



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE V ČR RENEWABLE RESOURCES OF ENERGY IN CZECH REPUBLIC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LUCIE DRAHOKOUPILOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

DOC. ING. JAN FIEDLER, DR.

BRNO 2008

Anotace

Obsahem bakalářské práce je odborná rešerše obnovitelných zdrojů energie v České republice. V kapitolách jsou popsány jednotlivé druhy obnovitelné energie – sluneční energie, vodní energie, energie z biomasy, geotermální energie, větrná energie a jejich výhody a nevýhody. V závěru bakalářské práce je uveden výhled jejich využívání do roku 2010.

Annotation

The content of bachelor study is the technical recherche of the renewable resources of energy in Czech Republic. In the chapters are described various types of renewable energy - solar energy, hydropower, biomass energy, geothermal energy, wind energy and their advantages and disadvantages. In conclusion of bachelor study is given perspective of their use by 2010.

Klíčová slova

obnovitelné
zdroje
energie
slunce
voda
biomasa
geotermální
vítr

Key words

renewable
resources
energy
sun
water
biomass
geothermal
wind

Bibliografická citace závěrečné práce:

DRAHOKOUPILOVÁ, L. Obnovitelné zdroje energie v ČR.
Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 28s.
Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jan Fiedler, Dr.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem byla seznámena s předpisy pro vypracování bakalářské práce a že jsem ji vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury, kterou jsem zpracovala pod vedením vedoucího bakalářské práce doc. Ing. Jana Fiedlera, Dr.

V Brně dne 23.května 2008

.....

Poděkování

Chtěla bych poděkovat doc. Ing. Janu Fiedlerovi, Dr. za odborné vedení, věnovaný čas, poskytnuté cenné rady a zapůjčenou literaturu.

Děkuji.

Obsah

OBSAH	7
1. ÚVOD	8
1.1. Obnovitelné zdroje energie	8
1.2. Výhody a nevýhody obnovitelných zdrojů	8
1.3. Legislativa v ČR	9
2. SLUNEČNÍ ENERGIE	10
2.1. Využití sluneční energie	10
2.1.1. Sluneční kolektory	10
2.1.2. Fotovoltaické články	11
2.2. Současný stav využití v ČR	11
2.3. Výhody a nevýhody sluneční energie	12
3. VODNÍ ENERGIE	13
3.1. Rozdělení vodních elektráren	13
3.2. Rozdělení vodních turbín	15
3.3. Současný stav využití v ČR	16
3.4. Výhody a nevýhody vodní energie	16
4. BIOMASA	16
4.1. Dělení biomasy	17
4.2. Zpracování biomasy	17
4.2.1. Suché procesy	18
4.2.2. Mokré procesy	18
4.2.3. Mechanické (fyzikálně chemické) procesy	19
4.3. Současný stav využití v ČR	20
4.4. Výhody a nevýhody využívání biomasy	20
5. GEOTERMÁLNÍ ENERGIE	21
5.1. Vhodné oblasti pro geotermální energii	21
5.2. Typy tepelných čerpadel	22
5.3. Výhody a nevýhody geotermální energie	23
6. VĚTRNÁ ENERGIE	23
6.1. Současný stav využití v ČR	23
6.2. Technické řešení	24
6.3. Podmínky pro výstavbu větrné elektrárny	25
6.4. Výhody a nevýhody větrné energie	25
7. VÝHLED NA OBOBÍ DO ROKU 2010	26
8. ZÁVĚR	27
9. LITERATURA	28

1. Úvod

S rozmachem moderních technologií a růstem životní úrovně se neustále zvyšuje spotřeba energie, zejména v rozvojových zemích.

Jako nejpoužívanější zdroj jsou v současné době využívána fosilní paliva, která mají omezené zásoby. Vzhledem k jejich neobnovitelnosti je stále naléhavější hledat nové alternativní zdroje energie. Možností je i zdokonalování účinnosti již známých obnovitelných zdrojů.



Obr. 1

1.1. Obnovitelné zdroje energie

Obnovitelné zdroje energie se díky slunečnímu záření a dalším procesům neustále obnovují, proto se nazývají obnovitelné.

K primárním zdrojům patří všechny zdroje energie, které mají původ v přírodě. Dělí se na:

- obnovitelné zdroje energie – např. voda, vítr, slunce, biomasa, geotermální energie,
- vyčerpatelné zásoby energie – např. ropa, uhlí, zemní plyn.

Obnovitelné zdroje energie můžeme využít pro výrobu elektrické nebo tepelné energie, popřípadě v menší míře i chemické energie (vodík).

Hlavními příčinami malého zastoupení obnovitelných zdrojů energie v České republice jsou zejména:

- dlouhodobé zaměření na tradiční tuzemský zdroj energie – uhlí a jadernou energii,
- poměrně nízké ceny tradičních energetických zdrojů, převážně uhlí,
- nutnost zálohy v podobě klasických zdrojů odpovídajícího výkonu,
- omezené možnosti obnovitelných energetických zdrojů, které jsou dány přírodními podmínkami a geografickou polohou našeho státu.

V České republice je možno využívat následující obnovitelné zdroje energie:

- energii vodních toků
- sluneční energii
- energii z biomasy, kapalných biopaliv a bioplynu
- energii větru
- geotermální energii

1.2. Výhody a nevýhody obnovitelných zdrojů

Využívání obnovitelných zdrojů energie přináší řadu výhod, ale i nevýhod. Jejich rozumné využívání může přispět ke zpomalení postupného vyčerpávání neobnovitelných zdrojů energie.

Výhody

Nespornou výhodou je jejich praktická nevyčerpatelnost, tedy jejich obnovitelnost. Při provozu neznečišťují životní prostředí, na rozdíl od fosilních paliv, a nezvyšují trvale množství skleníkových plynů.

Nevýhody

Obnovitelné zdroje mají i své menší nevýhody, vyplývající většinou z jejich podstaty. Energie, kterou zachycují, má menší plošnou nebo prostorovou hustotu. Proto zařízení s kapacitou, srovnatelnou se zdroji klasickými, jsou mnohem větší a technologicky náročnější, tedy z hlediska počáteční investice i dražší. Dále energie dodávaná obnovitelnými zdroji je plně závislá na přírodních podmínkách, například slunečním svitu, větru a dešti.

1.3. Legislativa v ČR

Česká republika se jako členský stát Evropské unie zavázala ke zvýšení výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie.

Výchozím dokumentem je Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/77/ES ze dne 27. září 2001 o podpoře elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů energie na vnitřním trhu s elektřinou. Z této směrnice vychází následující zákony [3]:

a) 458/2000 Sb. – Zákon o podmínkách a výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon).

Tento zákon upravuje podmínky podnikání, výkon státní správy a regulaci v energetických odvětvích, kterými jsou elektroenergetika, plynárenství a teplárenství, jakož i práva a povinnosti fyzických a právnických osob s tím spojené.

b) Podpora využití obnovitelných zdrojů energie je ustanovena především zákonem číslo 180/2005 Sb. – Zákon o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie.

Účelem tohoto zákona je v zájmu ochrany klimatu a ochrany životního prostředí

- podpořit využití obnovitelných zdrojů energie (dále jen „obnovitelné zdroje“),
- zajistit trvalé zvyšování podílu obnovitelných zdrojů na spotřebě primárních energetických zdrojů na spotřebě primárních energetických zdrojů,
- přispět k šetrnému využívání přírodních zdrojů a k trvale udržitelnému rozvoji společnosti,
- vytvořit podmínky pro naplnění indikativního cíle podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v České republice ve výši 8 % k roku 2010 a vytvořit podmínky pro další zvyšování toho podílu po roce 2010.

c) Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 7/2007 ze dne 20. listopadu 2007, kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných energetických zdrojů.

Pro elektřinu vyrobenou z obnovitelných zdrojů energie jsou stanoveny výkupní ceny a zelené bonusy.

2. Sluneční energie

Slunce je základním a nepostradatelným zdrojem energie pro celou Zemi. Téměř veškerá energie pochází právě ze slunečního záření a to přímo nebo odrazem o mraky, částice vodní páry a aerosolové částice v atmosféře nebo odrazem od okolních povrchů.

Na území České republiky dopadne za rok asi miliónkrát více sluneční energie, než je naše roční spotřeba elektrické energie. Sluneční záření proto představuje velký zdroj energie, který se nabízí k využití.

Získávání elektrické energie přímo ze slunečního záření je z hlediska životního prostředí čistý a šetrný způsob její výroby.

2.1. Využití sluneční energie

Využívání slunečního záření je realizováno přeměnou na využitelné formy energie, jako je tepelná, elektrická nebo chemická.

- tepelná - k zásobování teplou vodou i k její následné přeměně na energii elektrickou,
- elektrická - přímo z využitím fotovoltaických článků.
- chemická - při pěstování řasových kultur nebo k rozkladu vody.

Energii ze slunce můžeme využít několika způsoby, například slunečními kolektory, fotovoltaickými články, solárně termickými elektrárnami nebo k rozkladu vody (elektrolýza). V České republice není dostatečná intenzita slunečního svitu pro solárně termické elektrárny. Jejich výstavba je proto neekonomická.

2.1.1. Sluneční kolektory

Sluneční kolektory pohlcují sluneční záření a přímo jej přeměňují na teplo, kterým se ohřívá přenosové médium. Dopadající energii slunečního záření lze kolektorem zachytit s určitou účinností. Účinnost závisí na rozdílu teplot absorberu a okolního vzduchu. To znamená, že v letním období pracuje kolektor s poměrně vysokou účinností, zatímco v zimním období účinnost kolektorů klesá.

Z hlediska teplotnosného média se rozlišují solární kolektory na:

- kapalinové
- vzduchové

Z hlediska tvaru se rozdělují na:

- ploché
- trubicové

Umístění kolektorových ploch

Podle umístění lze rozdělit kolektory do několika skupin:

- kolektory integrované do střešní krytiny

Vhodné je používat obdélníkové tvary šikmých střech orientované na jih.

Výhodou může být použití velkoplošných kolektorů, jednoduchá montáž. Cenově je to nejvýhodnější varianta.

Naopak nevýhodou může být obtížný přístup pro údržbu a opravu nebo skutečnost, že je při poruše skla narušena těsnost krytiny.

- kolektory na vlastní konstrukci

Kolektory lze osadit i na ploché střechy a to na stojany obvykle materiálové kombinace beton a hliník nebo ocelové konzoly, které jsou uchycené přímo k plášťové konstrukci střechy. Tyto kolektory musí být zajištěny proti působení větru.

Výhodou těchto kolektorů je optimální orientace a sklon, snadný přístup pro údržbu nebo případné opravy .

Nevýhodou je omezená velikost prefabrikátu. Jedná se o dražší variantu.

- fasádní kolektory

Vhodnou plochou jsou rovné fasády objektu, sklon kolektoru je tedy 90°.

Výhodou je úspora na jiných fasádních konstrukcích, např. zateplení, možnost volby velkoplošných kolektorů, větší využití odrazivosti okolního povrchu, například sněhu.

Nevýhodou je obtížnější přístup pro údržbu a opravu. Z důvodů neoptimálního úhlu nastavení vůči Slunci je menší výtěžek ze stejné plochy.

2.1.2. Fotovoltaické články

Fotovoltaické systémy představují jednoduchý způsob, jak sluneční záření přeměnit na elektrickou energii. Základem jsou křemíkové polovodiče.

Energetická návratnost fotovoltaických panelů je podle typu 20 – 50 %, což znamená, že zařízení vyrobí za pětinu až polovinu své životnosti tolik elektrické energie, kolik bylo zapotřebí k jeho vlastní výrobě.

Na výrobu základního typu současných fotočlánků je zapotřebí křemík, kterého je v zemské litosféře velké množství. Většina použitého křemíku ze starých fotovoltaických panelů je recyklovatelná.

Fotovoltaické články rozlišujeme na čtyři generace:

- první generace - z destiček monokrystalického křemíku, v dnešní době jde stále o nejpoužívanější typ, větší odpad při výrobě (osmiúhelníkový profil z kruhové tyče)

- druhá generace - z polykrystalického, mikrokrystalického nebo amorfního křemíku. Oproti první generaci jsou levnější, protože je lépe využít křemík při výrobě (čtvercový nebo obdélníkový profil)

- třetí generace - jsou založeny na jiných materiálech než je křemík.

- čtvrtá generace - založeny na zachycení a využití větší části spektra slunečního záření. Jsou složeny z několika vrstev, kde každá vrstva zachycuje jinou část spektra a zbytek propustí do další vrstvy.

2.2. Současný stav využití v ČR

Dostupnost sluneční energie v České republice je ovlivněna především zeměpisnou šířkou, oblačností, roční dobou, lokálními podmínkami a dalšími faktory.

Životnost zařízení je poměrně dlouhá. Poskytovaná garance na životnost současných fotovoltaických panelů je 10 - 30 let. Účinnost klesá, podle vyjádření výrobců, o cca 1 % ročně [4][5]. Funkčnost celého zřízení může být až 50 let.

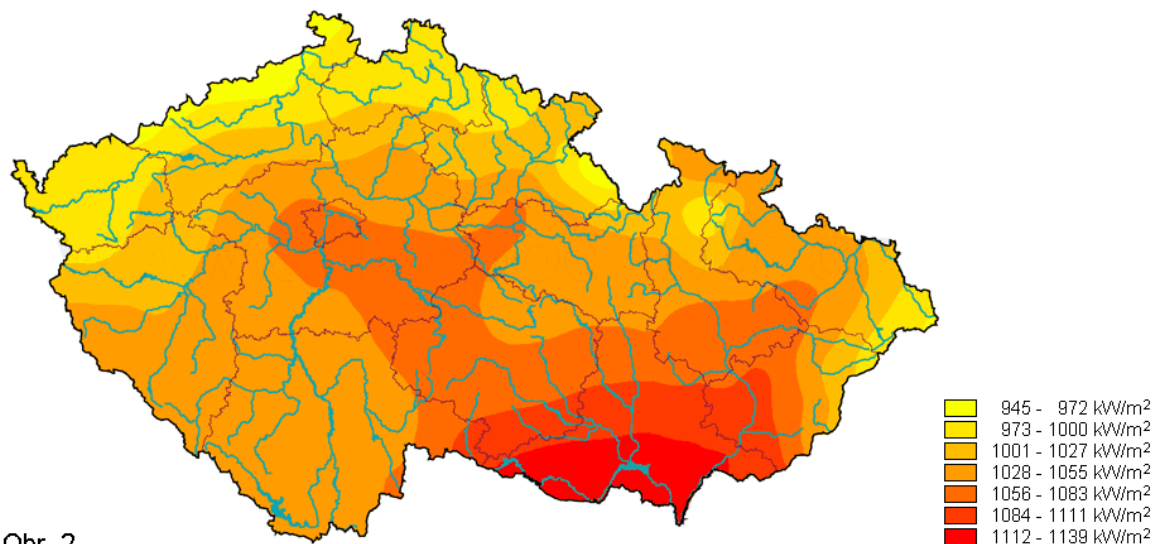
V podmínkách města Brna je možno uvažovat o využívání následujících solárních systémů s kapalinovými kolektory:

- sezónní ohřev teplé užitkové vody
- celoroční ohřev teplé užitkové vody
- celoroční ohřev teplé užitkové vody a přitápění

Fotovoltaika je aplikována například na Stavební fakultě ČVUT v Praze, na VUT FE v Brně nebo na Masarykově univerzitě v Brně.

Napájení z malých solárních panelů je využíváno například parkovacími automaty, které jsou nainstalovány na ulicích některých měst. Nejvíce je jich v Praze, dále pak v Brně, Liberci, Pardubicích, Ostravě, Teplicích a nebo Šumperku [6].

Na obr. 2 je uveden průměrný roční úhrn globálního záření v kWh/m² [7].



Obr. 2

2.3. Výhody a nevýhody sluneční energie

Výhody

- Slunce je nevyčerpatelným zdrojem energie
- čistý zdroj energie, který nepoškozuje životní prostředí
- nízké provozní náklady, sluneční energie je zdarma
- zařízení je nenáročné na obsluhu
- působí rovnoměrně po celé ploše

Nevýhody

- poměrně vysoká počáteční finanční investice
- účinnost přeměny na jiné formy energie je malá
- závislost provozu na počasí
- nelze ji využívat v noci
- nelze ji dlouhodobě akumulovat

3. Vodní energie

Hlavními znaky vodní energie je nevyčerpatelnost, přirozená koncentrace nositele z povodí do hlavních toků, nízké provozní náklady vodních elektráren, ale i nestálost výkonu.

Vodní elektrárny jsou založeny na přeměně potenciální nebo kinetické energie vody na energii elektrickou. Velikost získané energie je závislá na rychlosti proudění nebo na velikosti spádu toku.

Na území České republiky jsou vodní toky řízeny správami povodí. Jsou to Povodí Labe, Povodí Vltavy, Povodí Ohře, Povodí Odry a Povodí Moravy.

3.1. Rozdělení vodních elektráren

Energie vody je využívána prostřednictvím široké škály typů a velikostí vodních děl.

Podle instalovaného výkonu můžeme vodní elektrárny rozdělit:

- velké elektrárny – nad 100 MW
- střední elektrárny – do 100 MW
- malé vodní elektrárny – do 10 MW
- drobné elektrárny – do 60 kW
- mikrozdroje – do 35 kW

Rozdělení podle provozních podmínek:

- průtočná vodní elektrárna – nezadržuje vodu, zpravidla je budována u jezu. Pracuje bez akumulačního prostoru. Její výkon je zcela závislý na průtokových poměrech toku.
- špičková vodní elektrárna – pracuje v době špičkového zatížení jen několik hodin denně, přičemž se k přerušovanému provozu používá akumulační nádrž. Vyrovnávací nádrž pod elektrárnou umožňuje plynulý průtokový režim.
- přečerpávací vodní elektrárna – akumuluje levnou noční energii z tepelných a jaderných elektráren zpětnou transformací na energii potenciální. Tu lze opět využít jako energii špičkovou.

Elektrárny pracující se spádem rozlišujeme [8]:

- nízkotlaké – spád menší 20m
- středotlaké – spád je od 20 – 100 m
- vysokotlaké – spád vyšší než 100 m

Malé vodní elektrárny

Potenciál vodních toků se v České republice využívá pomocí tzv. malých vodních elektráren, jejichž instalovaný výkon je do 10 MW. Většina malých vodních elektráren slouží celoročně. Protože průtoky toků na kterých jsou zřizovány, jsou kolísavé a silně závislé na počasí a na ročním období, je i maximální výkon těchto elektráren různý v průběhu roku.

Vodní elektrárny uvedené v tabulce 1 s výjimkou Dalešic a Dlouhých Strání jsou umístěny na toku Vltavy, kde tvoří kaskádový systém – tzv. Vltavskou kaskádu.

Tab. 1 – vybrané vodní elektrárny v ČR [1]:

	Instalovaný výkon P [MW]	Rok uvedení do provozu	Počet turbín
Dalešice	450	1978	4
Dlouhé Stráně	650	1996	2
Lipno	120	1959	2
Orlík	364	1961 -1962	4
Slapy	144	1955	3
Štěchovice II	45	1947 -1996	1

Přečerpávací elektrárny

Jde v principu o soustavu dvou vodních nádrží. Voda vypouštěná spádem z horní nádrže vyrábí elektřinu v době její největší spotřeby. Mimo špičku se při využití tzv. levné elektřiny voda přečerpává z dolní nádrže zpět do horní.

V České republice jsou vybudovány tři přečerpávací vodní elektrárny, přečerpávací elektrárna Dalešice, Dlouhé Stráně a Štěchovice II [9].

- přečerpávací elektrárna Dalešice - leží na řece Jihlavě jihovýchodně od Třebíče. Skládá se z horní nádrže Dalešice a dolní nádrže Mohelno. Je nejrychleji najíždějící elektrárnou v České republice, proto je výhodná v době špiček nebo při okamžitém nedostatku elektrické energie. Elektrárna byla vybudována v souvislosti s výstavou nedaleké Jaderné elektrárny Dukovany, pro kterou zajišťuje technologickou vodu. Svým instalovaným výkonem 4 x 112,5 MW je druhou největší elektrárnou v České republice. Do provozu byla uvedena v roce 1978.

- přečerpávací elektrárna Dlouhé Stráně - se nachází na Moravě, v okrese Šumperk. Dolní nádrž leží na říčce Divoká Desná, horní nádrž na hoře Dlouhé Stráně v nadmořské výšce 1350 m. Je to největší přečerpávací elektrárna v Evropě. Je osazena reverzní turbínou typu Francis. V České republice má největší instalovaný výkon 2 x 325 MW a největší spád. Elektrárna byla uvedena do provozu v roce 1996.



Obr. 3 a 4 – horní nádrž přečerpávací elektrárny Dlouhé Stráně [10] a [11]



Obr. 5 – dolní nádrž elektrárny Dlouhé Stráně [12]

- přečerpávací elektrárna Štěchovice II – byla uvedena do provozu v roce 1947. Dolní nádrž je součástí tzv. Vltavské kaskády a horní nádrž je uměle vybudována na kopci Homole. Z důvodu zastaralosti byla na začátku roku 1991 odstavena. V letech 1992 – 1996 proběhla výstavba nové přečerpávací elektrárny, kde byla původní dvě soustrojí o výkonu 21 MW nahrazena jedním, s reverzní Francisovou turbínou o výkonu 45 MW.

3.2. Rozdělení vodních turbín

Vodní turbíny se podle způsobu přenosu energie rozdělují na dva typy:

- rovnotlaké – turbíny akční
- přetlakové – turbíny reakční

Podle průtoku oběžným kolem se dělí na:

- axiální – Kaplanova turbína
- radiálně-axiální – moderní Francisova turbína
- centripetální – s vnějším vtokem, proudění vody ke hřídeli – historická Francisova turbína
- centrifugální – s vnitřním vtokem, proudění vody od hřídele – Fourneyronova turbína
- s dvojnásobným průtokem – vstup centripetálně, výstup centrifugálně – Bánkiho turbína
- diagonální – Dériazova turbína
- tangenciální – Peltonova turbína

3.3. Současný stav využití v ČR

Z celkové výroby elektrické energie v České republice se vodní elektrárny podílí na výrobě elektřiny necelými 4 % a na celkovém instalovaném výkonu přibližně 17 % [8].

Ve většině nejvýhodnějších lokalit, které leží v povodí Labe, Vltavy, Ohře, Odry a Moravy jsou již elektrárny postaveny a energeticky využívány.

Nejčastější využívání energie vodních toků je výstavba nových malých vodních elektráren. Dalšími možnostmi využívání této energie jsou např.:

- využití retenčních nádrží a rybníků, případně jiných akumulčních nádrží,
- rekonstrukce malých vodních elektráren se zastaralou technologií,
- využití vodárenských objektů, které jsou vybudovány pro zásobování pitnou nebo užitkovou vodou.

3.4. Výhody a nevýhody

Výhody

- neznečišťují ovzduší kouřem, těžkými kovy, oxidy síry a dusíku,
- nedevastují a neznečišťují krajinu těžbou uhlí, uranu a jejich dopravou,
- jsou bezodpadové, nevzniká žádný popílek nebo radioaktivní odpad,
- vysokým stupněm automatizace přispívají k vyrovnání změn na tocích a do určité míry i napomáhají odvádění velkých vod,
- pokrýváním spotřeby podle okamžité situace a schopností akumulace energie zvyšují efektivnost elektrizační soustavy,
- neznečišťují povrchové ani podzemní vody,
- nejsou závislé na dovozu surovin ze zahraničí,
- jsou pro široké oblasti vysoce bezpečné.

Nevýhody

- zatopení velkých ploch
- omezení výstavby (zatopení) v chráněných krajinných oblastech
- zásobárny s pitnou vodou nelze využít na výrobu elektrické energie

4. Biomasa

Biomasa slouží jako akumulátor sluneční energie. Definuje se jako organická hmota rostlinného nebo živočišného původu.

Sluneční energii nahromaděnou v biomase, můžeme přeměňovat různými způsoby na energii tepelnou, elektrickou, mechanickou nebo chemickou.

- a) termochemická přeměna biomasy
- b) biochemická přeměna biomasy
- c) fyzikálně-chemická přeměna

4.1. Dělení biomasy

Biomasa využitelná k energetickým účelům se dělí na záměrně pěstované rostliny nebo odpady ze zemědělské, potravinářské nebo lesní produkce.

Biomasa záměrně pěstovaná

- dřeviny – vrby, olše, topoly, akáty
- obiloviny – celé rostliny
- travní porosty – trvalé travní porosty, sloní tráva
- ostatní rostliny – čirok, křídlatka, šťovík krmný, sléz topolovka, konopí seté
- olejnaté – řepka olejná, len, dýně na semeno, slunečnice
- škrobo-cukernaté – brambory, obilí, cukrová řepa, topinambur, kukuřice, cukrová třtina

Biomasa odpadní

- odpady z podniků dřevařského průmyslu
- rostlinné odpady ze zemědělské prvovýroby - řepková, obilná, kukuřičná sláma, zbytky po likvidaci křovin, odpady z vinic a sadů, luk a pastvin
- lesní odpady - dřevní hmota z lesních probírek, větve, kořeny, klest, pařezy
- komunální organické odpady - kaly z odpadních vod, zbytky z údržby zeleně a travnatých ploch, organický komunální odpad
- odpady z živočišné výroby - zbytky krmiv, exkrementy hospodářských zvířat
- organické odpady z potravinářské a průmyslové výroby - odpady z jatek, konzerváren, lihovarů, mlékáren, dřevařských provozoven

Podle obsahu vody se dále biomasa dělí na suchou, mokrou a speciální.

- suchá biomasa – především dřevo, obilní sláma. Může se spalovat přímo nebo po dosušení.
- mokrá biomasa – například tekuté odpady a odpady ze živočišné výroby. Nemůže se spalovat přímo. Využívá se v bioplynových technologiích.
- speciální biomasa – olejnin, cukernaté a škrobové plodiny.

4.2. Zpracování biomasy

Od rozdělení podle obsahu vody se odvíjejí dvě základní technologie zpracování:

Suché procesy - termochemická přeměna

- spalování
- zplyňování

Mokré procesy - biochemická přeměna

- fermentace - alkoholové kvašení (etanol)
- anaerobní vyhnívání - metanové kvašení (bioplyn)
- aerobní kvašení

Mechanické procesy

- lisování a drcení
- rafinace a esterifikace (bionafta)

4.2.1. Suché procesy

Spalování biomasy

Z energetického hlediska je v České republice nejčastějším využitím biomasy její spalování. Podle své formy je spalována přímo, nebo jsou spalovány kapalné či plynné produkty jejího zpracování.

Při spalování biomasy vzniká oxid uhličitý, stejně jako u fosilních paliv, rostliny jej ale zpětně odebírají z ovzduší.

Na rozdíl od fosilních paliv, které po vytěžení nevyžadují velké úpravy, biomasu je nutno před spalováním náročně upravovat a to především sušením, dále pak řezáním, sekáním, lisováním, štípáním nebo mletím. Z toho důvodu je využívání některých paliv biomasy cenově zatíženo složitou manipulací.

Spalování probíhá převážně v kotlích, které vyrábějí horkou vodu nebo páru, což je zatím nejrozšířenější způsob využívání energie z biomasy.

Spalovací zařízení dřevního odpadu lze rozdělit:

- lokální topeniště – kamna a krby s výkonem do 10 kW
- kotle středních výkonů 1 – 10 MW
- kotle s výkonem nad 10 MW

Zplyňování biomasy

Zplyňování biomasy probíhá ve dvou fázích. V první se zahřívá na teplotu okolo 800°C bez přístupu vzduchu, při které vzniká dřevěné uhlí a dehet. Ve druhé fázi reaguje omezené množství vzduchu se vzniklými produkty. Výsledkem zplyňování dříví je dřevoplyn obsahující oxid uhelnatý, vodík, oxid uhličitý, dusík a metan.

4.2.2. Mokrý procesy

Bioetanol

Fermentací roztoků cukrů za přítomnosti enzymů jako katalyzátorů kvašení je možné vyprodukovat ethylalkohol. Vhodnými materiály jsou cukrová řepa, obilí, kukuřice, ovoce nebo brambory. Fermentace může probíhat pouze v mokřém prostředí (bohatém na vodu). Vzniklý alkohol je oddělen destilací a je vhodným palivem pro spalovací motory. Jeho přednostmi jsou ekologická čistota a antidektonační vlastnosti. Naopak nedostatkem etanolu jako paliva je schopnost vázat vodu. Ta způsobuje korozi motoru, což lze odstranit přidáním antikoročních přípravků.

Bioplyn

Bioplyn vzniká anaerobním štěpením organických látek bez přístupu kyslíku v uzavřených nádržích.

Bioplyn je směsí plynů tvořenou převážně metanem, který je hořlavý, dále oxidem uhličitým a v menší míře dalšími plyny, jako jsou dusík, sirovodík nebo vzácné plyny. Výhřevnost bioplynu je závislá na obsahu metanu. Ostatní plyny v bioplynu mají prakticky zanedbatelný energetický význam. Bioplyn je těžší než vzduch.

Jako surovinou pro výrobu bioplynu se využívají odpady živočišné i rostlinné výroby, nejvíce se využívá kejda, případně slamnatý hnůj, zelené rostliny nebo organický odpad.

Bioplyn se používá jako technologické palivo v provozovnách, souvisejících s jeho výrobou, například v čistírnách odpadních vod pro vyhřívání vyhnívacích nádrží, pro výrobu tepla v plynových kotlích.



Obr. 6 – surovina pro výrobu bioplynu [13]

4.2.3. Mechanické (fyzikálně chemické) procesy

Bionafta

Bionafta vzniká chemickou úpravou (transesterifikací), při níž vzniká palivo s podobnými vlastnostmi jako má nafta pro vznětové motory.

Základní surovinou pro výrobu bionafty v České republice je řepka olejná, dále lze bionaftu vyrábět ze slunečnicového či lněného oleje nebo z použitých rostlinných olejů.

Bionaftou poháněné vznětové motory nevyžadují žádné konstrukční změny, pokud obsahují do 2 – 5 % biosložky. Záměna paliva se na přírodním prostředí projeví snížením emisí oxidu uhelnatého, oxidu siřičitého a pevných emisí.

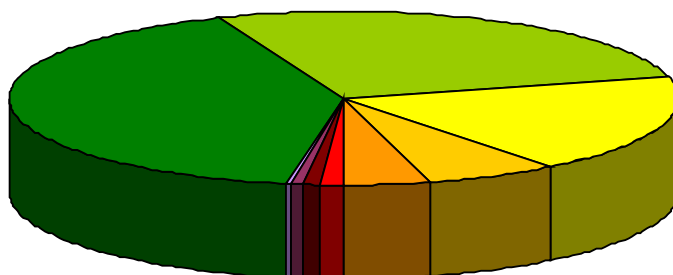
Zvýšení emisí oxidů dusíku je nutné odstranit seřízením motoru. Problematické je využívání bionafty v zimních obdobích při teplotách pod 5°C. Vzniká koroze a může dojít k poškození těsnění.

4.3. Současný stav využití v ČR

Způsoby získávání, zpracování a využívání energetické biomasy:

Na energetickém potenciálu biomasy v České republice se podílí [14]:

- 41,2 % - zemědělský odpad ze živočišné výroby
- 27,2 % - dřevní odpad
- 18,4 % - biomasa pěstovaná na 5 % zemědělské půdy
- 6,3 % - tuhý komunální odpad
- 4,1 % - zemědělské odpad z rostlinné výroby
- 1,2 % - odpady ze zpracování masa a drůbeže
- 0,7 % - odpadní zbytky z čistíren odpadních vod
- 0,6 % - odpady ze zpracování mléka, zeleniny a ovoce
- 0,3 % - odpady ze zpracování papíru, celulózy a škrobu



Graf 1

Mezi energetické rostliny, které jsou v České republice podporovány dotacemi, patří například následující druhy:

- jednoleté – laskavec, konopí seté, sléz přeslenitý,
- dvouleté – pupalka dvouletá, komonice bílá,
- víceleté a vytrvalé – mužák prorostlý, jeřabina východní, topinambur, psineček bílý, čičorka pestrá, oman pravý, šťovík krmný, sveřep bezbranný a lesknice rákosovitá.

4.4. Výhody a nevýhody využívání biomasy

Výhody

- základní výhodou biomasy je její nefosilní původ
- má jako zdroj energie obnovitelný charakter
- odpad je využitelný jako hnojivo
- tuzemský zdroj energie

Nevýhody

- zabraní ploch vhodných k pěstování potravin
- pěstováním řepky vznikají skleníkové plyny
- nutnost úpravy paliva (sušení)
- vyšší nároky na skladovací prostory
- vysoké provozní náklady na dopravu a zpracování
- malá plošná hustota energie
- logistický problém – objemová hustota

5. Geotermální energie

Geotermální energie je označována jako přírodní tepelná energie Země. Je vázána na teplo hornin nebo geotermální vody. Geotermální voda je podzemní voda, která je zahřátá na vysoké teploty. Voda se ve většině případů získává hlubinnými vrtvy.

Rozlišujeme dva druhy zdrojů geotermální energie

- mokrá – energie páry a horké vody, používá se k výrobě elektrické energie
- suchá – z hlubokých vrtů, používá se k výrobě elektrické energie a vytápění

Geotermální elektrárny se staví zejména ve vulkanicky aktivních oblastech. K pohonu turbín využívají k pohonu horkou páru stoupající pod tlakem z gejzírů a horkých pramenů, nebo teplotnosné médium, které se vtlačuje do vrtů, v hloubi země ohřívá a ohřáté vyvádí napovrch. Geotermální elektrárny nepotřebují žádné palivo.

Na území České republiky nejsou vhodné podmínky pro využívání významných zdrojů geotermální energie. Vysokopotenciální geotermální zdroje, které umožňují využít geotermální teplo přímo pro výrobu elektrické energie, se na našem území nenacházejí. Je však možné využívat nízkopotenciální geotermální zdroje pro provoz tepelných čerpadel (viz. kapitola 5.2.).

Podle teploty kapaliny lze systémy využívající geotermální zdroje rozdělit na:

- vysokoteplotní – teplota kapaliny je nad 150 °C
- středně teplotní – teplota se pohybuje od 90 – 150 °C
- nízkoteplotní – teplota je pod hranicí 90°C

V České republice se geotermální energie projevuje svými teplými minerálními prameny. Pro své léčivé účinky, které jsou využívány v lázeňství a terapeutice.

5.1. Vhodné oblasti pro geotermální energii

Nejvhodnější oblasti a struktury pro využití geotermální energie jsou:

- České středohoří – Litoměřice
- křížení oháreckého riftu s labskou zónou Ústí nad Labem – Děčín
- Podkrkonoší, západní svahy Orlických hor, Polická pánev
- Vídeňská pánev, jižní části karpatských příkrovů
- Doupovské hory, ohárecký rift
- karlovarský žulový masiv
- plzeňská pánev
- chebská pánev
- Železné hory
- Severomoravský úval, Ostravsko

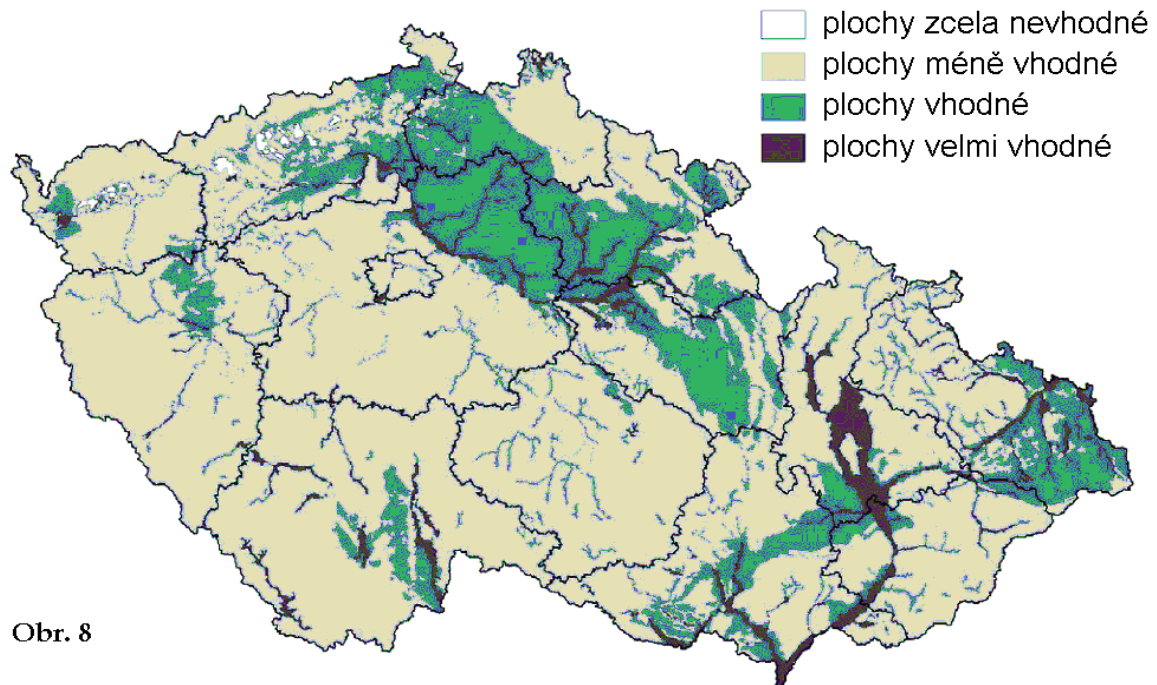
Na obr. 7 jsou zobrazeny úniky oxidu uhličitého v Přírodní rezervaci Smrad'och, která je součástí Chráněné krajinné oblasti Slavkovský les. Tyto úniky jsou projevem postvulkanické činnosti.



Obr. 7 – Přírodní rezervace [15]

Potenciál území pro využití geotermální energie s využitím tepla spodních vod, obr. 8 [8]:

- plochy zcela nevhodné – například povrchové lomy a velkoplošné výsyvky
- plochy méně vhodné – území vhodná především pro lokální využívání geotermální energie
- plochy vhodné – území vhodná pro plošně nebo energeticky náročnější objekty
- plochy velmi vhodné – území vhodná pro využití geotermální energie mělkými vrty o větší vydatnosti



Obr. 8

5.2. Typy tepelných čerpadel

Tepelné čerpadlo dokáže využívat nízkopotenciální tepelnou energii z přírodního prostředí a pomocí elektrické energie ho převést na teplo.

Podle nízkopotenciálního tepla, které je odebíráno z média, rozlišujeme tepelná čerpadla typu:

- voda–voda – mají nejlepší celoroční účinnost. Podmínkou použití je dostatečná vydatnost podzemní vody a její chemické složení. Energie se může odebírat z několika zdrojů, například řeka, rybník, čerpání ze studně nebo ze zemského masivu.
- vzduch–voda – je to univerzální typ. Energie se odebírá ze vzduchu a předává se do vodního okruhu. Tento typ je vhodný pro ohřev teplé užitkové vody nebo pro sezónní ohřev bazénové vody. Pro vytápění je většinou nutné složitější technické řešení.
- nemrznoucí kapalina–voda – univerzální typ pro ústřední vytápění, zdrojem tepla je nejčastěji vrt nebo půdní kolektor.
- vzduch–vzduch – doplňkový zdroj tepla, energie se odebírá přímo z venkovního vzduchu. Používá se pro teplovzdušné vytápění a v letním období jako klimatizace. Topný faktor klesá se snižující se teplotou venkovního vzduchu.
- voda–vzduch – vhodný pro teplovzdušné vytápěcí systémy.

Velmi důležitým parametrem tepelných čerpadel je topný faktor, který vyjadřuje poměr vydaného tepla k množství spotřebované energie.

5.3. Výhody a nevýhody geotermální energie

Výhody

- využívání geotermální energie neprodukuje žádné skleníkové plyny
- geotermální energie není závislá na klimatických podmínkách

Nevýhody

- dostupnost pouze na některých místech zemského povrchu
- vhodné polohy jsou často na úbočích a vrcholových partiích hor
- vysoké měrné investiční náklady, zejména přípravné práce (např. vrty, stavební část)

6. Větrná energie

Větrná energie je jedna z forem energie, do níž se transformuje sluneční záření, které dopadá na naši planetu.

Nerovnoměrným ohříváním zemského povrchu se vytvářejí tlakové výše a tlakové níže. Vlivem tlakových rozdílů vzniká vítr a vane po spirálách od výší k nížím.

Místní rychlost větru závisí na tvaru zemského povrchu. Vítr je terémem zpomalován, především terénními překážkami a také druhem povrchu. Rychlost větru se vzdáleností od moře klesá a s rostoucí nadmořskou výškou logaritmicky roste.

Rychlost větru je nejdůležitějším údajem při využívání energie větru. Měření rychlosti větru se provádí anemometry, uvádí se většinou v m/s.

Větrnou energii lze snadno transformovat na elektrickou energii.

Česká republika má vnitrozemské klima, které se projevuje významným sezónním kolísáním rychlostí větru.

Pro docílení většího využití energetického potenciálu lokality se obvykle buduje více elektráren (na jednom místě), tzv. větrná farma. Současně se snižují náklady na vybudování přenosové soustavy.



Obr. 9 – větrná elektrárna [16]

6.1. Současný stav využití v ČR

Počátek využívání nastal v roce 2003, kdy byla postavena první moderní větrná farma v Jindřichovicích pod Smrkem.

Využívání větrné energie v rovinném terénu nebude v České republice kvůli nízkým rychlostem větru frekventované. Významným místem pro výstavbu větrných motorů jsou horské průsmyky a sedla, a to zejména v případě, že je horský hřeben orientován kolmo na směr větru.

Podle převládajícího terénu krajiny pro účely větrné energetiky rozlišeny:

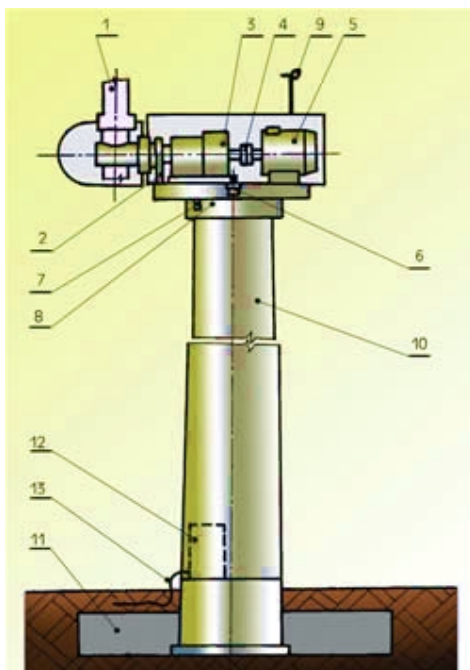
- plochá krajina
- zvlněné regiony
- středohoří
- předhůří
- horské masivy

6.2. Technické řešení

Z hlediska konstrukce a výkonu rozlišujeme větrné elektrárny [10]:

- malé – výkon do 25 kW
- střední – nad 20 do 50 kW
- velké – nad 50 kW

Schéma větrné elektrárny



- Základní části zařízení

- 1 - rotor s rotorovou hlavicí
- 2 - brzda rotoru
- 3 - planetová převodovka
- 4 - spojka
- 5 - generátor
- 6 - servopohon natáčení strojovny
- 7 - brzda točny strojovny
- 8 - ložisko točny strojovny
- 9 - čidla rychlosti a směru větru
- 10 - několikadílná věž elektrárny
- 11 - betonový armovaný základ elektrárny
- 12 - elektrorozvaděče silnoproudého a řídicího obvodu
- 13 - elektrická přípojka

Obr. 10 – základní části větrné elektrárny [17]

Výroba v České republice

V České republice se především vyrábí malé větrné elektrárny, velké větrné elektrárny se kvůli klimatickým podmínkám nevyrábějí. Výrobci se soustředují pouze na menší větrné elektrárny (o výkonu 100 W – 45 kW).

Malé větrné elektrárny vyrobené v ČR se dělí na:

- malé větrné elektrárny s výkonem do 1 kW se stejnosměrným generátorem – zařízení vhodná jako nezávislý zdroj elektrické energie, především tam, kde není k dispozici elektrická síť. Malá větrná elektrárna většinou pracuje s nízkonapěťovou stejnosměrnou sítí (12 nebo 24V) a přes regulátor nabíjení nabíjí akumulátorovou baterii.
- malé větrné elektrárny s výkonem nad 1 kW s asynchronním generátorem – zařízení vhodná jako doplňkový zdroj, který vyžaduje napojení na elektrickou síť. Tyto větrné elektrárny mohou mít také synchronní generátor, který umožňuje chod bez připojení do elektrické sítě, nevýhodou je ovšem vyšší cena.

Podle aerodynamického principu můžeme větrné motory rozdělit na:

- vztlkové
- odporové

Výroba elektrické energie se obvykle vztahuje k období 1 roku a uvádí se v kW/rok, MW/rok nebo GW/rok. K 31. 12. 2007 bylo vyrobeno 125 MWh elektrické energie [22].

6.3. Podmínky pro výstavbu větrné elektrárny

Základní podmínky pro výstavbu větrné elektrárny:

- správná volba lokality
- míra vlivu na životní prostředí
- geologicky vhodné podmínky pro základy
- dostupnost pro těžké stavební mechanismy
- měřené průměrné rychlosti a četnosti větru, ideálně roční měření
- bezpečnost provozu, tzn. dostatečná vzdálenost od obydlí
- pravidelnost větrného proudění
- správná volba dispozičního řešení větrné elektrárny
- správná volba typu zařízení

6.4. Výhody a nevýhody větrné energie

Výhody

- neprodukují se žádné spaliny do ovzduší
- nízké provozní náklady
- zdroj elektřiny v odlehlých oblastech

Nevýhody

- je vyžadován záložní zdroj, pokud nefouká vítr
- nestálý zdroj energie
- vliv na krajinu - dochází k narušení krajinného rázu
- při delších vzdálenostech od vhodného přípojného místa k distribuční síti jsou nutné vyšší investice do přenosové soustavy a z toho vyplývají vyšší ztráty
- vysoké měrné investiční náklady
- nefunkčnost při malé rychlosti větru
- při silném větru se provoz větrné elektrárny zastaví

7. Výhled na období do roku 2010

Česká republika se zavázala k podílu elektrické energie z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny ve výši 8 % k roku 2010 a vytvořit podmínky pro další zvyšování tohoto podílu po roce 2010. Vzhledem k současnému vývoji je tento cíl nespelnitelný, neboť tempo růstu obnovitelných zdrojů je příliš pomalé.

Do roku 2010 se ještě počítá s realizací několika desítek projektů na výstavbu zařízení využívajících biomasu produkovanou v zemědělství – energetický potenciál pěstované biomasy je přibližně 5krát větší než biomasy odpadní. Toto využívání biomasy je reálné, zejména z důvodu nezávislosti na okamžitých přírodních podmínkách.

Rozvoj větrné energetiky je závislý na možnosti výstavby nových větrných elektráren. Ne vždy je to spojeno s pochopením. Přes nevýhody s nezaručeným výkonem se jedná o velice ekologický zdroj.

Převážná část dosud nevyužitého hydroenergetického potenciálu v České republice je soustředěna na menších tocích. Tento zbývající potenciál má horší hydrologické podmínky než potenciál využívaný, z čehož plyne delší návratnost investic pro provozovatele.

Rozvoj fotovoltaické energetiky je možný pouze za podmínky dostupnosti panelů s rychlou ekonomickou návratností.

Možnost dosažení výše uvedeného podílu elektrické energie z obnovitelných zdrojů závisí mimo ekonomických faktorů také na klimatických faktorech, jež významně ovlivňují úroveň využití sluneční, větrné a vodní energie.

8. Závěr

Česká republika nemá žádné významné obnovitelné energetické zdroje. Je energeticky závislá zejména na uhelných a jaderných elektrárnách. Obnovitelné zdroje energie slouží a budou sloužit jen jako doplňkové zdroje.

Spotřeba elektrické energie u nás se neustále zvyšuje. Aby bylo možné tuto zvýšenou spotřebu pokrýt, je nutné postavit další zdroje.

Trend zvyšování spotřeby elektrické energie je patrný i v okolních zemích. Je tak možné, že za několik let již nebude možný dovoz elektrické energie z těchto zemí a budeme plně závislí pouze na vlastní výrobě.

Využívání obnovitelných zdrojů energie v širokém měřítku se však neobejde bez velkých a okamžitých investic do výzkumu a vývoje. Jen tak totiž bude využívání obnovitelných zdrojů ekonomicky výhodné a návratnost investic výrazně kratší než mnoho let, jak je tomu nyní.

Jinou možností, jak snížit tento nepříznivý vývoj je masové používání úsporných spotřebičů, zejména žárovek, ledniček nebo praček.

Oblastí energetiky obnovitelných zdrojů, v nichž by bylo možné rozvíjet výrobu, není mnoho. Například ve vodní energetice zůstává jen málo ekonomických příležitostí, neboť většina potenciálních zdrojů je již využita.

Některé významné obnovitelné zdroje energie, které jsou nezávislé na přírodních podmínkách, se na našem území nevyskytují. Patří k nim přílivová energie, energie mořských vln a energie sopek.

Současné technologie obnovitelné zdroje energie nenahradí ani významně nedoplní energetické zdroje v České republice. Představují však velký potenciál, který bude možné využít budoucími moderními technologiemi s mnohem vyšší účinností a návratností investic.

9. Literatura

- [1] Kolektiv autorů: Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice (Praha 2003)
- [2] Murtinger K., Beranovský J., Tomeš M.: Fotovoltaika. Elektřina ze slunce (Brno 2007)
- [3] <http://www.biom.cz/legislativa.shtml>
- [4] M-TECH SOLAR, s.r.o. – www.mtechsolar.cz
- [5] SOLARENVI, s.r.o. – www.solarenavi.cz/show.php?ids=4
- [6] <http://www.activparking.cz/default.asp?grp=3&thm=9>
- [7] ATLAS PODNEBÍ ČESKA – www.atlaspodnebi.cz
- [8] http://www.businessinfo.cz/files/2005/061106_oborova-prirucka-oze.pdf
- [9] <http://www.cez.cz/cs/energie-a-zivotni-prostredi/energie-z-obnovitelných-zdroju.html>
- [10] <http://www.volny.cz/chatahoralka/kamnavylety.html>
- [11] <http://www.donfelder.cz/pc/zajimavosti.php4?id=961>
- [12] <http://www.braunstein.cz/>
- [13] http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Manure_czech_countryside.jpg
- [14] <http://www1.vsb.cz/ke/vyuka/AOZE/Bc-AOZE1/Skripta.pdf>
- [15] [http://www.env.cz/osv/edice.nsf/4BE8C2DA7BE810F6C125725900456E0A/\\$file/planeta4_obalka_2.pdf](http://www.env.cz/osv/edice.nsf/4BE8C2DA7BE810F6C125725900456E0A/$file/planeta4_obalka_2.pdf)
- [16] <http://st.blog.cz/x/xj650.blog.cz/obrazky/11524029.jpg>
- [17] http://www.ekowatt.cz/obnovitelne_zdroje_energie/
- [18] <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze>
- [19] <http://oze.hu.cz/>
- [20] http://www.vscht.cz/ktt/zdrene/3.0_V%ectrn%e1_energie.pdf
- [21] http://khzs.fme.vutbr.cz/~sob/skripta-vodni_turbiny/VT,kap3.pdf
- [22] http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/cesky_statisticky_urad