

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Výhled využívání obnovitelných energetických zdrojů
v ČR**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Milan HUCL**
Osobní číslo: **E09B0051P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Elektrotechnika a energetika**
Název tématu: **Výhled využívání obnovitelných energetických zdrojů v ČR**
Zadávací katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište zařízení využívající v současnosti v ČR obnovitelné zdroje energie k výrobě elektřiny.
2. Objasněte jejich princip a shrňte výhody a nevýhody využití jednotlivých OZE.
3. Uveďte možnosti jejich budoucího uplatnění u nás s výhledem do roku 2030.
4. Posuďte možnosti využití dalších OZE v ČR.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická


Seznam odborné literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

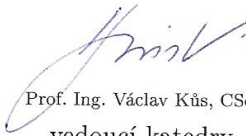
Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Pavla Hejtmánková, Ph.D.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **17. října 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2012**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

Anotace

Předkládaná bakalářská práce se zabývá problematikou jednotlivých obnovitelných zdrojů energie v České republice. Popisuje vodní, větrné, fotovoltaické a bioplynové elektrárny. Objasňuje jejich princip, srovnává výhody a nevýhody, přibližuje historii, ekonomiku provozu apod. Dále jsou zde informace o možnostech uplatnění těchto zdrojů v blízké budoucnosti. Bakalářská práce obsahuje i obecnější charakteristiku obnovitelných zdrojů, které nejsou prozatím v ČR tolik rozvinuty. Jedná se o mikroturbíny, geotermální energii a spalování pevné biomasy. V závěru je nastíněn důvod, proč je budoucí vývoj všech obnovitelných zdrojů nejistý.

Klíčová slova

Obnovitelné zdroje energie, životní prostředí, biomasa, bioplyn, vodní elektrárna, větrná elektrárna, fotovoltaické panely, geotermální energie, dotace.

Annotation

The presented bachelor thesis deals with the individual renewable energy sources in the Czech Republic. It describes hydraulic, wind, photovoltaic and biogas power plants. The thesis clarifies the principle of how they work, compares their advantages and disadvantages, familiarizes the reader with the history, economy of operation etc. Additionally, there are also information about the possibilities of applying these resources in the near future. The bachelor thesis contains also more general characteristics of renewable resources that are not much developed in the CR yet. It is the microturbines, geothermal energy and solid biomass burning. In the conclusion is outlined the reason why is the future development of all renewable sources.

Key words

Renewable energy, environment, biomass, biogas, hydro power plant, wind power plant, photovoltaic panels, geothermal energy, subsidy.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

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

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

V Plzni dne 4.6.2012

Jméno a příjmení

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval všem, kteří se podíleli na mém odborném vzdělávání během studia na Západočeské univerzitě v Plzni. Především děkuji vedoucí mé práce Doc. Ing. Pavle Hejtmánkové, Ph.D. a mému konzultantovi Ing. Vratislavu Gavlaszovi za odbornou pomoc při vypracovávání této bakalářské práce.

Poděkovat bych chtěl také své rodině za jejich podporu během mého celého studia.

Obsah

OBSAH	7
ÚVOD	8
1 POPIS ZAŘÍZENÍ VYUŽÍVAJÍCÍ V ČR OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	9
1.1 VODNÍ ELEKTRÁRNY	9
1.1.1 Historie	9
1.1.2 Využití potenciálu	9
1.1.3 Druhy Turbín	10
1.1.4 Výkupní ceny	11
1.2 VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY	12
1.2.1 Historie	12
1.2.2 Podmínky v ČR	13
1.2.3 Ekonomika	14
1.3 FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY	14
1.3.1 Historie	14
1.3.2 Druhy článků	14
1.3.3 Ekonomika	15
1.4 BIOPLYNOVÉ STANICE	16
1.4.1 Biomasa a bioplyn	16
1.4.2 Ekonomika	18
2 PRINCIP, VÝHODY A NEVÝHODY VYUŽITÍ JEDNOTLIVÝCH OZE	18
2.1 VODNÍ ELEKTRÁRNY	18
2.1.1 Princip	18
2.1.2 Výhody a nevýhody	19
2.2 VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY	20
2.2.1 Princip	20
2.2.2 Výhody a nevýhody	20
2.3 FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY	21
2.3.1 Princip	21
2.3.2 Výhody a nevýhody	21
2.4 BIOPLYNOVÉ STANICE	22
2.4.1 Princip	22
2.4.2 Výhody a nevýhody	23
3 MOŽNOSTI BUDOUCÍHO UPLATNĚNÍ JEDNOTLIVÝCH OZE U NÁS V ČR S VÝHLEDEM DO ROKU 2030	23
3.1 VODNÍ ELEKTRÁRNY	24
3.2 VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY	25
3.3 FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY	26
3.4 BIOPLYNOVÉ STANICE	29
3.5 BUDOUCNOST OZE BEZ STÁTNÍCH DOTACÍ	29
4 MOŽNOSTI VYUŽITÍ DALŠÍCH OZE V ČR	30
4.1 BIOMASA	30
4.2 GEOTERMÁLNÍ ENERGIE	32
4.3 MIKROTURBÍNY	34
ZÁVĚR	37
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	38
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	39
PŘÍLOHY	1

Úvod

Několikaletým trendem nejen v Evropě, ale i v celém světě je neustále se zvyšující spotřeba energie. Bez ropy, elektřiny, zemního plynu a dalších segmentů se moderní svět neobejde. Poptávka po energii je obrovská, a to přináší nemalé problémy. Ani Česká republika není výjimkou. Od roku 1995 do roku 2011 se množství vyrobené elektrické energie navýšilo z 60 000 GWh na 87 000 GWh.

Neopomenutelným problémem je závislost na fosilních palivech, jejichž zásoby se rychle ztenčují a také nastávají komplikace s jejich dovozem. Příkladem za všechny je přerušení dodávky ruského plynu Ukrajině v roce 2009. Rusko nyní do České republiky dodává 70 % z celkového množství spotřebovaného plynu.

Aktivita spojená s čím dál tím vyšší výrobou elektrické energie bezesporu negativně ovlivňuje životní prostředí. Dochází k znečišťování vzduchu, změnám rázu krajiny, riziku jaderných havárií (Černobyl, Fukušima) apod. Negativem růstu poptávky je rostoucí cena elektřiny. Doba levných energií je pryč. Jednou z cest, jak se vypořádat se znečišťováním životního prostředí, závislostí na fosilních palivech a rostoucí spotřebou elektřiny, jsou obnovitelné zdroje energie. To si uvědomuje i Evropská unie, v jejichž členských státech platí směrnice 77/2001 EC pro podporu obnovitelných zdrojů energie. Přesný název směrnice je *Podpora výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů v podmínkách jednotného trhu s elektřinou*. Po jaderné havárii v japonské Fukušimě začalo sousední Německo postupně odstavovat jaderné elektrárny. Všechny elektrárny mají být mimo provoz už v roce 2022.

Definice obnovitelného zdroje podle českého zákona o životním prostředí je: *„Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebovávání částečně nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka. 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 skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu.“*

Citace. 1. (převzato z [13])

1 POPIS ZAŘÍZENÍ VYUŽÍVAJÍCÍ V ČR OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

1.1 Vodní elektrárny

1.1.1 Historie



Obr. 1. 1 Pohled do strojovny první vodní elektrárny v Písku (převzato z [5])

K rozvoji této oblasti výroby elektřiny přispělo nemalou částí sestavení první přetlakové turbíny v roce 1827, následovala Francisova turbína v roce 1847, Peltonova v roce 1880 a nakonec Kaplanova turbína v roce 1918. Kořeny tohoto odvětví v Československu sahají také velmi hluboko. První vodní elektrárna byla postavena v roce 1888 v Písku vynálezcem Františkem Křižíkem. Dnes v ní již pracují dvě Francisovy turbíny instalované v roce 1901, ale nejprve zde byla použita vodní kola. Hlavní rozvoj vodních elektráren v Československu přišel na přelomu 19. a 20. století, a to prostřednictvím několika faktorů. Bylo to kvůli již zmíněným dostupným vodním turbínám,

rostla cena uhlí a bylo možné přenášet elektrickou energii na tehdy ještě menší vzdálenosti. Opravdový rozvoj elektrizační soustavy nastal po 2. světové válce soustavnou elektrizací, uzákoněné jako veřejný zájem. Zákon také podporoval výstavbu vodních elektráren. O pár desítek let později, v roce 1980, bylo evidováno na území ČR pouze 135 malých vodních elektráren, tj. do 10 MW. O deset let později byl tento počet 900.

1.1.2 Využití potenciálu

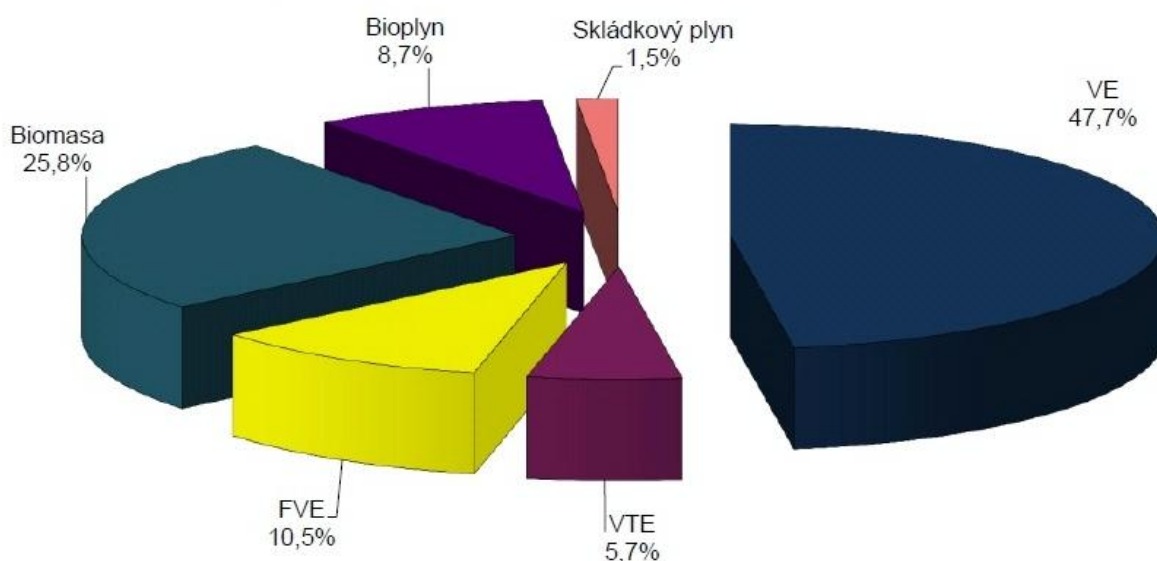
Na úvod je potřeba říci, že zhruba 2/3 z celkového hydropotenciálu jsou již využity. Možnosti výstavby velkých vodních elektráren jsou tedy téměř nulové. Jinak řečeno zbývající třetina potenciálu by mohla posloužit pouze malým vodním elektrárnám. Lokality pro tyto elektrárny mají výrazně horší podmínky, než které mají ty stávající. To je pro návratnost investic do výstavby elektrárny nepříznivé a pro investory neatraktivní. Masivní stavění dalších vodních elektráren se tedy očekávat nedá. Lze se však zamyslet nad zvyšováním účinnosti těch stávajících. Více než polovina z nich pracuje s původní zastaralou technologií.

Současný stav ve využití hydroenergetického potenciálu u jednotlivých povodí

Povodí Vltavy	Vltava 90%	Berounka 70%	Malše 80%	Mže 40%	Nežárka 60%
Povodí Moravy	Morava 70%	Bečva 70%	Desná 70%	Jihlava 60%	Svratka 80%
Povodí Odry	Odra 50%	Opava 55%	Lučina 30%	Olše 45%	Bělá 60%
Povodí Ohře	Bílina 70%	Kamenice 85%	Odrava 60%	Bystřice 60%	Odrava 60%

Tab. 1.1 Řeky a využití jejich hydropotenciálu (převzato z [1])

Vodní elektrárny v současné době vyrábí zhruba 3,4 TWh ročně, což je vůbec nejméně ze všech druhů obnovitelných zdrojů elektrické energie.

Výroba elektřiny z OZE za rok 2010

Graf 1.2 Podíl různých druhů OZE na výrobě elektřiny (převzato z [12])

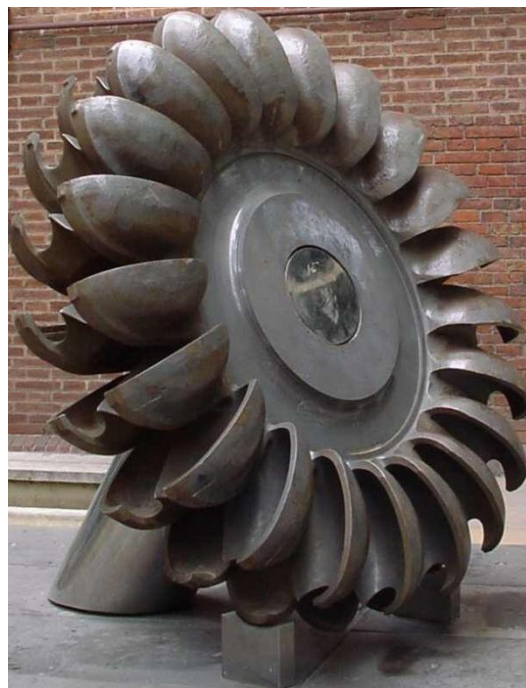
1.1.3 Druhy Turbín

Existuje několik druhů turbín. Mezi nejznámější patří:

- a) Francisova
- b) Kaplanova
- c) Peltonova

ad a) Jako první světlo světa spatřila Francisova radiálně - axiální turbína v roce 1847. Tato turbína má dvě varianty uložení hřídele, a to vertikální a horizontální. Oběžné kolo má pevné lopatky spojené s věncem a kotoučem kola. Přívod vody na oběžné kolo se reguluje pomocí tzv. rozvaděče s natáčivými lopatkami, jejich pomocí lze i úplně zastavit přívod vody na oběžné kolo. Přecherčávací elektrárna Dlouhé Stráně využívá právě tento typ turbíny.

ad b) Kaplanova turbína se řadí mezi přetlakové axiální turbíny. Vznikla zdokonalením vrtulové turbíny profesora Kaplana v roce 1919. Vylepšená je v tom, že se dají regulovat jak rozváděcí, tak i oběžné lopatky. To umožňuje dosáhnout vysoké účinnosti při širokém rozsahu průtoků. Použita je například na vodních elektrárnách Orlík a Slapy.



ad c) Peltonova turbína je rovnotlaká turbína s tangenciálním vstupem vody na oběžné kolo. Vstup vody na oběžné kolo probíhá přes tzv. dýzu nebo dýz několik. V nich dochází k přeměně tlakové energie vody na kinetickou energii vodního paprsku, který dopadá na lopatky turbíny. Regulace se provádí zmenšováním nebo zvětšováním otvoru dýzy. Použití je vhodné pro velké spády s menším průtokem.

Obr. 1. 2 Peltonova turbína (převzato z [6])

1.1.4 Výkupní ceny

Výkupní ceny elektřiny pro malé elektrárny do 10 MW:

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012	3190	2140
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	3060	2010
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	3130	2080
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2009	2880	1830
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2007	2720	1670
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu po 1. lednu 2005 včetně a rekonstruovaná malá vodní elektrárna	2450	1400
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu před 1. lednem 2005	1910	860

Tab. 1. 2 Vývoj výkupní ceny elektřiny pro malé vodní elektrárny (převzato z [10])

Ze špičkové nebo pološpičkové přečerpávací elektrárny může výrobce elektřiny uplatňovat výkupní ceny nebo zelené bonusy ve dvou tarifních pásmech.

VT – vysoký tarif, pásmo stanovené provozovatelem distribuční soustavy v délce 8 hodin denně.

NT – nízký tarif, pásmo platné v době mimo provoz VT

Přímý výkup:

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny v pásnu VT v Kč/MWh	Výkupní ceny elektřiny v pásnu NT v Kč/MWh
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012	3800	2885
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	3800	2690
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	3800	2795
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2009	3800	2420
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2007	3800	2180
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu po 1. lednu 2005 včetně a rekonstruovaná malá vodní elektrárna	3470	1940
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu před 1. lednem 2005	2700	1515

Tab. 1. 3 Vývoj výkupní ceny elektřiny pro přečerpávací vodní elektrárny (převzato z [10])

Zelený bonus:

Datum uvedení do provozu	Zelené bonusy v pásnu VT v Kč/MWh	Zelené bonusy v pásnu NT v Kč/MWh
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012	2240	2090
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	2240	1895
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	2240	2000
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2009	2240	1625
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2007	2240	1385
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu po 1. lednu 2005 včetně a rekonstruovaná malá vodní elektrárna	1910	1145
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu před 1. lednem 2005	1140	720

Tab. 1. 4 Vývoj zeleného bonusu pro přečerpávací vodní elektrárny (převzato z [10])

Při režimu přímého výkupu má vlastník elektrárny jistotu výhodné výkupní ceny, za kterou veškerou vyrobenou elektřinu prodá. Zelený bonus sice není tak vysoký jako výkupní cena, ale vlastník elektrárny může navíc elektřinu prodat za tržní cenu, nebo jí spotřebovat na provoz elektrárny. V tomto případě ale nese riziko, že nenajde odběratele.

1.2 Větrné elektrárny

1.2.1 Historie

Z historického hlediska se větrná energie využívá opravdu velmi dlouho. Nejprve byla používána k pohánění lodí. Poté lidstvo větrnou energii využívalo k pohánění mlýnských kol. K výrobě elektřiny se vítr používá v hojně míře pouze několik desetiletí. V ČR je tato technologie využívána velmi krátkou dobu, děje se tak v důsledku vnitrozemské polohy ČR.

První větší větrné elektrárny se v ČR začaly objevovat na počátku devadesátých let minulého století. Výhodnější polohu mají a vždy budou mít přímořské státy. To také naznačuje, kde se tato technologie začala rozvíjet. Bylo to v Německu a také v Dánsku v sedmdesátých letech minulého století. Německo má největší instalovaný výkon větrných elektráren v Evropě, je to bezmála 30 000 MW. Dánsko má 3 900 MW.

1.2.2 Podmínky v ČR

Jak bylo nastíněno výše, podmínky v ČR nejsou pro větrné elektrárny zrovna nejvýhodnější. Na výkon větrné elektrárny má největší vliv rychlost větru. Vyrobená energie totiž roste s třetí mocninou rychlosti větru, jak je vidět na následujícím vzorci:

$$P = \frac{1}{2} c_p \cdot S \cdot \rho \cdot u^3$$

Rovnice 1.1 Výkon větrné elektrárny (převzato z [55])

Je patrné, že dlouhé úseky bez překážek zpomalující vítr jsou značnou výhodou. Tento problém lze kompenzovat výškou elektrárny. Rychlost větru logaritmicky roste s výškou nad terénem. Proto nejsou výjimkou elektrárny vysoké přes 100 m. Další vliv na výkon má samozřejmě plocha opsaná vrtulí, značíme S, hustota vzduchu ρ , součinitel výkonu c_p , rychlost vzduchu u. Pro vnitrostátní země, kde vítr nedosahuje velkých rychlostí, se hodí vrtule s dlouhými listy. V roce 2009 bylo na území ČR evidováno 80 větrných elektráren.



Obr. 1.3 Rozmístění větrných elektráren na území ČR (převzato z [7])

1.2.3 Ekonomika

Výkupní cena jedné kWh se liší podle toho, kdy byla větrná elektrárna uvedena do provozu. Pro elektrárnu uvedenou do provozu v roce 2012 je výkupní cena stanovena Energetickým regulačním úřadem na 2,23,- Kč za 1 kWh. Pro představu pro elektrárnu zprovozněnou před rokem 2004 je to 3,63,- Kč za 1 kWh. Náklady na výstavbu větrné elektrárny jsou poměrně značné. Návratnost investice proto přijde po delším čase. Pro investory je také výhodné postavit několik elektráren vedle sebe.

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012	2230	1790
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	2280	1840
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	2330	1890
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	2490	2050
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2008	2730	2290
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2007 do 31. prosince 2007	2800	2360

Tab. 1. 5 Vývoj výkupní ceny elektřiny z větrných elektráren (převzato z [10])

1.3 Fotovoltaické elektrárny

Slunce je „nevyčerpatelným“ zdrojem obrovského množství energie. Na naši planetu dopadají přibližně pouze dvě miliardy z celkového výkonu vyzářeného sluncem. Přesto je to cca 140krát větší množství energie, než jakou lidstvo spotřebovává a vyrábí pomocí různých paliv. Byla by škoda tuto energii nevyužít.

1.3.1 Historie

Fotoelektrický jev byl objeven v roce 1839 francouzským fyzikem Alexandrem Edmondem Becquerelem. V roce 1905 se podařilo Albertu Einsteinovi tento jev vysvětlit. Za to dostal v roce 1905 Nobelovu cenu za fyziku. První fotovoltaické panely se začaly využívat v kosmickém odvětví jako zdroj energie pro družice před více než padesáti lety. Přesně to bylo v roce 1958. Tehdy měly fotovoltaické panely ke komerčnímu využití hodně daleko. Zejména kvůli vysoké ceně a nízké účinnosti. K velkému rozvoji nemalou částí přispěl letecký průmysl. Díky zájmu leteckého průmyslu došlo ke snížení cen panelů a také k zvýšení účinnosti. První větší komerční fotovoltaický systém byl zbudován až koncem 80. let v USA.

1.3.2 Druhy článků

- a) Monokrystalické články
- b) Polykrystalické články

- c) Tenkovrstvé články
- d) Nekřemíkové články

ad a) Jsou nejstarším vývojovým typem. Vyrábějí se z monokrystalického křemíku, který je vysoce čistým materiálem. To umožňuje na poměry článků velkou účinnost, která se pohybuje do 20 %. Poznají se podle tvaru, který je čtvercový s kulatými rohy, protože se destičky řezou z křemíkové tyče.

ad b) Polykrystalický křemík není tak čistý jako monokrystalický. Proto tyto články nemají takovou účinnost. Ta dosahuje hodnoty kolem 10 %. Výhodou je nižší cena.

ad c) Klasické články mají tloušťku 0,2 – 0,3 mm. Tenkovrstvé články pouze několik μm . Na rozdíl od dvou předchozích případů je tento typ vyrobený z amorfního křemíku. Amorfní znamená, že nemá pravidelnou (krystalickou) mřížku. Uspořádání částic je náhodné. Účinnost je podobná jako u polykrystalických článků. Výhodou je jejich ohebnost.

ad d) K výrobě se používají různé sloučeniny, polymery – mají řetězcovou strukturu molekul. Tyto články nepoužívají klasický PN přechod a jsou prozatím ve stádiu výzkumu. Mají účinnost maximálně 4,5 %.

1.3.3 Ekonomika

Jak je vidět v následující tabulce, do roku 2010 převyšovala výkupní cena 1 MWh 12 500,- Kč. Při těchto výkupních cenách se z fotovoltaiky stal pro investory velice výhodný business. Hojně se proto začaly objevovat na polích a loukách velké či menší solární elektrárny. Instalovaný výkon solárních zdrojů se zvýšil v roce 2010 oproti roku 2009 na čtyřnásobek. Tehdy činil instalovaný výkon 463 MW. O rok později už to bylo 1 820 MW. Jelikož jsou náklady na výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů (tedy i z fotovoltaiky) vyšší než u fosilních paliv, je tato metoda dotována. Hrozilo tedy zdražení elektřiny o více než 10 procent. Proto musela vláda zavést několik opatření. Změnou zákona stát zdanil vyrobenou energii ze solárních elektráren od 1. 1. 2011 sazbou 26 procent (osvobozeny od daně jsou elektrárny s výkonem do 30 kW), zvýšil poplatky za zábor zemědělské půdy a také se radikálně snížila výkupní cena pro rok 2011- z 12 500,- Kč na 6 020,- Kč za 1 MWh pro elektrárny s instalovaným výkonem od 30 kW do 100 kW. Opět zde muselo dojít ke změně zákona, protože do té doby bylo možno snížit výkupní cenu pouze o 5 %.

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012	6 160	5 080
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	7 650	6 570
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW do 100 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	6 020	4 940
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 100 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	5 610	4 530
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12 750	11 670
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12 650	11 570
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13 690	12 610
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13 590	12 510
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2008	14 590	13 510
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2007	14 960	13 880
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu před 1. lednem 2006	7 130	6 050

Tab. 1. 6 Vývoj výkupní ceny elektřiny z fotovoltaických elektráren (převzato z [10])

1.4 Bioplynové stanice

1.4.1 Biomasa a bioplyn

Bioplynová stanice je souhrn zařízení sloužící primárně k výrobě elektřiny. Vedlejším produktem je teplo, které se může využít například pro vytápění domácností. Zdrojem energie pro bioplynovou stanici je biomasa. Dle evropské směrnice se biomasou rozumí: „*Biologicky rozložitelná část výrobků, odpadů a zbytků ze zemědělství (včetně rostlinných a živočišných*

látek), lesnictví a souvisejících průmyslových odvětví, a rovněž biologicky rozložitelná část průmyslového a komunálního odpadu.“

Citace. 2. (převzato z [14])

Dělí se na tzv. **a)** suchou

b) mokrou

ad a) Suchá biomasa obsahuje menší množství vody a je tudíž vhodná ke spalování. V ČR je to nejčastěji dřevo a dřevní odpad, ale může to být také sláma, kukuřice apod.

ad b) Mokrou biomasou se rozumí např. hnůj, kejda (výtrusy zvířat), zemědělské a potravinářské odpady a vytríděný komunální odpad. Tento druh biomasy není vhodný ke spalování, ale lze ji efektivně využít v bioplynových stanicích.

Zde se biomasa v nádržích bez přístupu kyslíku začne rozkládat a postupně se tvoří bioplyn. Ten obsahuje až 70 % metanu a jeho výhřevnost je zhruba o třetinu menší než u zemního plynu.

Druh obnovitelného zdroje	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Spalování bioplynu v bioplynových stanicích kategorie AF1 pro zdroje uvedené do provozu od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012 splňující podmínku výroby a efektivního využití vyrobené tepelné energie podle bodu 1.6.2.	4120	3070
Spalování bioplynu v bioplynových stanicích kategorie AF1 pro zdroje uvedené do provozu od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012 nespĺňující podmínku výroby a efektivního využití vyrobené tepelné energie podle bodu 1.6.2.	3550	2500
Spalování bioplynu v bioplynových stanicích kategorie AF1 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2012	4120	3070
Spalování bioplynu v bioplynových stanicích kategorie AF2	3550	2500
Spalování skládkového plynu a kalového plynu z ČOV po 1. lednu 2006 včetně	2580	1530
Spalování skládkového plynu a kalového plynu z ČOV od 1. ledna 2004 do 31. prosince 2005	2910	1860
Spalování skládkového plynu a kalového plynu z ČOV před 1. lednem 2004	3020	1970
Spalování důlního plynu z uzavřených dolů	2580	1530

Tab. 1. 7 Výkupní cena elektřiny z bioplynových stanic (převzato z [15])

Pozn.: Bioplynové stanice z kategorie AF1 zpracovávají více než 50 % cíleně pěstované biomasy určené k energetickému využití a nezpracovávají žádné odpadní suroviny. Do kategorie AF2 spadají stanice, které naopak zpracovávají komunální i průmyslový odpad.



Obr. 1. 3 Rozmístění bioplynových stanic na území ČR (převzato z [57])

1.4.2 Ekonomika

V současnosti je trendem stavět stanice s výkonem až několik stovek kW. Důvodem je, že investiční náklady na 1 kW výkonu při výstavbě velké stanice (100 000,- Kč / 1 kW) jsou menší než na 1 kW u malé stanice. Tam, kde se zpracovává komunální odpad, popřípadě kafilérní zbytky, je cena ještě vyšší. Takto velké stanice potřebují obrovské množství biomasy, jež se musí svážet z širokého okolí. Investor nese riziko nedostatku biomasy, který může během provozovaných let vzniknout. Kromě příjmů z elektřiny lze využít ještě prodeje tepla. Musí se ale buďto vybudovat teplovod ze stanice do zastavěné oblasti, nebo je nutné stanici umístit blízko obytných domů. Výkupní cena elektřiny je tak vysoká, že se někdy vzniklé teplo pouští bez využití do ovzduší. Návratnost investice trvá 15 až 20 let. V České republice je nyní 327 bioplynových elektráren s instalovaným výkonem 224 MW.

2 PRINCIP, VÝHODY A NEVÝHODY VYUŽITÍ JEDNOTLIVÝCH OZE

2.1 Vodní elektrárny

2.1.1 Princip

Princip vodní elektrárny spočívá v přeměně mechanické energie na elektrickou. Voda na vyšší potenciální hladině se přivádí přes turbínu do nižší potenciální hladiny. Turbína je rozdílem energií roztáčena. S turbínou je na jedné hřídeli spojený i generátor, který otáčivým pohybem, tedy mechanickou energií, vyrábí energii elektrickou. Podle konstrukce se vodní

elektrárny dělí na průtočné – spád je vytvořen jezem, náhonové – spád je vytvořen umělým kanálem, akumulční – spád vytvořen přehradou, přílivové – využívají mořského přílivu a přečerpávací elektrárny

Přečerpávací elektrárny patří mezi velmi dobré řešení k pokrytí špičkových potřeb energie. Princip této elektrárny spočívá v umělé akumulaci vody ve 2 nádržích. V době, kdy je potřeba pokrýt špičkový odběr elektřiny, tato elektrárna vodu přes turbínu odpouští do dolní nádrže a tím vyrábí elektřinu. Naopak v době přebytku elektřiny vodu pomocí čerpadel napouští zpět do horní nádrže. Tyto elektrárny jsou velmi dobře regulovatelné. Jsou schopny během několika minut najet z nulových otáček na plný výkon. Mezi nejznámější české přečerpávací elektrárny patří Dlouhá stráně, Vodní dílo Dalešice a Vodní elektrárna Štěchovice.

Existuje ještě tzv. osmotická elektrárna, která nachází uplatnění v přímořských státech. Jako první byla spuštěna do provozu ke konci roku 2009 v Norsku. Princip je založený na osmotickém jevu. Pokud oddělíme slanou a sladkou vodu polopropustnou membránou, začne sladká voda proudit do té slané. V nádrži, kde se míchá slaná voda se sladkou, vlivem tlaku stoupá hladina. Přepadem je voda přivedena na lopatky turbíny a od této chvíle je princip stejný jako u klasické vodní elektrárny. Nevýhodou je potřeba velké plochy pro elektrárnu v často zastavěné oblasti u moře a zatím velká ekonomická náročnost realizace elektrárny. Tento princip i polopropustná membrána potřebují čas na vývoj a zlepšení účinnosti. Osmotické elektrárně je předpovídána velká budoucnost.

2.1.2 Výhody a nevýhody

Velkou výhodou vodní elektrárny je její samotný princip. Nepotřebuje palivo, které by se muselo dovážet nebo těžit. Zároveň výrobou elektrické energie nevzniká žádný odpad jako například popílek nebo radioaktivní odpad. Neznečišťuje ovzduší ani vodu. Další neopomenutelnou výhodou je snadná údržba, spolehlivost a dobrá regulovatelnost. Velké vodní plochy dokáží zadržet určité množství vody, což může zabránit povodním.

Mezi nevýhody patří riziko havárie v podobě úniku oleje do vody a hluk při provozu. Vodní přehrady a nádrže značně omezují sjízdnost řek. Dopady na živočichy žijící v řekách, především ryby nejsou pozitivní. Nevýhodou jsou také velké pořizovací náklady při výstavbě, což odrazuje investory.

2.2 Větrné elektrárny

2.2.1 Princip



Obr. 2. 1 Větrná vertikální elektrárna
(převzato z [8])

Princip větrné elektrárny spočívá v přeměňování mechanické energie na elektrickou. Proudící vzduch, který působí svojí kinetickou energií, roztáčí lopatky vrtule. Lopatky mají tvar podobný křídlu letadla, a tak mohou pracovat na vztakovém principu. Točící se vrtule je na jedné hřídeli spojena přes převodovku s asynchronním generátorem, který točivým pohybem, a tedy mechanickou energií vyrábí energii elektrickou. Praxe prokázala, že nejefektivnější jsou třílopatkové vrtule. Listy vrtule se podle potřeby a aktuálního větru natačí tak, aby se rotor točil pořád stejnou rychlostí. Za větrem se může natačet i celá vrtule. To vše probíhá automaticky. Při rychlosti

kolem 25 m/s se vrtule zabrzdí, aby nedošlo k havárii. Za zmínku stojí větrné elektrárny s vertikální osou otáčení. Ty se staví v místech s proměnlivou rychlostí vzduchu a mohou být nízko nad terénem. Výhodou je, že vyrábí elektřinu už při 10 km/h. Naopak nevýhodou je to, že nevyrábí tolik energie jako elektrárny s horizontální vrtulí. V ČR se zatím neobjevují.

2.2.2 Výhody a nevýhody

Velkou výhodou je rychlost technické realizace elektrárny, které však bohužel předchází zdlouhavé schvalovací a projektové řízení. To může trvat i roky. Pokud budeme hovořit o největší výhodě, je to bezesporu nevyužívání žádného paliva při výrobě elektřiny. Palivo nemusíme těžit, kupovat ani dovážet, a zároveň z něho nevzniká odpad, který bychom museli někam ukládat. Elektrárna také neznečišťuje ovzduší emisemi.

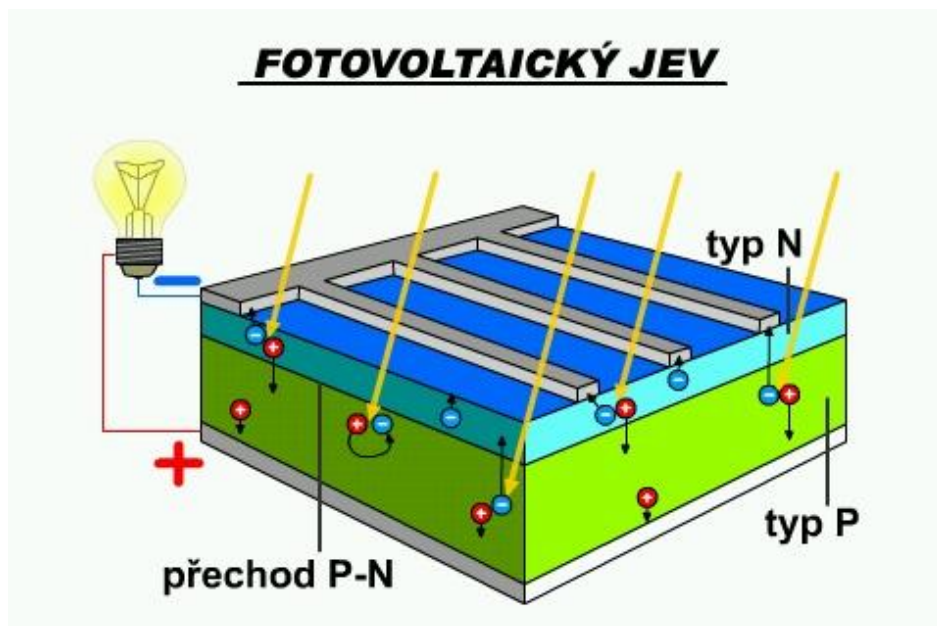
Nejdiskutovanějším tématem týkající se větrných elektráren je narušování krajinného rázu. Vzhled prostředí, v němž žijeme, není zcela zanedbatelný. Hluk elektráren, možnost střetu ptáků s elektrárnou, rušení televizního signálu a stroboskopický jev stínů vrtule dopadající na zem. To jsou nejčastější argumenty odpůrců. V době nedávno minulé vyšlo najevo, že existuje ještě jedna nevýhoda. V noci má chladnější vzduch tendenci držet se blízko u povrchu. Lopatkami elektrárny je však míchaný s teplejším vzduchem. Průměrná teplota vzduchu v oblastech větrných farem je vyšší až o 1 °C. Na první pohled nepodstatná

změna má vliv na tvoření srážkových mraků a vzdušných proudů.

2.3 Fotovoltaické elektrárny

2.3.1 Princip

Princip tohoto zařízení spočívá v tzv. fotovoltaickém jevu. Křemík má 4 valenční elektrony, které jsou nutné pro vazbu v mřížce. Jestliže ho budeme dotovat pětímocným



Obr. 2. 2 Princip fotovoltaického jevu (převzato z [9])

prvkem, například antimonem (Sb), bude pátý elektron kroužit kolem atomu Sb, k němuž je jen slabě vázán. Vlivem malé energie (1,12 eV), kterou dodá dopadající foton, se od atomu odtrhne. Všechny tyto elektrony tvoří majoritní nosiče. Takto dotovaný křemík nazýváme polovodičem typu N. Pokud křemík dotujeme pouze trojmocným prvkem, například Indiem (In), čtvrtý elektron chybí. Vytvoří se díra. Tento typ polovodiče nazýváme P. Pokud tyto dva druhy polovodičů dáme do těsného kontaktu, vznikne mezi nimi P-N přechod. Na P-N přechodu vznikne elektrické napětí. U křemíku je to cca 0,5 – 0,6 V. Pokud připojíme mezi elektrodu na P vrstvě a na N vrstvě spotřebič (baterii), začne se potenciál vyrovnávat a obvodem začne proudit stejnosměrný elektrický proud.

2.3.2 Výhody a nevýhody

Mezi největší nevýhody se zcela jistě řadí nízká účinnost. I zde tato technologie udělala oproti letům minulým krok vpřed. Přesto však mají dobré panely účinnost maximálně 20 %. Další nevýhodou je zabírání zemědělské půdy při výstavbě fotovoltaických elektráren. Zastánci fotovoltaiky jistě budou namítat, že odstranění elektrárny není nějak složité ani finančně náročné a půda se poté může opět využít k zemědělským účelům. Vizuální stránka

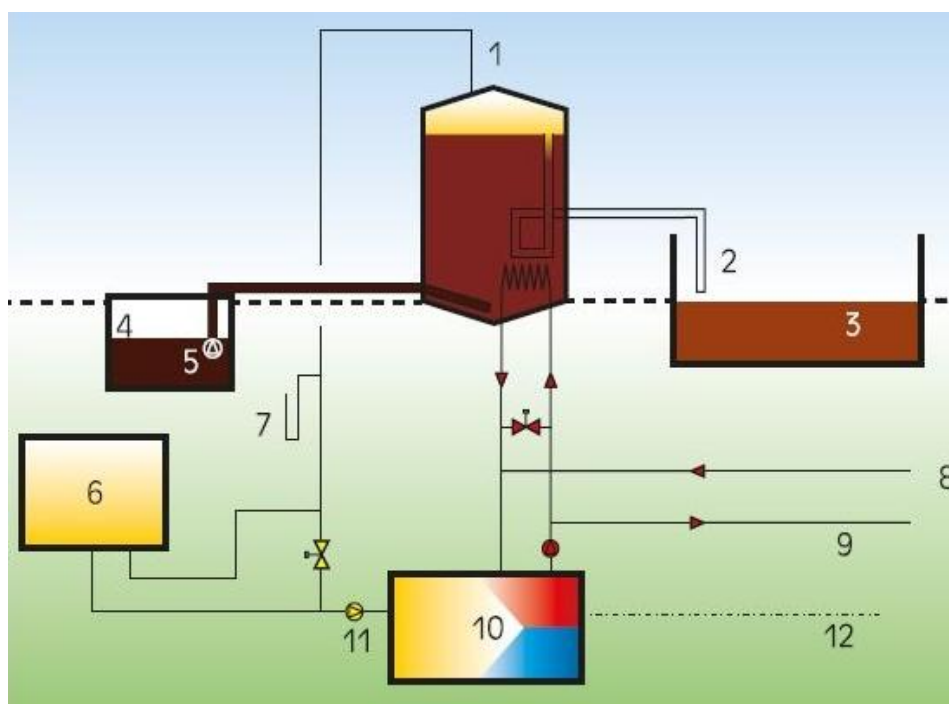
jistě také nebude patřit k nejsilnějším. Pohled na lány s fotovoltaickými panely nahuštěnými jeden vedle druhého nepotěší zřejmě nikoho. Poslední nevýhodou je závislost intenzity dopadajícího slunečního záření. To se odvíjí od ročního období, aktuálního počasí a fází dne (den, noc). S tím souvisí i špatná regulovatelnost aktuálního vyráběného výkonu.

Mezi výhodami můžeme jmenovat to, že nedochází ke znečišťování ovzduší, netvoří se odpad, jako je třeba popel, nehrozí havárie vlivem absence mechanických částí, není přítomný hluk a není ohroženo lidské zdraví. Hlavní výhodou je možnost čerpání nekonečného zdroje energie, která je zcela navíc zdarma.

2.4 Bioplynové stanice

2.4.1 Princip

Biomasa se umístí do tzv. fermentoru, který je vzduchotěsný. Bez přístupu kyslíku se biomasa začne rozkládat. Štěpí se na anorganické látky a bioplyn. Pro podporu tohoto procesu se biomasa ve fermentoru zahřívá. Zbytek z procesu se nazývá digestát a používá se jako hnojivo. Produkce bioplynu je nerovnoměrná. Z toho důvodu putuje bioplyn z fermentoru do plynojemů. Odtud do kogenerační jednotky, kde se spaluje. Tato jednotka se skládá ze spalovacího motoru a asynchronního generátoru. Účinnost se pohybuje okolo 40 %. Vzniklé teplo se používá pro zahřívání fermentoru nebo k vytápění domácností.



Obr. 2. 3 Princip bioplynové stanice (převzato z [17])

1 - odvod plynu, 2 - přepad kalu, 3 - zásobník odplyněné kejdy, 4 - nová sběrná nádrž,

5 - kalové čerpadlo, 6 - plynojem, 7 - vodní uzavěr, 8 - připojení ke stávajícímu dálkovému vytápění, 9 - teplo z kogenerační jednotky, 10 - kogenerační jednotka, 11 - dmychadlo, 12 - elektřina z kogenerační jednotky

2.4.2 Výhody a nevýhody

Hlavní nevýhodou bioplynových stanic je možnost vzniku zápachu. Pokud se využívá teplo vzniklé při výrobě elektřiny k vytápění domácností, je většinou bioplynová stanice umístěna blízko zastavěných ploch. Zápach obtěžující obyvatelstvo může být důvodem k uzavření stanice. To nařídí Česká inspekce životního prostředí. Silný zápach většinou vznikne při špatném nakládání s biomasou, a to zejména při kratší době rozkladu ve fermentorech než by bylo potřeba. Je proto nutné dodržovat pracovní postupy. Druhou nevýhodou je likvidace degistátu – odpadu z biomasy. Ten se používá jako hnojivo pro zemědělskou činnost. Je ale předepsané, v jakém období se smí používat. Pokud není možnost s degistátem hnojit, je nutné ho zlikvidovat podle zákona o odpadech. V období, kdy se může využít k hnojení se z degistátu stává výhoda.

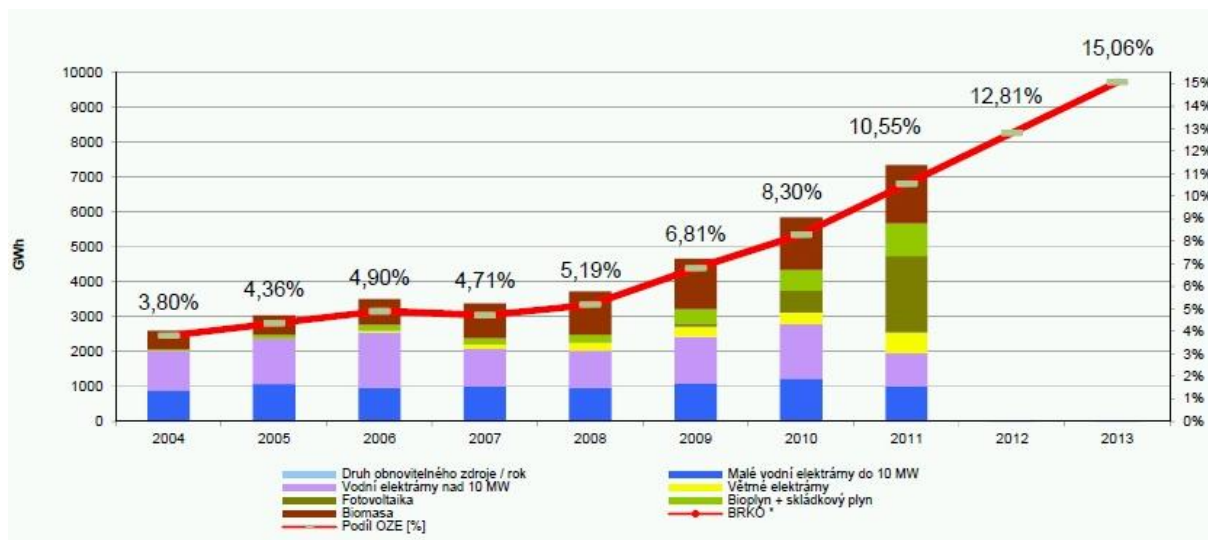
Největší výhodou a důvodem k dotacím tohoto způsobu výroby elektřiny jsou malé dopady na životní prostředí. Zejména snižování skleníkového efektu. To je proces, kdy se planeta ohřívá snadným propouštěním slunečního záření atmosférou. Tomu napomáhá mimo jiné metan. Pokud je např. hnůj volně uložen na hnojišti, vzniklý metan z rozkladu hnoje uniká do ovzduší. V bioplynové stanici metan shoří. Jinak řečeno přemění se na CO₂ a vodu. Oxid uhličitý není tak silný skleníkový plyn jako metan. Při správném technologickém postupu a nakládání s biomasou lze zamezit úniku zápachu do okolí a bioplynové stanice mohou sloužit jako lokální zdroj tepla pro vesnice či sídliště.

3 Možnosti budoucího uplatnění jednotlivých OZE u nás v ČR s výhledem do roku 2030

Dne 25. 4. 2012 vydal Energetický regulační úřad tiskovou zprávu o zahájení přípravy pro zastavení finanční podpory pro podporované a obnovitelné zdroje od roku 2014. Hlavní důvody k tomuto rozhodnutí jsou:

- a) V ČR budou mít obnovitelné zdroje celkový podíl na výrobě elektřiny 13,5 % již v roce 2013, závazek vůči EU je 13,5 % do roku 2020
- b) Deficitem zmítaný státní rozpočet
- c) Je ohrožena konkurence českých firem, musí totiž platit příspěvek 16,8 € za 1 MWh na OZE, v Německu firmy platí jen 0,5 € za 1 MWh

Pokud by platil stávající zákon, byl by objem financí na podporu OZE od roku 2005 do roku 2040 ve výši 1 071,7 miliard korun. Jestliže se podpora OZE od roku 2014 zastaví, bude vyplaceno do roku 2034 zhruba 874,3 miliard korun. Prezident Klaus v březnu 2012 vetoval zákon, který počítal s finančním balíčkem 1 492 miliard a to do roku 2040.



Graf 3. 1 Podíl výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie v ČR (převzato z [22])

3.1 Vodní elektrárny

Vodní elektrárny v současnosti v ČR vyrábí 3,4 TWh elektřiny ročně. Je to zdaleka nejvíc ze všech obnovitelných zdrojů. Až daleko za nimi je biomasa následovaná fotovoltaikou. Vodní elektrárny jsou v ČR rozšířeny velmi dlouhou dobu. Jsou to spolehlivé a stabilní zdroje elektrické energie bez větších výkyvů vyráběného výkonu.

Možnosti, jak v budoucnu navyšovat množství vyrobené energie z hydropotenciálu, jsou však omezené. Vhodné lokality pro výstavbu velkých vodních děl (nad 10 MW), které jsou k vidění např. v tzv. Vltavské kaskádě, již nejsou k dispozici. Potenciál malých vodních elektráren (do 10 MW) je využitý ze 2/3. Zbývající třetina lokalit většinou není polohou tak výhodná jako ty stávající – nemají velký spád. To se promítá i do ekonomické návratnosti, tudíž v blízkém časovém horizontu nejsou hojné výstavby malých vodních elektráren očekávány. Je potřeba uvažovat také o jiných možnostech využití hydropotenciálu:

a) Využití retenčních nádrží a rybníků, případně jiných akumulčních nádrží, kde je možnost získání vhodného rozdílu hladin s málo se měnícím spádem. Také průtočné množství vody vykazuje malé změny vyrovnávané retencí nádrže.

b) Využití vodárenských objektů, vybudovaných pro účely zásobování pitnou nebo užitkovou vodou, kde je možno získat téměř konstantní vysoké spády s průtoky bez větších změn.

c) *Rekonstrukce malých vodních elektráren se zastaralou technologií, což je více než polovina všech MVE, které jsou provozovány se soustrojími z let 1930 až 1950. Modernizací a optimalizací provozu lze získat další potenciál při nízké investici.*

Citace. 3. (převzato z [1])

Právě rekonstrukce zastaralé technologie je ze všech tří uvedených možností ta nejpoužívanější. Z 1 300 malých vodních elektráren v ČR je stále 60 % vybaveno technologií starou přes 50 let. Modernější technologie dosahují vyšší účinnosti zhruba o 15 %. Příkladem zájmu o modernizaci je firma ČEZ, kde probíhá projekt Navýšení účinnosti stávajících vodních elektráren. Tento projekt si dává za cíl v následujících 10 letech zvýšit výrobu ve vodních elektrárnách provozované touto společností o 60 000 MWh za rok. Díky této modernizaci pokryje elektřina z vodních elektráren ročně o 17 000 domácností víc. Modernizací si již prošla i elektrárna Slapy. Tamní tři turbíny (3 x 48 MW) se po více než roce rekonstrukce dne 11. září 2011 vrátily do provozu s vyšší účinností o 5 %. Návrh investice je odhadována na 6 let.

Název MVE	Tok	Instalace	Výkon [kW]	Možný výkon [kW]	Výroba [MWh]	Možná výroba [MWh]
Nymburk	Labe	1924	1310	1600	6000	8000
Přelouč	Labe	1927	1750	2000	6000	7500
Mířejevce	Vltava	1924	3500	5000	17000	22000
Spytihněv	Morava	1951	1920	2600	6500	10000
Mohelnice	Morava	1938	270	320	900	1200
Darová	Berounka	1926	220	400	1000	1400

Tab. 3. 1 Možnosti zvýšení účinnosti vodních elektráren (převzato z [1])

I přes to, že se množství vyrobené energie z hydropotenciálu bude v následujících letech zvyšovat, nedá se očekávat masivní růst. Po dobu dalších 10ti až 20ti let budou vodní elektrárny i nadále patřit mezi významnější obnovitelné zdroje u nás. Bez ohledu na dotace.

3.2 Větrné elektrárny

Větrné elektrárny mají v ČR v současnosti zhruba 5 % podíl z vyrobené elektřiny pomocí obnovitelných energií a jsou pouze doplňkovým zdrojem. Jejich budoucnost v ČR není jednoznačná. K dispozici jsou vhodné lokality pro výstavbu, přesto za poslední dva roky v ČR evidujeme pokles nově postavených elektráren. Může za to takzvaný STOP stav. Společnost ČEPS spolu s distribučními společnostmi zastavila od 14. února 2010 vydávání smluv o připojení větrných a fotovoltaických elektráren. Podle ČEPS by přenosová soustava nemusela snést tak velký neregulovaný výkon. Připojování nových větrných elektráren tedy

probíhalo velmi zřídka. V roce 2011 se přírůstek instalovaného výkonu zvýšil pouze o 2 MW. Na konci roku 2011 vyšla zpráva o konci stop stavu. ČEPS na rok 2012 uvolnil pro fotovoltaické a větrné elektrárny 65 MW výkonu. Volnou kapacitu však nesmí pokrýt velké větrné elektrárny, ale pouze malé střešní.

Jak se bude tento druh obnovitelného zdroje v ČR v dalších 20ti letech vyvíjet je otázkou. Bude také záležet na tom, zda dojde od roku 2014 k zastavení finanční podpory pro nově postavené elektrárny. O to se bude snažit Energetický regulační úřad. Pokud se mu to povede, zůstanou i nadále větrné elektrárny pouze doplňkovým obnovitelným zdrojem.

Souhrn instalací VTE v MW		
Rok	Souhrn	Roční přírůstek
2005	28	
2006	54	26
2007	116	62
2008	148	32
2009	192	44
2010	215	23
2011	217	2
2012	223	6

Tab. 3. 2 Souhrn instalací větrných elektráren v MW (převzato z [24])

3.3 Fotovoltaické elektrárny

Stát v roce 2006 vykupoval 1 kWh elektřiny vyrobené ze slunečního záření za 7,- Kč. O rok později, v roce 2007, to bylo bezmála 15,- Kč za 1 kWh. Od roku 2007 do roku 2010 klesala cena fotovoltaických panelů o 40 %. Cenu panelů mimo jiné významně snižoval pro Čechy výhodný kurz vůči dolaru. Solární boom v ČR byl odstartován.

Během let 2009 a 2010 přibýlo zhruba 1 900 MW instalovaného výkonu, a to přesto, že od 14. února 2010 probíhal na popud ČEPS tzv. STOP stav a nebyly vydávány nové smlouvy o připojení fotovoltaických elektráren. Hrozilo velké zdražování elektřiny pro domácnosti i firmy. Vláda ČR tedy od roku 2011 provedla úpravou zákona několik změn. Mimořádně zdanila zisk z fotovoltaických elektráren uvedených do provozu v roce 2009 a 2010 sazbou 26 % (od daně jsou osvobozeny elektrárny s výkonem do 30 kW). Dále se změnou zákona snížila výkupní cena na 6,- Kč za 1 kWh a zvýšila cena za zábor půdy. Zmiňované důvody vedly od roku 2011 k velkému útlumu fotovoltaiky.

Nové elektrárny byly připojovány výjimečně a jen v určitých lokalitách. Využití nacházely panely například v takzvaném ostrovním režimu. To znamená, že objekt není připojen na distribuční síť a je energeticky soběstačný. Využívá pouze energii vyrobenou ze

slunce, kterou si uchovává v bateriích. Využití je výhodné pro chaty v oblasti bez přívodu elektrického proudu.

Koncem roku 2011 byl zrušen STOP stav a ČEPS na rok 2012 uvolnil pro fotovoltaiky a větrné elektrárny 65 MW výkonu. Takový přírůstek neohrozí bezpečnost provozu sítě. Nově uvolněný výkon bude patřit malým střešním elektrárnám s výkonem do 30 kW. Neměly by přibývat velké elektrárny se stovkami panelů.

V tom by mohla být budoucnost fotovoltaiky u nás. Panely na rodinných domech, střechách továren a firem, kde „zelená“ energie pokryje část spotřeby, ušetří peníze a nebude svými výkyvy zatěžovat síť. Tato alternativa stojí za zamyšlení a zasloužila by si finanční podporu. Pokud opravdu dojde k zastavení podpory pro OZE od roku 2014, jak je nastíněno na začátku kapitoly, tak se nevyplatí ani tyto malé střešní elektrárny a spotřeba domácností bude nadále pokrývána elektřinou vyrobenou z fosilních paliv. Ať už to s dotacemi dopadne jakkoliv, s výstavbou velkých elektráren s megawattovými výkony v blízké budoucnosti počítat nemůžeme.

Příklad malé střešní elektrárny, kde plocha potřebná pro elektrárnu je 35 m². Forma výkupu Zelený bonus. Cenový návrh při realizaci na klíč:

FV systém 4,90 kWp	Cena s DPH
FV panely – Schott 245Wp	144 026 Kč
Měnič napětí Kostal Piko	33 963 Kč
Elektro jištění, ochrany	22 500 Kč
Kabely, konektory, lišty	5 513 Kč
Konstrukce, střešní háky atd.	15 500 Kč
Montážní práce	16 800 Kč
Doprava	3 500 Kč
Administrativa	3 750 Kč
Projekce	7 500 Kč
Cena instalace na klíč	288 478 Kč
Náklady na instalaci 1Wp	58,80 Kč

Tab. 3. 3 Cenový návrh malé střešní elektrárny (převzato z [45])

Realizace malé střešní elektrárny o špičkovém výkonu 4,9 kW vyjde na 288 478,- Kč.

Dotovaná elektrárna zeleným bonusem		
průměrná roční výroba	4,4MWh	
roční spotřeba	6MWh	
výnosy ze zeleného bonusu	4,4MWh	27 148,0 Kč
roční úspora	40%, tj. 2,4MWh	13 800,0 Kč
přebytek dodaný do sítě	2MWh	600,0 Kč
roční náklady		-2 000,0 Kč
meziroční zisk		39 548,0 Kč
zisk za 20 let		790 960,0 Kč
náklady na realizaci		288 478,0 Kč
celkem		502 482,0 Kč

Tab. 3. 4 Cenová návratnost dotované malé střešní elektrárny (převzato z [45])

Nedotovaná elektrárna zeleným bonusem		
roční výroba	4,4MWh	
roční spotřeba	6MWh	
výnosy ze zeleného bonusu	4,4MWh	0,0 Kč
roční úspora	40%, tj. 2,4MWh	13 800,0 Kč
přebytek dodaný do sítě	2MWh	600,0 Kč
roční náklady		-2 000,0 Kč
meziroční zisk		12 400,0 Kč
zisk za 20 let		248 000,0 Kč
náklady na realizaci		288 478,0 Kč
celkem		-40 478,0 Kč

Tab. 3. 5 Cenová návratnost nedotované malé střešní elektrárny (převzato z [45])

Jak je z cenového návrhu vidět, se současnými dotacemi se z malé elektrárny stává výborná investice. Návratnost přijde již po sedmi letech a poté majitel jen vydělává. Bez dotací je však elektrárna prodělečná.

V cenovém návrhu je uvažováno:

- Zelený bonus s meziročním přírůstkem 2 %, v průměru za 20 let 6,17,- Kč/kWh
- Tarif elektřiny D25d, zdražování elektřiny o 2,5 % ročně, v průměru za 20 let 5,75,- Kč/kWh
- Přebytek dodaný do sítě bez dotace průměrně za 20 let 0,30,- Kč/kWh
- Roční náklady 2 000,- Kč, životnost měniče 15 let, jeho pořizovací cena 33 963,- Kč, připojištění nemovitosti
- Úbytek účinnosti panelů za 20 let o 20 %, průměrná roční výroba 4,4 MWh

Průměrný rok bez dotací by pro majitele znamenal ztrátu 2 024,- Kč. Aby příjmy pokryly náklady a majitel byl za 20 let alespoň tzv. na nule, musel by zelený bonus dotovat

46 halíří každou vyrobenou 1 kWh. Dotace mají být přiměřené a mají pomoci k ochraně životního prostředí. Nikoliv k tomu, aby si s nimi někdo plnil kapsy nebo naopak na výrobě "zelené" energie prodělával. Záleží jen na státních orgánech, kam nasměrují vývoj fotovoltaiky a vůbec všech OZE.

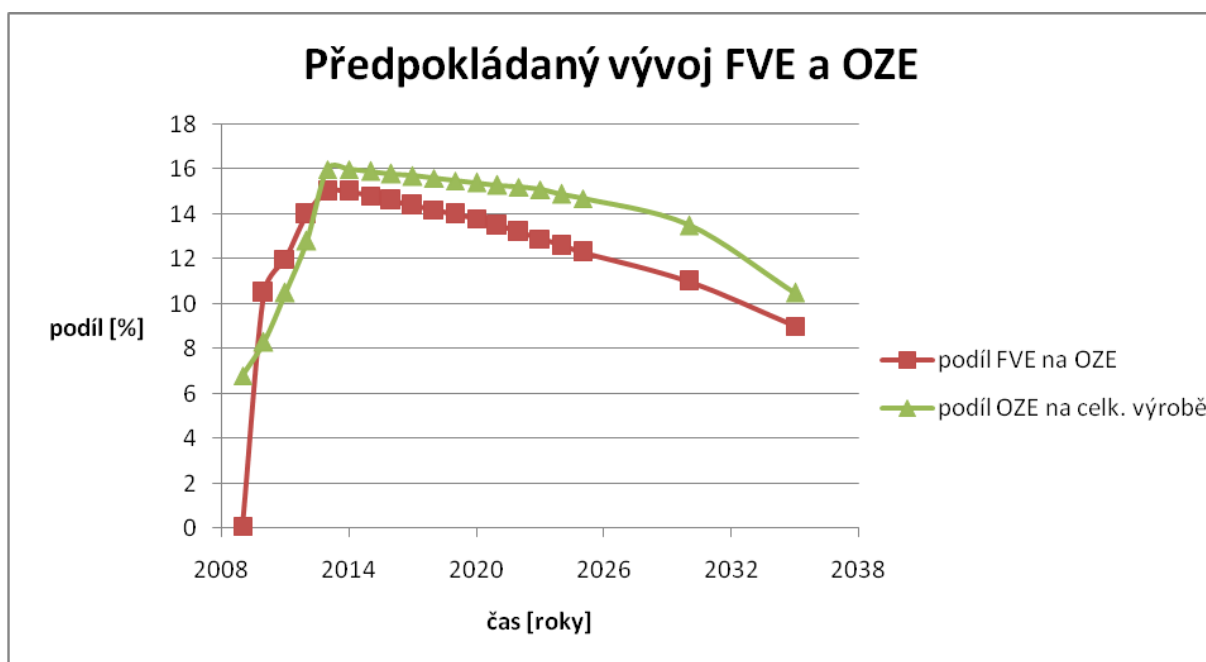
3.4 Bioplynové stanice

Ke konci roku 2010 bylo v ČR 174 bioplynových stanic s výkonem 97 MW. V současnosti máme 327 stanic s výkonem 224 MW. I v roce 2012 se bioplynové stanice stavějí, přestože ministerstvo zemědělství a ministerstvo průmyslu a obchodu zastavilo dotace na jejich výstavbu. Ministerstvo se snaží zabránit nekontrolovatelnému rozvoji a chce pouze splnit závazky vůči EU, nikoliv je překročit. Od roku 2013 má platit nový zákon o obnovitelných zdrojích, který zpřísňuje podmínky pro bioplynové stanice. Pro investory je výhodné stanici dokončit letos. Nově budou při výkupu energie podporovány jen ty stanice, které budou vyrábět a distribuovat nejen elektřinu, ale i teplo. Existuje tzv. Národní akční plán (NAP), který počítá s tím, že do roku 2020 budou obnovitelné zdroje pokrývat 13 % výroby elektrické energie. Pomocí bioplynových stanic by se mělo vyrábět 417 MW.

Energetický regulační úřad zahájil přípravy pro zastavení dotací na výkup a na tzv. zelený bonus pro všechny druhy obnovitelných zdrojů. Jestli změna vstoupí v platnost, není jisté. Legislativa se v ČR mění poměrně často a kolem obnovitelných zdrojů panuje dost otázek. Proto říci, jak se budou bioplynové stanice v dalších letech vyvíjet je velmi složité. Bez dotací na výkup a výstavbu budou ale bioplynové stanice pro investory nezajímavé.

3.5 Budoucnost OZE bez státních dotací

Národní akční plán počítá s 13,5 % účastí OZE na celkovém množství vyrobené elektrické energie v roce 2020. Tuto hodnotu bude ČR splňovat již v roce 2013. OZE by tudíž ve zmíněný rok měly vyrobit 11 TWh elektřiny. Nabízí se otázka, jak se budou obnovitelné zdroje vyvíjet za několik let, pokud se od roku 2014 přestanou finančně podporovat. Například fotovoltaické panely během 10 let snižují svoji účinnost o 10 procent. Životnost mají maximálně 20 - 25 let. I ostatní technologie OZE mají omezenou životnost. Může dojít k tomu, že firmy vlastníci fotovoltaické elektrárny zkrachují a panely zůstanou na poli jako nebezpečný odpad. Bez dotací se nikomu nevyplatí stavět nové elektrárny, popřípadě rekonstruovat ty staré. Výkon se nejen přestane navyšovat, ale naopak začne klesat.



Graf 3. 2 Předpokládaný vývoj fotovoltaiky a obnovitelných zdrojů v ČR – zdroj vlastní

4 Možnosti využití dalších OZE v ČR

4.1 Biomasa

Biomasa se rozumí organická látka, vzniklá působením slunečního záření a fotosyntézy. Lze ji poměrně snadno obnovovat. Při jejím spalování vzniká stejné množství CO_2 , jaké sama při svém růstu pohltila. Proto nepřispívá ke skleníkovému efektu a považuje se za obnovitelný zdroj. Dělí se na tzv.

a) suchou

b) mokrou

ad a) Suchá obsahuje menší množství vody a je tudíž vhodná ke spalování. V ČR je to nejčastěji dřevo a dřevní odpad, ale může to být také sláma, kukuřice apod. V poslední době je stále častěji k vidění využívání zemědělské plochy pro cílené pěstování rychlerostoucích dřevin. Jsou výhodné, protože mají za krátkou dobu velký hmotný přírůstek. Řadí se mezi ně topoly, lípy, olše či vrby.

ad b) Mokrou biomasou se rozumí např. hnůj, kejda (výtrusy zvířat), zemědělské a potravinářské odpady a vyříděný komunální odpad. Tento druh biomasy není vhodný ke spalování, ale lze jej efektivně využít v bioplynových stanicích.

Spalování pevné suché biomasy je tradiční záležitostí. Za účelem získat teplo se dřevo pálí již tisíce let. V novodobé historii se ale kromě tepla vyrábí z biomasy i elektřina. Princip elektrárny na biomasu je podobný jako princip uhelné či jaderné elektrárny. Spočívá v přeměně mechanické energie na elektrickou.

- 1) Přímým spalováním biomasy, v kotlích tomu určených, vzniká teplo. To se využije na ohřev vody, z které se stane pára. Pára je přiváděna na turbínu spojenou s generátorem a odtud získáváme elektrickou energii.
- 2) Druhou možností je zahřívání biomasy, při kterém se uvolňuje tzv. dřevoplyn. Pokud je přítomen vzduch, dochází k hoření. Biomasu lze také zahřívát bez přístupu kyslíku. Potom můžeme spalovat ve speciálním kotli samotný dřevoplyn.
- 3) Další možností je použít dřevoplyn jako palivo pro upravený spalovací motor. Točící se motor nahradí turbínu a generátor na něj připojený vyrobí elektrickou energii. Tyto speciální motory dodává v zastoupení finské firmy Wartsila i společnost Progress Power z Hradce Králové. V nabídce jsou motory od 1 do 300 MW.



Obr. 4. 1 Pístový motor na dřevoplyn (převzato z [40])

V současné době se mnohdy biomasa spaluje spolu s uhlím v uhelných elektrárnách a teplárnách např. v Hodoníně, Dvoře Králové a Jindřichově Hradci. Je to prováděno z ekonomických důvodů. Toto jednoduché řešení je k životnímu prostředí šetrné pouze tehdy, pokud se kombinované spalování provádí v upravených kotlích. Dřevo má delší plameny než uhlí a jiný bod hoření.

Biomasa se rozšířila i do domácností díky projektu Zelená úsporám. Tento projekt přispíval na domácí kotle až 95 000,- Kč. V domácnostech se pochopitelně jedná pouze o výrobu tepla, nikoliv elektrické energie.

Největší výhodou biomasy je příznivý vliv na životní prostředí a to, že spalováním biomasy mnohdy vlastně likvidujeme přírodní odpad. Mezi nevýhody patří při velké spotřebě

obstarávání a svážení biomasy z velké dálky. Je nutné mít rozsáhlejší prostory pro její skladování.

Přes všechna pro a proti tvoří spalování pevné biomasy v ČR zhruba pětinu produkce elektřiny (1,5 TWh) mezi všemi obnovitelnými zdroji. Elektrárna Hodonín vyrobila z biomasy za rok 2011 více než 223 GWh. Denně si vyžádá 1 200 tun biomasy.

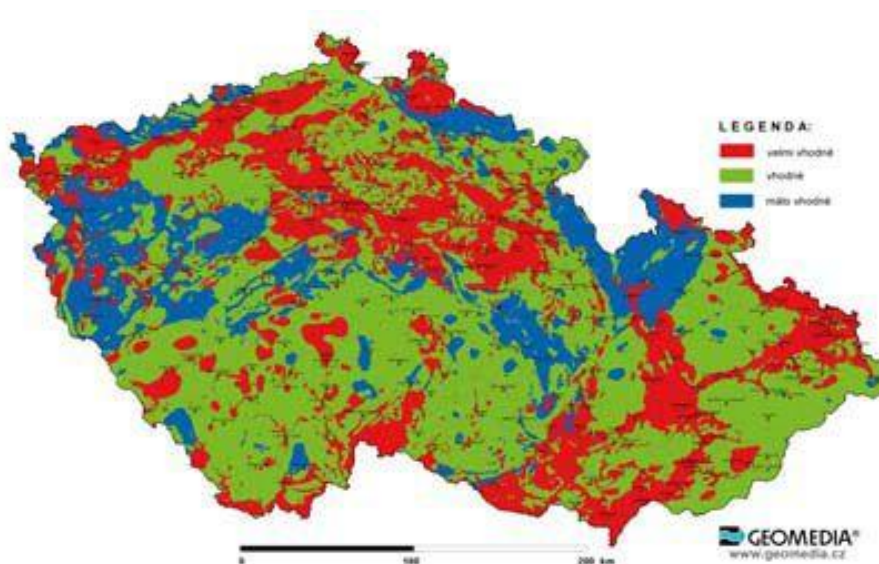
4.2 Geotermální energie

Jak název napovídá, jedná se o využívání tepelné energie ze Země a to k vytápění objektů i k výrobě elektrické energie. Teplota v nitru Země je výsledkem formování planety před 4 miliardami let. Potenciál geotermální energie je nepředstavitelný. Této energie je 50 000krát více než energie z plynu a ropy na celém světě. Problém je, že ji lidstvo zatím neumí tak dobře využívat. Je to mnohdy velice nákladné, technologicky náročné a na některých územích dokonce nemožné.

Princip spočívá v tom, že se do země vyhloubí vrt. Může být i několik kilometrů dlouhý. Vrt slouží k získávání tepla z podzemí. Médiem, pomocí něhož je to uskutečňováno, je voda, nebo pára. Získané teplo se využívá k vytápění objektů nebo k výrobě elektrické energie. V zásadě jsou čtyři druhy geotermálních elektráren:

- 1) Využívají suché páry o teplotě nad 235 °C. Pára se rovnou přivádí do turbíny. Je to nejjednodušší řešení. Nejstarší elektrárna tohoto typu je v Kalifornii a slouží od roku 1960.
- 2) Využívají vody o teplotě vyšší než 182 °C. Tato voda je hluboko v podzemí pod velkým tlakem. Čerpáním vody k povrchu Země klesá tlak a voda se mění v páru.
- 3) Využívají vody o menší teplotě než v předešlých případech. Vyčerpaná voda předá teplo tekutině s nižším bodem varu. Tato tekutina se změní v páru, která je přiváděna do turbíny.
- 4) Využívají teplých hornin o teplotě okolo 200 °C. Studená voda se z povrchu tlačí do země, kde je od rozpálených hornin ohřívána. V podobě páry pak směřuje zpět na povrch.

Na celém světě činí výkon geotermálních elektráren 2 500 MW. V ČR zatím žádná geotermální elektrárna v provozu není. Probíhá ale výstavba projektu za 2,5 miliardy korun v Litoměřicích. Elektrický výkon by měl činit 5 MW. Tepelný výkon 43 MW bude využíván pro vytápění domácností asi 8 000 obyvatel. Návrhnost investice je odhadována na 25 až 30 let. Vrt by měl být dlouhý 5 km. Technologie, jíž je využito, je popsána výše v bodu 4. Tedy využívání tepla od rozpálených hornin.



Obr. 4. 2 Lokality pro výstavbu geotermálních elektráren, červená – velmi vhodná, zelená – vhodná, modrá – málo vhodná (převzato z [34])

K vytápění se geotermální energie již v ČR používá. V Děčíně ze země samovolně vytéká voda o teplotě 30 °C. Tato voda je pomocí tepelného čerpadla ochlazována na 10 °C. Ochlazená voda slouží jako pitná voda pro město a získaná energie se využívá v městské teplárně. Dalším příkladem je Zoologická zahrada v Ústí nad Labem. Zde se pomocí 515 m hlubokého vrtu získává voda o teplotě 32 °C. Využití nachází geotermální energie i pro vytápění rodinných domků. Pro tyto účely se realizují vrty do hloubky maximálně 100 m, kde je celoroční teplota mezi 8 a 12 °C. Je opět nutné použít tepelné čerpadlo. Na 1 kW výkonu je připadá 18 m hluboký vrt. Pro provedení vrtu jsou nutná povolení.

Tepelné čerpadlo typu země-voda je založeno na následujícím principu: do země pouštíme vodu či nemrznoucí směs. Voda odebírá teplotu okolí (zemi), tzn. je ohřívána na vyšší teplotu, než má na povrchu země. Ohřátá voda ve výměníku předá teplo kapalnému chladivu. To je látka s nižším bodem varu, než je teplota okolního prostředí, ze kterého je teplo čerpáno. Chladivo se změní v plyn, který se kompresorem prudce stlačí. Tím stoupne jeho teplota, kterou v kondenzátoru předá pomocí druhého výměníku například do radiátoru. Zchlazené a zkapalněné chladivo opět putuje do výměníku k dalšímu zahřátí. Celý cyklus se opakuje.

Kolik energie tímto procesem spotřebujeme, a kolik získáme, nám vyjadřuje topný faktor:

$$\varepsilon = Q/E [-]$$

Rovnice 4. 1 Topný faktor (převzato z [35])

Q = teplo dodané do vytápění [kWh]

E = energie pro pohon TČ [kWh]

Tepelná čerpadla využívající systém země-voda dosahují v příznivých případech topného faktoru až 6. Systémy vzduch-voda mají 2 až 4.

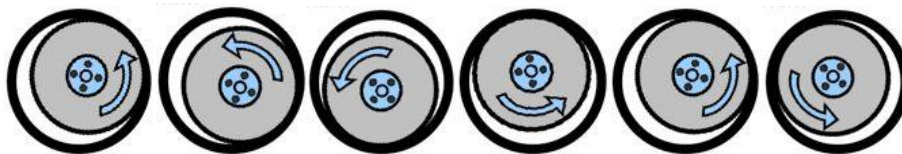
4.3 Mikroturbíny

Až do nedávné doby nebyl znám způsob, jak efektivně využít opravdu malé vodní průtoky na spádech od 1 do 20 metrů, kterých je na malých říčkách, strouhách a potocích po České republice nespočet. Při použití klasických principů vodních elektráren pro takto malé spády je provoz neekonomický nebo nerealizovatelný. Pokud bychom potenciály všech těchto spádů sečetli, dostali bychom se do stovek megawattů.

To si uvědomoval i pan Ing. Miroslav Sedláček, CSc. ze Stavební fakulty ČVUT Praha. Se svým týmem vymyslel bezopatkový hydrodynamický systém, založený na principu odvalování rotoru. Rotorem je obyčejná dutá polokoule nebo dutý komolý kužel. Voda vtékající do statoru uvede rotor v pohyb. Ten se točí okolo své osy, ale také se odvaluje podél stěny rotoru. Koná tedy rotační i takzvaný precesní pohyb – mění se poloha osy rotoru. Využívá se spirálního proudění v mezeře mezi rotorem a státorem. Rotor je přes hřídelku opatřenou kloubem spojen s generátorem. Konstrukce je velmi jednoduchá a dosahuje účinnosti od 55 do 75 %.

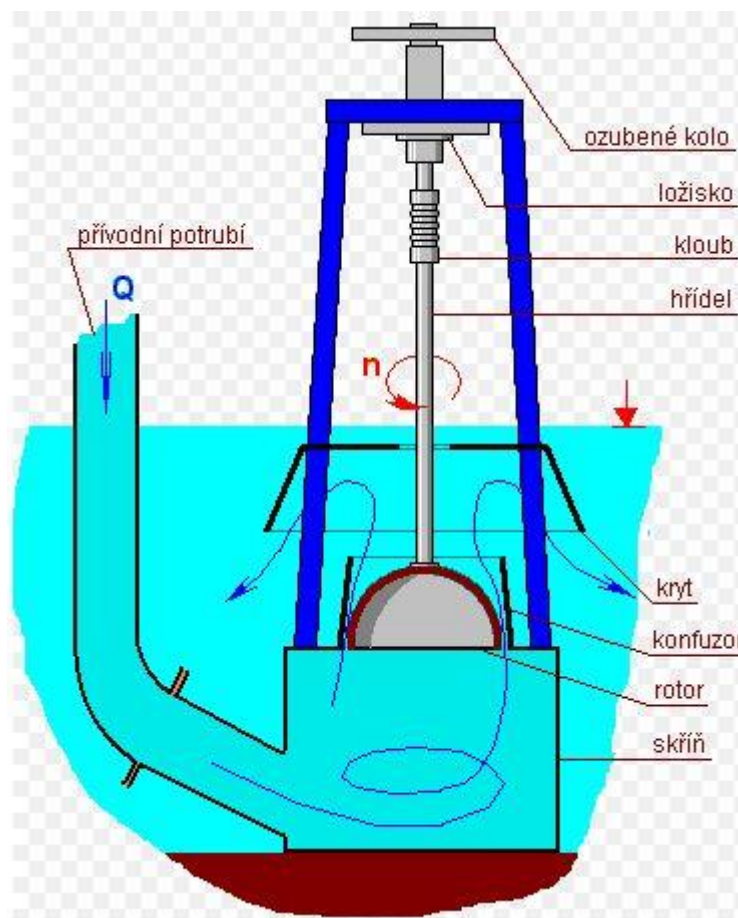
Turbína nachází uplatnění jak v ostrovních režimech, např. pro rekreační chaty, tak i pro částečné pokrývání spotřeby domácností a firem v blízkosti malých vodních spádů. Rotační pohyb turbínky lze použít i pro pohon čerpadla k zavlažovacím účelům.

Pohled shora:



Obr. 4. 3 Pohled shora na točící se rotor (převzato z [53])

Pohled ze strany:



Obr. 4. 4 Pohled ze strany na turbínu Setur (převzato z [54])

Turbína byla ve spolupráci MECHANIKA Králův Dvůr uvedena do sériové výroby. Nese název Setur (**SE**dláčková **TUR**bína) a je k dostání v několika provedení, nejčastěji DVE 120 a DVE 120 AG.

DVE 120: dodává výkon o napětí 12 nebo 24 V. Energie je vhodná k akumulaci. Cena je 42 000,- Kč bez DPH.

Spád [m]	Průtok [l/s]	Výkon [W]	
		mechanický	elektrický
3,5-20,0	4,0-20,0	75-2100	35-1000

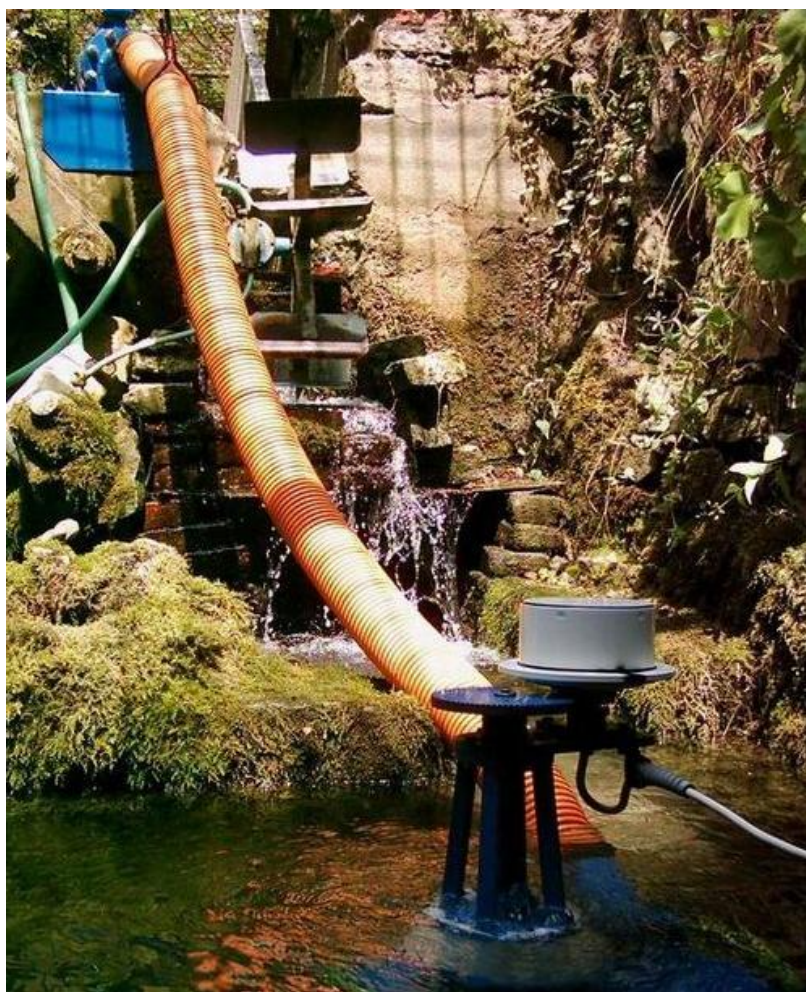
Tab. 4. 1 Parametry Setur DVE 120 (převzato z [51])

DVE 120 AG: je opatřena převodovkou a generátorem, dodává výkon o napětí 3 x 400 V a je vhodná k pokrývání části spotřeby.

Spád [m]	Průtok [l/s]	Výkon [W]	
		mechanický	elektrický
3,5-20,0	4,0-20,0	75-2100	45-1200

Tab. 4. 2 Parametry Setur DVE 120 AG (převzato z [51])

Unikátní technologie je patentově chráněna v několika zemích Evropy i ve světě, např. ve Spojených státech amerických a v Austrálii. Turbína získala celou řadu významných ocenění. V roce 2008 na výstavě vynálezů v Číně získala třetí místo. V tomtéž roce získala třetí místo na veletrhu IENA v Německu. Roku 2009 získala cenu platformy podnikatelů pro rozvojovou zahraniční práci za druhé místo v kategorii Technologie pro vodní energii a několik dalších ocenění.



Obr. 4. 5 Turbína SETUR DVE 120 instalována v obci Svatý Jan pod Skalou (převzato z [51])

Obrázky 4.3 a 4.4 použité v této kapitole podléhají licenci Creative Commons. Autorem vynálezu je Ing. Miroslav Sedláček, CSc.

Závěr

Je jasné, že pilířem energetické budoucnosti nemohou být fosilní paliva. Celosvětové zásoby se ztenčují a vliv na životní prostředí je při jejich využívání markantní. Existují dva reálné způsoby, jak je zcela nahradit. Jadernou energií nebo obnovitelnými zdroji. Nejpravděpodobnější variantou je kombinace těchto dvou způsobů. Havárie jaderné elektrárny ve Fukušimě rozvířila diskuse o bezpečnosti této metody. Pravdou ale je, že se jaderná energie celosvětově podílí na výrobě 17 %. V ČR má podíl dokonce přes 30 %. Využívání obnovitelných zdrojů je oproti jaderné energii prosazováno až v posledních několika letech. Nyní v ČR zaujímají podíl na výrobě zhruba 11 %.

Predikovat, jakým způsobem se budou v ČR v blízké budoucnosti vyvíjet, není jednoduché. Legislativní prostředí týkající se těchto zdrojů se mění velmi často. Obnovitelné zdroje jsou v takové fázi vývoje, že elektřina z nich vyrobená je oproti elektřině pocházející z klasických zdrojů dražší. Zájem o obnovitelné zdroje energie bude proto tak velký, jak budou velké státní dotace. Problémem je budoucí nejistota a nepřehlednost. Jedinou jistotou je, že v roce 2020 budou mít obnovitelné zdroje podíl minimálně 13,5 %. S tím počítá Národní akční plán odvíjející se od závazků vůči EU. Tuto hodnotu však budeme splňovat již o 7 let dříve, v roce 2013. Náklady na podporu OZE nejsou zanedbatelné. Proto se Energetický regulační úřad snaží změnou legislativy zastavit dotace od roku 2014.

Pokud změna vstoupí v platnost, bude to znamenat zcela zásadní změnu ve vývoji OZE. Nevyplatí se stavět elektrárny na biomasu, větrné elektrárny, bioplynové stanice a ani malé či větší fotovoltaické elektrárny. Bez finanční podpory nejsou obnovitelné zdroje konkurenceschopné. Jde o pohled na věc a priority společnosti.

Jestli si obnovitelné zdroje udrží růst nebo začnou naopak svůj vliv ztrácet, se dozvíme za několik měsíců. Nyní nemůžeme s určitostí o budoucnu OZE říci nic.

Seznam symbolů a zkratek

ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
MW	megawatt
kW	kilowatt
MWh	megawatthodina
kWh	kilowatthodina
TWh	terawatthodina
tj.	to je
tzn.....	to znamená
VE	vodní elektrárna
VTE.....	větrná elektrárna
FTE	fotovoltaická elektrárna
Kč.....	korun českých
CO ₂	oxid uhličitý
OZE.....	obnovitelné zdroje energie
ČEZ.....	České energetické závody
ERU	Energetický regulační úřad
ČEPS.....	Česká energetická přenosová soustava
ČVUT.....	České vysoké učení technické
NAP	Národní akční plán
DPH	daň z přidané hodnoty
Q.....	teplo
E.....	energie
V	volt
%	procento
€	euro
°C	stupňů Celsia
ε.....	topný faktor
ρ.....	hustota vzduchu
S	plocha
u	rychlost vzduchu

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] KOLEKTIV AUTORŮ. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v ČR*. Praha: ČEZ, a.s., 2007.
- [2] BROŽ, Karel a Bořivoj ŠOUREK. *Alternativní zdroje energie*. Praha: ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02802-X.
- [3] ŠKORPIL, Jan a Milan KASÁRNÍK. *Obnovitelné zdroje I.: vodní elektrárny*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2000. ISBN 80-7082-675-4.
- [4] Statistika - Energie. *Energetický regulační úřad* [online]. [cit. 2012-02-07]. Dostupné z: http://eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2010/pdf/energie.pdf
- [5] Řemenice v elektrárně písek. *Wikipedie* [online]. 2007 [cit. 2012-02-10]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Remenice-v-elektarne-pisek.jpg>
- [6] Peltonova turbína. *Malé vodní elektrárny* [online]. [cit. 2012-02-17]. Dostupné z: <http://www.vodni-elektarny.cz/peltonova-turb%C3%ADna>
- [7] Aktuální instalace. *Česká společnost pro větrnou energii* [online]. [cit. 2012-02-18]. Dostupné z: <http://csve.cz/cz/aktualni-instalace>
- [8] *Větrné elektrárny* [online]. [cit. 2012-02-18]. Dostupné z: <http://www.vetrne-elektarny.com/>
- [9] Fotovoltaický jev. *Solární systémy* [online]. [cit. 2012-03-03]. Dostupné z: <http://www.micronix.cz/solarix/zakladni-informace/fotovoltacky-jev>
- [10] Cenová rozhodnutí. *Energetický regulační úřad* [online]. [cit. 2012-02-24]. Dostupné z: http://eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/2011/ER%20CR%207_2011OZEKVETDZ.pdf
- [11] Statistika - Elektřina. *Energetický regulační úřad* [online]. [cit. 2012-02-07]. Dostupné z: http://eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2010/pdf/elektrina.pdf
- [12] Statistika - Energie. *Energetický regulační úřad* [online]. [cit. 2012-02-11]. Dostupné z: http://eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2010/pdf/energie.pdf
- [13] Obnovitelné zdroje energie. *Wikipedie* [online]. [cit. 2012-03-06]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Obnoviteln%C3%BD_zdroj_energie
- [14] Definice a členění. *Občanské sdružení biomasa 2010* [online]. [cit. 2012-03-17]. Dostupné z: <http://www.biomasa2010.cz/co-je-to/>
- [15] Cenová rozhodnutí. *Energetický regulační úřad* [online]. [cit. 2012-03-17]. Dostupné z: http://eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/2011/ER%20CR%207_2011OZEKVETDZ.pdf

- [16] *Národní technologická platforma pro bioplyn* [online]. [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: <http://www.czba.cz/>
- [17] Schéma bioplynové stanice. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/bioplynove_stanice/\\$FILE/oued-bioplyn_schema1-20100315.jpg](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/bioplynove_stanice/$FILE/oued-bioplyn_schema1-20100315.jpg)
- [18] Elektrárna. *Wikipedie* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Elekt%C3%A1rna>
- [19] *Obnovitelné zdroje energie v ČR* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://oei.fme.vutbr.cz/teplarenstvi/papers/fiedler/oz-v-cr.pdf>
- [20] Vodní elektrárna Slapy. *ČEZ* [online]. [cit. 2012-04-21]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/3441.html>
- [21] Více elektřiny z vodních elektráren. *Český kutil* [online]. [cit. 2012-04-21]. Dostupné z: <http://www.ceskykutil.cz/vic-elektřiny-z-vodnich-elektřaren>
- [22] Tisková zpráva. *Energetický regulační úřad* [online]. [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: http://eru.cz/user_data/files/tiskove%20zpravy/2012/TZ_OZ_finall_konec.pdf
- [23] Budoucnost větrných elektráren. *Česká televize* [online]. [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/10159875412-milenium/210411058030827/>
- [24] Statistika. *Česká společnost pro větrnou energii* [online]. [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/cz/clanky/statistika/281>
- [25] Aktuality. *Solar Liglass* [online]. [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: <http://www.solar-liglass.cz/novinky-solar-liglass/184-konec-stop-stavu.html>
- [26] Zprávy. *Solární novinky* [online]. [cit. 2012-05-03]. Dostupné z: <http://solarninovinky.cz/2010/index.php?rs=4&rl=2011072602&rm=15>
- [27] Aktuálně alternativní energie. *Nalezeno* [online]. [cit. 2012-05-04]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/aktualne/novinky-z-magazinu-alternativni-energie-rolety-na-solarni-pohon-a-prisnejsi-pravidla-pro-bioplynky.aspx>
- [28] Rozvoj bioplynových stanic. *Mediafax* [online]. [cit. 2012-05-04]. Dostupné z: <http://www.mediafax.cz/politika/3265740-Nekontrolovatelny-rozvoj-bioplynovych-stanic-by-podle-ministra-Kocourka-zvysil-ceny-elektřiny>
- [29] Dopady nového zákona. *Biom* [online]. [cit. 2012-05-04]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/dopady-noveho-zakona-o-podporovanych-zdrojich-na-efektivitu-vyuziti-biomasy-a-bioplynu>
- [30] Ceny vzorových projektů. *Solární výroba* [online]. [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.solarnivyroba.cz/ceny-vzorovych-projektu>

- [31] Návratnost investice. *Solární výroba* [online]. [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.solarnivyroba.cz/navratnost-investice>
- [32] Jak funguje výroba energie z biomasy. *ČEZ* [online]. [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/obnovitelne-zdroje/biomasa/flash-model-jak-funguje-vyroba-energie-z-biomasy.html>
- [33] Využívání pevné biomasy. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/vyuzivani_pevne_biomasy
- [34] Geotermální mapa. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/geotermalni_energie/\\$FILE/oued-geoterm_mapa1-20100315.jpg](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/geotermalni_energie/$FILE/oued-geoterm_mapa1-20100315.jpg)
- [35] Geotermální energie. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/geotermalni_energie
- [36] Geotermální energie. *Zdroje energie* [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://zdrojeenergie.blogspot.com/2008/10/geotermalni-energie.html>
- [37] První geotermální elektrárna. *Nalezeno* [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/prvni-geotermalni-elektrarna-v-cr-liberec-nebo-litomerice.aspx>
- [38] Princip tepelného čerpadla. *Český výrobce Revel* [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.revel-pex.com/tepelna-cerpadla-vzduch-voda/princip-tepelneho-cerpadla/>
- [39] Princip tepelných čerpadel. *Tepelná čerpadla MasterTherm* [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.mastertherm.cz/princip-tepelneho-cerpadla>
- [40] Zdroje s pístovými motory. *Progress Power* [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.progress-power.cz/cs/zdroje-s-pistovymi-motory-predstaveni.aspx?>
- [41] Elektrárny ČEZ spalující biomasu. *ČEZ* [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/obnovitelne-zdroje/biomasa/elektrarny-cez-spalujici-biomasu.html>
- [42] Fotovoltaická zařízení. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/fotovoltaicka_zarizeni
- [43] Větrné elektrárny. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2012-02-18]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/vetne_elektrarny
- [44] Malé vodní elektrárny. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2012-02-07]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/male_vodni_elektrarny
- [45] Cenová nabídka. *SVP Solar* [online]. [cit. 2012-02-08]. Dostupné z: <http://www.svp-solar.cz/wp-content/uploads/2010/07/FVE-vzorov%C3%A11-nab%C3%ADdka-na-k1%C3%AD%C4%8D-duben-2012.pdf>

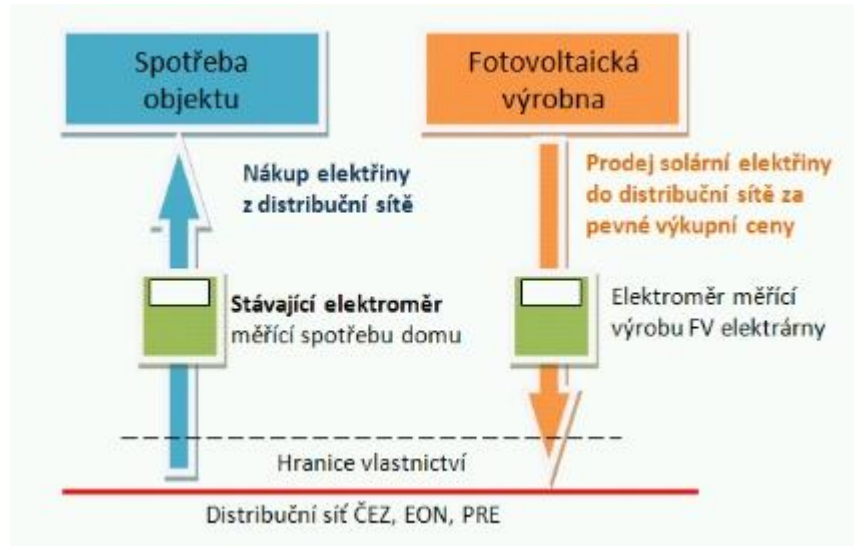
- [46] Ceník elektřiny. *ČEZ* [online]. [cit. 2012-02-08]. Dostupné z: http://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/cez_cz_ele_cenikmoo_2012_web.pdf
- [47] Návratnost fotovoltaické elektrárny. *SVP Solar* [online]. [cit. 2012-02-08]. Dostupné z: <http://www.svp-solar.cz/wp-content/uploads/2010/07/FVE-vzorov%C3%A1-n%C3%A1vratnost-duben-2012.pdf>
- [48] Experimentální provoz bezlopatkové turbíny. *Fakulta stavební* [online]. [cit. 2012-05-19]. Dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/~k126/veda/vz/zlutice.pdf>
- [49] Vodní mikroturbíny. *Metalmind* [online]. [cit. 2012-05-19]. Dostupné z: <http://www.metalmind.cz/male-vodni-mikroturbinky/vodni-miniturbiny/>
- [50] Sedláčková turbína. *Profit* [online]. [cit. 2012-05-19]. Dostupné z: <http://profit.tyden.cz/clanek/sedlackova-turbina-je-senzaci-mezi-vynalezky/>
- [51] Sedláčková turbína. *Mechanika Králův Dvůr* [online]. [cit. 2012-05-19]. Dostupné z: <http://www.mechanikakd.cz/>
- [52] Setur. *Wikipedie* [online]. [cit. 2012-05-19]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/SETUR>
- [53] Setur. *Wikipedie* [online]. [cit. 2012-05-19]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:SETURodvalAnim.gif>
- [54] Setur. *Wikipedie* [online]. [cit. 2012-05-19]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Setur-v2.gif>
- [55] Velikost větrné elektrárny. *Česká společnost pro větrnou energii* [online]. [cit. 2012-02-07]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/clanky/velikost-vetrne-elektrarny-a-jejivyvoj/110>
- [56] Energetika ve světě. *ČEZ* [online]. [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/pro-media/cisla-a-statistiky/energetika-ve-svete.html>
- [57] Mapa bioplynových stanic. *Biom* [online]. [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/produkty-a-sluzby/bioplynovyestanice>
- [58] Větrné elektrárny vyvolávají změnu. *Novinky* [online]. [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/veda-skoly/266629-pad-ekologicke-modly-vetrne-elektrarny-vyvolavaji-zmenu-klimatu.html>
- [59] Bioplynové stanice. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/cz/bioplynovyestanice>
- [60] Obnovitelné zdroje energie: Přehled druhů a technologií. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/obnovitelne_zdroje_informacni_podpora/\\$FILE/oued-prehled_OZE-20100312.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/obnovitelne_zdroje_informacni_podpora/$FILE/oued-prehled_OZE-20100312.pdf)

- [61] Formy výkupu vyrobené energie. *Solární výroba* [online]. [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.solarnivyroba.cz/formy-vykupu-vyrobene-elektriny>
- [62] Ministr Kocourek: Odmítám nekontrolovatelný rozvoj bioplynových stanic. *Parlamentní listy* [online]. [cit. 2012-05-23]. Dostupné z: <http://www.parlamentnilisty.cz/arena/politici-volicum/Ministr-Kocourek-Odmitam-nekontrolovatelnny-rozvoj-bioplynovych-stanic-205280>

Přílohy

Formy výkupu elektrické energie (převzato z [61])

Přímý výkup:



Zelený bonus:

