrch na jiný druh energie, pro lidstvo lépe využitelné; existují dva základní typy: fototermický kolektor a fotovoltaický panel), které splňují dvě funkce:

- přeměňují sluneční záření na tepelnou energii,
- chrání budovu před povětrnostními vlivy a tím přebírají funkci střechy. (ČEZ, a.s., 2007, str. 144)

#### **3.4.3.2 Fotovoltaické solární systémy**

Výroba elektrické energie přímo ze slunečního záření je známá již z 19. století. První sluneční elektrárna byla v ČR uvedena do provozu v roce 1998 na vrcholu Mravenečník v Jeseníkách. Od roku 2000 stále výroba pomocí fotovoltaických panelů roste, celosvětově se pohybuje kolem 35 %. (ČEZ, a.s., 2007, str. 144)

### **3.4.4 Biomasa a bioplyn**

S tím, jak se zvyšuje hospodářská síla průmyslových zemí, zmenšuje se podíl tradiční biomasy na dodávce energií. Na druhou stranu však tyto země budou nuceny, díky vysokým cenám ropy a nátlaku na realizaci opatření k ochraně klimatu, přikročit k modernímu využití biomasy. Biomasa může fosilní zdroje energie nahradit, aniž by to vyžadovalo nové technické prostředky. V oblasti pokrytí spotřeby elektrického proudu se význam elektráren na výrobu biomasy zvyšuje. Tyto elektrárny mohou totiž vyrovnávat silně kolísající výkon větrných a fotovoltaických elektráren. (ČEZ, a.s., 2007, str. 118)

## **3.5 Podrobný přehled větrné energetiky**

### **3.5.1 Historie**

Energie větru je člověkem využívána již několik století. První zmínky o využívání větrné energie pocházejí ze staré Číny. Tehdy se jednalo o větrné motory s vertikální osou rotace, jejichž rotor byl tvořen systémem plachet napnutých na dřevěném rámu. Později byla podobná zařízení zaznamenána v Persii a Egyptě.

Ve středověku se větrné motory používaly u větrných mlýnů, tak jak je známe dodnes. Objevily se také v Itálii, Francii a Španělsku.

Využívání větrných elektráren k výrobě elektrické energie na území ČR je mladou technickou oblastí. Silný zájem o využití větrné energie se projevil na začátku sedmdesátých let minulého století. Bylo to období, kdy si společenství průmyslových zemí uvědomilo nebezpečí ekologické krize v globálním rozsahu a začalo intenzivně hledat cesty k jejímu překonání. Dalším důležitým impulsem pro rozvoj větrné energetiky bylo embargo zemí OPEC (1973) na vývoz ropy do průmyslově vyspělých zemí. V té době některé ohrožené země začaly pod hrozbou prudkého zvýšení světových cen veškeré energie chápat omezenost přístupu ke klasickým zdrojům energie v širším měřítku. (QUASCHNING, 2010, str. 165)

Vítr vzniká v důsledku nestejnoměrného ohřívání vzduchu sluncem. Teplo způsobuje, že se vzduch rozpíná a stoupá, tím zároveň klesá jeho tlak, zatímco chlad způsobuje, že je vzduch těžší a jeho tlak stoupá. Z takto vzniklých oblastí vyššího a nižšího tlaku se vzduchové masy přesouvají směrem z oblastí vyššího tlaku do oblastí s nižším tlakem. Čím větší je rozdíl v tlaku, tím ostřejší vítr vane. (In-Počasí, 2015)

Vítr vzniká a vane z oblasti vyššího tlaku do oblasti tlaku nižšího. Je definován dvěma veličinami - směrem a rychlostí. Směr větru je dán světovou stranou, ze které vítr vane. Lze ho sledovat pomocí speciálních zařízení. Rychlost větru se v praxi sleduje dvojitým způsobem: vizuálně (výsledky pozorování se srovnávají s Beaufortovou stupnicí síly větru) nebo pomocí anemometru (meteorologický přístroj, který slouží k měření rychlosti a směru proudění vzduchu a plynů). Zařízení jsou dále doplněna speciálním programovým vybavením, která dokážou nejen měřit a registrovat, ale i zpracovávat získané výsledky, hodnotit a připravovat základní podklady pro další provoz. (QUASCHNING, 2010, str. 166)

Z hlediska využívání větrné energie je důležitým faktorem rychlost větru, která má majoritní vliv na celkový výkon větru. Rychlost větru je ovlivněna členitostí zemského povrchu a platí, že směrem k němu klesá. Dalším důležitým faktorem ovlivňujícím rychlost větru jsou budovy a další stavby, za kterými rychlost větru klesá a mění se jeho směr. (QUASCHNING, 2010, str. 170)

### **3.5.2 Přírodní podmínky**

Větrná energie je na předním místě pomyslného žebříčku velikosti dostupného potenciálu obnovitelných zdrojů energie v ČR. Česká republika je vnitrozemský stát s klasickým kontinentálním klimatem, který se projevuje významným sezonním kolísáním rychlosti větru. Příčinou je zejména globální vzdušné proudění, typické pro severní a střední Evropu.

Ze statistik větrných elektráren v ČR vyplývá, že v současnosti dosahují nejvyššího výkonu elektrárny kapacitního faktoru (roční využití v současné době je 17-18 %, při použití nových strojů by mohly dosáhnout až 22 %). Maximální celkový objem výroby elektřiny ve všech stávajících větrných elektrárnách lze odhadnout na více než 11 360 MWh za rok. Povětrnostní podmínky pro větrnou energii v České republice umožňují ekonomicky výhodné využívání větrné energie především v horských oblastech, kde je však rozvoj omezen požadavky na ochranu přírody a nepříznivými povětrnostními podmínkami (námrazy, bouřky), které silně omezují provoz elektráren. (BERANOVSKÝ J., 2003, str. 32)

### **3.5.3 Větrné elektrárny a parky**

#### **3.5.3.1 Větrná nabíječka**

Jedná se o malou větrnou elektrárnu pro nabíjení akumulátorů a soustav baterií. Princip větrné elektrárny spočívá v přeměně pohybové energie větru, která otáčí lopatkami rotoru, na energii mechanickou. Ta je poté přenášena do generátoru, kde se mění na energii elektrickou. Instalovaný výkon je nižší než 60 kW. Funguje jako systém s akumulátorem, stejně jako u ostrovní sítě fotovoltaiky. Malé větrné elektrárny se většinou montují na nízké nebo velmi nízké stožáry a na objekty, které se nacházejí v blízkosti dalších objektů, které odstiňují větrné proudění (stromy, budovy, jiné). Ale většinou nejsou rentabilní a kombinují se proto s různými zdroji obnovitelné energie. (QUASCHNING, 2010, str. 172)

#### **3.5.3.2 Větrné elektrárny propojené do sítě**

Velké větrné elektrárny, které zásobují veřejnou síť, prošly v poslední době neobvyklým technickým rozvojem. Výkon se zvýšil od 100 kW do 5 000 kW (5 MW). Tato zařízení dospěla do sériové výroby (např. při působení větrné energie může být v provozu celý Boeing 747 nebo Megaliner A380 a jedna samostatná elektrárna o výkonu 6 MW pokryje spotřebu energie u více než 5 000 domácností). Větrná energie je jednou z nejdůležitějších technologií, která efektivně pomáhá energetice. Kromě jejich efektivnosti jsou větrné stavby jednoduché i v montáži, dají se sestavit v průběhu několika dnů. Životnost zařízení instalovaných v současné době se pohybuje kolem 20 let. Je možné také říci, že nejsou tak náročné na výměnu dílů. (QUASCHNING, 2010, str. 173)

#### **3.5.3.3 Větrné parky**

Jen málokdy vidíme osamocenou větrnou elektrárnu, téměř vždy se stavějí ve větším množství. Větrný park se skládá minimálně ze tří elektráren, ale většinou jsou parky rozsáhlejší (v Texasu byl v roce 2006 postaven Horse Hollow Park, který sestával ze 421 generátorů o výkonu 735 MW, a zásoboval elektřinou více než 150 000 amerických domácností). Hlavní výhodou větrných parků je, že ve srovnání s osamocenými instalacemi vzniká větší úspora nákladů. Nevýhodou takových parků je vzájemné stínění. Pokud větrné elektrárny stojí hustě vedle sebe, mohou si navzájem brát větrné proudy. Výkon zařízení, která stojí za sebou, pak klesá. Aby byly výkony co největší, musí být

větrníky umístěny ve větší vzdálenosti od sebe. Ale ani dodržením vzdáleností se zcela nepodaří vyhnout ztrátám. Je třeba počítat se ztrátou ve výši 3 % - 15 %. Také pečlivý výběr místa pro stavbu větrných parků je velmi důležitý, protože větrné stanice se nesmí nacházet v blízkosti obytných domů, aby obyvatelé nebyli rušeni nadměrným hlukem. (QUASCHNING, 2010, str. 177)

#### **3.5.3.4 Mořské větrné parky**

V tomto případě se větrné elektrárny staví přímo na moři. Aby bylo dosaženo co nejlepšího ekonomického provozu, musí se tato zařízení budovat pouze v nevelké vzdálenosti od pobřeží. Kromě rozsáhlých ploch poskytují tyto oblasti i další výhody: vítr je obvykle silnější a vane rovnoměrněji než ve vnitrozemí. Jednou z nevýhod je, že připojení na síť je náročnější a nákladnější než v případě instalací na pevnině. (QUASCHNING, 2010, str. 178)

#### **3.5.4 Plánování a projektování**

I ty nejmenší větrné elektrárny, které chceme uvést do provozu, musí splňovat předpisy jednotlivých zemí. Například v Německu platí, že do celkové výšky stožáru 10 m je celkem snadné získat stavební povolení. Jsou zavedena určitá pravidla. Jedním z nich je, že lidé v sousedství nesmí být rušeni ani hlukem ani stínem větrných parků.

Přípravné fáze pro výstavbu větrných stožárů vyžadují:

- výběr vhodné lokality,
- souhlas obce,
- posudek o vlivu na životní prostředí,
- změna územního plánu (extravilan - nezastavěné území vně hranic sídel),
- plán na výstavbu větrných elektráren,
- připravený projekt.

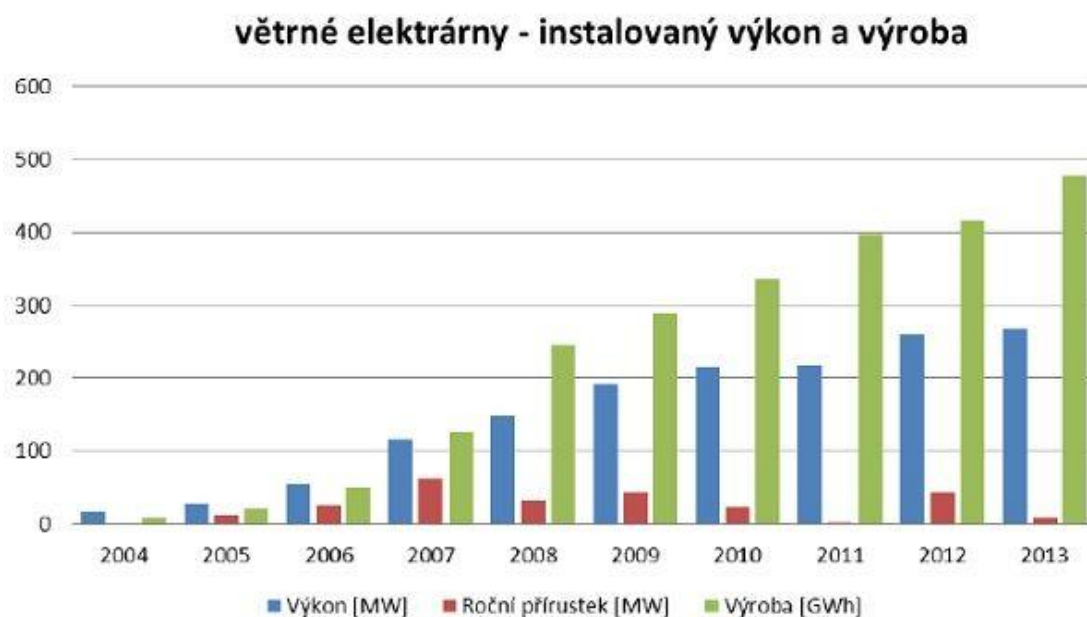
Po ukončení přípravných fází je vydáno stavební povolení a je možné zahájit stavební proces. Celková doba projektu trvá minimálně 3 roky. (QUASCHNING, 2010, str. 181)

#### **3.5.5 Ekonomika**

Lídrem na trhu větrných elektráren je Dánsko. Již v roce 1891 postavil dánský učitel Paul la Cour na dvoře základní školy v Askow malou větrnou elektrárnu na výrobu elektrického

proudu. Dnes je dánská skupina Vestas mezi firmami, které dodávají zařízení pro větrné elektrárny, jednou z nejúspěšnějších (má dnes nainstalováno 44 000 elektráren v 66 zemích napříč šesti kontinenty, instaluje elektrárnu každé 3 hodiny. USA zažily první boom začátku 80. let minulého století. Díky zákonu o cenách energií se však světovou jedničkou stalo Německo. (QUASCHNING, 2010, str. 183)

**Graf 6:** Vývoj instalovaného výkonu větrných elektráren ve světě pro roky 2004-2013



**Zdroj:** [www.nazeleno.cz](http://www.nazeleno.cz)

### 3.5.6 Perspektivy a potenciál rozvoje

V dnešní době zavádí větrnou energii mnohem více států, než tomu bylo před 15 lety. Ve vhodné lokalitě může větrná energetika soupeřit s konvenčními fosilními zdroji. Hlavní výhodou je fakt, že na výrobu větrné energie nejsou žádné výrobní náklady, ale pouze náklady na údržbu. Trh se bude časem pomalu měnit a to souvisí s tím, že životnost elektráren je zhruba 20 let. Vznikne nový tržní segment “Repowering” - rekonstrukce energetických zařízení. Tím pádem se staré nahradí novým a výkon se zvýší. Novým trendem je otevírání offshorových parků. Na základě větší intenzity větrného proudění by měly offshorové parky vyrábět asi 100 mld. kWh ročně. (QUASCHNING, 2010, str. 188)

*Offshore, onshore:*

*Slovo offshore pochází z angličtiny. Shore znamená pobřeží a off znamená mimo. S větrnou energetikou toto slovo přímo souvisí a znamená elektrárny v moři nebo stojící v blízkosti*



*pobřeží. Slovo onshore (na pevnině) se pro větrnou energetiku spíše používá, mluvíme-li o celých parcích - Onshorové větrné parky. (QUASCHNING, 2010, str. 188)*

### **3.6 Podrobný přehled vodní energetiky**

Podle množství a intenzity používání je dnes mnohem méně vodních zařízení než v době rozkvětu využívání vodní energie v 18. století. Hlavní využití nacházely v té době ve Francii a jiných evropských zemích. Po obyčejných mlýnech na řekách, které potřebovaly větší regulaci vodních toků, přišly moderní turbíny s vysokou účinností, které byly vyvinuty již v 19. století. (QUASCHNING, 2010, str. 189)

#### **3.6.1 Vodní elektrárny**

##### **3.6.1.1 Průtočné vodní elektrárny**

Již samotné vodní toky soustřeďují velké množství vody. Pokud se někde nachází místo, kde je velký výškový rozdíl, lze tam postavit průtočnou neboli říční elektrárnu. Na vzdouvacím stupni teče voda na turbínu a ta pohání generátor, který vyrábí elektrickou energii. U větších stanic pohání voda více turbín. Hlavní plusem je, že postavení takové elektrárny není nijak náročné. Avšak jezy a přehrady představují překážky pro lodě a vodní živočichy. Tento problém však řeší plavební komory, které umožňují lodím překonávat výškové rozdíly. (QUASCHNING, 2010, str. 194)

##### **3.6.1.2 Akumulační vodní elektrárny**

Akumulace vody a spád jsou zajištěny přehrazením řeky hrází. U těchto elektráren lze dosáhnout vyšších výkonů. Přehradní hráz zadrží v zeměpisně výhodné poloze velké množství vody. Tyto elektrárny je možné instalovat a provozovat v horských oblastech. Vlivem vysokého spádu se vytváří přetlak až 20 MPa.

- **Přečerpávací elektrárny:** Tyto elektrárny potřebují geograficky příznivé podmínky. Potřebují dvě nádrže, a aby mohly být postaveny, musí být vzájemný spádový rozdíl mezi nádržemi co největší. Pro přečerpávací elektrárnu je nezbytný přirozený přítok. Stejně jako u větrných elektráren i zde dochází k velkému kolísání výkonu. Získávání energie tímto způsobem může být výrazně dražší

- **Přílivové elektrárny:** Příliv a odliv jsou důsledkem působení slapových sil Měsíce a Slunce. V oblastech, kde se vyskytují vysoké přílivové vlny a kde je vysoký rozdíl stavu vody při přílivu a odlivu, se mořská zátoka rozdělí přehradní hrází. V současné době však na světě existuje jen velmi málo takových elektráren. Přílivové elektrárny jsou poměrně drahé, proto nelze očekávat, že se budou stavět.
- **Vlnové elektrárny:** Jedná se to energii z potenciálu mořských vln. Oblasti, kde se tyto elektrárny mohou stavět, jsou zejména mělké pobřežní vody. V poslední době bylo postaveno mnoho prototypů, ale prozatím nenašly širší využití. Hlavním problémem jsou odlišné a proměnlivé podmínky na moři. Na jednu stranu je zařízení nákladově výhodné, na stranu druhou jsou hrozí nebezpečí bouře s velkými vlnami a jsou velké nároky na spolehlivost zařízení.
- **Elektrárny poháněné mořským proudem:** Mají podobnou konstrukci jako větrné elektrárny, rozdíl je pouze v tom, že se rotor otáčí pod vodou. Další výhodou je v podstatě vyšší hustota vody v porovnání se vzduchem. Proto mohou elektrárny poháněné mořským proudem poskytovat již při výrazně nižších rychlostech proudění vyšší výkony, než je tomu u větrných elektráren. (QUASCHNING, 2010, str. 195)

### 3.6.2 Ekonomika

Vodní elektrárny dnes patří k nákladově výhodným alternativním zdrojům. U větších zařízení jsou investiční náklady o něco nižší, ale záleží na konkrétních podmínkách místa. Necelých 17 % celosvětové výroby energie pochází z vodních elektráren. Od roku 2005 jsou lídry na trhu vodních elektráren Kanada a Čína. V Norsku prakticky 100 % elektrické energie pochází z vodních elektráren, v Evropě mají také vysoký podíl Island a Švédsko, za nimi následují alpské země. (QUASCHNING, 2010, str. 202)

## 3.7 Fotovoltaika

### 3.7.1 Historie

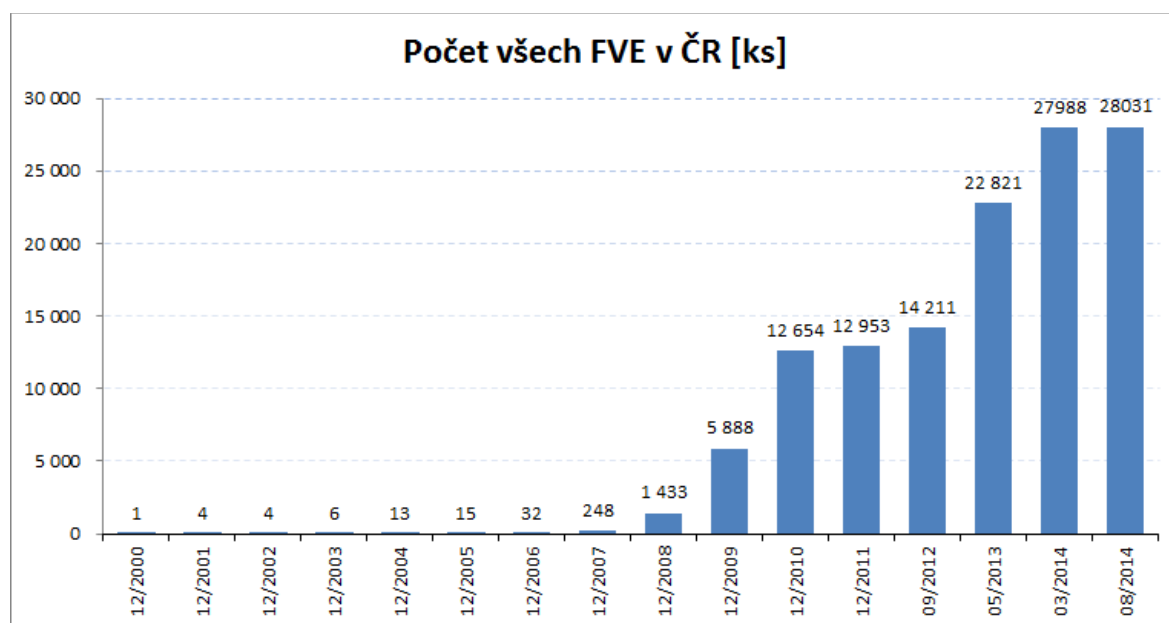
Devatenáctiletý francouzský fyzik Alexandre Edmond Becquerel (1820-1891) učinil objev, který našel praktické využití až po 120 letech. Zjistil, že pokud jsou elektrochemické baterie se zinkovými a platinovými elektrodami vystaveny světlu, vzniká nárůst elektrického napětí (fotovoltaický jev). V roce 1876 se tento jev podařilo prokázat

u polovodiče – selenu (W. Adams a R. Day). Kolem roku 1883 sestrojil Američan Charles Fritts selenový fotočlánek s tenkou vrstvou zlata (účinnost pod 1 %). Tento jev nazvaný fotoefekt popsal a vysvětlil v roce 1905 Albert Einstein a právě za to mu byla v roce 1921 udělena Nobelova cena za fyziku za „práce pro rozvoj teoretické fyziky, zejména objev zákona fotoelektrického efektu.

První skutečný fotovoltaický článek s účinností 6 % byl vyroben z krystalického křemíku v roce 1954 v Bellových laboratořích (G. L. Pearson, Daryl Chapin, Calvin Fuller).

Název fotovoltaický vznikl složením dvou slov: „foto“ znamená v řečtině „světlo“ (fotografie, fotoaparát, fotobuňka apod.), „voltaický“ je odvozeno ze jména italského fyzika Alessandra Volty, který zkonstruoval první galvanický článek. (QUASCHNING, 2010, str. 91)

**Graf 7:** Rozvoj počtu fotovoltaických stanic v ČR do srpna 2014



Zdroj: [www.elektrarny.pro](http://www.elektrarny.pro)

### 3.7.2 Fotovoltaické systémy

U fotovoltaických systémů rozlišujeme mezi autonomními, ostrovními (grid-off) a síťovými systémy (grid-on). Solární ostrovní systémy pracují autonomně, nejsou připojeny do elektrické sítě. Nejčastěji se vyskytují u drobných nebo malých aplikací (např. náramkové hodinky, kalkulačky, parkovací automaty). V těchto případech je solární systém mnohem levnější než položení kabelu. Existují však alternativy k fotovoltaickým

ostrovním systémům, např. dieselagregáty. Speciálně u malé spotřeby elektřiny však solární ostrovní systémy obstojí díky nízkým nákladům a spolehlivosti. Solární systémy jsou poměrně jednoduché a mohou je instalovat i běžní uživatelé. Akumulátor zajišťuje napájení v noci nebo při nepříznivém počasí. Z hlediska nákladů se nejčastěji používají olověné akumulátory, v zásadě je možné použít klasické 12voltové. Speciální solární baterie mají výrazně vyšší životnost, ale jsou dražší. (QUASCHNING, 2010, str. 100)

Systémy nezávislé na rozvodné síti lze rozdělit na systémy s *přímým napájením*, *systémy s akumulací elektrické energie* a *hybridní ostrovní systémy*.

### **3.7.2.1 Systém s přímým napájením**

Systémy s přímým napájením se používají tam, kde nevadí, že připojené elektrické zařízení je funkční pouze po dobu dostatečné intenzity slunečního záření. Jedná se o prosté propojení solárního panelu a spotřebiče.

Příklady použití: aplikace: čerpání vody pro závlahu, napájení oběhového čerpadla solárního systému pro přípravu teplé užitkové vody, napájení ventilátorů k odvětrání uzavřených prostor nebo nabíjení akumulátorů malých přístrojů – mobilní telefon, svítidla, atd. (QUASCHNING, 2010, str. 102)

### **3.7.2.2 Systém s akumulací elektrické energie**

Systémy s akumulací elektrické energie se používají tam, kde je potřeba elektřina i v době bez slunečního záření. Z tohoto důvodu jsou tyto ostrovní systémy doplněny akumulátorovou baterií. Optimální dobíjení a vybíjení akumulátorové baterie je zajištěno elektronickým regulátorem. K ostrovnímu systému lze připojit spotřebiče napájené stejnosměrným proudem (napětí systému bývá zpravidla 12V nebo 24V) a běžné síťové spotřebiče 230V napájené přes střídač. (QUASCHNING, 2010, str. 101)

Příklady použití: zdroj elektrické energie pro chaty a rodinné domy, napájení dopravní signalizace, telekomunikačních zařízení, veřejného osvětlení nebo monitorovacích přístrojů v terénu, zahradní svítidla, světelné reklamy, camping a jachting. (QUASCHNING, 2010, str. 101)

### **3.7.2.3 Hybridní ostrovní systém**

Hybridní ostrovní systémy (grid-off) se používají tam, kde je nutný celoroční provoz se značným vytížením. V zimních měsících je možné získat z fotovoltaického zdroje podstatně méně elektrické energie než v letních měsících. Proto je nutné tyto systémy navrhovat i pro zimní provoz, což navýší instalovaný výkon systému, ale i podstatně zvýší pořizovací náklady. Výhodnější alternativou proto může být rozšíření systému doplňkovým zdrojem elektřiny, který pokryje potřebu elektrické energie v obdobích s nedostatečným slunečním svitem. Takovým zdrojem mohou být větrná elektrárna, malá vodní elektrárna, elektrocentrála, kogenerační jednotka apod. (ČEZ, a.s., 2007, str. 133)

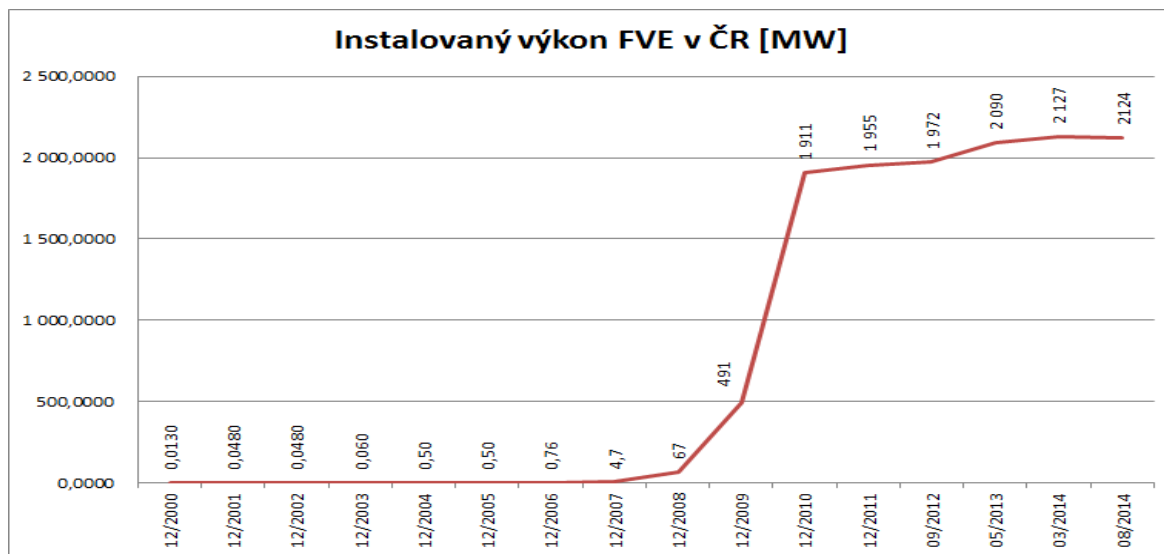
Příklady použití: aplikace: rozsáhlejší systémy pro napájení budov s celoročním provozem v lokalitách bez připojení k elektrické síti. (ČEZ, a.s., 2007, str. 133)

### **3.7.2.4 Síťový fotovoltaický systém**

Síťové fotovoltaické systémy (grid-on) se nejvíce uplatňují v oblastech s hustou elektrorozvodnou sítí. Elektrická energie je ze solárních panelů dodávána přes síťový střídač do rozvodné sítě. Systémy tohoto typu fungují zcela automaticky díky mikroprocesorovému řízení síťového měniče. Špičkový výkon fotovoltaických systémů připojených k rozvodné síti se pohybuje v rozmezí kW až MW. Fotovoltaické panely jsou v případě síťových fotovoltaických systémů většinou integrovány do obvodového pláště budov. Nejrozšířenější jsou v Německu, Japonsku, Spojených státech a ve Španělsku. I v České republice bylo již realizováno několik větších systémů tohoto typu. (ČEZ, a.s., 2007, str. 133)

Příklady použití: střechy rodinných domů (1 kW - 10 kW), fasády a střechy administrativních budov (10 kW – 10 MW), protihlukové bariéry v okolí dálnic, fotovoltaické elektrárny na volné ploše, posilovače koncových větví rozvodné sítě. (ČEZ, a.s., 2007, str. 133)

**Graf 8:** Vývoj instalovaného výkonu z fotovoltaických elektráren do srpna 2014



Zdroj: [www.elektrarny.pro](http://www.elektrarny.pro)

### 3.7.3 Ekonomika

Při vysokých energetických výdajích ob stojí fotovoltaika i za nepříznivých podmínek slunečního svitu. Také u větších bateriových systémů je fotovoltaika vhodnou ekonomickou alternativou. Minimální smysluplný výkon fotovoltaické elektrárny připojené na distribuční síť je 1 kW. Tento výkon je směrem nahoru otevřen a závisí pouze na dostupné ploše a finančních možnostech zájemce. Ale cena se přesně spočítat nedá, protože ceny fotovoltaických elektráren se někdy změny dříve, než jsou zveřejněny v médiích. Ceny fotovoltaických modulů představují pouze část celkových nákladů. Zhruba 60 % investičních nákladů připadne na fotovoltaický modul, ostatní na inventar, vypracování projektu, montážní materiál a montáž. Provozní náklady jsou poměrně nízké. Běžné náklady jsou: pojištění, nájem, leasing, pronájem různých měřičů, zálohy na opravy, a to vše se může pohybovat od 2 % do 3 % ročního podílu investičních nákladů. Fotovoltaické panely mají životnost zpravidla 20 až 30 let. Je třeba mít fotovoltaickou stanici pojištěnou. Může se totiž stát, že výnos bude nižší, než slibovala prognóza, a to z mnoha důvodů: špatný projekt, výkyvy klimatu, znečištění modulů. V konečném důsledku bude muset veškerá tato rizika vzít na sebe provozovatel. (QUASCHNING, 2010, str. 111)

### 3.7.4 Trhy fotovoltaických produktů

Největší vliv na prudký rozvoj fotovoltaiky v současné době mají trhy v Japonsku, Německu a USA. Zásahu na tomto vývoji mají hlavně dobře nastavené a fungující programy a motivační podpůrné nástroje v uvedených zemích. Hlavním smyslem motivačních nástrojů je zajištění dostatečně velkého a dynamického trhu s fotovoltaikou. V rámci takového trhu je potom možné dosáhnout výrazného snížení cen fotovoltaických systémů a navíc to s sebou přináší výraznou stimulaci pro další rychlý technologický vývoj. (QUASCHNING, 2010, str. 116)

#### 3.7.4.1 Dotované demonstrační projekty

Dotované demonstrační projekty – jsou často používané v rané fázi vývoje fotovoltaiky v dané oblasti, případně pro prosazení nových technologií.

Dotace na investice – určený státní úřad poskytuje dotace na instalované fotovoltaické systémy. Rozdíly mohou být ve výši poskytovaných dotací, způsobu jejich poskytování a různé jsou i vymežující podmínky.

Pevné výkupní tarify – všechna vyrobená elektrická energie vyrobená fotovoltaickým systémem je přes samostatný elektroměr dodávána do rozvodné sítě za stanovenou cenu. Na účinnost tohoto nástroje má významný vliv jasně stanovený vývoj podmínek pro výkupní tarify a jejich dlouhodobá garance.

Půjčka s nízkou úrokovou sazbou – umožňuje rozložit investiční zátěž na delší časové období a za podmínek velmi nízké úrokové sazby (nižší než pro stavební spoření a hypotéky) poskytuje výhodnou možnost pro uložení peněz.

Podpůrné výzkumné a vývojové programy – hlavním cílem je motivovat výzkumné kapacity k rychlému nalezení technologického řešení k překonání aplikačních bariér.

Dotace do průmyslu – snížení zátěže pro ty, kteří investují do nových výrobních kapacit, u nichž lze očekávat snížení výrobních nákladů.

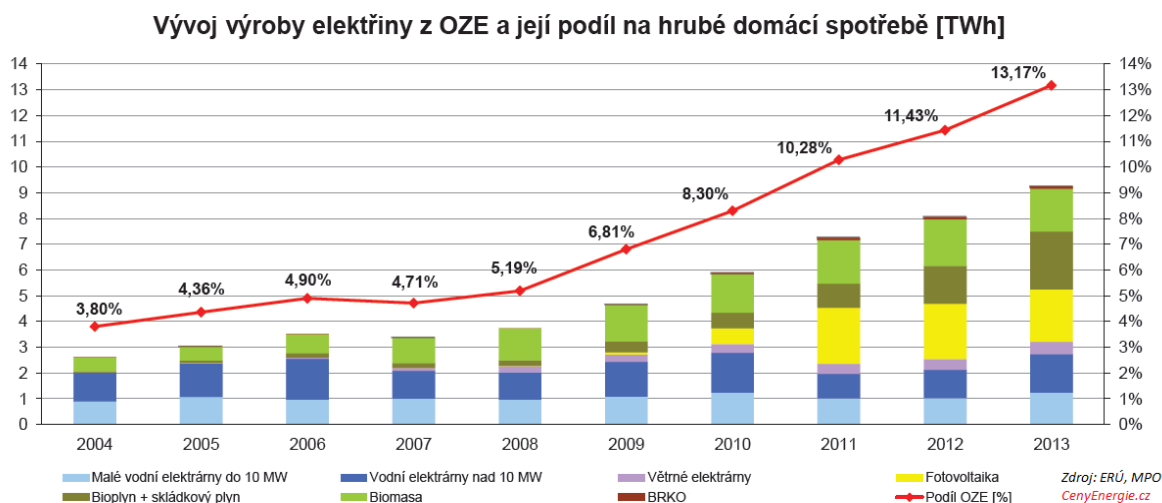
Zvýhodněná daňová sazba – snížení nákladů na pořízení systému. (ČEZ, a.s., 2007, str. 136)

### 3.7.5 Perspektivy a potenciál

I když je dnes podíl energie ze solárních elektráren poměrně malý, ze střednědobého hlediska může fotovoltaika dosáhnout v oboru klimaticky udržitelné energie největšího podílu. Kalkulací nákladů vychází, že může zajistit celosvětovou spotřebu energie. K tomu by stačila část plochy Sahary. Ale z technického hlediska by nebylo správné založit budoucnost jenom na jedné technologii. (QUASCHNING, 2010, str. 175)

V dalším grafu je znázorněn vývoj energie z nejpobulárnějších obnovitelných zdrojů energie. Objem vyrobené energie z OZE od roku 2004 neustále roste.

**Graf 9:** Celkový přehled vývoje výroby elektřiny a její podíl na hrubé domácí spotřebě (TWh)



Zdroj: [www.oze.tzb-info.cz](http://www.oze.tzb-info.cz)



### **3.8 Bioplyn a biomasa**

Již před 790 000 lety objevil člověk oheň a tím vlastně začal využívat energii hořícího dřeva. Proto je spalování nejstarší metodou získávání energie z biomasy. Až do 18. století byla biomasa celosvětově vůbec nejdůležitějším zdrojem energie. Od 20. století se díky využívání fosilních paliv stala biomasa v průmyslových zemích bezvýznamnou. V roce 2003 nedosahoval podíl energie z biomasy ani 3 %. Na začátku 21. století, kdy došlo k významnému růstu cen ropy, se začala v průmyslových zemích biomasa využívat jako alternativní zdroj energie. Kromě tradičního spalování dřeva, se v rostoucí formě používá moderní forma – pro výrobu bioplynu.

Pojem biomasa označuje hmotu z organického materiálu, zahrnuje živé organismy, odumřelé organismy a organické produkty. (QUASCHNING, 2010, str. 231)

#### **3.8.1 Vytápění biomasou**

Dřevo a dřevní hmota (lesní odpad – větve, pařezy, kůra; odpad dřevařských provozů – odřezky, piliny, hobliny) jsou materiály vhodné pro spalování v domácnostech (kotle a krby na kusové dřevo, brikety nebo pelety).

Výroba energie je další důležitou aplikací biomasy. Elektrárny na biomasu fungují obdobně jako uhelné elektrárny. Palivem mohou být dřevěné odpady, štěpky nebo sláma. Parní kotel spaluje biomasu a vyrábí páru, která pohání parní kondenzační turbínu a jejím prostřednictvím elektrický generátor. Na rozdíl od fotovoltaických a větrných elektráren není výroba energie v elektrárnách na biomasu závislá na stavu počasí. Palivo z biomasy lze vhodným způsobem skladovat a v případě potřeby kdykoliv použít. V tom případě jsou takové elektrárny vhodné jako doplňkový zdroj ostatních obnovitelných zdrojů energie. Mohou zajistit dodávky energie v okamžicích, kdy jsou zdroje větru nebo slunce malé. (QUASCHNING, 2010, str. 234)

#### **3.8.2 Výhody a nevýhody biomasy**

Hlavní výhodou je, že nepřispívá ke skleníkovému efektu. Spalování biomasy se vyznačuje prakticky nulovou bilancí oxidu uhličitého.

Další výhodou je, že může být použita ve stejných zařízeních, ve kterých jsou spalována fosilní paliva.

Nevýhodami jsou nároky na skladovací prostory, manipulace s topivem a popelem a náklady spojené s přepravou paliv. (QUASCHNING, 2010, str. 242)

### **3.8.3 Biopaliva**

Na rozdíl od dřeva je využití kapalných nebo plyných biopaliv značně flexibilnější. Kromě výroby tepla a elektrického proudu se mohou využívat přímo jako pohonné hmoty v dopravě. Jejich využití může nahradit benzin nebo naftu. Předpona „BIO“ zde nemá stejný význam jako u biopotravin, kde vyjadřuje kontrolované biologické pěstování s co nejmenšími účinky na životní prostředí. Právě naopak - většinu surovin pro biopaliva vyrábí konvenční zemědělská výroba. (QUASCHNING, 2010, str. 243)

#### **3.8.3.4 Bioolej**

Jako paliva se rostlinné oleje mohou využívat jen u některých starších motorů s předkomorou. Byly sice zkonstruovány speciální motory pro spalování rostlinných olejů, ale ty dosud nezaznamenaly na trhu obzvláštní úspěch. (QUASCHNING, 2010, str. 243)

#### **3.8.3.5 Bionafta**

Bionafta se používá jako náhrada za ropná paliva pro vznětové motory (diesely). V dnešní době musí výrobci povinně přimíchat 5 % bionafty do nafty vyrobené z ropy. Většina výrobců vozidel vydává seznamy aut, která mohou jezdit na stoprocentní bionaftu.

Jednou z nevýhod bionafty je ekonomická náročnost výrobního procesu (nejdražší je vstupní rostlinný olej). Další nevýhodou je, že při kontaktu s větším množstvím vody vznikají z bionafty mastné kyseliny, které mohou způsobit korozi palivového systému. Bionafta má také schopnost uvolňovat organické usazeniny v palivovém systému a tím se zanáší palivový filtr. Pokud motor auta není konstruován pro používání bionafty, hrozí nebezpečí poškození hadic a těsnění nebo vstřikovacích ventilů. (QUASCHNING, 2010, str. 243)

### **3.8.3.6 Bioetanol**

Bioetanol je označení pro etanol vyrobený technologií alkoholového kvašení z biomasy. Vyrábí se obvykle z rostlin, které obsahují větší množství škrobu (kukuřice, obilí, brambory) a jiných sacharidů. Dalšími nejčastěji používanými surovinami jsou cukrová třtina a cukrová řepa. Rostliny obsahující cukr se fermentují přímo, u rostlin s obsahem škrobu se musí škrob nejprve enzymaticky přeměnit na cukr.

Bioetanol lze bez problémů míchat s benzinem. Normální benzinové motory mohou spalovat benzin s obsahem etanolu do 10 %, aniž by vyžadovaly úpravy nebo modifikace. Energetická náročnost při výrobě etanolu je však poměrně vysoká. Pokud se používaná energie odvozuje od fosilních paliv, je výsledná klimatická bilance bioetanolu velmi nízká. A může být dokonce i negativní.

Ale hlavní nevýhodou pro využití bioetanolu je zvýšení cen rostlinných surovin v nedávné době a tím zhoršení ekonomické výhodnosti výroby bioetanolu. (QUASCHNING, 2010, str. 244)

### **3.8.3.7 Bioplyn**

Z biomasy lze, kromě kapalných paliv, vyrábět biotechnologickým způsobem i bioplyn. Podstatou je anaerobní fermentace, kvašení, které probíhá za přítomnosti bakterií ve vlhké biomase bez přístupu vzduchu. Bioplyn se využívá především u spalovacích motorů. Jako technologické prostředky se osvědčují plynové zážehové spalovací motory a modifikované vznětové motory. Pokud je motor poháněn elektrickým generátorem, může bioplyn vyrábět elektrickou energii.

Po další úpravě může být bioplyn odebírán přímo ze sítě zemního plynu, avšak z plynu musí být separovány stopové plyny, voda a uhlík. (QUASCHNING, 2010, str. 246)

### **3.8.4 Ekonomika**

Vzhledem k růstu cen ropy a poptávce po energiích na celém světě roste výrazně i poptávka po biopalivech. To zvyšuje rovněž tlak na cenu potravin. Alternativou k dražším palivům jsou paliva druhé generace, např. bioplyn. Tyto zdroje lze získávat z rostlin nepoužívaných pro výrobu potravin.

V celosvětovém měřítku je využívání biomasy rozloženo velmi nerovnoměrně. V nejhudších zemích světa je biomasa nejdůležitějším zdrojem energie a v některých zemích dosahuje až 90 % podílu spotřeby primární energie. Důvody jsou převážně hospodářské. Většina obyvatel těchto zemí si nemůže ropné produkty, zemní plyn nebo elektrický proud z uhelných elektráren vůbec dovolit. Ve většině průmyslově vyspělých zemí, jako jsou Německo nebo USA, je podíl vytvořené energie z biomasy pod 10 %, ale výjimku tvoří lesnaté země, jako je Finsko nebo Švédsko. (QUASCHNING, 2010, str. 250)

### **3.9 Dotační programy**

Dotace je obvykle chápána jako opak daně, ačkoli někdy může být udělena ve formě snížených daní. Tyto formy dotací se obecně nazývají daňové úlevy nebo daňové prázdny. Pokud jde o jinou, než státní dotaci, tak jde zřejmě o opak zisku. Dotace představuje přímou, podmíněnou a nevratnou peněžní podporu, přičemž klíčovou roli hrají zejména tzv. dotační podmínky, které konkretizují jednak možný okruh příjemců, a jednak podporované účely. Většina dotačních programů je přitom nastavena tak, že i když žadatel splní všechny stanovené podmínky, nemá tím automaticky zaručeno přidělení nabízené dotace (rozhoduje totiž celá řada dalších kritérií, především kvalita vypracovaného projektu). (KLUWER, 2016)

#### **3.9.1 Programy podpory od roku 2016**

Jedná se o programy finanční podpory z veřejných zdrojů, tedy programy ministerstev a státních fondů, Evropské unie a krajů. Veškeré informace spravuje Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO).

Dotační a úvěrové programy zaměřené na oblast efektivního využívání energie a konkrétně na alternativní zdroje energie:

- EFEKT 2016,
- Operační program životní prostředí,
- Operační program Praha – pól růstu ČR,
- Program úspory energie.

Program Efekt podporuje realizaci opatření k hospodárnému užití energie a snížení zátěže životního prostředí. Dotace směřují konkrétně na úspory energie ve veřejném osvětlení, rekonstrukce otopné soustavy, energetický management a metodu EPC, poradenství EKIS, vzdělávání, propagaci a pilotní projekty.

Operační program Životní prostředí 2014–2020 navazuje na Operační program Životní prostředí 2007–2013. Pro žadatele má v následujících letech přichystáno téměř 2,637 mld. EUR. Řídicím orgánem je Ministerstvo životního prostředí (MŽP), zprostředkujícím subjektem je Státní fond životního prostředí ČR (SFŽP ČR).

Hlavním cílem Operačního programu Praha – pól růstu ČR pro programové období je zajistit plnění tematických cílů. Přitom je, mimo jiné, nezbytné zajistit efektivní hospodaření se všemi formami zdrojů - pozemky, nemovitostmi a infrastrukturou, energiemi i financemi ve smyslu zásad udržitelného rozvoje a vyvažování jejich vzájemných vazeb.

Program úspory energie umožňuje podporu projektů na snižování energetické náročnosti výroby (úspory energie) a omezení výdajů za energie v podnicích. Dotace je možné čerpat také na výměnu starých technologií za úspornější. Program je určený pro malé a střední podniky, ale i velké firmy (jedná se o strukturu bez hierarchického dělení na podřízené a nadřízené). Program Úspory energie do roku 2020 rozdělí téměř 20,5 mld. Kč. (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015)

## 4 ANALYTICKÁ ČÁST

### 4.1 Charakteristika energie z pohledu elektrického výkonu v MW

Na základě dat z Energetického regulačního úřadu (ERÚ) byly zpracovány jednotlivé tabulky, ve kterých lze vidět roční výkon energie za posledních deset let. Obnovitelné zdroje energie, které se braly v úvahu, byly nejznámější způsoby alternativní energie. Těmi jsou energie z větru, slunce, vody, biomasy a bioplynu.

Do tabulek byly také zahrnuty jednotlivé indexy, které popisují časové řady: řetězový index a bazický index. Pomocí řetězového indexu byly vypočteny relativní přírůstky pro každý rok.

Řetězové indexy jsou vztaženy k předchozímu období, také je můžeme nazývat koeficienty růstu nebo tempo růstu. Řetězový index hodnoty  $Q$  v časovém okamžiku  $t$  je tedy například pro hodnotu:

$$i_{Q_t} = \frac{Q_t}{Q_{t-1}}$$

Bazické indexy jsou vztaženy vždy k jednomu základnímu období 0. Popisují celkový vývoj za uplynulé období. Bazický index hodnoty  $Q$  v časovém okamžiku  $t$  je:

$$b_{Q_t} = \frac{Q_t}{Q_0}$$

Diference umožňují charakterizovat směr, velikost a charakter absolutních změn znaků jak z lokálního tak i globálního hlediska:

$$\bar{d} = \frac{(y_n - y_1)}{n-1}$$

Relativní přírůstek je míra dynamiky, která se používá pro analýzu trendu a sezónnosti, kde  $k$  je hodnota řetězového indexu.

$$\bar{\delta} = \bar{k} - 1$$

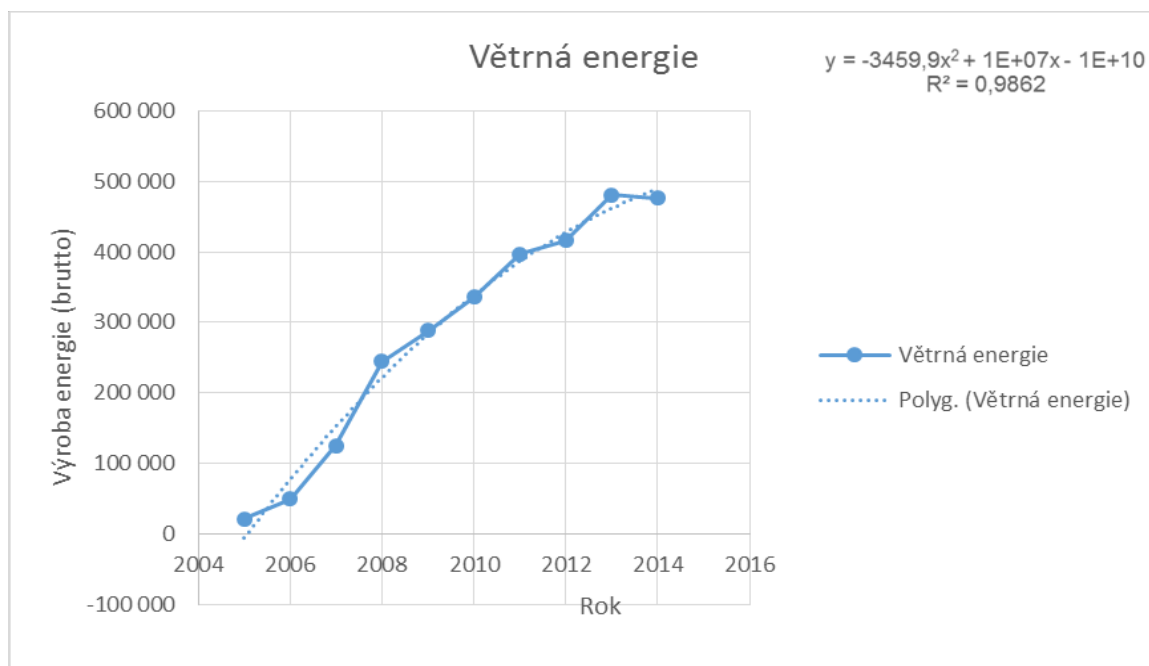
## 4.2 Analýza výroby elektrické energie z větrných stanic

**Tabulka 1:** Statistické ukazatele výroby energie z větru (v MW)

Větrná energie					
X	Y	Diference	Řetězový index	Relat. přírůstek	Bazický index
2005	21 280	xxx	xxx	xxx	xxx
2006	49 375	28 095,00	2,320253759	1,320253759	2,320253759
2007	125 098	75 723,00	2,53363038	1,53363038	5,878665414
2008	244 661	119 563,00	1,955754688	0,955754688	11,49722744
2009	288 067	43 406,00	1,177412828	0,177412828	13,53698308
2010	335 493	47 426,00	1,164635311	0,164635311	15,7656485
2011	397 003	61 510,00	1,183342126	0,183342126	18,65615602
2012	415 817	18 814,00	1,04739007	0,04739007	19,54027256
2013	480 519	64 702,00	1,155602104	0,155602104	22,58078008
2014	476 544	-3 975,00	0,991727694	-0,008272306	22,39398496

**Zdroj:** Vlastní zpracování dle ERÚ

**Graf 10:** Trendová funkce výroby energie z větru v ČR (v MW)



**Zdroj:** Vlastní zpracování

Tabulka obsahuje data o výkonu větrných elektráren v letech 2005-2014. Na základě analýzy časové řady byla zjištěna trendová funkce a koeficient determinace. Koeficient determinace pro větrnou energetiku je v našem případě vysoký - 0,9862. V grafu vidíme,

že od roku 2004 produkce energie z větrných stanic stále narůstá. Potenciál větrné energie v ČR se odhaduje na 4 000 GWh ročně. To jsou 4 % naší celkové spotřeby elektřiny. V ČR v posledních letech větrných elektráren přibývá. Důvodem jsou poměrně příznivé ceny, které rok od roku klesají (data viz příloha č. 1).

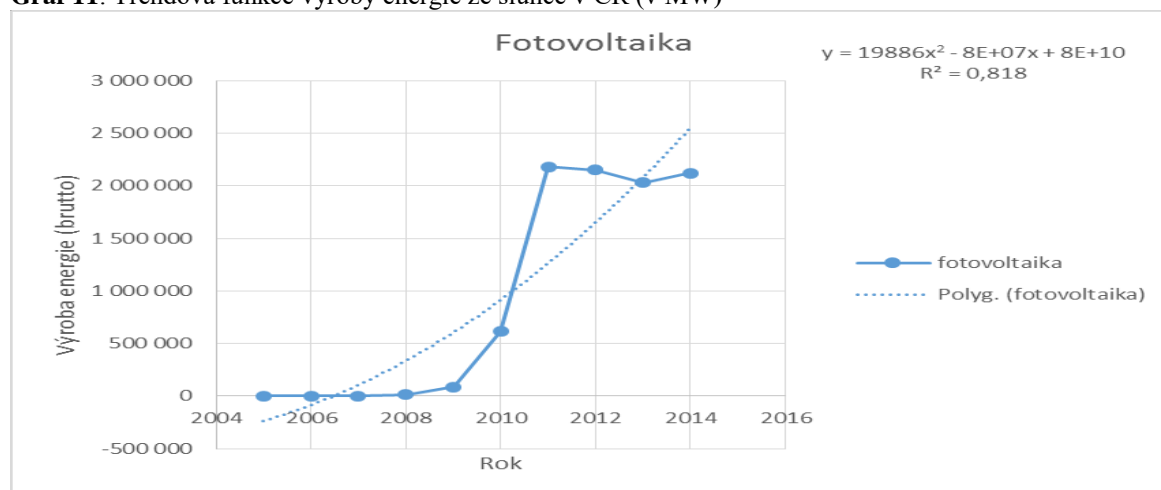
### 4.3 Analýza výroby elektrické energie ze slunce

**Tabulka 2:** Statistické ukazatele výroby energie ze slunce (v MW)

Fotovoltaika					
X	Y	Diference	Řetězový index	Relat. přírůstek	Bazický index
2005	68	xxx	xxx	xxx	xxx
2006	170	102,00	2,5	1,5	2,5
2007	1 754	1 584,00	10,31764706	9,317647059	25,79411765
2008	12 937	11 183,00	7,375712657	6,375712657	190,25
2009	88 807	75 870,00	6,864574476	5,864574476	1305,985294
2010	615 702	526 895,00	6,933034558	5,933034558	9054,441176
2011	2 182 018	1 566 316,00	3,543951457	2,543951457	32088,5
2012	2 148 624	-33 394,00	0,984695818	-0,015304182	31597,41176
2013	2 032 654	-115 970,00	0,946025922	-0,053974078	29891,97059
2014	2 122 869	90 215,00	1,044382861	0,044382861	31218,66176

**Zdroj:** Vlastní zpracování dle ERÚ

**Graf 11:** Trendová funkce výroby energie ze slunce v ČR (v MW)



**Zdroj:** Vlastní zpracování

Výše uvedená tabulka a graf popisují rozvoj energie ze slunečního záření pomocí fotovoltaických panelů. V grafu je zřetelně vidět, že fotovoltaika má od roku 2009 značný



nárůst. Důvodem je nárůst kvality technologií pro výrobu speciálního zařízení a k tomu cenový pád o polovinu od roku 2011. Koeficient determinace je nižší než u větrných elektráren, ale vzhledem k obecnému rozvoji je stále vysoký - 0,818.

#### 4.4 Analýza výroby elektrické energie z vody

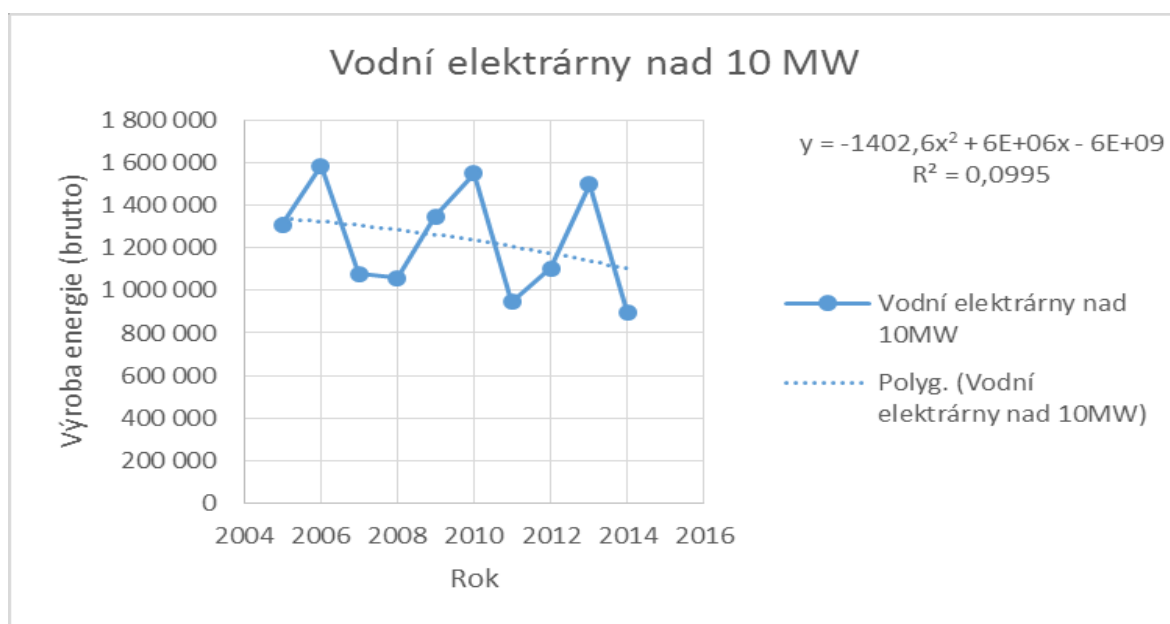
##### 4.4.1 Vodní elektrárny s výrobou nad 10 MW

**Tabulka 3:** Statistické ukazatele výroby energie z vodních elektráren nad 10 MW v ČR

Vodní elektrárny nad 10 MW					
X	Y	Diference	Řetězový index	Relat. přírůstek	Bazický index
2005	1 309 200	xxx	xxx	xxx	xxx
2006	1 586 330	277 130,00	1,211678888	0,211678888	1,211678888
2007	1 077 493	-508 837,00	0,679236351	-0,320763649	0,823016346
2008	1 057 451	-20 042,00	0,981399415	-0,018600585	0,80770776
2009	1 346 937	289 486,00	1,273758311	0,273758311	1,028824473
2010	1 550 655	203 718,00	1,151245381	0,151245381	1,184429423
2011	945 276	-605 379,00	0,60959788	-0,39040212	0,722025665
2012	1 102 912	157 636,00	1,166761877	0,166761877	0,84243202
2013	1 497 762	394 850,00	1,358006804	0,358006804	1,144028414
2014	897 549	-600 213,00	0,599260096	-0,400739904	0,685570577

**Zdroj:** Vlastní zpracování dle ERÚ

**Graf 12:** Trendová funkce výroby energie z vodních elektráren nad 10 MW v ČR



**Zdroj:** Vlastní zpracování

Z celkové produkce elektřiny v ČR se ve vodních elektrárnách vyrobí asi 3,3 %. Vodní elektrárny představují asi 12 % instalovaného výkonu elektráren v ČR. Koeficient determinace je 0,0995, tzn., že je nízký. Výroba energie se rok od roku prakticky nemění, ale podle trendu je vidět, že má klesající tendenci.

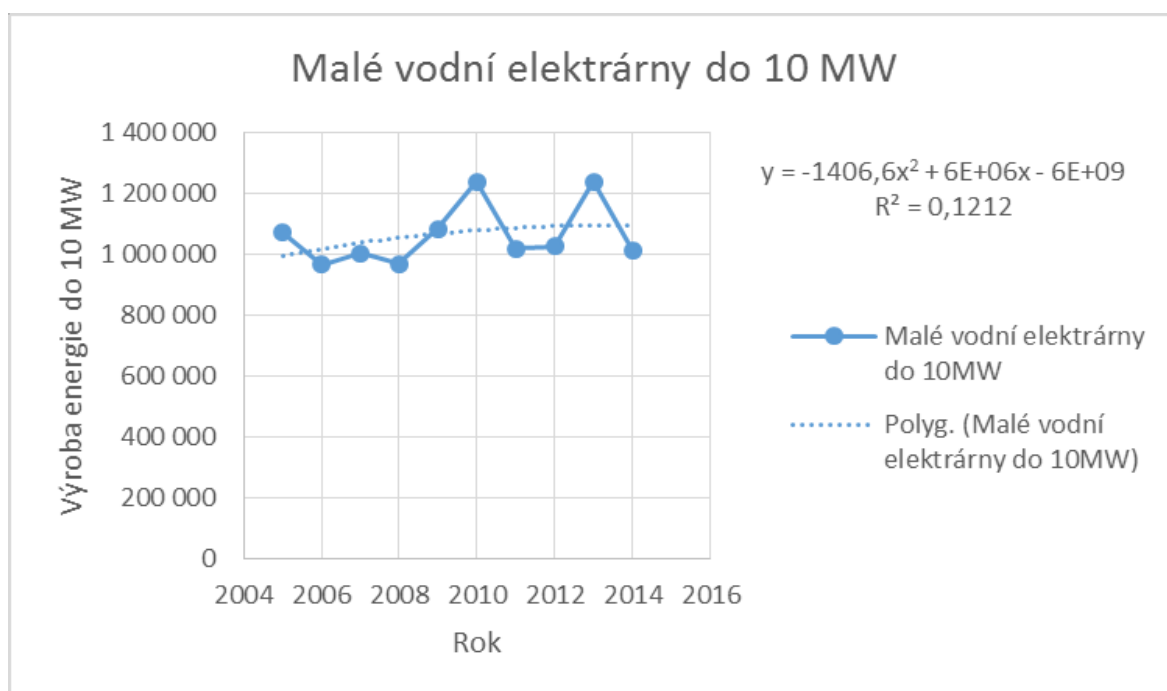
#### 4.4.2 Vodní elektrárny s výrobou do 10 MW

**Tabulka 4:** Statistické ukazatele výroby energie z vodních elektráren do 10 MW v ČR

Malé vodní elektrárny do 10 MW					
X	Y	Diference	Řetězový index	Relat. přírůstek	Bazický index
2005	1 070 710	xxx	xxx	xxx	xxx
2006	964 400	-106 310,00	0,900710743	-0,099289257	0,900710743
2007	1 001 845	37 445,00	1,03882725	0,03882725	0,935682865
2008	966 884	-34 961,00	0,965103384	-0,034896616	0,903030699
2009	1 082 683	115 799,00	1,119765142	0,119765142	1,0111823
2010	1 238 819	156 136,00	1,14421211	0,14421211	1,157007033
2011	1 017 878	-220 941,00	0,821651912	-0,178348088	0,950657041
2012	1 026 254	8 376,00	1,008228884	0,008228884	0,958479887
2013	1 236 978	210 724,00	1,205333183	0,205333183	1,155287613
2014	1 011 674	-225 304,00	0,817859331	-0,182140669	0,944862755

**Zdroj:** Vlastní zpracování dle ERÚ

**Graf 13:** Trendová funkce výroby energie z vodních elektráren do 10 MW v ČR



**Zdroj:** Vlastní zpracování

Většina instalovaného výkonu připadá na zařízení s výkonem vyšším než 5 MW, nejvýše však 10 MW. Menší vodní elektrárny mají v ČR rostoucí tendenci. Koefficient determinace je 0,1212. Ve srovnání s ostatními obnovitelnými zdroji energie produkují nejvíce energie v ČR malé vodní elektrárny (MVE). MVE jsou rozptýleny po celé republice, tím se snižují ztráty v rozvodech - elektřinu není třeba daleko přenášet. Případný výpadek některé z nich je z hlediska sítě, na rozdíl od výpadku velkého centrálního zdroje, nevýznamný.

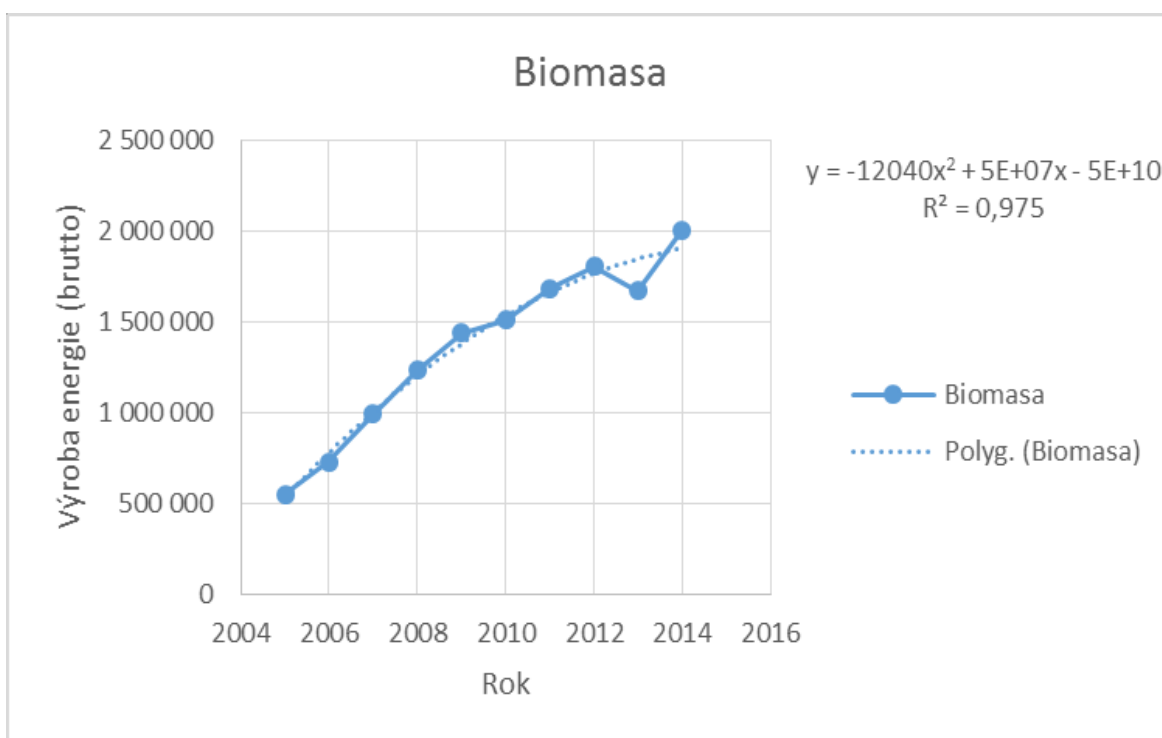
## 4.5 Analýza výroby energie z biomasy

**Tabulka 5:** Statistické ukazatele výroby energie z biomasy (v MW) v ČR

Biomasa					
X	Y	Diference	Řetězový index	Relat. přírůstek	Bazický index
2005	552 300	xxx	xxx	xxx	xxx
2006	728 526	176 226,00	1,319076589	0,319076589	1,319076589
2007	993 360	264 834,00	1,363520314	0,363520314	1,798587724
2008	1 231 210	237 850,00	1,239439881	0,239439881	2,229241354
2009	1 436 848	205 638,00	1,167021061	0,167021061	2,60157161
2010	1 511 911	75 063,00	1,052241434	0,052241434	2,737481441
2011	1 682 563	170 652,00	1,112871723	0,112871723	3,046465689
2012	1 802 591	120 028,00	1,071336408	0,071336408	3,263789607
2013	1 670 327	-132 264,00	0,926625618	-0,073374382	3,024311063
2014	2 007 039	336 712,00	1,20158448	0,20158448	3,633965236

**Zdroj:** Vlastní zpracování dle ERÚ

**Graf 14:** Trendová funkce výroby energie z biomasy (v MW) v ČR



**Zdroj:** Vlastní zpracování

Výroba energie z biomasy má za posledních deset let značný zvyšující se trend. Energetická výroba z biomasy se zvýšila z 552 GW do 2000 GW. Koeficient má velmi vysokou hodnotu - 0,975. Podniky, které produkují energii z biomasy, mají více šancí na získání dotační podpory. Toto je jeden z důvodů, proč se v současné navyšuje produkce energie z biomasy.

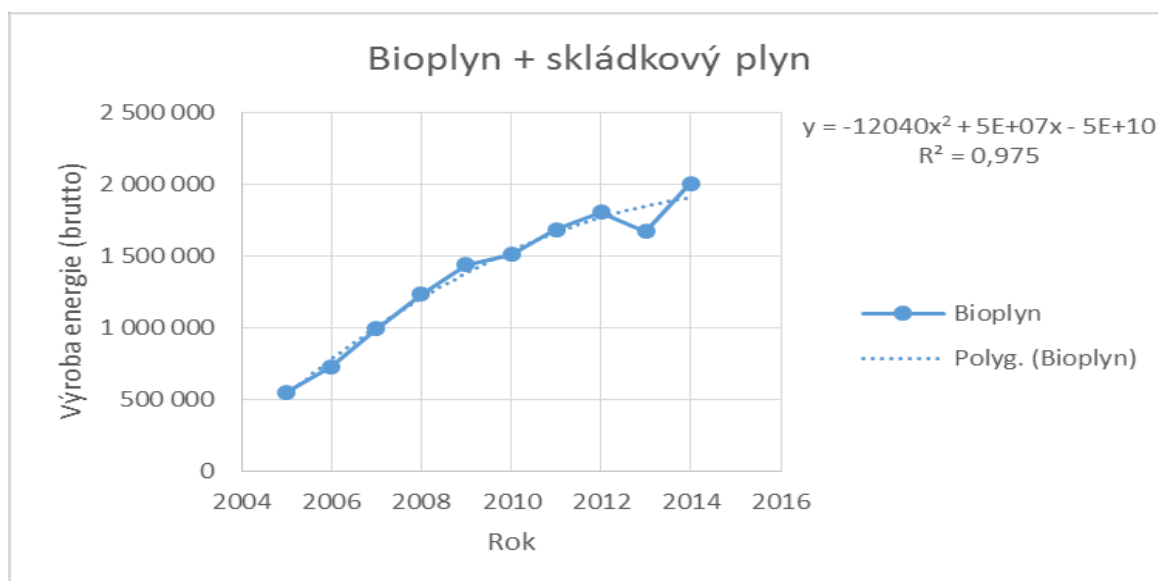
#### 4.6 Analýza výroby energie z bioplynu

**Tabulka 6:** Statistické ukazatele výroby energie z bioplynu (MW) v ČR

Bioplyn					
X	Y	Diference	Řetězový index	Relat. přírůstek	Bazický index
2005	552 300	xxx	xxx	xxx	xxx
2006	728 526	176 226,00	1,319076589	0,319076589	1,319076589
2007	993 360	264 834,00	1,363520314	0,363520314	1,798587724
2008	1 231 210	237 850,00	1,239439881	0,239439881	2,229241354
2009	1 436 848	205 638,00	1,167021061	0,167021061	2,60157161
2010	1 511 911	75 063,00	1,052241434	0,052241434	2,737481441
2011	1 682 563	170 652,00	1,112871723	0,112871723	3,046465689
2012	1 802 591	120 028,00	1,071336408	0,071336408	3,263789607
2013	1 670 327	-132 264,00	0,926625618	-0,073374382	3,024311063
2014	2 007 039	336 712,00	1,20158448	0,20158448	3,633965236

**Zdroj:** Vlastní zpracování dle ERÚ

**Graf 15:** Trendová funkce výroby energie z bioplynu (v MW) v ČR



**Zdroj:** Vlastní zpracování

Produkce energie z bioplynu, stejně jako z biomasy, se v posledních letech zvyšuje. Oba tyto zdroje pro získání energie patří pod produkci energie z přírody, což je v současnosti velmi populární, neboť environmentálnímu rozvoji se věnuje vysoká pozornost. Koeficient determinace má vysoký - 0,975. Důvody k tomu jsou stejné jako u energie z biomasy.

#### 4.7 Souhrnný přehled výroby energie z OZE za posledních deset let

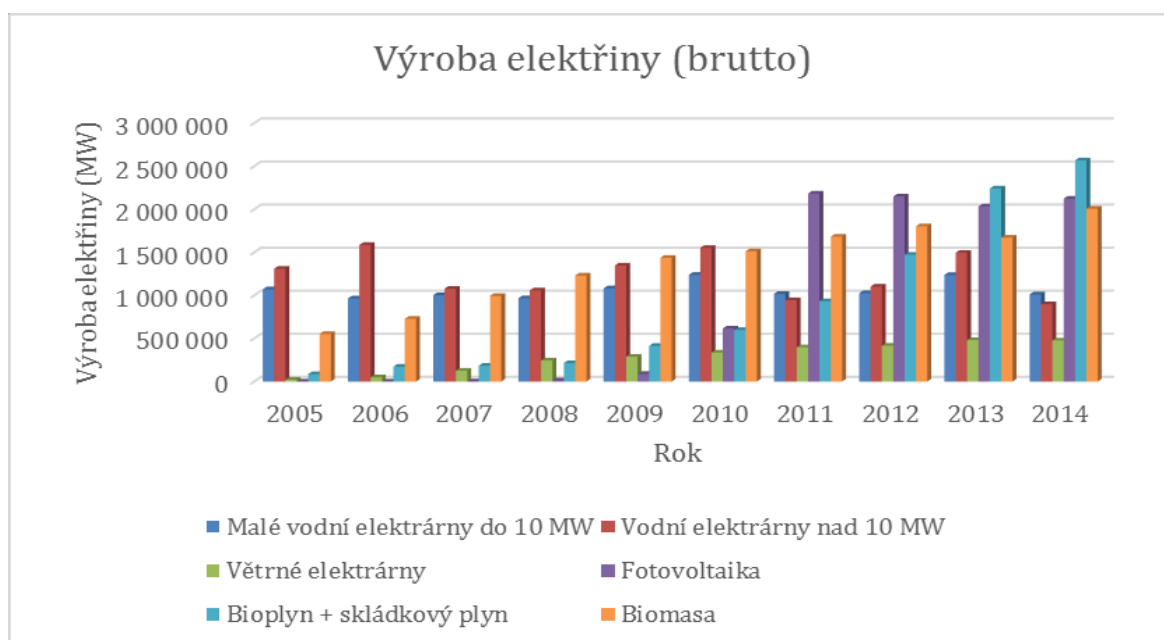
V následující tabulce a grafu jsou zahrnuty všechny obnovitelné zdroje energie a je znázorněna produkce elektřiny za deset let. Lze vidět, že ve srovnání s prvními roky se výroba zvýšila trojnásobně. Ceny energií klesají, technologie se zlepšují, stále se objevují nové dotační programy a proto má výroba energie z OZE v současné době vzrůstající tendenci.

**Tabulka 7:** Vývoj výroby elektřiny brutto z OZE od roku 2005 do 2014

Vývoj výroby elektřiny brutto z obnovitelných zdrojů energie (OZE)									
OZE	Malé vodní elektrárny do 10 MW	Vodní elektrárny nad 10 MW	Větrné elektrárny	Fotovoltaika	Bioplyn + skládkový plyn	Biomasa	Celkem OZE (MWh)	Tuzemská brutto spotřeba energie [MWh]	Podíl OZE [%]
2005	1 070 710	1 309 200	21 280	68	85 400	552 300	3 038 958	69 944 500	4,34%
2006	964 400	1 586 330	49 375	170	172 589	728 526	3 501 390	71 729 500	4,88%
2007	1 001 845	1 077 493	125 098	1 754	182 699	993 360	3 382 249	72 045 200	4,69%
2008	966 884	1 057 451	244 661	12 937	213 632	1 231 210	3 726 775	72 049 267	5,17%
2009	1 082 683	1 346 937	288 067	88 807	414 235	1 436 848	4 657 577	68 600 000	6,79%
2010	1 238 819	1 550 655	335 493	615 702	598 755	1 511 911	5 851 335	70 961 700	8,25%
2011	1 017 878	945 276	397 003	2 182 018	932 576	1 682 563	7 157 314	70 516 541	10,15%
2012	1 026 254	1 102 912	415 817	2 148 624	1 472 142	1 802 591	7 968 340	70 453 278	11,31%
2013	1 236 978	1 497 762	480 519	2 032 654	2 241 300	1 670 327	9 159 540	70 177 356	13,05%
2014	1 011 674	897 549	476 544	2 122 869	2 566 699	2 007 039	9 082 374	69 622 096	13,05%
<b>Celkem OZE (MWh)</b>	<b>10 618 125</b>	<b>12 371 565</b>	<b>2 833 857</b>	<b>9 205 603</b>	<b>8 880 027</b>	<b>13 616 675</b>			

**Zdroj:** Vlastní zpracování dle ERÚ

**Graf 16:** Výroba elektřiny (brutto) z OZE od roku 2005 do roku 2014



**Zdroj:** Vlastní zpracování dle ERÚ

#### 4.8 Modelový příklad

V druhé - praktické - části je rozebrán modelový příklad, který se zaměřuje na problematiku větrných elektráren v ČR. V celé Evropě mají větrné elektrárny velký potenciál a s rostoucí tendencí narůstá i výroba energie pomocí větrných stanic. Na konkrétním příkladu, který je počítán pomocí dat ze současnosti, je ukázáno jaké problémy musí řešit ten, kdo se rozhodne postavit novou větrnou stanicí s výkonem 3 600 MW ročně.

Nejdříve je třeba začít s výběrem vhodné lokality, která je nezbytná k efektivnímu provozu. Také je důležité určit, jaké technické zařízení zvolíme pro postavení stanice a současně spočítat veškeré náklady na provoz a údržbu. Nejdůležitějším kritériem při hodnocení výstavby větrné elektrárny je doba návratnosti investic. Hlavním cílem modelového příkladu bylo prokázat, že v našich podmínkách je možné úspěšně vybudovat a provozovat vybraný typ alternativních zdrojů energie.

Existují ale i neúspěšné projekty, proto je nezbytně nutné důkladně promyslet všechna možná rizika dříve, než stanice začne produkovat elektrickou energii.

#### **4.8.1 Investiční náklady**

Významnou překážkou, která ovlivňuje výstavbu větrné elektrárny, je návratnost vložených prostředků. Výše počátečních nákladů je závislá na tom, jaký chceme mít elektrický výkon. Pro náš příklad byla zvolena hranice pro výkon od 3 600 MW ročně. Tato energie bude určena na prodej koncovým zákazníkům, ale elektrárna bude ještě potřebovat energii na vlastní provoz, takže stanice bude produkovat (+/-) 4 000 MW ročně. Podle statistických dat byla odhadnuta průměrná částka počátečních investic na 30 mil. Kč. Tato částka se může pohybovat o (+/-)10 mil. Kč v závislosti na tom, jaká bude situace na trhu a jakého dodavatele si firma zvolí pro zajištění technického zařízení. Podle výstupu modelového příkladu bylo rozhodnuto půjčit si větší část peněz od banky s 4,5% bankovní sazbou na dobu životnosti projektu 20 let (viz tab. 3). Menší peněžní částku projekt obdrží od dotačního fondu - jedná se o 10 % z počátečních investic. V průběhu trvání celého projektu mohou dotační programy dále přispívat, projekt však musí splňovat určité podmínky dané tímto dotačním programem. (ČEZ, a.s., 2007, str. 157)

#### **4.8.2 Ekonomická efektivnost**

Každý projekt využívání obnovitelných zdrojů energie má kromě technických, ekologických a jiných souvislostí i ekonomické aspekty. Každý člověk je vždy nějakým způsobem zainteresován na ekonomických výsledcích projektu. Základní motivací pro investora u jakéhokoli projektu je maximalizace ekonomického prospěchu. Výpočet ekonomické efektivnosti projektu za daných podmínek je součástí rozhodování investora, zda daný projekt bude realizován.

Nezbytným podkladem pro rozhodování investora, zda realizovat určitý investiční záměr či nikoliv, je výpočet ekonomických dopadů hodnocených projektů na ekonomiku investora. Dalším kritériem pro rozhodování je čistá současná hodnota všech výdajů a příjmů spojených s realizací posuzované investice.

Ekonomické hodnocení nám proto může dát odpověď na otázku, co nás to bude stát a jaký bude ekonomický efekt. Současně nám odpoví i na otázku, zda je projekt pro investora z ekonomického hlediska natolik zajímavý, aby měl na realizaci projektu ekonomický zájem. (ČEZ, a.s., 2007, str. 151)

Při posuzování ekonomické efektivnosti projektů je nezbytné respektovat některé obecné zásady, k nimž zejména patří:



- výpočet na bázi peněžních toků (cash flow),
- použití správných kritérií ekonomické efektivity ČSH nebo VVP,
- výpočet v běžných cenách s respektováním cenového vývoje jednotlivých položek příjmů a výdajů,
- volba korektní doby porovnání na bázi doby ekonomické životnosti,
- sledování peněžních toků,
- respektování důsledků financování (vlastní prostředky, úvěr, popř. investiční nebo jiné dotace),
- respektování daňových souvislostí (daňové odpisy, daňové úlevy, daňová ztráta, atd.).

Na základě těchto zásad je potřeba vytvořit ekonomický model posuzovaného projektu, který odráží všechny příjmy a výdaje vyvolané realizací projektu. Model současně musí zahrnovat celý životní cyklus projektu od přípravné fáze až po likvidaci projektu. Pro výpočet hotovostních toků v jednotlivých letech realizace projektu jsou zapotřebí následující vstupy:

#### **4.8.3 Investiční výdaje**

Investiční výdaje jsou vynakládány obvykle na počátku realizace projektu. Lze je dále rozdělit do následujících okruhů:

- Výdaje na samotnou technologii (např. na technologii větrné elektrárny).
- Výdaje na stavební část (např. na základy větrné elektrárny, vodní dílo ve vazbě na malou vodní elektrárnu, budovy pro umístění technologie a další stavby související s daným zařízením – např. skládka biomasy apod.).
- Výdaje na související investice, např. na vybudování přístupových komunikací či zařízení stavenišť.
- Výdaje na připojení k síti; zejména v případě odlehlých zařízení se může jednat o podstatnou položku (např. větrná elektrárna). (ČEZ, a.s., 2007, str. 157)

#### **4.8.4 Provozní výdaje v jednotlivých letech doby provozu**

Typickými položkami provozních výdajů jsou:

- Výdaje na opravu a údržbu zařízení. Tyto výdaje lze obvykle odvodit jako procento z investičních výdajů, v našem případě se jedná o 2 % z počátečních investic.
- Výdaje na pracovní sílu. U projektů na využití OZE pro výrobu elektřiny jsou tyto výdaje relativně malé.
- Ostatní provozní výdaje. Jedná se o výdaje, které souvisejí s realizací a provozováním zařízení. (různé režijní náklady, např. administrace, poplatky za telefony a jiné služby).
- Ostatní finanční výdaje. Jedná se o platby nájemného za pozemky nebo pojištění zařízení (tato položka je významná např. v případě větrných elektráren). (ČEZ, a.s., 2007, str. 157)

#### **4.8.5 Výdaje související s financováním projektu**

Jedná se o úmor přijatých úvěrů a úrokové platby dle platebních kalendářů úvěrů. Do financování projektu patří i předpoklady o poskytnutých investičních nebo provozních dotacích.

Rizika lze rozdělit do několika kategorií. Jednak jde o rizika, která jsou spjata se zvolenou technologií použitou pro daný projekt. Rizikem je zde především volba nevhodné technologie, poruchovost apod. Tato rizika lze do značné míry eliminovat správnou přípravou projektů a volbou ověřených technologií a dodavatelů.

Dalším rizikem mohou být přírodní vlivy. Může se jednat o extrémní výkyvy počasí, které mohou ohrozit vlastní existenci zařízení (např. záplavy, sesuvy půdy, vichřice apod.).

Velmi podstatná jsou obchodní rizika, která odrážejí míru konkurence na daném trhu, legislativu ovlivňující daný typ podnikání apod. V neposlední řadě mezi rizika ovlivňující hodnotu diskontu patří i rizika vztahující se na ekonomiku daného státu jako celku (politická rizika, rizika vyplývající z potenciální nestability politického a ekonomického systému). (ČEZ, a.s., 2007, str. 157)

#### **4.8.6 Prostá doba návratnosti investic**

Prostá doba návratnosti je nejjednodušší, nejméně vhodné, ale naopak velice často užívané ekonomické kritérium. Největší nevýhodou tohoto kritéria je, že zanedbává efekty po době návratnosti a zanedbává fakt, že peníze můžeme vložit do jiných investičních příležitostí.

Způsob výpočtu:

Prostou návratnost T v letech vypočítáme tak, že celkové investiční náklady (IN) vydělíme ročním cash-flow (CF) projektu. (CHADIM, 2005)

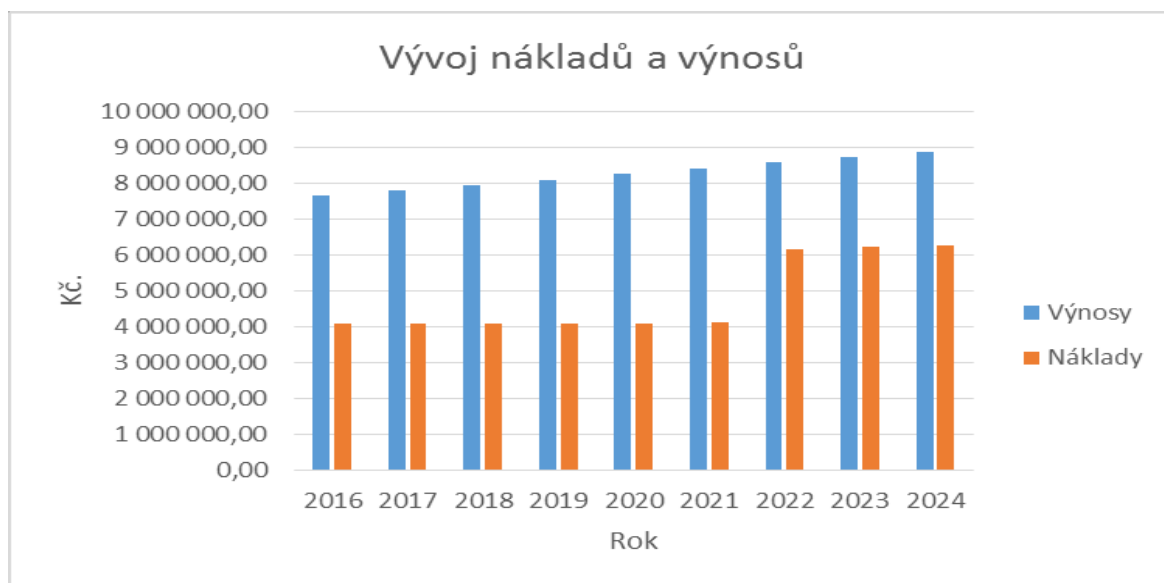
$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

V našem případě vychází:

$$T = 30000000/3454143 = 8,8 \text{ let}$$

Tento údaj nám říká, že za normálních okolností dojde ke splacení počáteční investice v 9. roce.

**Graf 17:** Srovnání růstu nákladů a výnosů pro zavádění nové větrné stanice



**Zdroj:** Vlastní zpracování

#### 4.8.7 Čistá současná hodnota (NPV)

Čistá současná hodnota je v dnešní době jedním z nejvhodnějších kritérií. Je v ní zahrnuta celá doba životnosti projektu, i možnost investování do jiného stejně rizikového projektu.

NPV lze vypočítat dle vzorce:

$$NPV =: \sum_0^t \frac{CF}{(1+r)^t}$$

Kde jsou:

CF (cash-flow) - peněžní toky v jednotlivých letech

t- doba životnosti projektu. (CHADIM, 2005)

Pokud vyjde NPV kladné, lze projekt doporučit k realizaci. V našem příkladu má NPV hodnotu 105 214 Kč, což znamená, že projekt lze doporučit.

#### 4.8.8 Vnitřní výnosové procento projektu (IRR)

Vnitřní výnosové procento není nic jiného, než trvalý roční výnos investice. Jednoduše řečeno se jedná o diskont, při němž je NPV investice rovno nule. Ale mohou se vyskytnout případy, kdy je IRR záporné nebo neexistuje.

Hodnota IRR se vypočítá s podmínky:

$$NPV = \sum_0^t \frac{CF}{(1+r)^t} = 0 \text{ tak } IRR = r$$

NPV – čistá současná hodnota

CF - tok hotovosti

r - diskontní sazba

$(1 + IRR)^t$  odúročitel

t je doba životnosti (hodnocení) projektu. (CHADIM, 2005)

V našem případě vychází IRR 2,59 %. Tedy tento projekt lze doporučit k realizaci, ale musíme uvažovat, že potřebuje další investice pro vlastní rozvoj nebo pro rezervu.

#### 4.8.9 Cash-flow

Cash-flow je pravidelný roční tok hotovosti, který se vypočítá jako rozdíl výnosů a nákladů, připočítají se odpisy a odečtou se položky jako jsou vlastní investice, splátky úvěrů a dále se koriguje podle změn stavu pohledávek a závazků, zásob apod. Tento ukazatel je důležitý zejména pro včasnou úhradu pohledávek. Počítá, kolik peněz účetní jednotka skutečně „vyprodukovala“ a jakým způsobem je užila. Taková informace bude důležitá jak pro podnikatele, tak pro vlastníka společnosti a pro případné potenciální investory a věřitele, tj. banky či dodavatele. Vedle obvykle zveřejňovaných účetních

výkazů jako jsou Rozvaha a Výkaz zisků a ztrát totiž Výkaz cash-flow přináší obraz o finanční situaci podniku a úrovni jeho finančního řízení. (CHADIM, 2005)

#### 4.8.10 Celkové hodnocení projektu

**Tabulka 8:** Údaje pro postavení větrné elektrárny

Název	Hodnota	Jednotky
Instalovaný výkon	2	MW
Roční využití	1 800	h
Roční výroba elektřiny	3 600	MWh
Provozní výdaje z počátečních investic	2	%
Doba životnosti	20	let
Inflace/roční	2	%
Sazba daně z příjmů	24	%
Bankovní sazba	4,50	%
Dotace	10	%
Daňové prázdny	5	let
Úbytek výkonu	5	%

**Zdroj:** Vlastní zpracování

**Tabulka 9:** Ukazatelé ekonomické efektivity větrné stanice

<i>Ukazatele ekonomické efektivity</i>			
Název	Hodnota	Jednotka	
Čistá současná hodnota	105 214	tis.Kč	NPV
Vnitřní výnosové procento	2,59	%	IRR
Doba návratnosti investice	8,8	let	
Doba splacení bankovního úvěru	20	let	
Rok hodnocení	2016		
Doba životnosti	20	let	
Sazba bankovního úvěru	4,50	%	

**Zdroj:** Vlastní zpracování

Jedná se o ekonomicky efektivní projekt, který může být doporučen k realizaci. Každý projekt závisí na celé řadě faktorů. Propočítání nákladů a výnosů, jako je v našem modelovém příkladu, je jedna věc, v reálném životě se však mohou zobrazit jiná čísla. Je třeba také zdůraznit, že příklad nezahrnuje ztráty energie, což by také ovlivnilo výnosy. Neméně důležité jsou vhodné přírodní podmínky a také velmi záleží na objemu pořizovacích výdajů - jedná se o postavení nové větrné stanice. Ekonomická efektivnost

projektu může být také významně ovlivněna poskytnutými dotacemi. Poskytnuté dotace snižují pořizovací (investiční) náklady projektu a tím dochází ke zlepšení parametrů ekonomické efektivity.

## 5 ZÁVĚR

V bakalářské práci byla data zpracována standardními metodami z matematiky, ekonomie a statistiky. Jednotlivé zdroje energie byly charakterizovány z pohledu výkonu energie v MW. Veškerá data byla znázorněna v jednotlivých tabulkách a popsána z pohledu vývojových trendů. V bakalářské práci byly vyčísleny energetické údaje za léta 2005-2014.

Česká republika je státem, který nemá příliš vhodné podmínky k využívání obnovitelných zdrojů energie. Je zřejmé, že nějaké zásadní změny v energetice směrem k ekologicky šetrnějším zdrojům energie nelze v dohledné době očekávat a že takové změny mohou trvat až desítky let. V podmínkách ČR se totiž jedná o zcela novou problematiku, které se nyní věnuje mnoho pozornosti. Zatímco vyspělé státy se začaly alternativními zdroji energie zabývat již v 70. letech 20. století, ČR se tomu začala věnovat až od 90. let. V současné době udržitelného rozvoje je hlavním cílem nahradit existující běžné zdroje energie za alternativní celosvětové technologie, které se objevily v nedávné minulosti. Výhodou je, že při zavádění obnovitelných zdrojů energie by se měl snížit negativní dopad na životní prostředí.

V současnosti není podíl OZE na výrobě energie velmi výrazný, avšak tendence se zvyšují. Vstupem do EU se ČR zavázala ke splnění určitých požadavků na zvýšení výroby elektrické energie z OZE. Jsou některé okruhy, kterým se politika Evropské Unie věnuje, jedním z nich je environmentální problematika. Dalším významným cílem energetické politiky EU je snížení závislosti na dovozu energie a tím pádem šetření nákladů. Tento aspekt je zdůrazněn i ve státní energetické koncepci ČR, ve které se říká, že energetika se musí skládat z různých zdrojů energie, tvořit tzv. mix zdrojů, a musí hledat nové cesty vývoje. Pro řešení těchto aspektů je využívání OZE nejoptimálnějším rozhodnutím.

V ČR je zatím stále preferována energie vyráběná z fosilních paliv a jaderných zdrojů. OZE mají v současnosti rostoucí trend, ale otázkou je, proč nemají na výrobě energie větší podíl. Jednou z odpovědí je, že OZE zatím nejsou konkurentem pro výrobu energie z ostatních zdrojů (fosilní paliva, jaderná reakce), i díky současným nižším cenám. Je potřeba nějaké formy podpory, aby vznikla motivace k využívání alternativních zdrojů.

Základní podporou pro OZE bylo přijetí zákona o OZE, o spolehlivém prostředí pro podnikatele. Různé dotační programy mohou být tou další podporou.

Pokud se jedná o jednotlivé obnovitelné zdroje energie, nejvíce se rozvíjí biomasa. Z ostatních obnovitelných zdrojů energie se k výrobě energie využívají zejména malé vodní elektrárny do 10 MW a vodní elektrárny nad 10 MW. Fotovoltaické systémy mají v současné době z hlediska výroby elektřiny zanedbatelný přínos. Také výroba energie z větrných elektráren není v současné době nijak výrazná, ale při výpočtu investiční návratnosti lze zjistit, že investice se vracejí dříve, než se očekávalo. V ČR ale v současné době existuje řada projektů na výstavbu větrných elektráren, které se však stavějí spíše v horských oblastech. Díky novým technologiím se dá očekávat, že bude možné stavět větrné elektrárny i mimo horské oblasti.

OZE budou hrát v budoucnosti velkou roli, ale k tomu potřebují čas, protože zcela nahradit neobnovitelné zdroje energie není možné. V současné době Česká republika zaznamenala ve využívání obnovitelných zdrojů energie velký pokrok.

V České republice existují velké zdroje energie, jako jsou jádro nebo uhlí a menší energetické zdroje, kterými jsou vodní, sluneční a větrná energie nebo energie biomasy, tzv. obnovitelné zdroje energie. OZE tvoří spíše doplňkové nebo pomocné funkce pro distributory energie, hlavní podíl zabírají neobnovitelné zdroje.

Praktická část této bakalářské práce je zaměřena na problematiku větrných elektráren v ČR. I přesto, že v současné době produkují nejméně energie, mají velký potenciál do budoucna. Výkon se bude zvyšovat díky budování nových stanic. Navíc díky vyvíjejícím se technologiím bude možné využít i oblastí, ve kterých vítr nemá příliš velkou sílu - bude tedy možné stavět větrné stanice i mimo horské oblasti.

V příkladu o instalaci větrné stanice je uveden veškerý popis investic a investiční návratnosti na vybudování této stanice. Jsou vypočítány veškeré náklady, výnosy, daně a také dotace (10 % z počátečních investic) na postavení stanice. Záměrem bylo ukázat, jak budou klesat nebo narůstat čisté výnosy a na čem to bude záviset.

Je třeba ale zdůraznit, že ne vždy všechny projekty bývají takto úspěšné - uvedený příklad je počítán spíše z optimálního hlediska.



V této části je spočítána efektivita projektu. Pomocí základních ukazatelů ekonomické efektivnosti je vyhodnocena prostá doba návratnosti 8,8 let a další ukazatele. Avšak ekonomická efektivnost, která se v této práci vypočítává, závisí na výši poskytnutých dotací.

V teoretické části jsou uvedeny nevýhody a rizika, jež mohou nastat při instalování nebo provozu elektrárny.

## 6 DOPLŇUJÍCÍ OBRÁZKY

**Obrázek 1:** Větrný park



Zdroj: [www.energetice.cz](http://www.energetice.cz)

**Obrázek 2:** Mořský větrný park



Zdroj: [www.ekobydleni.eu](http://www.ekobydleni.eu)

**Obrázek 3:** Síťové fotovoltaické panely



Zdroj: [wiki.mypower.cz](http://wiki.mypower.cz)

**Obrázek 4:** Hybridní ostrovní systém



Zdroj: [www.sunwave.cz](http://www.sunwave.cz)

**Obrázek 5:** Vodní elektrárna s výkonem do 10 MW



Zdroj: [www.ecobonus.cz](http://www.ecobonus.cz)

**Obrázek 6:** Příklad bioplynové stanice



Zdroj: [www.hybrid.cz](http://www.hybrid.cz)

## 7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### Knižní publikace

1. BALÁK, R. ( 1989). *Nové zdroje energie* ( 2. vyd.). Praha: SNTL. ISBN 04-312-89.
2. BERANOVSKÝ J., J. T. (2003). *Alternativní energie pro váš dům*. (1. vyd.). Brno: ERA. ISBN 80-865-1759-4.
3. HÁJEK, M. (2005). *Obnovitelné zdroje energie pro venkov i teplárenství*. Hradec Králové: Ministerstvo životního prostředí.
4. JANÍČEK, F. (2007). *Obnovitelné zdroje energie 1: technologie pro udržitelnou budoucnost*. Pezinok: Renesans. ISBN 978-80-969777-0-3.
5. JANKOVIĆ, V. H. ((2014.)). *The potential of the usage of renewable energy in the Czech Republic*. (4. vyd.). International Journal of Social Sciences 3.
6. MASTNÝ, P. ( 2011). *MASTNÝ, Petr. Obnovitelné zdroje elektrické energie*. (1. vyd.). Praha: České vysoké učení technické v Praze. ISBN 978-80-01-04937-2.
7. MOTLÍK, J. L. (2007). *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v ČR* (1. vyd.). Praha.
8. PETRÁŠ, D. (2009). *Obnovitelné zdroje energie pro nízkoteplotné systémy* (1. vyd.). Bratislava: JAGA. ISBN 978-80-8076-075-5.
9. QUASCHNING, V. ( 2010). *Obnovitelné zdroje energií*. (1. vyd.). Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3250-3.
10. SMRŽ, M. ( 2008). *Cesta k energetické svobodě*. (1. vyd.). Brno: Eurosolar. 2008. ISBN 151130.
11. WENGENMAYR, T. B. (2008). *Renewable energy: sustainable energy concepts for the future* (2. vyd.). Weinheim Wiley: VCH. ISBN 978-3-527-40804-7.
12. *Obnovitelné zdroje energie pro venkov i teplárenství: Hradec Králové: sborník konference Ministerstva životního prostředí*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, [200-] ISBN 80-239-2824-4.

## Internetové zdroje

1. BENA, J. (23. 11 2003). *www.tzb-info.cz*. [Online] Získáno 10 2015, z tzn-info.cz: <http://www.tzb-info.cz/1719-energeticka-dan-spotrebni-dan-v-energetice-ekologicka-dan-uhlikova>
2. ČEZ, a.s. (2007). *www.cez.cz*. [Online] Získáno 2015, z cez.cz: <http://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/oze-cr-all-17-01-obalka-in.pdf>
3. ČSÚ. (2015-2016). <https://www.czso.cz/>. [Online] (Český statistický úřad) Načteno z czso.cz: <https://www.czso.cz/>
4. ČSVE. (2013). *www.csve.cz*. [Online] (Česká společnost pro větrnou energii, všechna práva vyhrazena) Získáno 2015, z csve.cz: <http://www.csve.cz/cz/clanky/smernice-2001-77-es-o-podpore-elektřiny-vyrobene-z-obnovitelnych-zdroju-energie-na-vnitřním-trhu-s-elektřinou/196>
5. ERÚ. (2014). *www.eru.cz*. [Online] (Energetický regulační úřad) Získáno 2015-2016, z eru.cz: <http://www.eru.cz/cs/elektřina/statistika-a-sledovani-kvality/roční-zpravy-o-provozu>
6. EUROSKOP. (2016). <https://www.euroskop.cz>. [Online] (Vláda České republiky) Získáno 01 2016, z euroskop.cz: <https://www.euroskop.cz/200/322/clanek/bile-knihy/>
7. Eurostat. (2015). <http://ec.europa.eu/eurostat>. [Online] (EU Eurostat) Získáno 2015, z <http://ec.europa.eu/eurostat>
8. CHADIM, T. (17.10.2005). *www.tzb-info.cz*. [Online] Získáno 01 2016, z tzb-info.cz: <http://www.tzb-info.cz/2786-vypoctova-pomucka-ekonomicka-efektivnost-investic-ii>
9. In-Počasí. (2015). <http://www.in-pocasi.cz>. [Online] (InMeteo, s.r.o.) Získáno 11 2015, z in-pocasi.cz: <http://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/jak-vznika-vitr/>
10. Ministerstvo průmyslu a obchodu. (2015). *www.mpo-effekt.cz*. (Ministerstvo průmyslu a obchodu) Získáno 28.02.2016, z mpo-effekt.cz: <http://www.mpo-effekt.cz/cz/programy-podpory/>
11. ODDĚLENÍ STATISTIKY A SLEDOVÁNÍ KVALITY ERÚ. (12 2014). *www.eru.cz*. [Online] Získáno 10.11.2015, z eru.cz: <http://www.eru.cz/documents/10540/46282>

## 8 SEZNAM GRAFŮ, TABULEK A OBRÁZKŮ

GRAF 1: GLOBÁLNÍ PRODUKCE ELEKTŘINY Z OZE DO ROKU 2018 .....	13
GRAF 2: VÝVOJ SPOTŘEBY ELEKTŘINY NA 1 OBYVATELE V KWh OD ROKU 1981 DO 2006... 14	14
GRAF 3: TUZEMSKÁ NETTO SPOTŘEBA ELEKTŘINY (GWh) OD 1993-2014 .....	14
GRAF 4: VÝVOJ A STRUKTURA PRIMÁRNÍCH ENERGETICKÝCH ZDROJŮ DO ROKU 2040 .....	17
GRAF 5: PODÍL JEDNOTLIVÝCH OZE NA CELKOVÉ HRUBÉ VÝROBĚ ELEKTŘINY Z OZE ROK 2015 .....	19
GRAF 6: VÝVOJ INSTALOVANÉHO VÝKONU VĚTRNÝCH ELEKTRÁREN VE SVĚTĚ PRO ROKY 2004-2013.....	25
GRAF 7: ROZVOJ POČTU FOTOVOLTAICKÝCH STANIC V ČR DO SRPNA 2014 .....	28
GRAF 8: VÝVOJ INSTALOVANÉHO VÝKONU Z FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN DO SRPNA 2014 .....	30
GRAF 9: CELKOVÝ PŘEHLED VÝVOJE VÝROBY ELEKTŘINY A JEJÍ PODÍL NA HRUBÉ DOMÁCÍ SPOTŘEBĚ (TWh) .....	33
GRAF 10: TRENDOVÁ FUNKCE VÝROBY ENERGIE Z VĚTRU V ČR (v MW) .....	40
GRAF 11: TRENDOVÁ FUNKCE VÝROBY ENERGIE ZE SLUNCE V ČR (v MW).....	41
GRAF 12: TRENDOVÁ FUNKCE VÝROBY ENERGIE Z VODNÍCH ELEKTRÁREN NAD 10 MW V ČR .....	43
GRAF 13: TRENDOVÁ FUNKCE VÝROBY ENERGIE Z VODNÍCH ELEKTRÁREN DO 10 MW V ČR .....	44
GRAF 14: TRENDOVÁ FUNKCE VÝROBY ENERGIE Z BIOMASY (v MW) v ČR .....	45
GRAF 15: TRENDOVÁ FUNKCE VÝROBY ENERGIE Z BIOPLYNU (v MW) ČR.....	46
GRAF 16: VÝROBA ELEKTŘINY (BRUTTO) Z OZE OD ROKU 2005 DO 2014 .....	48
GRAF 17: SROVNÁNÍ RŮSTU NÁKLADŮ A VÝNOSŮ PRO ZAVÁDĚNÍ NOVÉ VĚTRNÉ STANICE ...	52
TABULKA 1: STATISTICKÉ UKAZATELE VÝROBY ENERGIE Z VĚTRU (v MW) .....	40
TABULKA 2: STATISTICKÉ UKAZATELE VÝROBY ENERGIE ZE SLUNCE (v MW).....	41
TABULKA 3: STATISTICKÉ UKAZATELE VÝROBY ENERGIE Z VODNÍCH ELEKTRÁREN NAD 10 MW v ČR.....	42
TABULKA 4: STATISTICKÉ UKAZATELE VÝROBY ENERGIE Z VODNÍCH ELEKTRÁREN DO 10 MW v ČR.....	43

TABULKA 5: STATISTICKÉ UKAZATELE VÝROBY ENERGIE Z BIOMASY (v MW) v ČR .....	45
TABULKA 6: STATISTICKÉ UKAZATELE VÝROBY ENERGIE Z BIOPLYNU (MW) v ČR.....	46
TABULKA 7: VÝVOJ VÝROBY ELEKTRINY BRUTTO Z OZE OD ROKU 2005 DO 2014 .....	47
TABULKA 8: ÚDAJE PRO POSTAVENÍ VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY .....	54
TABULKA 9: UKAZATELE EKONOMICKÉ EFEKTIVITY VĚTRNÉ STANICE .....	54
OBRÁZEK 1: VĚTRNÝ PARK .....	59
OBRÁZEK 2: MOŘSKÝ VĚTRNÝ PARK .....	59
OBRÁZEK 3: SÍŤOVÉ FOTOVOLTAICKÉ PANELE .....	60
OBRÁZEK 4: HYBRIDNÍ OSTROVNÍ SYSTÉM .....	60
OBRÁZEK 5: VODNÍ ELEKTRÁRNA S VÝKONEM DO 10 MW .....	61
OBRÁZEK 6: PŘÍKLAD BIOPLYNOVÉ STANICE .....	61



## 9 PŘÍLOHY

**Příloha č. 1:** Srovnání výkupních cen elektrické energie z OZE v Kč za kWh

**Příloha č. 2:** Splátkový kalendář bankovního úvěru na 20 let

**Příloha č. 3:** Splátka daňových odpisů propočítaná dle příslušné odpisové skupiny (4)

**Příloha č. 4:** Výpočet ČSH pro postavení nové větrné stanice

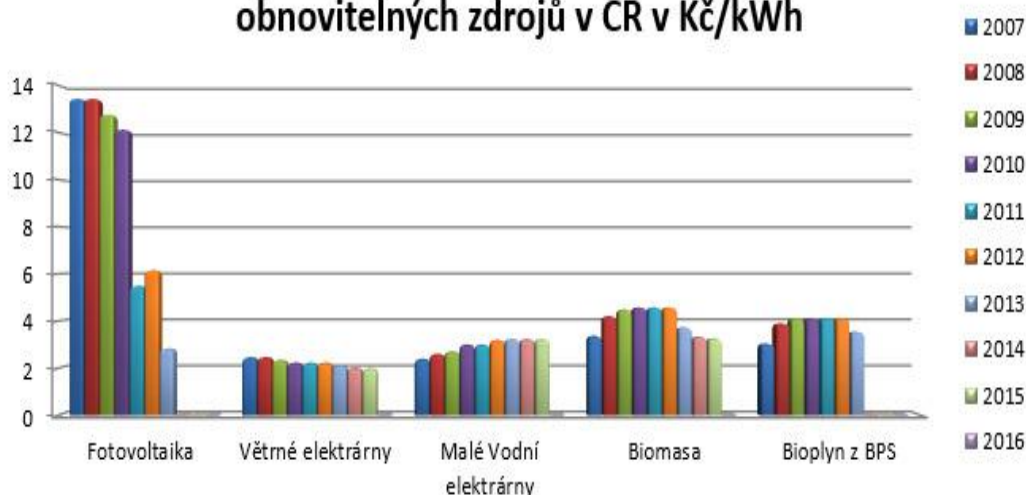
**Příloha č. 5:** Tabulka Cash-flow na postavení nové větrné stanice

**Příloha č. 1:** Srovnání výkupních cen elektrické energie z OZE v Kč/kWh

Srovnání výkupních cen elektrické energie z obnovitelných zdrojů v ČR v CZK/kWh										
Zdroj	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Fotovoltaika	13,46	13,46	12,79	12,15	5,5	6,16	2,83	0	0	0
Větrné elektrárny	2,46	2,46	2,34	2,23	2,23	2,23	2,12	2,014	1,98	0
Malé vodní elektrárny	2,39	2,6	2,7	3	3	3,19	3,23	3,23	3,23	0
Biomasa	3,37	4,21	4,49	4,58	4,58	4,58	3,73	3,335	3,263	0
Bioplyn z BPS	3,04	3,9	4,12	4,12	4,12	4,12	3,55	0	0	0

Zdroj: [www.csve.cz](http://www.csve.cz)

**Srovnání výkupních cen elektrické energie z obnovitelných zdrojů v ČR v Kč/kWh**



Zdroj: [www.csve.cz](http://www.csve.cz)

**Příloha č. 2: Splátkový kalendář bankovního úvěru na 20 let**

<b>Splátka č.</b>	<b>Počáteční stav (Kč)</b>	<b>Anuita (Kč)</b>	<b>Úrok (Kč)</b>	<b>Úmor (Kč)</b>	<b>Konečný stav (Kč)</b>
1	27 000 000,-	2 075 656,-	1 215 000,-	860 656,-	26 139 344,-
2	26 139 344,-	2 075 656,-	1 176 270,-	899 385,-	25 239 959,-
3	25 239 958,-	2 075 656,-	1 135 798,-	939 858,-	24 300 101,-
4	24 300 100,-	2 075 656,-	1 093 505,-	982 151,-	23 317 950,-
5	23 317 949,-	2 075 656,-	1 049 308,-	1 026 348,-	22 291 601,-
6	22 291 601,-	2 075 656,-	1 003 122,-	1 072 534,-	21 219 068,-
7	21 219 067,-	2 075 656,-	954 858,-	1 120 798,-	20 098 270,-
8	20 098 269,-	2 075 656,-	904 422,-	1 171 234,-	18 927 036,-
9	18 927 036,-	2 075 656,-	851 717,-	1 223 939,-	17 703 097,-
10	17 703 096,-	2 075 656,-	796 639,-	1 279 017,-	16 424 080,-
11	16 424 080,-	2 075 656,-	739 084,-	1 336 572,-	15 087 508,-
12	15 087 507,-	2 075 656,-	678 938,-	1 396 718,-	13 690 790,-
13	13 690 789,-	2 075 656,-	616 086,-	1 459 570,-	12 231 219,-
14	12 231 219,-	2 075 656,-	550 405,-	1 525 251,-	10 705 968,-
15	10 705 968,-	2 075 656,-	481 769,-	1 593 887,-	9 112 081,-
16	9 112 081,-	2 075 656,-	410 044,-	1 665 612,-	7 446 469,-
17	7 446 468,-	2 075 656,-	335 091,-	1 740 565,-	5 705 904,-
18	5 705 904,-	2 075 656,-	256 766,-	1 818 890,-	3 887 014,-
19	3 887 013,-	2 075 656,-	174 916,-	1 900 740,-	1 986 274,-
20	1 986 273,-	2 075 656,-	89 382,-	1 986 274,-	0,-

**Zdroj:** Vlastní zpracování

**Příloha č. 3: Splátka daňových odpisů propočítaná dle příslušné odpisové skupiny (4. odpisová skupina)**

<b>Odpisy rovnoměrné, doba životnosti 20 let</b>			
<b>Rok</b>	<b>Zůstatková cena</b>	<b>Roční odpis</b>	<b>Oprávký celkem</b>
2016	29 355 000	645 000	645 000
2017	27 810 000	1 545 000	2 190 000
2018	26 265 000	1 545 000	3 735 000
2019	24 720 000	1 545 000	5 280 000
2020	23 175 000	1 545 000	6 825 000
2021	21 630 000	1 545 000	8 370 000
2022	20 085 000	1 545 000	9 915 000
2023	18 540 000	1 545 000	11 460 000
2024	16 995 000	1 545 000	13 005 000
2025	15 450 000	1 545 000	14 550 000
2026	13 905 000	1 545 000	16 095 000
2027	12 360 000	1 545 000	17 640 000
2028	10 815 000	1 545 000	19 185 000
2029	9 270 000	1 545 000	20 730 000
2030	7 725 000	1 545 000	22 275 000
2031	6 180 000	1 545 000	23 820 000
2032	4 635 000	1 545 000	25 365 000
2033	3 090 000	1 545 000	26 910 000
2034	1 545 000	1 545 000	28 455 000
2035	0	1 545 000	30 000 000

Zdroj: Vlastní zpracování

**Příloha č. 4: Výpočet ČSH pro postavení nové větrné stanice**

<b>Čistá současná hodnota</b>		<b><math>i=0,04</math></b>	<b>4,0 %</b>
<i>Rok</i>	<i>Čistý výnos</i>	$1/(1+i)^n$	<i>ČSH</i>
0	-27 645 000,00	1,00000	-27 645 000,00
1	3 577 904,00	0,96154	3 440 292,31
2	3 714 315,20	0,92456	3 434 093,20
3	3 853 454,62	0,88900	3 425 707,13
4	4 004 740,44	0,85480	3 423 268,91
5	4 149 688,37	0,82193	3 410 741,36
6	4 297 535,25	0,79031	3 396 404,53
7	2 392 539,53	0,75992	1 818 133,41
8	2 507 057,84	0,73069	1 831 882,61
9	2 590 059,36	0,70259	1 819 741,35
			<b>-1 644 735,21</b>

Zdroj: Vlastní zpracování

<b>Čistá současná hodnota</b>		<b><math>i=0,03</math></b>	<b>2,5 %</b>
<i>Rok</i>	<i>Čistý výnos</i>	$1/(1+i)^n$	<i>ČSH</i>
0	-27 645 000,00	1,00	-27 645 000,00
1	3 577 904,00	0,98	3 490 638,05
2	3 714 315,20	0,95	3 535 338,68
3	3 853 454,62	0,93	3 578 315,69
4	4 004 740,44	0,91	3 628 097,18
5	4 149 688,37	0,88	3 667 719,86
6	4 297 535,25	0,86	3 705 751,18
7	2 392 539,53	0,84	2 012 760,33
8	2 507 057,84	0,82	2 057 659,13
9	2 590 059,36	0,80	2 073 933,99
			<b>105 214,08</b>

Zdroj: Vlastní zpracování

**Příloha č. 5: Tabulka Cash-flow na postavení nové větrné stanici**

Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
<b>Výnosy</b>											
Produkováná energie	0,00	3 600 000,00	3 600 000,00	3 600 000,00	3 600 000,00	3 600 000,00	3 600 000,00	3 600 000,00	3 600 000,00	3 582 000,00	kWh
Cena energie	1,98	2,02	2,06	2,10	2,14	2,19	2,23	2,27	2,32	2,37	Kč/kWh
Výnos z uspořené energie	0,00	3 780 000,00	3 780 000,00	3 780 000,00	3 780 000,00	3 780 000,00	3 780 000,00	3 780 000,00	3 780 000,00	3 761 100,00	Kč
Cena přebytku	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	Kč/kWh
Výnos z přebytku	0,00	378 000,00	378 000,00	378 000,00	378 000,00	378 000,00	378 000,00	378 000,00	378 000,00	376 110,00	Kč
Výnos za elektřinu	0,00	7 270 560,00	7 415 971,20	7 564 290,62	7 715 576,44	7 869 887,97	8 027 285,72	8 187 831,44	8 351 588,07	8 476 026,73	Kč
<b>Celkem</b>	<b>0,00</b>	<b>7 648 560,00</b>	<b>7 793 971,20</b>	<b>7 942 290,62</b>	<b>8 093 576,44</b>	<b>8 247 887,97</b>	<b>8 405 285,72</b>	<b>8 565 831,44</b>	<b>8 729 588,07</b>	<b>8 852 136,73</b>	<b>Kč</b>
<b>Náklady</b>											
Investice	30 000 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Kč
Provozní náklady	0,00	450 000,00	459 000,00	468 180,00	468 180,00	477 543,60	487 094,47	496 836,36	506 773,09	516 908,55	Kč
Odpisy (rovněžné)	645 000,00	1 545 000,00	1 545 000,00	1 545 000,00	1 545 000,00	1 545 000,00	1 545 000,00	1 545 000,00	1 545 000,00	1 545 000,00	Kč
Bankovní splátky	0,00	2 075 656,00	2 075 656,00	2 075 656,00	2 075 656,00	2 075 656,00	2 075 656,00	2 075 656,00	2 075 656,00	2 075 656,00	Kč
Daň z příjmů	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2 055 799,55	2 095 101,14	2 124 512,82	Kč
<b>Celkem</b>	<b>30 645 000,00</b>	<b>4 070 656,00</b>	<b>4 079 656,00</b>	<b>4 088 836,00</b>	<b>4 088 836,00</b>	<b>4 098 199,60</b>	<b>4 107 750,47</b>	<b>6 173 291,91</b>	<b>6 222 530,22</b>	<b>6 262 077,37</b>	<b>Kč</b>
<b>Dotace</b>	<b>3 000 000,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>Kč</b>
<b>Čistý prněžní tok</b>	<b>-27 645 000,00</b>	<b>3 577 904,00</b>	<b>3 714 315,20</b>	<b>3 853 454,62</b>	<b>4 004 740,44</b>	<b>4 149 688,37</b>	<b>4 297 535,25</b>	<b>2 392 539,53</b>	<b>2 507 057,84</b>	<b>2 590 059,36</b>	<b>Kč</b>

Zdroj: Vlastní zpracování