

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Stav a možnosti využití OZE v České republice

Vedoucí práce: Prof. Ing. Jan Škorpil, CSc.

Autor: Tomáš Soukup

2012

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš SOUKUP**
Osobní číslo: **E11B0308P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Technická ekologie**
Název tématu: **Stav a možnosti využití OZE v České republice**
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

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

1. Popište druhy obnovitelných zdrojů energie.
2. Analyzujte využití OZE v České republice.
3. Zhodnoťte současný stav a výhledy uplatnění OZE v České republice.

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: **Prof. Ing. Jan Škorpil, CSc.**
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




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

Název práce

Stav a možnosti využití OZE v České republice

Anotace

Předmětem této bakalářské práce je prozkoumat oblast obnovitelných zdrojů energie a základní principy obnovitelných zdrojů energie. Další část se zabývá analýzou využití obnovitelných zdrojů energie na území České republiky. Při analýze jednotlivých obnovitelných zdrojů energie je zhodnocen stav jejich využití a budoucí uplatnění obnovitelných zdrojů v České republice.

Klíčová slova

obnovitelný zdroj energie
Česká republika
energie Slunce
energie větru
energie biomasy
geotermální energie
fotovoltaika

Title

Status and possibilities of use of RES in the Czech Republic

Abstract

The subject of this thesis is to explore the area of renewable energy sources and basic principles of renewable energy sources. The next part analyzes the use of renewable energy sources in the Czech Republic. When analyzing the individual renewable energy is evaluated using their status and future use of renewable resources in the Czech Republic.

Key words

renewable sources of energy
the Czech Republic
solar energy
wind energy
biomass energy
geothermal energy
photovoltaic

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 diplomové práce.

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

V Plzni dne 14. 6. 2012

Tomáš Soukup

.....

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Prof. Ing. Janu Škorpilovi, CSc. za cenné informace a rady v průběhu psaní této práce.

Obsah

1	Úvod	9
2	Základní druhy OZE	10
2.1	Solární energie	10
2.1.1	Solární kolektory	10
2.1.2	Fotovoltaika	11
2.1.3	Výhody a nevýhody fotovoltaiky	13
2.2	Energie větru	14
2.2.1	Rozdělení větrných elektráren	14
2.2.2	Technické řešení větrných elektráren	16
2.2.3	Větrné elektrárny a životní prostředí	16
2.2.4	Výhody na nevýhody větrných elektráren	16
2.3	Energie vodních toků	17
2.3.1	Rozdělení vodních elektráren	17
2.3.2	Princip vodní elektrárny	18
2.3.3	Možnosti využití vodních elektráren	18
2.3.4	Přehled nejpoužívanějších druhů turbín pro vodní elektrárny	19
2.3.5	Výhody na nevýhody vodních elektráren	20
2.4	Geotermální energie	20
2.4.1	Využití geotermální energie	20
2.4.2	Princip tepelného čerpadla	21
2.5	Energie biomasy	23
2.5.1	Základní technologie zpracování biomasy	25
2.5.2	Výhody na nevýhody využití biomasy	26
3	Analýza využití OZE v české republice	27
3.1	Výkup a vlastní spotřeba energie	27
3.2	Potenciál OZE v ČR	28
3.2.1	Omezení potenciálu rozvoje	29
3.3	Využití sluneční energie v České republice	29
3.3.1	Přírodní podmínky využití	29
3.3.2	Základní faktory ovlivňující využití slunečního záření	30
3.3.3	Srovnání jednotlivých lokalit s ohledem na využití energie slunce	32
3.3.4	Současný stav připojených fotovoltaických elektráren	33
3.3.5	Solární Boom související s výkupními cenami solárních systémů	34
3.3.6	Možnosti ve výstavbě FVE	35
3.3.6.1	Stop Stav	35
3.3.6.2	Omezení připojení OZE s proměnlivou výrobou	35
3.3.7	Budoucnost využití energie slunce	36
3.4	Využití energie větru v České republice	37
3.4.1	Přírodní podmínky využití	37
3.4.2	Srovnání jednotlivých lokalit s ohledem na využití energie slunce	37
3.4.3	Faktory ovlivňující výstavbu VTE	38
3.4.4	Současný stav připojení VTE	39
3.4.5	Budoucnost využití energie větru	39
3.5	Využití energie vody v České republice	40
3.5.1	Přírodní podmínky využití	40
3.5.2	Srovnání jednotlivých lokalit s ohledem na využití energie vody	40
3.5.3	Současný stav připojení vodní energie	40
3.5.4	Budoucnost využití energie vody	42
3.6	Využití geotermální energie v České republice	43

3.6.1	Přírodní podmínky využití	43
3.6.2	Současný stav využití geotermální energie.....	44
3.6.3	Budoucnost využití geotermální energie	45
3.7	Využití energie biomasy v České republice.....	45
3.7.1	Přírodní podmínky využití	45
3.7.2	Druhy vhodných energetických plodin.....	46
3.7.3	Současný stav využití energie biomasy	46
3.7.4	Budoucnost využití energie biomasy	48
4	Legislativa.....	48
5	Závěr	50
6	Použitá literatura.....	52

1 ÚVOD

Energie je základem každého hospodářství a v dnešní době si lidstvo velmi vážně uvědomuje, že naše Země nemá dostatek tradičních zdrojů energie, jako jsou uhlí, ropa, zemní plyn, pro nás i pro budoucí generace. Hledá její nové zdroje a obrací se stále více ke zdrojům obnovitelným.

Prostřednictvím nových zdrojů energie a energetické účinnosti úspor energie je potřeba dosáhnout nových směrů v energetice a dopravě, které jsou založeny na principu trvale udržitelné rozvoje.

Obnovitelné zdroje energie (dále OZE) patří spolu s energeticky úspornými řešeními k udržitelným způsobům využívání energie. V současné době je OZE věnována velká pozornost jak ze strany odborníků, tak i ze strany laické veřejnosti.

Společnost je rozdělena názorem na OZE. Zatímco zastánci výroby energie z obnovitelných zdrojů vidí v tomto odvětví možnosti řešení ve výrobě čisté energie, odpůrci využití OZE argumentují ekonomickou nesoběstačností výroby z obnovitelných zdrojů a nutností využití veřejných finančních prostředků na plošnou podporu.

Využívání obnovitelných zdrojů v České republice (dále ČR) není pouze alternativou k využívání klasických zdrojů energie. Využití OZE je povinností, vyplývající ze vstupu ČR do Evropské unie a z toho vyplývajících plnění závazků vycházejících z principů koordinované energetické politiky Evropské unie. ČR si v zákoně č. 180/2005 Sb. dala za cíl zvýšit podíl výroby elektřiny v zařízeních na bázi OZE na hrubé spotřebě elektřiny v takovém rozsahu, aby ČR splnila indikativní cíl ve výši 8 % v roce 2010. Tento cíl byl splněn.

Pro rok 2020 byl stanoven nový cíl, který činí 13,5 % podílu energie z obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě energie. Cíl České republiky má přispět v rámci Evropské unie k dosáhnutí 20% zastoupení OZE na konečné spotřebě energie v roce 2020.

Tato práce se zabývá problematikou OZE, jejich vlastnostmi a využití jednotlivých druhů obnovitelných zdrojů v České republice.

2 ZÁKLADNÍ DRUHY OZE

„Obnovitelnými zdroji energie 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.“¹ Tato charakteristika OZE vychází ze směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/77/ES. V České republice je využívána především solární energie, vodní a větrná energie a energie biomasy.

2.1 Solární energie

Slunce reprezentuje nevyčerpatelný zdroj a nabízí mnoho možností pro využití. Dopadající sluneční energie se projevuje v podobě energie fosilních paliv (ropa, uhlí, zemní plyn), které v minulosti vznikly z biomasy. Ohřívání planety vyvolává větrné proudění, tedy energii větru, a také způsobuje koloběh vody – vodní energie. Sluneční záření umožňuje život na Zemi. Využití solárního záření lze přímo výrobou elektrické a tepelné energie a nepřímo pomocí energie vody, větru a biomasy.

Existuje celá řada možností jak dopadající sluneční záření využít a přeměnit na elektřinu nebo teplo.

Aktivní využití sluneční energie znamená její přeměnu na tepelnou či elektrickou energii. Tepelná energie je získávána pomocí termických kolektorů a elektřina pomocí fotovoltaických kolektorů. Tyto kolektory ovšem nepracují samostatně a pro svou funkčnost potřebují přídatná technická zařízení. Po jejich přidání se jedná o solární systémy.

Pasivní využití sluneční energie představuje solární architekturu, tedy aplikaci solárních systémů přímo do obvodových stěn a střech budov. Sluneční záření je přímo zachyceno konstrukcí budovy. Dále se jedná o důkladnou tepelnou izolaci a vhodnou orientaci skleněných ploch.²

2.1.1 Solární kolektory

Solární kolektory a panely slouží k výrobě tepelné energie. Běžně se používají k ohřevu vody v bazénech, k přípravě teplé užitkové vody (TUV) a k vytápění. Další možná využití jsou k výrobě páry či procesního tepla (výroba technologického tepla).

Dle možnosti využití a konstrukce dělíme termické sluneční kolektory na:

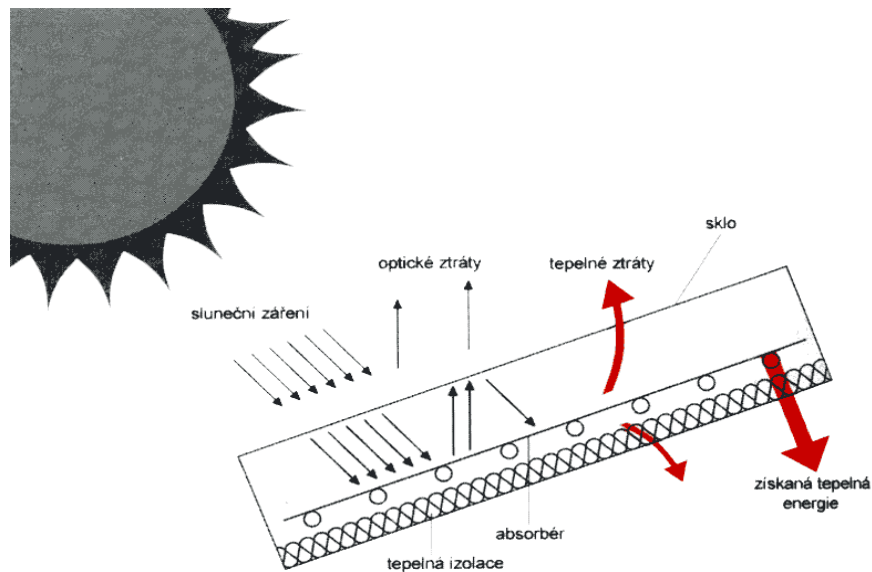
¹ Zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů. §2, odst. 1.

² Zpracováno podle: *Informační portál o solární energii a jejím využití* [online]. Dostupné na <http://www.solarni-energie.info/vyuziti.php>.

- **bazénové sluneční kolektory**
- **ploché sluneční kolektory**
- **vakuové sluneční kolektory**

Základním prvkem každého termického kolektoru je absorbér – deska resp. trubice, která se nachází uvnitř kolektoru. Právě na povrchu absorbéru se sluneční záření přeměňuje na tepelnou energii. V závislosti na plánovaném využití je třeba zvážit z jakého materiálu bude povrch absorbéru vyroben (černá barva, speciální selektivní vrstva aj.).³

Obrázek 1: Princip slunečního kolektoru



Pramen: OBB stavební materiály [online].

Dostupné z <http://www.obb.cz/produkty/solarni-kolektory>.

2.1.2 Fotovoltaika

Fotovoltaické solární kolektory slouží k výrobě elektřiny. Jejich schopnost přeměňovat sluneční záření na elektrickou energii je založena na **fotovoltaickém jevu** (uvolňování elektronů z látky, v důsledku absorpce elektromagnetického záření).

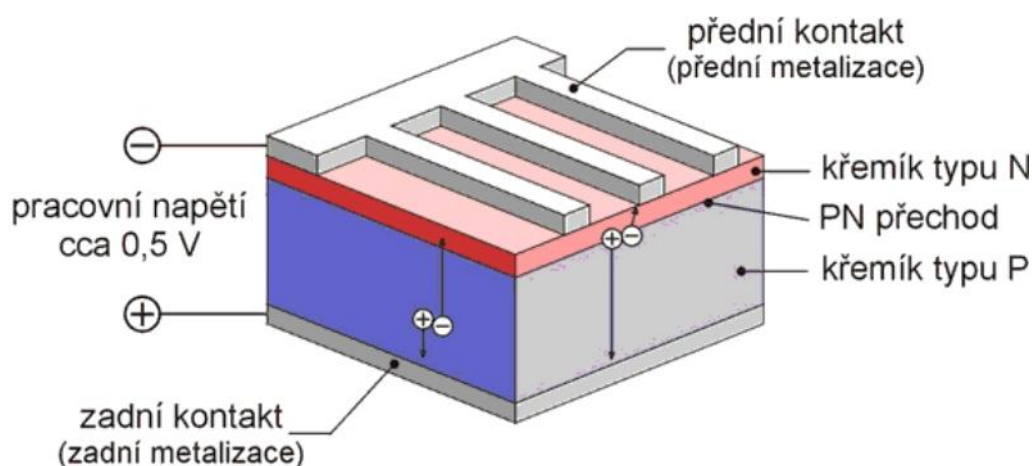
Základním prvkem každého panelu jsou fotovoltaické články. Jedná se o plochou polovodičovou součástku, na které při dopadu slunečního záření dochází k uvolňování elektronů, což produkuje napětí 0,6 - 0,7 V. V polovodiči tedy vznikají volné elektrické náboje, které jsou již jako elektrická energie odváděny ze solárního článku přes regulátor do akumulátoru, ke spotřebiči nebo do rozvodné sítě.

³ Zpracováno podle: *Informační portál o solární energii a jejím využití* [online]. Termické solární kolektory. Dostupné na <http://www.solarni-energie.info/vyuziti.php>.

Nejvíce rozšířeny jsou dnes fotovoltaické solární články na bázi křemíku, neboť křemík je nejen hojně zastoupen v zemské kůře (je druhým nejrozšířenějším prvkem vůbec), ale je i nejlépe prozkoumaným polovodičem.

Fotovoltaický sluneční panel je tvořen množstvím článků, které jsou na sebe napojeny letovanými spoji. Články navíc tvoří z vrchu krycí plocha, ze spodu pak pevná deska. Materiál, ze kterého je vyrobena horní krycí plocha, samozřejmě významně ovlivňuje ztráty, především odrazem. Proto je důležité, aby použitý materiál dosahoval vysoké účinnosti pohlcení slunečního svitu a zároveň poskytoval ochranu před nepříznivými přírodními jevy (krupobití aj.).

Obrázek 2: Princip slunečního kolektoru



Pramen: Czech RE Agency[online].

Dostupné na: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika>.

Dle typu využití lze fotovoltaické solární systémy rozdělit na:

- **Ostrovní solární systémy** – jedná se o fotovoltaické sluneční systémy, které nejsou napojeny na rozvodnou síť.
- **Solární systémy zapojené do sítě** – jedná se o fotovoltaické sluneční systémy, jejichž vyprodukovaná energie je dodávána do rozvodné sítě.⁴

Ostrovní fotovoltaický systém

Tento systém je výhodný v oblastech, kde připojení k rozvodné síti není možné, nebo by bylo finančně náročné (chatové oblasti, obytné automobily, lodě). Nevýhodou ostrovních fotovoltaických systémů je nutnost zapojení baterie, která uchovává vyrobenou energii na dobu, kdy není dostatečné množství slunečního záření.

⁴ Zpracováno podle: *Informační portál o solární energii a jejím využití* [online]. Termické solární kolektory. Dostupné na <http://www.solarni-energie.info/vyuziti.php>.

Při konstrukci ostrovního fotovoltaického slunečního systému je třeba mít na paměti nejen průměrné hodnoty slunečního svitu a účinnost fotovoltaického systému, ale především pak celkovou spotřebou všech používaných zařízení, které budou k systému připojeny. Jejich použitelnost je totiž množstvím vyprodukované energie přímo limitována.

Fotovoltaické systémy zapojené do sítě

Oproti ostrovním mají fotovoltaické systémy zapojené do veřejné sítě tu výhodu, že v době, kdy vyrábí fotovoltaický systém přebytek energie, může ji dodávat do sítě. Naopak v době nedostatku vlastního výkonu lze energii odebírat z rozvodné sítě.

Při dodávání do rozvodné sítě se stejnosměrné napětí, které produkují fotovoltaické panely a kolektory, musí přeměnit na napětí střídavé. Pro tyto účely je nutné zapojit do systému měnič napětí.⁵

2.1.3 Výhody a nevýhody fotovoltaiky

Výhody solární energie jsou:

- slunce je nevyčerpatelným a obnovitelným zdrojem energie,
- ekologicky nezávadné, nevyvolává škodlivé emise,
- údržba solárních panelů je minimální,
- nízké provozní náklady,
- více účelů budoucího využití (např. auta poháněná solární energií),
- snadná instalace zařízení.

K nevýhodám sluneční energie patří:

- sluneční záření kolísá a intenzita je rozlišná v jednotlivých oblastech,
- vysoké počáteční náklady,
- zařízení funguje pouze přes den, kdy na Zemi dopadá sluneční svit,
- nutná velká plocha pro aplikaci solárních panelů, které by vyprodukovaly potřebné množství energie.⁶

⁵ Zpracováno podle: *Informační portál o solární energii a jejím využití* [online]. Termické solární kolektory. Dostupné na <http://www.solarni-energie.info/vyuziti.php>.

⁶ Zpracováno podle: *Renewable energy sources* [online]. Advantages and disadvantages of solar power. Dostupné na <http://www.renewable-energy-sources.com/2008/06/11/advantages-and-disadvantages-of-solar-power>.

2.2 Energie větru

Větrná energie má svůj původ v dopadajícím slunečním záření, jehož energie zahřívá vzduch v blízkosti povrchu země. Vlivem rozdílného oslunění v různých oblastech dochází k významným teplotním rozdílům vzduchových oblastí. Důsledkem je potom horizontální proudění vzduchu, známé jako vítr. Také energie větru byla v minulosti dosti využívána pro celou řadu hospodářských činností. Dnes je energie větru využívána pomocí větrných turbín téměř výhradně pro energetické účely. Energie získaná z větru a stavba větrných elektráren jsou ovlivněny přírodními podmínkami.

Nejdůležitějším faktorem je rychlost větru v dané lokalitě, která se dá předvídat pomocí dlouhodobého měření. Všeobecně platí, že stavba větrných elektráren (dále VTE) má smysl v oblastech, kde průměrná roční rychlost větru ve výšce 100 m n.m. dosahuje alespoň 6 m/s. Elektrárna pracuje na maximální výkon při rychlostech 10 až 15 m/s. Problémem je naopak příliš vysoká rychlost větru, okolo 20 m/s, kdy je nutno provoz větrných elektráren zastavit, aby nedošlo k jejímu poškození.

2.2.1 Rozdělení větrných elektráren

- **Systémy nezávislé na rozvodné síti**

Autonomní systémy, slouží objektům, které nemají možnost se připojit k rozvodné síti. Zde se obvykle používají mikroelektrárny s výkonem 0,1 - 5 kW. V objektu pak může být buď rozvod stejnosměrného proudu s nízkým napětím (12 nebo 24 V), nebo je v systému zapojen ještě střídač pro dodávku střídavého proudu 230 V.

Můžeme se také setkat s myšlenkou využít větrné energie k vytápění rodinného domu nebo chaty. Toto využití je problematické. Dům pro bydlení by měl stát na místě chráněném před větrem. Větrná elektrárna naopak potřebuje větru co nejvíce. Nízko nad zemí je vzduch brzděn stromy, domy a dalšími překážkami, takže je nutno umístit turbínu na co nejvyšší stožár.⁷

Dalším problémem je dostatečná rychlost větru. Malé stroje začínají pracovat již při rychlostech okolo 4 m/s, ale jejich výkon je velmi malý.

Cena energie získané z autonomního systému je dost vysoká, obvykle vyšší než je cena elektřiny ze sítě.

⁷ Zpracováno podle: *Energetický Poradce pro PRE* [online].

Dostupné na <http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-vetru.html>.

- **Systémy dodávající energii do rozvodné sítě**

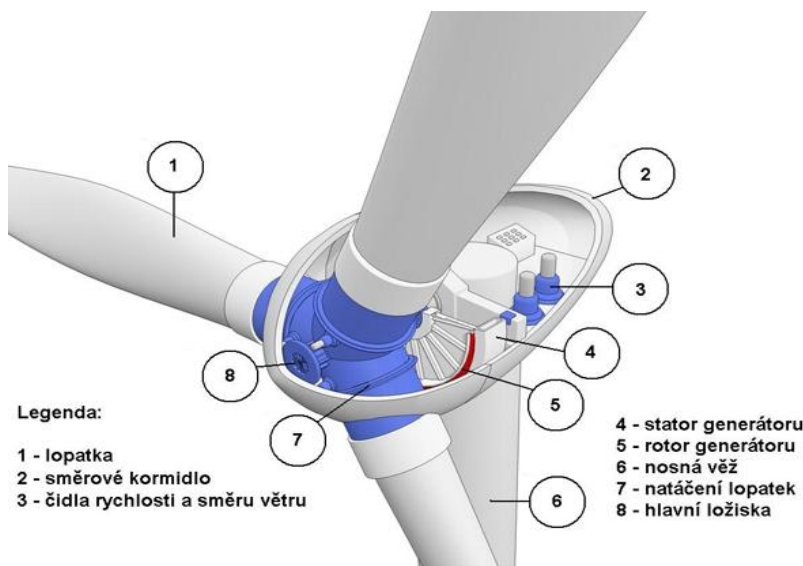
Jsou nejrozšířenější a používají se v oblastech s velkým větrným potenciálem. Slouží téměř výhradně pro komerční výrobu elektřiny. Trendem je výstavba stále větších strojů (průměr rotoru 40 až 100 m a stožár o výšce více než 100 m). Důvodem jsou nižší měrné náklady na výrobu energie a maximální využití lokalit, kterých je omezený počet. Ve vnitrozemí se staví stroje s výkonem 100 až 2000 kW. Na moři (poblíž pobřeží) se využívají turbíny s výkonem až 5 MW.

Velké větrné elektrárny mají asynchronní generátor, který dodává střídavý proud většinou o napětí 660 V, a tudíž nemohou pracovat jako autonomní zdroje energie. Existují i elektrárny se speciálním mnohápólovým generátorem, který nevyžaduje převodovou skříň. Většina elektráren má konstantní otáčky - s rostoucí rychlostí větru se zvyšuje zátěž generátoru.

Moderní větrné elektrárny mají rozběhovou rychlost větru kolem 4 m/s. Pro zvýšení výroby jsou některé turbíny vybaveny dvěma generátory (nebo jedním generátorem s dvojím vinutím). Při nízké rychlosti větru běží menší generátor, při vyšší rychlosti větru se přepne na větší generátor. Startovací rychlost pro snížený výkon je potom kolem 2,5 m/s.

K zefektivnění provozu a snížení nákladů na projektování a výstavbu se velké elektrárny sdružují do skupin (obvykle 5 až 30 elektráren), tzv. větrných farem.⁸

Obrázek 3: Princip větrné elektrárny



Pramen: Energetický Poradce pro PRE [online].

Dostupné na www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-vetru.html.

⁸ Zpracováno podle: *ekoWATT* [online].

Dostupné na <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-vetru>.

2.2.2 Technické řešení větrných elektráren

Podle aerodynamického principu dělíme větrné motory na **vztlakové** a **odporové**. Nejrozšířenějším typem jsou **elektrárny s vodorovnou osou otáčení**, pracující na vztlakovém principu, kde vítr obtéká lopatky s profilem podobným letecké vrtuli. Na podobném principu pracovaly již historické větrné mlýny, nebo tak pracují větrná kola vodních čerpadel. Po experimentech s jedno-, dvou- i čtyřlístými rotory již všechny velké moderní elektrárny používají rotory třílísté, které mají nejlepší parametry.

Existují také **elektrárny se svislou osou otáčení**, které pracují na odporovém principu, nebo na vztlakovém principu. Výhodou vztlakových elektráren se svislou osou je, že mohou dosahovat vyšší rychlosti otáčení, a tím i vyšší účinnosti. Pracují tedy i při nižší rychlosti větru a není třeba je natáčet podle směru větru. Elektrárny se svislou osou otáčení se donedávna v praxi příliš nepoužívaly. Důvodem bylo jejich mnohem vyšší dynamické namáhání, a tedy i nižší životnost. Tento problém se však podařilo do určité míry konstrukčně vyřešit.

2.2.3 Větrné elektrárny a životní prostředí

Větrné elektrárny se staly symbolem ekologické výroby elektřiny. Někdy jim však byl vyčítán hluk, stroboskopický efekt (odraz Slunce), rušení zvířete nebo rušení televizního signálu. Současné elektrárny jsou však mnohem modernější než byly např. před deseti lety, a pokud jsou i vhodně umístěny, k těmto problémům již nedochází. Hluk současných strojů je poměrně nízký.

Největším problémem je v dnešní době estetické narušení přírodního rázu krajiny. Trend stavět stále větší stroje vede k tomu, že jejich počet se snižuje, ale současně jsou více vidět. Proto mají větrné elektrárny stále své odpůrce. Stožáry se však mohou využívat i druhotně, a to jako např. vysílače pro telekomunikační síť.⁹

2.2.4 Výhody na nevýhody větrných elektráren

Výhody větrných elektráren:

- snížení emisí z CO₂ a ostatních emisí, které vznikají při výrobě elektřiny,
- snížení spotřeby fosilních paliv a závislosti na jejich dovozu,
- turistický cíl a odborné exkurze, což má za následek nepřímý přínos pro obec, kde je VTE umístěna (provozovatel VTE navíc po dobu životnosti elektrárny finančně přispívá obci),
- nízké provozní náklady,
- rychlá montáž a demontáž elektrárny.

⁹ Zpracováno podle: *EkoWATT* [online].

Dostupné na <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-vetru>.

Nevýhody větrných elektráren:

- finančně nákladné stavby, zdlouhavé řízení povolení stavby
- nerovnoměrnost dodávky a problematika připojení k distribuční soustavě,
- jedná se o OZE s nejnižší výkupní cenou, má tedy i nejnižší nárok na podporu,
- možnost poškození náhlým silným větrem – při rychlosti kolem 20 m/s je obvykle nutno elektrárnu zastavit (zabrzdit vrtuli), aby nedošlo k havárii,
- estetické narušení krajiny.

2.3 Energie vodních toků

Elektrická energie získávaná z vody je ekonomicky výhodná a má bohatou tradici ve světě i na našem území. Již před 2. světovou válkou byly v provozu stroje na konání mechanické práce pomocí vodní energie, jako například mlýnská kola, mechanický pohon pil, ale také elektrárny s výkonem do 10 MW.¹⁰ Vodní elektrárny (dále VE) neznečišťují ovzduší, nedevastují krajinu a povrchové či podzemní vody těžbou a dopravou paliv a surovin, jsou bezodpadové, nezávislé na dovozu surovin a vysoce bezpečné.

2.3.1 Rozdělení vodních elektráren

podle způsobu provozu:

- *průtočné elektrárny* – pracují v základní části diagramu zatížení, využívají přirozeného průtoku
- *akumulační* – pokrývají špičkovou část diagramu zatížení, využívají řízený odběr vody z akumulační nádrže

podle systému soustředění měrné energie a přívody vody k turbíně:

- *přehradní a jezové elektrárny* – soustřeďují energii pomocí vzdouvacího zařízení (jezu nebo přehrady)
- *derivační* – využívají derivaci, tzn. odvedení vody přivaděčem (kanál, štola, potrubí) z vodního koryta do turbíny
- *přečerpávací (akumulační)* – principem je přečerpání vody v době přebytku elektrické energie (např. v noci) a následný levný provoz ve špičce (v době nedostatku elektrické energie) – např. Dalešice, Dlouhé Stráně na Divoké Desné, Štěchovice

podle využití měrné energie:

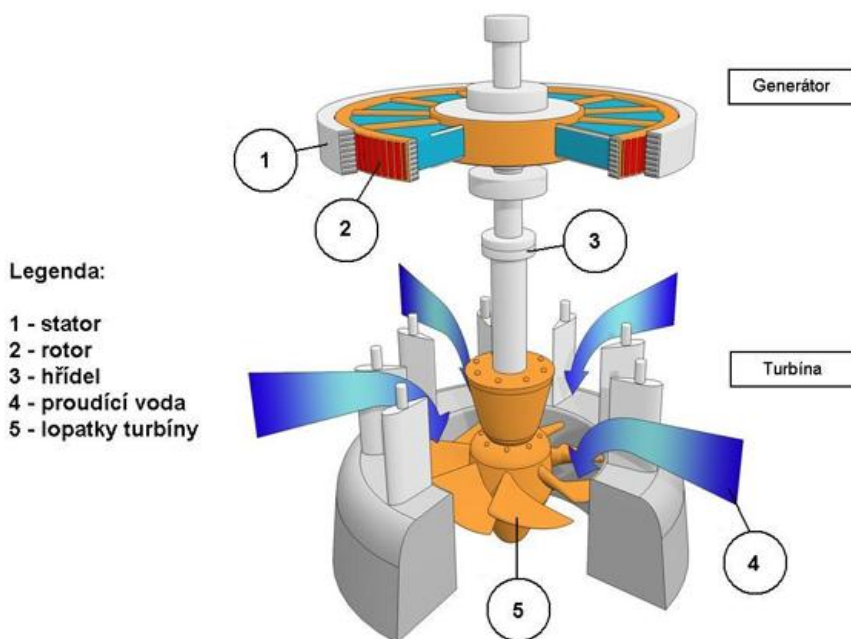
- *rovnotlaká turbína* – turbína s volným odpadem vody (Peltonova turbína)
- *přetlaková* – se sníženým tlakem (Francisova turbína, Kaplanova turbína)

¹⁰ Zpracováno podle: *Oficiální portál pro podnikání a export* [online].
Dostupné na http://www.businessinfo.cz/files/2005/061106_oborova-prirucka-oze.pdf.

2.3.2 Princip vodní elektrárny

Vodní elektrárny soustředí měrnou energii vodního toku vybudováním jezu nebo přehradu. Voda roztáčí turbínu, ta je na společné hřídeli s elektrickým generátorem. Mechanická energie proudící vody se tak mění na energii elektrickou.¹¹

Obrázek 4: Princip vodní elektrárny



Pramen: Energetický Poradce pro PRE [online].

Dostupné na www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-vetru.html.

2.3.3 Možnosti využití vodních elektráren

Energii z vody je možno získat využitím jejího proudění (energie pohybová, kinetická) a jejího tlaku (energie potenciální, tlaková), nebo také obou těchto energií současně. Podle způsobu využití potom rozlišujeme i používané typy turbín instalovaných do vodních elektráren.

- **Kinetická energie** je ve vodních tocích dána rychlostí proudění; rychlost je závislá na spádu toku. Dříve se využívala vodními koly, dnes turbínami typu Bánki a Pelton.
- **Energie potenciální** vzniká v důsledku gravitace, závisí na výškovém rozdílu hladin. Využívá se pomocí turbín typu Kaplan, Francis a rovněž různých typů turbín vrtulových a vhodných čerpadel v turbínovém provozu.¹²

¹¹ Zpracováno podle: Energetický Poradce pro PRE [online].

Dostupné na <http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-vody.html>.

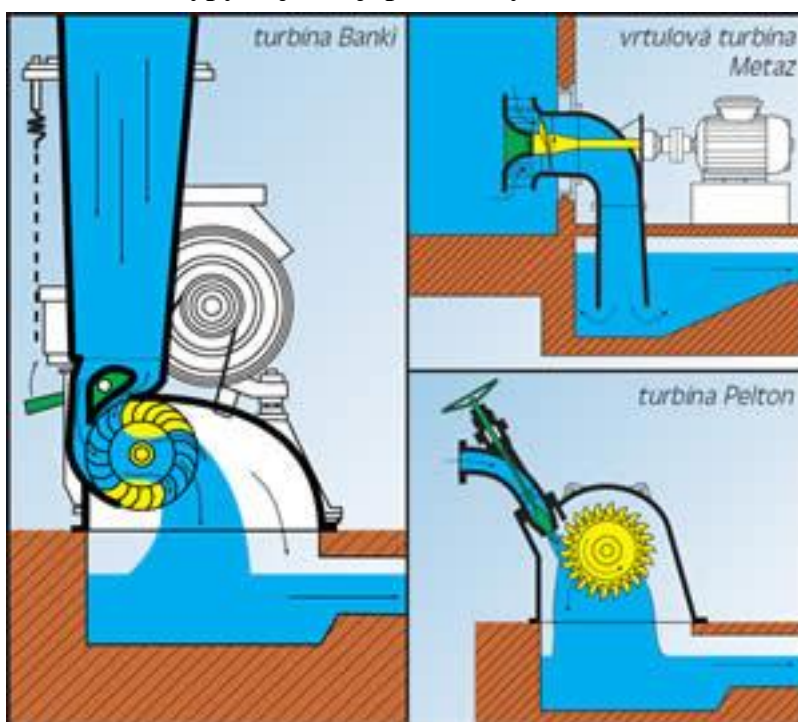
¹² Zpracováno podle: EkoWATT [online].

Dostupné na <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-vody>.

2.3.4 Přehled nejpoužívanějších druhů turbín pro vodní elektrárny

- **Kaplanova turbína** je klasická přetlaková turbína. V základním provedení je výborně regulovatelná, ale výrobně náročná. Dnes ji vyrábí řada firem v České republice s různými úpravami regulace i dispozičním uspořádáním (kolenové či přímoproudé turbíny). Je použitelná pro spády od 1 do 20 m, průtoky 0,15 až několik m³/s, někdy až několik desítek m³/s. Vhodná je zejména pro jezové a říční elektrárny.
- **Francisova turbína** je v minulosti nejpoužívanější přetlaková turbína pro téměř celou oblast průtoků a spádů. Na rekonstruovaných malých vodních elektrárnách je možné ji vidět již od spádu 0,8 m.
- **Bánkiho turbína** je rovnotlaká turbína s dvojnásobným průtokem oběžného kola. Výrobně je nenáročná. Turbíny jsou podle velikosti použitelné pro spády 5 až 60 m a průtoky 0,01 až 0,9 m³/s.
- **Peltonova turbína** je rovnotlaká turbína vhodná pro spády nad 30 m. Využitelné průtoky jsou od 0,01 m³/s (10 l/s). Levnější náhradou mohou být v některých případech sériově vyráběná odstředivá čerpadla v reverzním chodu použitá za cenu nižší účinnosti.¹³

Obrázek 5: Typy nejčastěji používaných turbín



Pramen: EkoWATT [online].

Dostupné na www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-vody.

¹³ Zpracováno podle: EkoWATT [online].

Dostupné na <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-vody>.

2.3.5 Výhody na nevýhody vodních elektráren

Výhody vodních elektráren:

- výroba „čisté“ energie bez škodlivých emisí a odpadů,
- nevyužívají fosilní paliva,
- pružným pokrýváním spotřeby a schopností akumulace energie zvyšují efektivnost elektrizační soustavy,
- vysokým stupněm automatizace přispívají k vyrovnávání změn na tocích a vytvářejí nové možnosti pro revitalizaci prostředí (prokysličování vodního toku).

Nevýhody vodních elektráren

- nerovnoměrnost dodávky – závislost na velikosti průtoku (na meteorologických podmínkách),
- možné pokutování při porušení dodávky minimálního průtoku řečištěm – suché koryto.¹⁴

2.4 Geotermální energie

Jde o nejstarší energii na naší planetě. Geotermální energie je projevem tepelné energie zemského jádra, která vzniká rozpadem radioaktivních látek a působením slapových sil. Jejými projevy jsou erupce sopek a gejzírů, horké prameny či parní výrony. Využívá se ve formě tepelné energie (pro vytápění), či pro výrobu elektrické energie v geotermálních elektrárnách.

Geotermální energie je v nitru Země zachována od doby jejího vzniku po celou dobu geologické historie. V současnosti je celosvětově v geotermálních elektrárnách instalováno více než 10 000 MW, což je stále jen nepatrný zlomek celkového potenciálu.¹⁵

2.4.1 Využití geotermální energie

V rozsáhlejších měřítku se tato energie využívá např. na Islandu, kde se využívá pro vyhřívání obytných domů, skleníků, veřejných budov, bazénů. Geotermální pumpy je možno využít k ohřívání i chlazení individuálních domků. Jedná se o využití zemního tepla (či v létě chladna), které se nachází v hloubce 2-3 metrů a zůstává stabilní během roku.

¹⁴ Zpracováno podle: *Energetický Poradce pro PRE* [online].

Dostupné na <http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-vody.html>.

¹⁵ Zpracováno podle: *ČEZ Obnovitelné zdroje* [online].

Dostupné na <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/obnovitelne-zdroje/geotermalni-energie.html>.

Dnes se využívají tři druhy elektráren - na suchou páru, na mokrou páru a horkovodní. Systém suché páry používá přímo páru získanou ze země na pohon turbíny. Systém mokré páry nechá nejprve horkou vodu přeměnit v páru a ta pak slouží k pohonu turbíny. Horkovodní systém použije vodu s nízkou teplotou, která předá ve výměníku teplo organické kapalině (např. propan, isobutan, freon) s nižším bodem varu, a teprve její pára pak pohání turbínu.¹⁶

Z hlediska způsobů využití se zdroje geotermální energie obvykle rozdělují na:

- vysokoteplotní (s teplotou nad 150°C) - pro přímou výrobu elektrické energie,
- nízkoteplotní (pod 150°C) - zdroje tepla pro vytápění objektů, v zemědělství a lázeňství

2.4.2 Princip tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo dokáže odebírat jinak nevyužitelné, tzv. nízkopotenciální teplo z přírodního prostředí (vzduch, zemský masiv, řeka, rybník, odpadní teplo atd.) a pomocí elektrické energie ho umí převést na teplo vhodné pro vytápění, přípravu teplé užitkové vody i další účely. Pro svůj chod potřebuje elektrickou energii a poměr mezi spotřebovanou elektrickou energií a vyrobenou tepelnou energií se nazývá topný faktor. Topný faktor "charakterizuje" účinnost tepelného čerpadla. Důležité je to, že topný faktor s klesající teplotou nízkopotenciálního zdroje také klesá. Podle toho, z jakého zdroje se nízkopotenciální teplo čerpá a kam se přenáší, rozdělujeme tepelná čerpadla na následující:

- **vzduch-vzduch**

Energie se odebírá přímo z venkovního vzduchu a předává se vzduchu, kterým se objekt vytápí. Topný faktor klesá se snižující se teplotou venkovního vzduchu. Montáž bývá většinou snadná, je však třeba brát ohled na dodržení hygienických požadavků na emise hluku od venkovní výparnickové jednotky. Instalace systému předpokládá teplovzdušné větrání a vytápění.

- **vzduch-voda**

Energie se odebírá ze vzduchu a předává se do vodního okruhu, kterým se (pomocí otopných těles, podlahového vytápění nebo výměníkem voda-vzduch) objekt vytápí. Topný faktor klesá se snižující teplotou venkovního vzduchu. I v tomto případě je třeba brát ohled na dodržení hygienických požadavků na emise hluku.

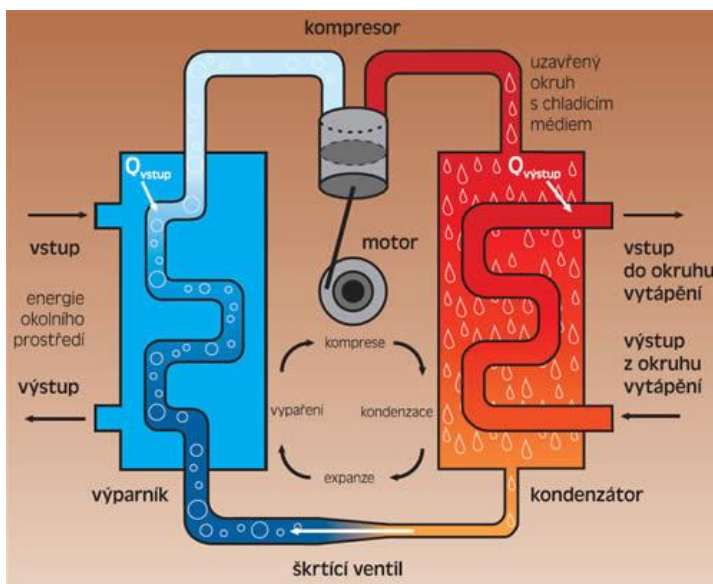
¹⁶ Zpracováno podle: *Czech RE Agency* [online].
Dostupné na <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/geotermika>.

- voda-voda

Nízkopotenciální energie se může podle možností odebírat z několika zdrojů

- zemský masiv (předpokladem jsou vrtné práce nebo uložení registrů do země, hloubka vrtů nebo délka registru závisí na potřebném výkonu tepelného čerpadla). Topný faktor je celoročně prakticky konstantní. Při provádění zemních vrtů jsou nutná některá zvláštní povolení (hydrogeologický posudek pro odbor životního prostředí příslušného místního městského úřadu)
- čerpání spodní vody ze zbudované studně (čerpací), odebírání tepla čerpané vodě a navracení ochlazené vody zpět do druhé studny (vsakovací) tak, aby nebyl narušen režim spodních vod. Topný faktor je celoročně přibližně konstantní (lehce se mění se změnou teploty spodní vody). Pro provádění studní je nutné schválení příslušným vodoprávním úřadem
- řeka nebo rybník (předpokladem je uložení výměníků pod hladinu). U obou zdrojů je potřeba provést energetickou bilanci, aby nedošlo k podchlazení zdroje tepla. V případě použití odděleného primárního okruhu (do TČ není čerpána přímo voda ze zdroje tepla) je podmínkou použití biologicky šetrné nemrzoucí směsi v primárním okruhu, většinou směs lihu a vody.¹⁷

Obrázek 6: Princip tepelného čerpadla



Pramen: EkoWATT [online].

Dostupné na www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-prostredi-geotermalni-energie-tepelna-cerpadla.

¹⁷ Zpracováno podle: *Czech RE Agency [online].*

Dostupné na <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/geotermika>.

2.5 Energie biomasy

Významným obnovitelným zdrojem energeticky využitelné energie je biomasa, v níž je uložena sluneční energie. Pojem biomasa obvykle označuje substanci biologického původu, jako je rostlinná biomasa pěstovaná v půdě nebo ve vodě, živočišná biomasa, vedlejší organické produkty nebo organické odpady. Zásadní výhodou je, že biomasa slouží jako akumulátor energie a lze ji poměrně jednoduše a dlouhodobě skladovat. Nevýhodou je nízká účinnost přeměny slunečního záření na energii. Z hektaru pole získáme hmotu s energetickým obsahem 40 až 90 MWh, podle typu plodiny. To je méně než 1 % slunečního záření, které na tuto plochu za rok dopadne.¹⁸ Při zpracování biomasy a konečném spalování získaného paliva vznikají další ztráty.

Biomasu lze také definovat jako biologicky rozložitelnou část výrobků, odpadů a zbytků z provozování zemědělství a hospodaření v lesích a souvisejících průmyslových odvětví, zemědělské produkty pěstované pro energetické účely a rovněž biologicky rozložitelnou část vytríděného průmyslového a komunálního odpadu¹⁹.

Na základě této definice lze tedy biomasu rozdělit do dvou základních kategorií:

- **Biomasa odpadní:**
 - *rostlinné odpady ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny* - řepková a kukuřičná sláma, obilná sláma, seno, zbytky po likvidaci křovin a náletových dřevin, odpady ze sadů a vinic, odpady z údržby zeleně a travnatých ploch,
 - *lesní odpady (dendromasa)* - po těžbě dříví zůstává v lese určitá část stromové hmoty nevyužita - pařezy, kořeny, kůra, vršky stromů, větve, šišky a dendromasa z prvních probírek a prořezávek,
 - *organické odpady z průmyslových výrob* - spalitelné odpady z dřevařských provozoven (odřezky, piliny, hobliny, kůra), odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce (cukrovarů), odpady z jatek, mlékáren, lihovarů, konzerváren,
 - *odpady ze živočišné výroby* - hnůj, kejda, zbytky krmiv, odpady z přidružených zpracovatelských kapacit,
 - *komunální organické odpady* - kaly, organický tuhý komunální odpad.

- **Biomasa záměrně produkovaná k energetickým účelům, energetické plodiny:**
 - uvedeno v tabulce číslo 1

¹⁸ Zpracováno podle: ČEZ Obnovitelné zdroje [online].

Zpracováno podle <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/biomasa.html>.

¹⁹ Zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů.

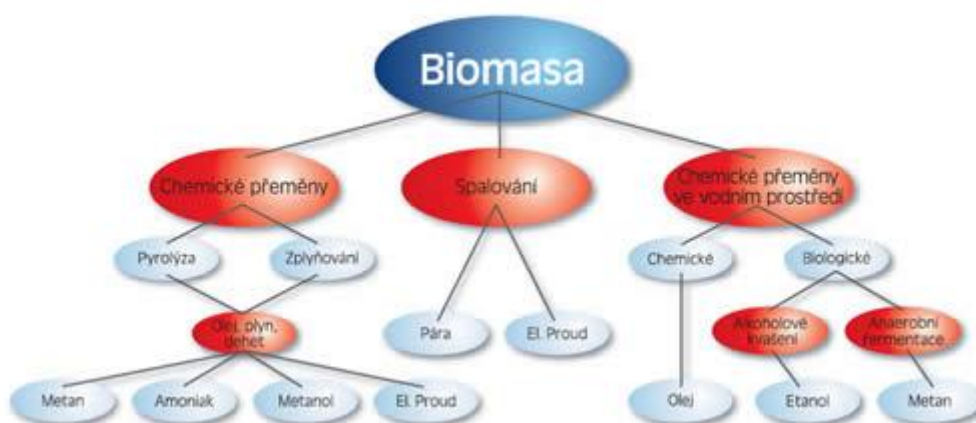
Tabulka 1: Biomasa záměrně produkovaná k energetickým účelům, energetické plodiny

<ul style="list-style-type: none"> lignocelulóznové 	<ul style="list-style-type: none"> dřeviny (vrby, topoly, olše, akáty)
	<ul style="list-style-type: none"> obiloviny (celé rostliny)
	<ul style="list-style-type: none"> travní porosty (sloní tráva, chřastice, trvalé travní porosty)
	<ul style="list-style-type: none"> ostatní rostliny (konopí seté, čirok, křídlatka, šťovík krmný, sléz topolovka)
<ul style="list-style-type: none"> olejnaté 	<ul style="list-style-type: none"> řepka olejka, slunečnice, len, dýně (semeno)
<ul style="list-style-type: none"> škrobno-cukernaté 	<ul style="list-style-type: none"> brambory, cukrová řepa, obilí (zrno), topinambur, cukrová třtina, kukuřice

Pramen: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-biomasy> Využití energie biomasy.

Z energetického hlediska lze energii z biomasy získávat téměř výhradně termochemickou přeměnou, tedy spalováním. Výhřevnost je dána množstvím tzv. hořlaviny (organická část bez vody a popelovin, směs hořlavých uhlovodíků - celulózy, hemicelulózy a ligninu). Biomasa je podle druhu spalována přímo, nebo jsou spalovány kapalné či plynné produkty jejího zpracování. Od toho se odvíjejí základní technologie zpracování a přípravy ke spalování.²⁰ Oproti spalování fosilních paliv má spalování biomasy v podstatě nulovou bilanci CO₂, který patří mezi tzv. skleníkové plyny. Produkce CO₂ ze spalování biomasy je neutrální, protože množství tohoto plynu uvolněné do ovzduší spalováním je přibližně stejné jako to, které je zpětně vázáno do rostlin v zemědělských a lesních porostech nebo na tzv. energetických plantážích. Nízký je rovněž obsah uvolňovaných oxidů síry (0 až 0,1 % síry má dřevo nebo sláma oproti hnědému uhlí, které obsahuje někdy i více než 2 %). Množství vznikajícího NO_x lze kontrolovat např. úpravou teploty spalování.²¹

Obrázek 7: Možnosti využití biomasy



Pramen: Energetický Poradce pro PRE[online].

Dostupné na <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-biomasy>.

²⁰ Zpracováno podle: EkoWATT [online]

Dostupné na <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-biomasy>.

²¹ Zpracováno podle: ČEZ Obnovitelné zdroje [online].

Dostupné na <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/obnovitelne-zdroje/biomasa>.

2.5.1 Základní technologie zpracování biomasy

- **Přímé spalování a zplyňování**

suchá biomasa je velmi složitě palivo, protože podíl částí zplyňovaných při spalování je velmi vysoký. Vzniklé plyny mají různé spalovací teploty. Proto se také stává, že ve skutečnosti hoří jenom část paliva, zejména při pálení dřeva v kotlích na uhlí. Ze suché biomasy se působením vysokých teplot uvolňují hořlavé plynné složky, tzv. dřevoplyn. Jestliže je přítomen vzduch, dojde k hoření, tj. jde o prosté spalování. Pokud jde o zahřívání bez přístupu vzduchu, odvádí se vzniklý dřevoplyn do spalovacího prostoru, kde se spaluje obdobně jako jiná plynná paliva. Část vzniklého tepla je použita na zplyňování další biomasy. Výhodou je snadná regulace výkonu, nižší emise a vyšší účinnost.

- **Bio - chemická přeměna**

- *Bioetanol* - fermentací roztoků cukrů je možné vyprodukovat etanol (etylalkohol). Vhodnými materiály jsou cukrová řepa, obilí, kukuřice, ovoce nebo brambory. Cukry mohou být vyrobeny i ze zeleniny nebo celulózy. Teoreticky lze z 1 kg cukru získat 0,65 l čistého etanolu. V praxi je však energetická výtěžnost 90 až 95 %.
- *Sládkové plyny* - na skládkách TKO dochází ke složitým bio-chemickým pochodům, důsledkem je tvorba sládkového plynu. Složení plynu se mění v průběhu let. Průměrné množství TKO na jednoho obyvatele na rok je asi 310 kg. Z toho je přibližně 35 % organického původu, z něhož lze získat produkci plynu zhruba 0,3 m³/kg.
- *Bioplyn* - při rozkladu organických látek (hnůj, zelené rostliny, kal z čističek) v uzavřených nádržích, bez přístupu kyslíku vzniká bioplyn. Tento proces, kdy se organická hmota štěpí na anorganické látky a plyn, vzniká díky anaerobním bakteriím. Rozkládání víceméně odpovídá procesům probíhajícím v přírodě, s tím rozdílem, že v přírodě probíhají i za přítomnosti kyslíku (aerobní procesy). Proto jsou meziprodukty těchto procesů odlišné a také chemické složení konečných produktů se liší. Zbytky vyhnívacího procesu jsou vysoce hodnotným hnojivem nebo kompostem. Bioplyn obsahuje cca 55-70 % objemových procent metanu, výhřevnost se proto pohybuje od 19,6 do 25,1 MJ/m³. V zemědělství se v největší míře využívá kejda (tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat promísené s vodou), případně slámatý hnůj, v menší míře sláma, zbytky travin, stonky kukuřice, bramborová nať (obtížnější zpracování). Bioplynový potenciál v hnoji závisí na obsahu sušiny a na složení a strávení potravy.

- **Mechanicko – chemická přeměna**

- Bionafta - z řepkového semene se lisuje olej, který se působením katalyzátoru a vysoké teploty mění na metylester řepkového oleje. Nazývá se bionafta první generace. Protože výroba metylesteru je dražší než běžná motorová nafta, mísí se s některými lehkými ropnými produkty, nebo s lineárními alfa-olefiny, aby jeho cena mohla konkurovat běžné motorové naftě. Tyto produkty se nazývají bionafty druhé generace a musí obsahovat alespoň 30 % metylesteru řepkového oleje. Zachovávají si svou biologickou odbouratelnost a svými vlastnostmi, jako je např. výhřevnost, se více přibližují běžné motorové naftě.²²

2.5.2 Výhody na nevýhody využití biomasy

Výhody využití biomasy:

- velmi výhodná a ekonomicky úsporná varianta pro vytápění rodinných domů,
- využívá odpadní látky = nemusíme řešit jejich likvidaci,
- z ekologického hlediska velmi příznivé, nepřispívá ke zhoršení skleníkového efektu.

Nevýhody využití biomasy

- zařízení spalující biomasu je nutno budovat v centru oblastí, kde se biomasa vyskytuje. Lokality nejvhodnější z hlediska dostupnosti biomasy mohou být vzdálené od potenciálních spotřebitelů tepla,
- pohodlí - nelze jen zapnout spínač, nastavit regulaci a vychutnávat si teplo domova. Je potřeba pravidelně dřevo (biomasu) obstarat, připravit, složit do prostoru určeného ke skladování, a při vytápění ho dodávat do kotle a přikládat vždy, když je potřeba. Klade tedy velké nároky na obsluhu,
- velmi náročné na prostor – nutnost skladování většího množství do zásoby.²³

²² Zpracováno podle: *EkoWATT* [online].

Dostupné na <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-biomasy>.

²³ Zpracováno podle: *Energetický Poradce pro PRE* [online].

Dostupné na <http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-biomasy.html>.

3 ANALÝZA VYUŽITÍ OZE V ČESKÉ REPUBLICE

K obnovitelným zdrojům energie se v podmínkách České republiky řadí využití slunečního záření, energie větru, biomasy, biopaliv a bioplynu, energie prostředí využívaná tepelnými čerpadly a geotermální energie.

3.1 Výkup a vlastní spotřeba energie

Obnovitelné zdroje energie jsou podporovány dotacemi nebo zvýhodněnými výkupními cenami energie. V České republice je elektřina z OZE podporována garantovanými výkupními cenami nebo formou tzv. zelených bonusů. Z těchto dvou variant může každý vlastník elektrárny, využívající OZE, volit. V případě, že se provozovatel rozhodne pro státní výkup, veškerou vyrobenou elektřinu prodá provozovateli regionální distribuční soustavy, který je povinen ji odebrat. V případě, že se investor rozhodne spotřebovat elektřinu sám, dostává od distributora zelený bonus. Zelený bonus je vázán na veškerou vyprodukovanou energii. Nespotřebované přebytky je možné volně prodat, tato částka je poté přičtena k zelenému bonusu.

Tabulka 2: Srovnání výkupních cen elektrické energie z obnovitelných zdrojů v ČR

Zdroj	Cena 2007 CZK/kWh	Cena 2008 CZK/kWh	Cena 2009 CZK/kWh	Cena 2010 CZK/kWh	Cena 2011 CZK/kWh
Fotovoltaika	13,46	13,46	12,79	12,15	5,5
Větrné elektrárny	2,46	2,46	2,34	2,23	2,23
Malé vodní elektrárny	2,39	2,6	2,7	3	3
Biomasa	3,37	4,21	4,49	4,58	4,58
Bioplyn z BPS	3,04	3,9	4,12	4,12	4,12

Pramen: <http://www.eru.cz>, vlastní zpracování.

3.2 Potenciál OZE v ČR

V ČR pokrývají OZE přibližně 10, 5 % spotřeby primárních zdrojů, přičemž potenciál OZE je mnohem vyšší. Obnovitelné zdroje energie jsou rovněž uváděny v energetické strategii státu, jako perspektivní složka budoucí struktury energetických zdrojů. Vzhledem k poloze a morfologii České republiky jsou kladeny největší očekávání do energetického využívání slunce a biomasy. Nicméně i ostatní obnovitelné zdroje energie vody, větru a geotermální energie představují významný potenciál pro využití v energetice na území ČR.²⁴

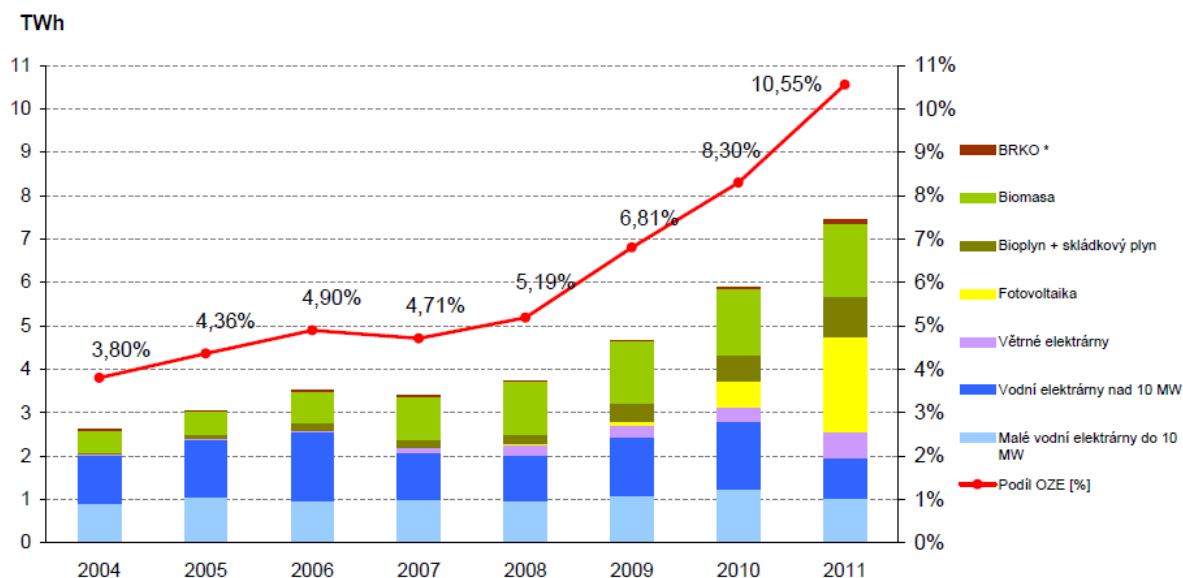
Tabulka 3: Předpoklad využití obnovitelných zdrojů v ČR

Výroba elektřiny		2010	2020	2030
vodní	[TWh]	2,14	2,43	2,48
větrná	[TWh]	0,6	2,55	4,71
biomasa	[TWh]	1,62	5,26	8,02
geotermální	[TWh]	0	0,48	1,58
solární	[TWh]	0,15	0,98	5,67
Elektřina celkem	[TWh]	4,51	11,7	22,46

Výroba tepla		2010	2020	2030
biomasa	[PJ]	62,36	93,48	105,52
geotermální	[PJ]	2,2	10,51	17,7
solární	[PJ]	0,28	2,25	4,12
Tepllo celkem	[PJ]	64,84	106,24	127,34
Celkem teplo + elektřina	[PJ]	81,08	148,36	208,20

Pramen : [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/potencial_oze/\\$FILE/oued-potencial_tab1-20100317.jpg](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/potencial_oze/$FILE/oued-potencial_tab1-20100317.jpg).

Graf 1: Vývoj výroby elektřiny z OZE v ČR a její podíl na hrubé domácí spotřebě



Pramen: http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocní_zprava/2011/Rocni_zprava_ES_CR_FINAL.pdf.

²⁴Zpracováno podle: Czech RE Agency [online]. Dostupné na <http://www.czrea.org/cs/projekty/mapa>.

3.2.1 Omezení potenciálu rozvoje OZE

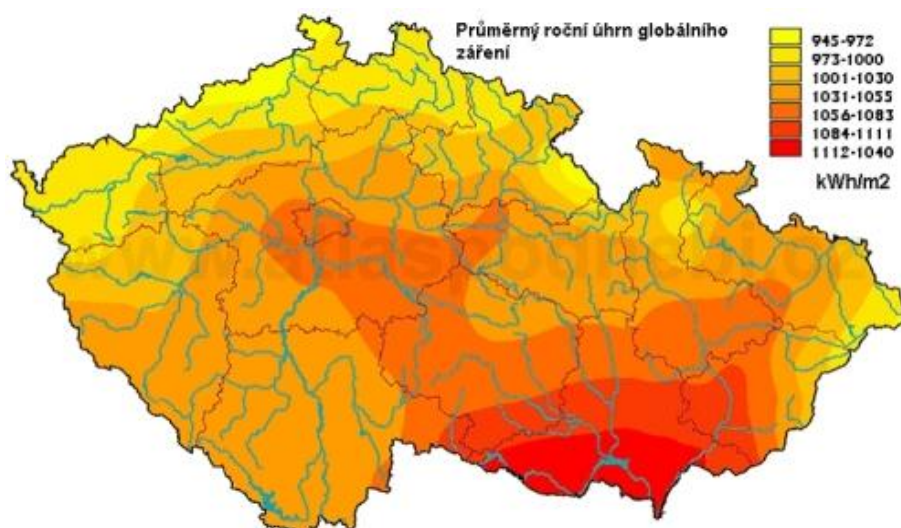
- **Technická úroveň zařízení** – např: účinnost fotovoltaických panelů.
- **Plocha** - pro zařízení využívající OZE není možné využívat zastavěné plochy, zalesněné plochy, plochy, kde se nachází orná půda, chráněné krajinné oblasti apod.
- **Cena elektrické energie z konvenčních zdrojů** – konkurenční ceny elektřiny ve výrobnách využívajících fosilní paliva, nebo jaderné elektrárny.
- **Efektivita OZE** - Energie z různých zdrojů by měla být využívána pro takový účel, pro který se hodí, aby nevznikaly zbytečné ztráty.

3.3 Využití sluneční energie v České republice

3.3.1 Přírodní podmínky využití

V České republice jsou poměrně dobré podmínky pro využití energie slunečního záření, přestože množství sluneční energie v průběhu roku kolísá a nejvíce ho dopadá v období, kdy je to nejméně potřeba. Na každý metr čtvereční dopadne v našich podmínkách za jeden rok okolo 1100 kWh sluneční energie. Česká republika je sice poměrně malá, přesto zde určité rozdíly v klimatických podmínkách existují. Jsou způsobeny hlavně rozdílnou nadmořskou výškou, charakterem proudění vzduchu a rozdíly ve slunečním svitu. Dostupnost solární energie v České republice je dále ovlivněna mnoha faktory. Patří mezi ně především zeměpisná šířka, roční doba, oblačnost a lokální podmínky, sklon plochy na niž sluneční záření dopadá a další.²⁵

Obrázek 8: Průměrný roční úhrn globálního záření v ČR



Pramen: SolarHit [online]. Solární záření v ČR.

Dostupné na <http://www.solarhit.cz/index.asp?menu=775>.

²⁵ Zpracováno podle: *Czech RE Agency [online].*

Dostupné na <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika>.

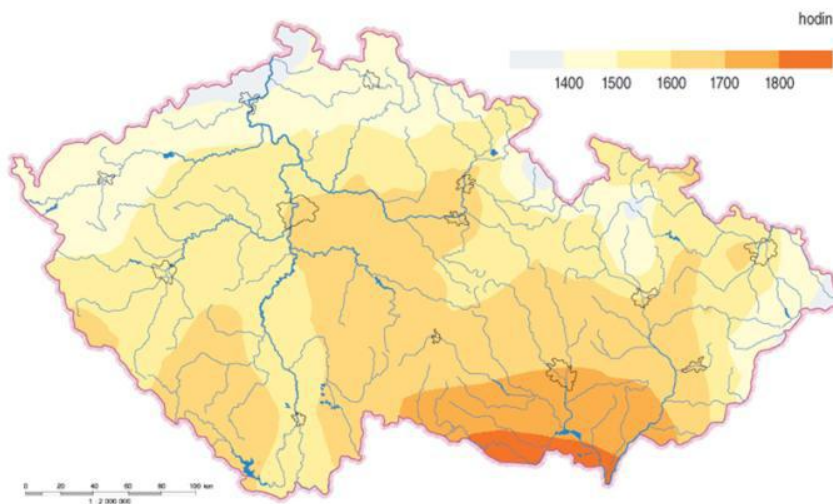
3.3.2 Základní faktory ovlivňující využití slunečního záření

- doba slunečního záření
- intenzita záření
- znečištění atmosféry
- geografické podmínky a klimatické podmínky

Doba slunečního záření

Doba slunečního záření představuje počet hodin souvislého slunečního svitu za měsíc nebo za rok. V České republice je průměrné rozmezí 1 600 – 2 100 hod/rok. Veličina je závislá na přírodních podmínkách, na zeměpisné šířce a délce.

Obrázek 9: Průměrný roční úhrn trvání slunečního záření



Pramen EsSystem [online].

Dostupné z http://www.es-systems.eu/fotovoltaika_princip.php.

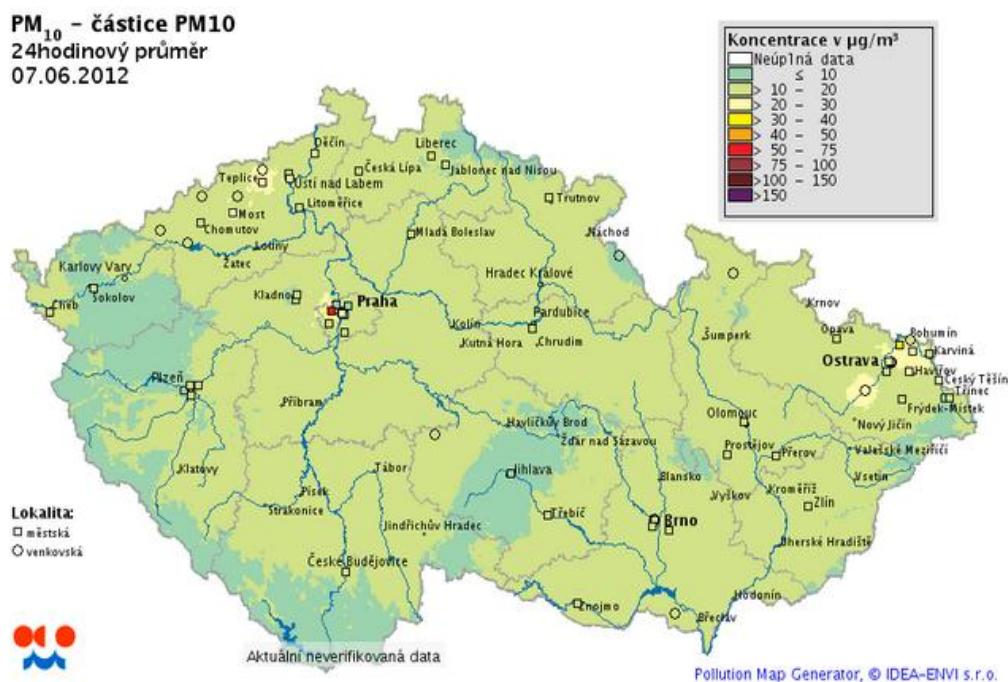
Intenzita záření

Intenzita slunečního záření je veličina, která vyjadřuje souhrn záření na jednotku vodorovné plochy za měsíc nebo za rok. Intenzita je stejně jako doba slunečního záření závislá na přírodních podmínkách. Mapa intenzity záření je na obrázku 8, v kapitole 2.3.1.

Znečištění atmosféry

Průchodem atmosférou se intenzita sluneční energie zmenšuje. Dochází k tomu díky odrazu od molekul plynů a prachu či absorpcí víceatomovými plyny. V oblastech se silně znečištěnou atmosférou nebo v oblastech s vysokým výskytem inverzí je nutné počítat s poklesem globálního záření o 5 – 10 %.

Obrázek 10: Mapa znečištění 24 hodinový průměr k 7. 6. 2012



Pramen ČHMÚ [online].

Dostupné z <http://pr-asv.chmi.cz/IskoPollutionMapView/faces/pollutionmapvw/viewMapImages.jsf>.

Geografické podmínky a klimatické podmínky

Pro oblasti s nadmořskou výškou od 700 do 2 000 metrů nad mořem je možné počítat s 5 % nárůstem globálního záření.

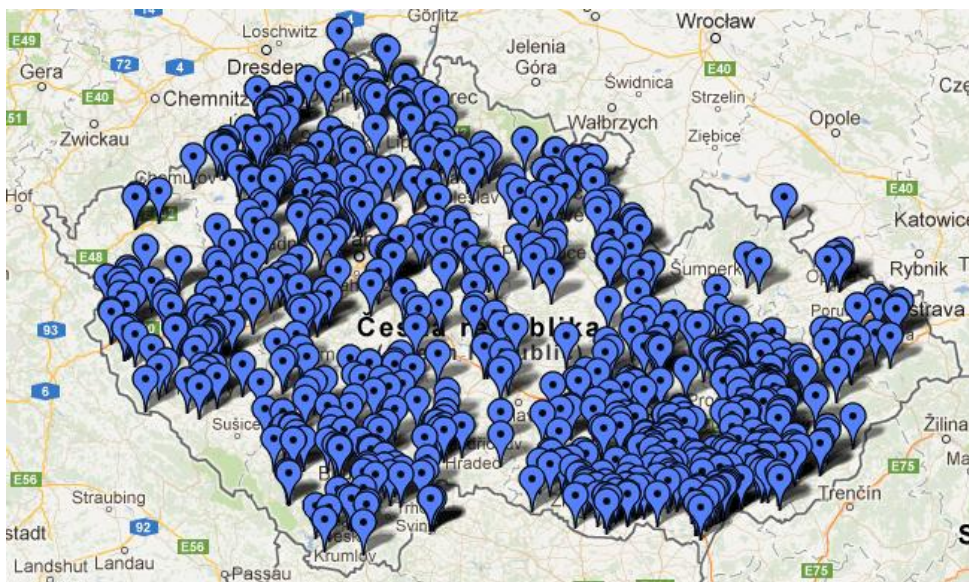
3.3.3 Srovnání jednotlivých lokalit s ohledem na využití energie slunce

Z předešlých faktorů je možné odvodit nejvhodnější lokalitu pro využití energie slunce. Nejvhodnější lokalitou je Jihomoravský kraj, konkrétně jižní část, s průměrným ročním úhrnem trvání slunečního záření 1 800 – 1 900. Na Moravě je největší délka trvání slunečního svitu a také větší počet slunečných dní. Území jižní Moravy je v závětrí Českomoravské vrchoviny. Srážky se většinou vyprší na západě území ČR a na jižní Moravu už často ani nedorazí.

Nejméně vhodnou lokalitou se jeví Ústecký kraj v části Krušných hor s průměrným ročním úhrnem trvání slunečního záření 1 300 – 1 400 h.

Pro výstavbu fotovoltaické elektrárny jsou dle map dále vhodné lokality Praha, Středočeský kraj - východní část, Jižní Morava - severní část. Závěrem odpovídá i mapa připojených FVE.

Obrázek 11: Mapa licencovaných FVE v ČR

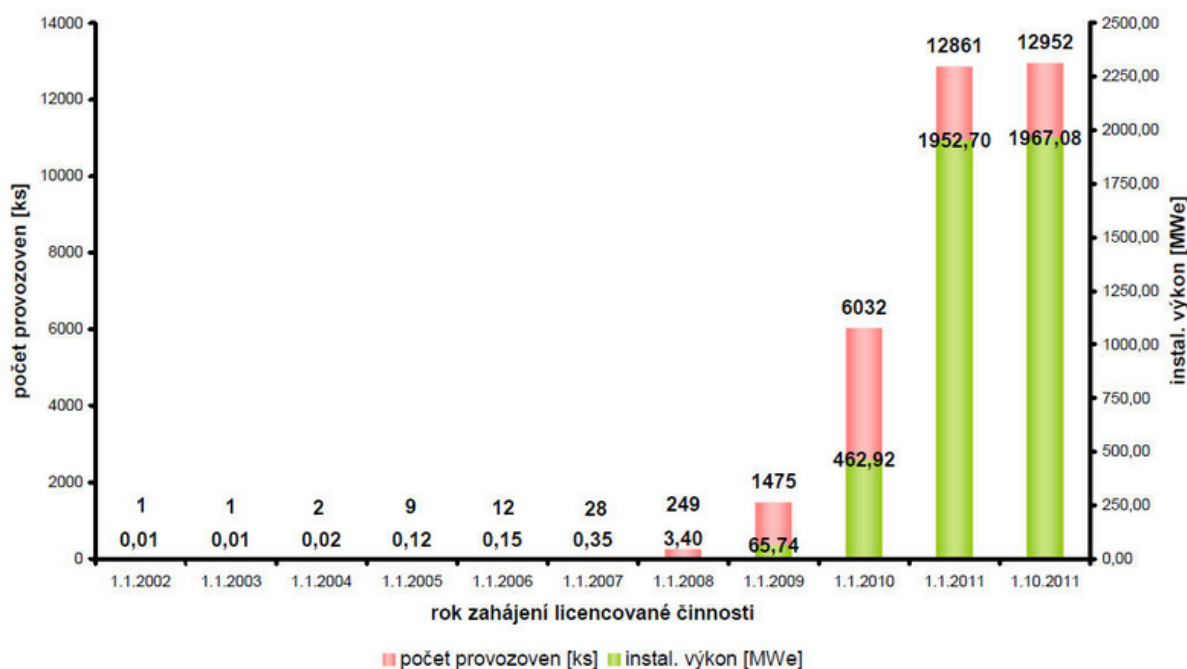


Pramen Elektrárny.Pro [online].

Dostupné z <http://www.elektrarny.pro/seznam-elektraren.php>.

3.3.4 Současný stav připojených fotovoltaických elektráren

Graf 2: Instalovaný výkon solárních elektráren – konec roku 2011



Pramen: <http://www.elektrarny.pro>.

V současné době bylo k 31. 12. 2011 instalováno 1971 MW výkonu FVE elektráren. Tímto se FVE podílí na 9,7 % celkového instalovaného výkonu v ČR.

FVE se podílely v roce 2011 na výrobě 2118 GWh, což odpovídá 2,41 % celkové výroby České republiky. Podíl na hrubé domácí spotřebě odpovídá 3 % z celkové spotřeby.

Největší FVE je Ralsko Ra 1. Fotovoltaická elektrárna u Ralska v okrese Česká Lípa. Instalovaný výkon je 38,3 MW. Skládá se z pěti menších zdrojů (14,2 MW + 6,6 MW + 4,5 MW + 12,8 MW). Elektrárnu vlastní a provozuje společnost 3 L Invest a.s., kterou od července 2010 vlastní společnost eEnergy Ralsko a.s. Ta je od srpna 2010 v držení elektrárenské společnosti ČEZ.²⁶

Další největší FVE jsou uvedeny v tabulce číslo 4.

Tabulka 4: Největší FVE v ČR

	Výkon [MW]	Výroba elektřiny v roce 2011 [MWh]	Provozovatel
FVE Ralsko Ra 1	38,3	39962	ČEZ a.s.
FVE VEPŘEK	35,1	40386	Decci a.s.
FVE Ševětín	29,9	32533	ČEZ a.s.

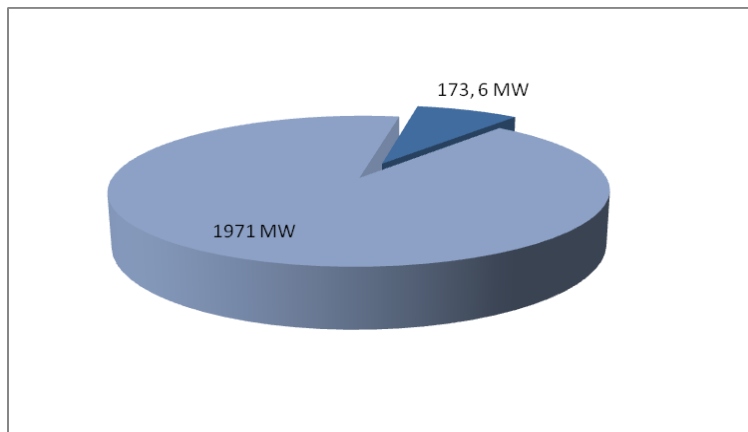
Pramen: <http://www.eru.cz>, vlastní zpracování.

²⁶ Zpracováno podle: ERU.cz[online].

Dostupné na <http://licence.eru.cz/detail.php?lic-id=111017525&sequence=1&total=1>.

Celkový instalovaný výkon velkých FVE (nad 10 MW) činí 173,6 MW. Porovnání instalovaného výkonu velkých FVE ku celkovému instalovanému výkonu fotovoltaických elektráren je na grafu číslo 3. Z grafu je viditelné, že velké FVE představují 8 % celkového instalovaného výkonu FVE v České republice.

Graf 3: Poměr FVE nad 10 MWp k ostatním instalacím FVE



pramen: www.eru.cz, v lastní zpracování.

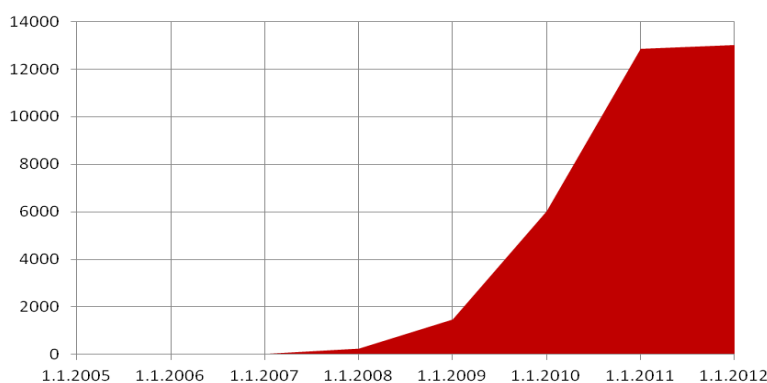
3.3.5 Solární Boom související s výkupními cenami solárních systémů

Pokud se jedná o výkup elektřiny u OZE, je nutné zdůraznit ukazatel Energetická návratnosti (dále EPBT). EPBT je významný ukazatel, který určuje dobu, za kterou solární panel vyrobí tolik energie, kolik bylo vynaloženo na jeho vyrobení. Tento indikátor je dán jednoduchým podílem veškeré vstupující energie do zařízení (včetně energie na jeho výrobu, instalaci a provoz) a průměrným množstvím energie vyrobené za rok provozu.²⁷

Počet FVE začal výrazně narůstat na přelomu roku 2008 - 2009. Bylo zjištěno, že žádné jiné odvětví nezažilo tak rychlý rozkvět jako fotovoltaika, tento nárůst je znám pod pojmem „solární boom“. Přispěl k tomu výrazný pokles cen fotovoltaických panelů a prudké zvýšení výroby solárního křemíku, které vedlo k výraznému snížení jeho ceny. Tomuto stavu se nedokázaly přizpůsobit legislativní podmínky České republiky ohledně stanovení pevných výkupních cen (viz tabulka 2, v kapitole 2.1), což vedlo k pozdějším zásadním omezením FVE.

²⁷ Zpracováno podle: *Biom Energetická návratnost fotovoltaických systémů* [online]. Dostupné na <http://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/energeticka-navratnost-fotovoltaickych-systemu-v-podminkach-cr>.

Graf 4: Počet instalovaných výroben v ČR



Pramen: <http://www.eru.cz>, vlastní zpracování.

3.3.6 Možnosti ve výstavbě FVE

3.3.6.1 Stop stav

Mezi nejradikálnější opatření výstavby FVE patří období od 14. 2. 2010 do 19. 9. 2011, kdy došlo k tzv. stop - stavu. Toto opatření bylo nutné, kvůli rychlému nárůstu neregulovatelných zdrojů převážně solárních elektráren, které mají nepochybně velký vliv na stav přenosové sítě ČEPS a.s.

3.3.6.2 Omezení připojení OZE s proměnlivou výrobou (FVE a VTE)

V některých oblastech již nelze do roku 2020 připojovat nové FVE elektrárny z důvodu omezení naplněním bilančního limitu sítě. Nedostatkem se stává i struktura sítě, která mnohdy není na nové zdroje včas připravena.

- Bilanční limit do roku 2020 je naplněn pro:
 - Karlovarský kraj (okresy Cheb, Sokolov, Karlovy Vary)
 - západní část Ústeckého kraje (okresy Chomutov a Louny)
 - západ Středočeského kraje (okres Rakovník)

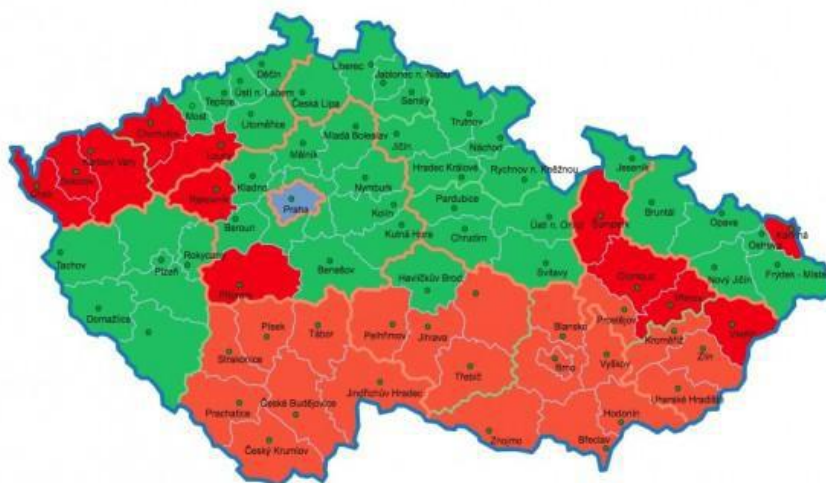
- Bilanční limit do roku 2014 je naplněn pro:
 - střední část Olomouckého kraje (okresy Šumperk, Olomouc, Přerov)
 - severovýchod Zlínského kraje (okres Vsetín)

- Bilanční limit naplněn (zatím není známé datum obnovení):
 - jih Středočeského kraje (okres Příbram)²⁸

²⁸ Zpracováno podle *Česká fotovoltaická průmyslová asociace* [online]. Dostupné na <http://czepho.cz/cs>.

Na obrázku 12 je uvedena mapa s možností připojování dle jednotlivých regionálních distributorů. Modře je na mapě vyznačeno území pod správou společnosti PREdistribuce – zde se připojuje. Oranžově jsou na mapě označeny regiony pod správou společnosti E.ON Distribuce – zde je od 20. ledna 2012 opět zaveden stop-stav. Červeně jsou vyznačeny oblasti pod správou společnosti ČEZ Distribuce – zde připojení nedovoluje kapacita sítě. Zelené jsou vyznačena místa pod správou ČEZ Distribuce, kde je v současné chvíli připojení fotovoltaických elektráren možné.²⁹

Obrázek 12: Znázornění území s bilančními limity



Pramen: Ekobydlení[online].

Dostupné z <http://www.ekobydleni.eu/solarni-elektrarny/solarni-elektrarny-se-v-cr-opet-zacinaji-pripojovat>

3.3.7 Budoucnost využití energie slunce

Do praxe přicházejí fotovoltaické systémy s akumulací, které oproti dosavadním instalacím nepředávají nespotřebovanou elektřinu do sítě, ale ukládají ji do baterií. Domácnost pak může elektřinu využít v noci nebo další den. Fotovoltaická elektrárna s akumulací je schopná zajistit veškerou energetickou spotřebu domácnosti zhruba v období duben až říjen. Ve zbývajících měsících případný nedostatek elektřiny z fotovoltaiky řeší domácnost odběrem ze sítě. Domácnost vše co vyrobí, spotřebuje. Do elektrizační sítě elektřinu nedodává, proto nijak nezatěžuje elektrizační soustavu.

²⁹ Zpracováno podle: *Ekobydlení [online].*

Dostupné na <http://www.ekobydleni.eu/solarni-elektrarny/solarni-elektrarny-se-v-cr-opet-zacinaji-pripojovat>.

3.4 Využití energie větru v České republice

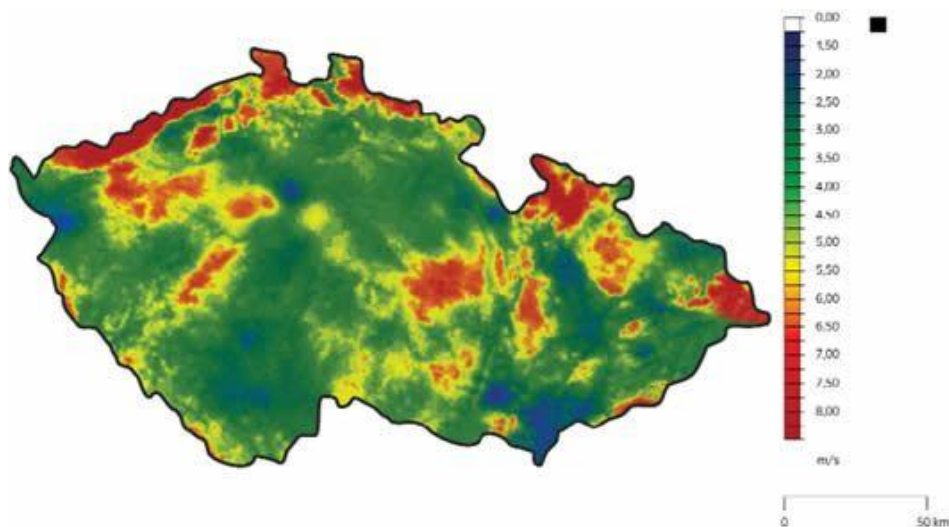
3.4.1 Přírodní podmínky využití

Česká republika je vnitrozemský stát s typicky kontinentálním klimatem, které se projevuje významným sezónním kolísáním rychlostí větru. Příčinou je zejména globální vzdušné proudění typické pro severní a střední Evropu.

Rychlost větru je nejdůležitějším údajem při využívání energie větru, udává se převážně v m/s. Poblíž zemského povrchu je proudění vzduchu ovlivňováno členitostí terénu - vítr je zpomalován terénními překážkami - stavbami, kopci, a také druhem povrchu (tráva, les, vodní hladina, sníh apod.). S rostoucí výškou se rychlost větru logaritmicky zvyšuje. Je tedy velký rozdíl mezi rychlostí větru ve výšce 10 m a 100 m nad terénem.

Proudění vzduchu je vždy turbulentní, což se projevuje kolísáním rychlosti a směru větru. Výsledky měření směru a rychlosti větru jsou proto průměrované za určitý časový interval, tzv. vzorkovací dobu.

Obrázek 13: Větrná mapa České republiky



Pramen: Obnovitelné energie [online].

Dostupné z <http://www.obnovitelne-energie.cz/vetrne-elektřarny.php>.

3.4.2 Srovnání jednotlivých lokalit s ohledem na využití energie slunce

Z větrné mapy ČR na obrázku 13 vyplývá, že nejperspektivnějšími oblastmi pro výstavbu VTE, z hlediska průměrné rychlosti větru, jsou Krušné hory, Lužické hory, Českomoravská vrchovina a Jeseníky.

Předpokladům odpovídá i skutečné rozmístění větrných elektráren v ČR na obrázku 14.

Obrázek 14: Větrné elektrárny s výkonem nad 5 MW



Pramen: Energetický regulační úřad [online].

Dostupné z http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocní_zprava.

3.4.3 Faktory ovlivňující výstavbu VTE

Každá forma výroby elektřiny určitým způsobem negativně ovlivňuje životní prostředí. Větrné elektrárny mají velké konstrukce a nevhodnější podmínky pro využívání větrné energie jsou často v průmyslově nevyužitelných oblastech.

Negativní vlivy na životní prostředí zahrnují narušení **krajinného rázu, hluk, vibrace, rušení stanovišť volně žijících živočichů i usmrcování ptactva**. Větrné elektrárny jsou také předmětem konfliktu zájmů dalších uživatelů přirozeného prostředí, což zahrnuje např. rušení radarů a navigačních systémů a směry letů ptáků.

Výstavba VTE je takovým záměrem, u něhož zpravidla probíhá posouzení vlivu na životní prostředí podle **zákona č. 100/2001 Sb.**, o posuzování vlivů na životní prostředí. VTE s celkovým instalovaným výkonem vyšším než 500 kWh, nebo s výškou stojanu přesahující 35 metrů, vždy podléhají posouzení vlivů na životní prostředí.

Posouzení vlivu na životní prostředí je pravděpodobně největší omezením pro investory do výstavby VTE. Samotný proces posouzení vlivu na životní prostředí znamená, že doba mezi záměrem postavit VTE a jejím uvedením do provozu se pohybuje mezi 5 - 7 lety.

„V praxi není vzácným jevem, že na stejný záměr mají různé posudky zpracované různými odborníky odlišný závěr. Zpravidla se autoři shodnou na tom, že působení větrných elektráren bude představovat silný vliv, zejména na harmonické měřítko krajiny a na estetické hodnoty krajinného rázu, avšak názor ohledně přijatelnosti či nepřijatelnosti výstavby větrné elektrárny v posuzované lokalitě se může u různých autorů lišit.“³⁰

³⁰ CETKOVSKÝ, Stanislav; FRANTÁL, Bohumil; ŠTEKL, Josef. *Větrná energie v České republice : Hodnocení prostorových vztahů, environmentálních aspektů a socioekonomických souvislostí*. Brno : Ústav geoniky AV ČR.

Na výstavbu VTE platí dále omezení, která pramení z naplnění bilančního limitu sítě, podrobněji se tímto zabývá kapitola 2.3.6.2.

3.4.4 Současný stav připojení VTE

Legislativa České republiky k větrným elektrárnám byla nepodporující a nevýhodná. Teprve zákon 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, byl signálem změny.

K 31. 12. 2011 bylo instalováno 218 MW výkonu větrných elektráren. Tímto se VTE podílí na 1,1 % celkového instalovaného výkonu v ČR. Větrné elektrárny se podílely v roce 2011 na výrobě 398 GWh, což odpovídá 0,46 % celkové výroby České republiky. Podíl na hrubé domácí spotřebě odpovídá 0,8 % z celkové spotřeby.

V roce 2010 se spustilo více než 11 větrných elektráren a během let 2004 až 2011 se nárůst celkového výkonu zvýšil o 92 %, tento nárůst byl způsoben převážně legislativní podporou. V roce 2011 byly instalovány pouhé 1,8 MW výkonu větrných elektráren (VTE Rozstání - Olomoucký kraj). V roce 2012 byla spuštěna na přelomu leden - únor větrná elektrárna Hranice u Aše (4 MW) a v únoru větrná elektrárna Horní Řasnice (1,8 MW).³¹

Tabulka 4: Instalovaný výkon a výroba větrných elektráren v jednotlivých letech

Rok	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Výkon [MW]	17	28	54	116	148	192	222	224
Výroba [GWh]	8,3	21,3	49,4	125	245	290	335	398

Největší VTE v České republice je momentálně Farma větrných elektráren Kryštofovy Hamry. Skládá se z 21 větrných elektráren, které mají 78 metrů a jejich výkon je 42 MW.

3.4.5 Budoucnost využití energie větru

Vzhledem k tomu, že dostupnost nových míst pro výstavbu VTE ubývá, dalším řešením pro dosažení větších cílů je modernizace větrných parků. Další rozvoj ve větrné energetice závisí na stálém zdokonalování technologie.

V současné době se objevil zajímavý trend ve výrobě malých větrných elektráren, který je určen speciálně pro osídlené plochy a městské prostředí. Výrobce nazval toto zařízení Energy Ball podle jeho specifického tvaru. Při rychlosti větru 4 m/s je tento druh malé VTE schopen ročně produkovat 100 kWh.³²

³¹ Zpracováno podle *Energetický regulační úřad* [online].

Dostupné na <http://www.eru.cz>.

³² Zpracováno podle *www.nazeleno.cz* [online].

Dostupné na <http://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/mala-vetrna-elektrarna-v-praxi-kolik-vydela.aspx>.

3.5 Využití energie vody v České republice

3.5.1 Přírodní podmínky využití

Pokud hovoříme o přírodních podmínkách využití energie vody, je nutné zmínit hydroenergetický potenciál. Každý vodní tok představuje určité množství vodní energie. Hydroenergetickým potenciálem označujeme velikost energie, kterou představuje jeho roční průtok.

Česká republika má ve svém povodí střední a horní části velkých řek. Kvůli omezení z hlediska hydrologických, topografických, geologických a ekologických podmínek jsme dnes schopni využít pouze 45 - 50% z hydroenergetického potenciálu České republiky.

Pro horní a střední toky je charakteristické kolísání průtoků a celkově menší průtoky. Proto je nutná výstavba vodohospodářských děl, jako jsou akumulární nádrže. Pro výstavbu velkých vodohospodářských děl jsou v České republice výhodné podmínky na řekách Labe a Vltava. Potenciál výstavby větších děl na těchto řekách je však již vyčerpán, z důvodu osídlení podél řek. Pro Labe je nutné zajistit splavnost a stavba velké nádrže by narazila na odpor veřejných organizací.

3.5.2 Srovnání jednotlivých lokalit s ohledem na využití energie vody

Většina velkých VE je soustředěna na povodí Vltavy, kde vytváří Vltavskou kaskádu, výjimkou jsou VE Dalešice, VE Mohelno a VE Dlouhé Stráně.³³

V ČR je již v současnosti 70 % hydroenergetického potenciálu využíváno a další možnosti pro budování velkých vodních děl jsou vyčerpány. Avšak podle odborníků se ve vodních tocích České republiky ukrývá ještě velké množství energie, jež by mohlo být využito menšími díly – malými vodními elektrárnami (dále jen MVE – výkon do 10 MW).

3.5.3 Současný stav připojení vodní energie

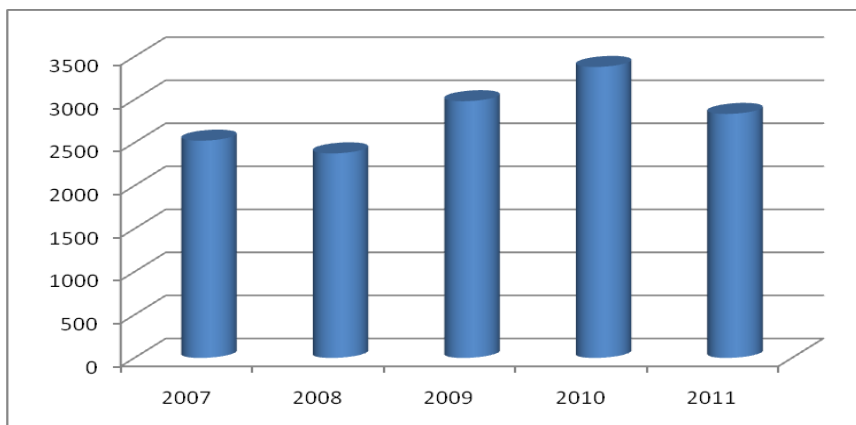
V současné době bylo k 31. 12. 2011 bylo instalováno 1054 MW výkonu vodních elektráren. Tímto se VE podílí na 5,2 % celkového instalovaného výkonu v ČR. VE se podílely v roce 2011 na výrobě 2835 GWh, což odpovídá 3,2 % celkové výroby České republiky. Podíl na hrubé domácí spotřebě odpovídá 2,9 % z celkové spotřeby.

Jak je viditelné z grafu 15, došlo v roce 2011 k poklesu výroby u VE. Tento pokles je zastoupen, jak u velkých vodních elektráren, tak i u MVE.

³³ Zpracováno podle: *Elektrina.cz* [online].

Dostupné na <http://www.elektrina.cz/clanek-112-vodni-elektrarny-v-cr>.

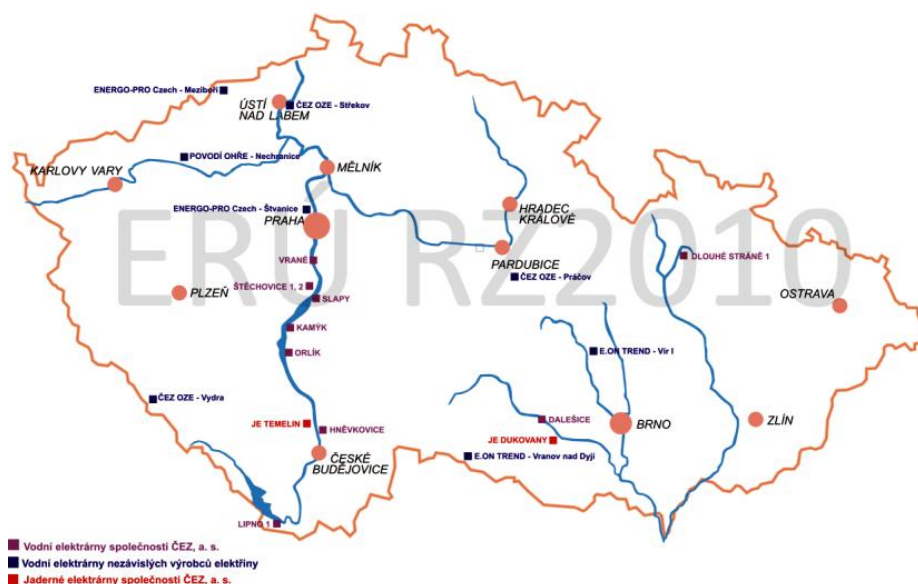
Graf 5: Vývoj výroby elektřiny z VE od roku 2007 [GWh]



Pramen: Energetický regulační úřad [online].

Dostupné z http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocní_zprava.

Obrázek 15: Vodní elektrárny s výkonem nad 5 MW



Pramen: Energetický regulační úřad [online].

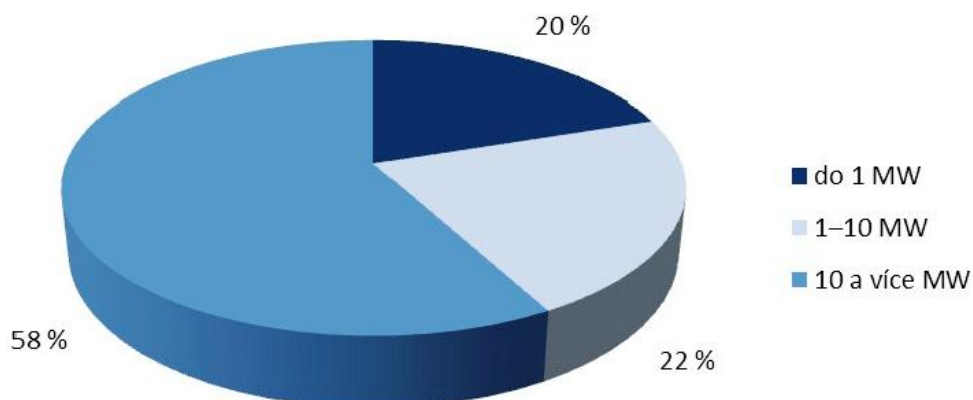
Dostupné z http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocní_zprava.

Na výrobě elektřiny z vodní energie mají podíl především velké vodní elektrárny. Největší VE je Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně, která patří společnosti ČEZ. Vodní elektrárna Dlouhé stráně má instalovaný výkon 2 x 325 MW a největší spád 510,7 metrů. Je vybavena největšími reverzními Francisovými turbínami v Evropě.³⁴

³⁴ Zpracováno podle www.nazeleno.cz/[online].

Dostupné na <http://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/mala-vetrna-elektrarna-v-praxi-kolik-vydela.aspx>.

Graf 6: Podíl kategorií výkonu vodních elektráren na hrubé výrobě elektřiny 2011



Pramen: Energetický regulační úřad [online].

Dostupné z http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocní_zpráva/

Obrázek 16: Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně



Pramen: www.lidovky.cz [online].

Dostupné z http://cestovani.lidovky.cz/div-olomouckeho-kraje-elektrarna-dlouhe-strane-fr5-/aktuality.asp?c=A111024_164705_aktuality_glu.

3.5.4 Budoucnost využití energie vody

Budoucností využití vodní energie je výroba v malých vodních elektrárnách. Pro tento typ VE je prozatím lokalit pro výstavbu dostatek. Další možností pro výstavbu MVE je obnovu zdrojů a krajiny.

Technicky využitelný potenciál řek v ČR pro velké vodní elektrárny je nyní vyčerpán, proto je možné docházet u tohoto typu VE ke zlepšení skrze využívání nových technologií.

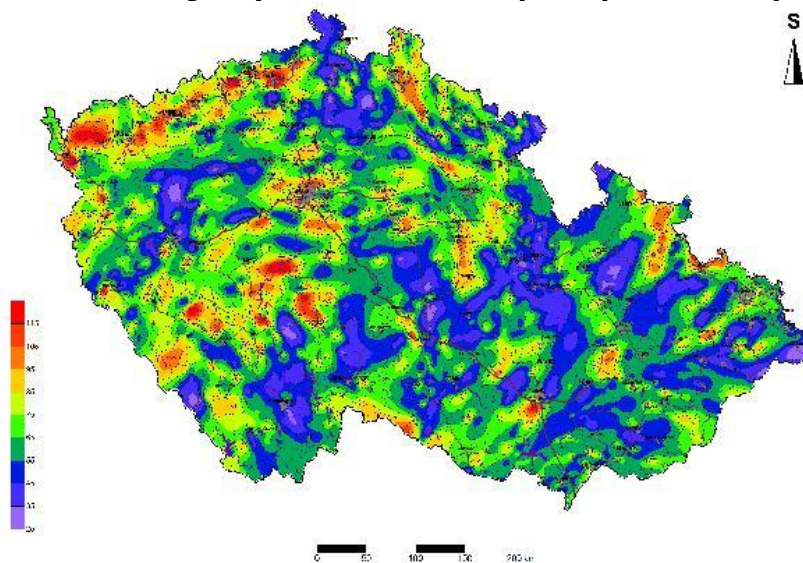
3.6 Využití geotermální energie v České republice

3.6.1 Přírodní podmínky využití

Geotermální teplo se v současné době využívá v menších aplikacích v lázeňství, ve větších systémech přímým použitím geotermální vody jako TUV. Přímé využití geotermální energie ve větším měřítku na území České republiky je dosti omezené. Potenciál i pro tento zdroj energie ovšem v České republice existuje.

Byla vytvořena mapa tepelného toku (z hodnot přirozeného zemského tepelného toku, zjištěných ve vzdálených jednotlivých hlubokých vrtech pod celou ČR), ze které je možné zjistit území s dobrými podmínkami pro využití geotermální energie z litosféry. V České republice je průměrná hodnota zemského tepelného toku asi 650 W na hektar plochy. Z tohoto jednoduchého údaje je zřejmé, že i to nejmenší tepelné čerpadlo odebírá z horniny u vrtu mnohem více tepelné energie, než kolik je jí tam Země schopna v tomtéž čase opět dodat. Děje se to na úkor statických zásob tepla uloženého během věků do tepelné kapacity horniny a do podzemní vody.³⁵

Obrázek 17: Mapa tepelného toku v ČR podle proměnné tepelné vodivosti hornin



Pramen: ZTC Energy s.r.o. [online].

Dostupné z <http://www.ztcenergy.com/sluzby/geotermalni-energie>.

³⁵ Zpracováno podle: *Czech RE Agency* [online].
Dostupné na <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/geotermika>.

3.6.2 Současný stav využití geotermální energie

V České republice nejsou zatím velké zkušenosti s využitím geotermální energie k výrobě elektrické energie.

Pilotního projektu výstavby geotermální elektrárny na území České republiky se ujalo město Litoměřice, které v roce 2006 uskutečnilo ověřovací vrt výstavby. Jedná se o zkušební vrt pro geotermální elektrárnu, který by měl skončit v hloubce 2500 m. Pokud budou výsledky měření příznivé, začnou se hloubit další dva vrty - tentokrát již produkční. Tyto vrty mají dosáhnout hloubky až 5000 m. Elektrárna bude založena na metodě suché páry, která ještě nebyla ve střední ani východní Evropě použita.³⁶

Geotermální energii využívá také např. město Ústí nad Labem, kde slouží k vytápění plaveckých bazénů a od května 2006 také k vytápění zoologické zahrady v Ústí nad Labem. Ojedinelý projekt využití geotermální energie pro výrobu tepla je v Děčíně. Od roku 2002 je zde v provozu výtopena, která jako jediná v České republice využívá geotermální energii pro zásobování poloviny města teplem.

V podmínkách České republiky dále připadá v úvahu využití energie prostředí pomocí tepelných čerpadel. Předpokládá se, že cca 50 % potenciálu bude využito prostřednictvím individuálních systémů tepelnými čerpadly a cca 50 % centrálními systémy

Obrázek 18: Zkušební vrt - Litoměřice



Pramen: ZTC Energy s.r.o. [online].

Dostupné z <http://www.casopisstavebnictvi.cz/clanek.php?detail=82>.

³⁶ Zpracováno podle www.nazeleno.cz/[online].

Dostupné na <http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/prvni-geotermalni-elektrarna-v-cr-liberec-nebo-litomerice.aspx>.

3.6.3 Budoucnost využití geotermální energie

Ze studií je možné odvodit, že na našem území je podle prvních výpočtů možné identifikovat minimálně šedesát lokalit vhodných pro výrobu elektřiny s celkovým výkonem 250 MW a tepla na vytápění s výkonem 2000 MW, tedy roční výrobu 2 TWh elektřiny a 4 TWh využitého tepla.

Ve vzdálenějším výhledu, po provedení doplňkového průzkumu na vytipovaných lokalitách, lze předpokládat možnost vybudování elektráren o celkovém výkonu 3200 MW. Tyto instalace budou relativně rovnoměrně rozmístěny po České republice a jejich roční výroba by mohla být cca 26 TWh.³⁷

3.7 Využití energie biomasy v České republice

3.7.1 Přírodní podmínky využití

Podle různých studií se pohybuje ekonomicky využitelný potenciál biomasy v ČR kolem 10 mil. tun suché hmoty za rok. Zdrojem biomasy v ČR může být především dřevní odpad z dřevozpracujícího průmyslu a lesní těžby. Rovněž lze využít vedlejší produkt ze zemědělské produkce, kterým je obilní a řepková sláma a další odpadkové stébliny. Energetický zdroj mohou představovat rychle rostoucí dřeviny (topoly, vrby, jasany) a dřevěné a lepenkové nekontaminované obaly.³⁸

Tabulka 5: Odhad potenciálu energetických paliv v ČR

Druh paliva	Zdroj	Produkce [t/r]
dřevo, kůra	odpady z lesní těžby a řevozpracujícího průmyslu, prozeřávky	2 600 000
sláma obilovin	25 % celkové sklizně slámy při výnosu 4 t/ha	1 600 000
sláma olejnin	do 100 % celkové sklizně při výnosu 4 t/ha	1 000 000
traviny, rákos	cca z 20 % trvalých porostů při výnosu min. 2 t/ha	800 000
dřevní šrot, obaloviny a spalitelný komunální odpad	odpadové dřevo a obaly	600 000
polní dřevo a energetické obilí	účelově pěstované na půdě vyčleněné z výroby potravin	4 000 000

Pramen: *Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy* [online].

Dostupné z <http://www.biomasa-info.cz/cs/doc/prirucka1.pdf>.

³⁷Zpracováno podle *Potenciál HDR v ČR*, zdroj: Materiály Městského úřadu Litoměřice [online]. Dostupné na radnice.litomerice.cz.

³⁸Pramen: *Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy* [online]. Dostupné z <http://www.biomasa-info.cz/cs/doc/prirucka1.pdf>.

3.7.2 Druhy vhodných energetických plodin

Vhodný druh energetické plodiny je určován mnoha faktory: druhem půd, způsobem využití a účelem, možností sklizně a dopravy, druhovou skladbou v okolí. Předem je nutné porovnat náklady na pěstování a na výrobu (spotřebu energie) a výnosy (zisk) energie.

Z bylin jsou zajímavé rostliny produkující cukr, škrob nebo olej. Například brambory, cukrová řepa, slunečnice a zejména řepka (řepkový olej se zpracovává na naftu a mazadla, řepková sláma se využije ke spálení).

Tabulka 6: Výhřevnost, výnosy, dobu sklizně a sklizňovou vlhkost energetické fytomasy.

PLODINA	VÝHŘEVNOST [MJ/kg]	VLHKOST	VÝNOS [t/ha]		
			min.	prům.	opt.
Sláma obilovin	14	15	3	4	5
Sláma řepka	13,5	17-18	4	5	6
Energetická fytomasa - orná půda	14,5	18	15	20	25
Rychlerostoucí dřeviny - zem. půda	12	25-30	8	10	12
Energetické seno - zem. půda	12	15	2	5	8
Energetické seno - horské louky	12	15	2	3	4
Rychlerostoucí dřeviny - antropogenní půda	12	25-30	8	10	12
Jednoleté rostliny - antropogenní půda	14,5	18	15	17,5	20
Energetické rostliny - antropogenní půda	15	18	15	20	25

Pramen: Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy [online].

Dostupné z <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-biomasy>.

Nejvhodnější rychle rostoucí dřeviny jsou platany, topoly (černý, balzamový), pajasany (žláznatý), akáty, olše a zejména vrby, které jsou vhodné hlavně pro hydromorfní půdy podél vodotečí, kde lze uplatnit i domácí topol černý.³⁹

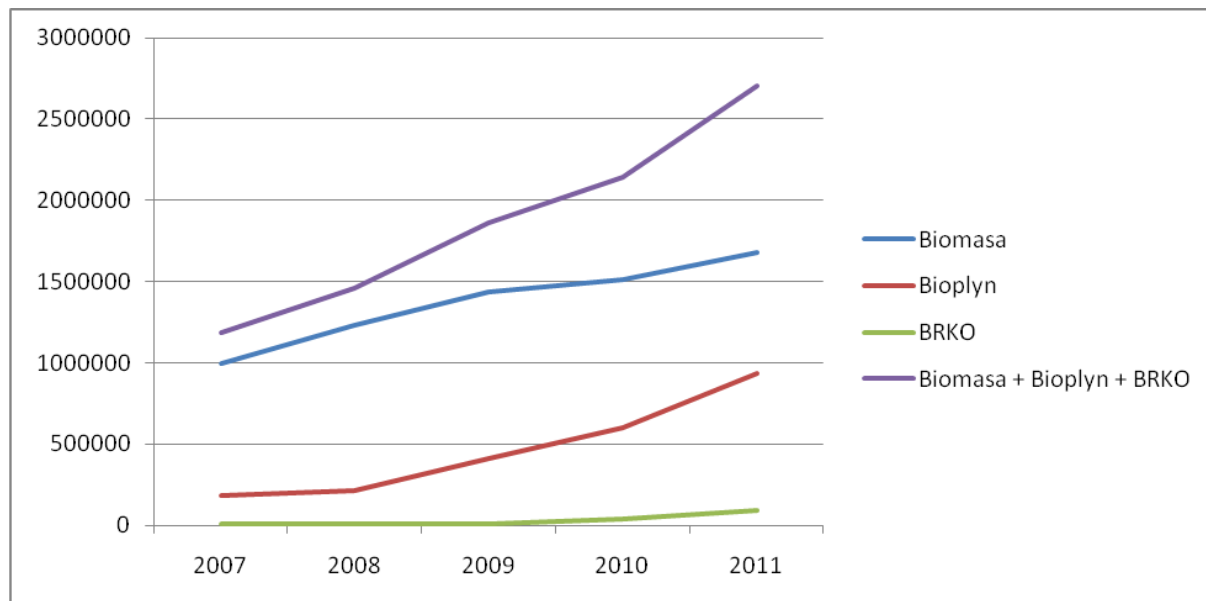
3.7.3 Současný stav využití energie biomasy

V současné době k 31. 12. 2011 se výroba z biomasy, bioplynu, skládkového plynu a biologicky rozložitelné části komunálního odpadu (dále jen BRKO) podílí na hrubé domácí spotřebě 2705 GWh vyrobené energie. Tato část vyrobené energie představuje 3,8 % celkové spotřeby energie v České republice za rok 2011. Výroba z biomasy, bioplynu, skládkového plynu a BRKO má nadále stoupavou tendenci, jak je viditelné z tabulky 7.

³⁹ Zpracováno podle: *ekoWATT* [online]

Dostupné na <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-biomasy>.

Tabulka 7: Vývoj výroby elektřiny z biomasy, bioplynu, a BRKO od roku 2007 [GWh]



Pramen: <http://www.eru.cz>, vlastní zpracování.

Jedním z prvních pokusů o využití biomasy byly v letech 1995 a 1996 úvahy postavit v lokalitě trvale odstavené uhelné elektrárny Tušimice I energetický blok do 110 MW výkonu vybavený fluidním kotlem na spalování biomasy zemědělského a lesního původu. Průzkum cen potenciálně dodávané biomasy a stav tehdejších výkupních cen elektřiny projektu nepřál a záměr se nedočkal praktické realizace.

Prvním realizovaným projektem pro spoluspalování biomasy dřevního původu s uhlím byla v roce 1999 Elektrárna Hodonín, kde se spolu s jihomoravským lignitem začaly spalovat otruby. Dále zde proběhly zkoušky s lesní štěpkou a poté i s dalšími produkty ze zpracování dřeva. Během roku 2000 bylo v Hodoníně tímto způsobem spáleno více než 2400 tun biomasy.

Od 31. prosince 2009 je jeden z bloků hodonínské elektrárny určen výhradně ke spalování čisté biomasy. Zařízení disponuje elektrickým výkonem až 30 MW a denně si vyžádá 1200 tun biomasy. Vytvoření postačující rezervy nutné k pokrytí víkendového provozu vyžaduje dodávku cca 1600 tun biomasy každý všední den.

Následovaly spalovací zkoušky u fluidních kotlů v Tisové, Poříčí a Ledvicích. Osvědčilo se také spoluspalování biomasy v roštových kotlích v Teplárně Dvůr Králové. V prvním pololetí roku 2004 byla biomasa zkušebně spalována v práškovém kotli ve Chvaleticích.

Zkoušky prokázaly, že je možné spoluspalovat biomasu ve fluidních kotlích přibližně na úrovni 20 % tepelného obsahu směsi a v roštových kotlích i při větším podílu. Problémem je určit optimální roční množství biomasy, tak aby se vyplatilo dlouhodobě investovat do úprav dopravy paliva a do dalších opatření pro realizaci kontinuálního spoluspalování.

Chybí také rozvinutá infrastruktura pro pěstování, sklizeň ve velkém, svážení, skladování a zpracování biomasy pro energetické použití. Výroba elektřiny je regionálně vázána především na velké elektrárenské bloky. Z tohoto důvodu dosahuje nejvyšší hodnoty na severu Čech.⁴⁰

3.7.4 Budoucnost využití energie biomasy

Biomasa má svým charakterem možnost navýšit své využití ve výrobě elektřiny, tak i ve výrobě tepla.

Ve výrobě elektřiny z biomasy vidí budoucnost největší elektrárenská společnost ve střední Evropě, skupina ČEZ, která se chystá postupně zvyšovat výrobu elektřiny z tohoto zdroje. V horizontu několika let by ČEZ chtěl z biomasy vyrobit asi 1 000 GWh elektřiny..

Vzhledem k rostoucím cenám fosilních paliv a ekologickým daním se biomasa stává zajímavou alternativou pro domácnosti, kde stále častěji nahrazuje klasická paliva. Využit lze například dřevěné brikety, rostlinné či dřevěné pelety a štěpku, které jsou ve srovnání s klasickým zemním plynem a uhlím levnější.

4 LEGISLATIVA

Právní úprava OZE platná do roku 2000 nebyla velmi účinná. Zákon č. 222/1994 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o Státní energetické inspekci, který přestal platit 31.12.2000, určoval povinnost výkupu energií z OZE, pokud je to technicky možné. Cena byla určena cenovými předpisy.

Do konce roku 2004 představoval hlavní úpravu zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (energetický zákon). Tento zákon nabyl v platnost 1. ledna 2001. Energetický zákon představoval významnou podporu pro elektřinu z OZE.

Výrobci měli právo na přednostní připojení svých zařízení do distribuční soustavu a provozovatelé distribučních soustav měli povinnost elektřinu vykupovat za cenu, určenou Energetickým regulačním úřadem. Tyto ceny byly určovány pouze s roční platností. Z tohoto důvodu nedostatečné právní úpravy docházelo k pomalému rozvoji výroby elektřiny z OZE.

Základní technické požadavky určovala vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 252/2001 Sb., o způsobu výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů a z kombinované výroby elektřiny a tepla. Významným právním předpisem v oblasti podpory OZE byl a je i v současnosti zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů. Hlava II upravuje vytváření Státní energetické koncepce. Tento strategický dokument s výhledem na 20 let obsahuje státní cíle v energetickém hospodářství.

⁴⁰ Zpracováno podle: *ČEZ Obnovitelné zdroje* [online].

Dostupné na <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/obnovitelne-zdroje/biomasa/informace-o-vyuzivani-biomasy.html>.

Hlava III tohoto zákona definuje Státní program na podporu úspor energie, tj. dokument o snižování spotřeby energie, využití obnovitelných a druhotných zdrojů v souladu s hospodářskými a společenskými potřebami.

Zákon č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů, ve znění pozdějších předpisů osvobozuje od této daně z příjmu z provozu MVE do výkonu 1MW, větrných elektráren, solárních elektráren, tepelných čerpadel, zařízení na výrobu bioplynu a dřevoplynu, na výrobu tepla nebo elektřiny z biomasy.

- Zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů

Je nejvýznamnějším vnitrostátním předpisem upravujícím OZE. Důvodem ke vzniku zákona byla především nedostatečnost předchozí právní úpravy, která vedla k pomalému rozvoji OZE.

Dalším důvodem byla nutnost přesunu směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/77/ES, o podpoře elektřiny z obnovitelných zdrojů na vnitřním trhu s elektřinou do legislativy ČR.⁴¹

⁴¹Zpracováno podle: *Zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů.*

Dostupné na http://www.ah-energy.cz/pdf/zakony/Zakon_180_2005_Sb.pdf

5 ZÁVĚR

V této bakalářské práci jsem se zabýval obnovitelnými zdroji energie v ČR. Z dostupných informací jsem dospěl k názoru, že v současné době je v ČR pro domácí použití nejvýhodnější využívat solární energii. O tom svědčí i instalovaný výkon FVE.

Česká republika zaujímá se svým instalovaným výkonem FVE 1971 MW čtvrté místo mezi státy Evropské unie. Od roku 2008 do roku 2011 došlo k osminásobnému navýšení instalovaného výkonu FVE. Zvýšení počtu FVE, známé také jako solární boom bylo způsobeno zlevněním fotovoltaických panelů a také přijetí legislativních opatření. Následkem solárního boomu byl vyhlášen stop – stav. Nyní je již možné v některých částech ČR připojovat do sítě.

Po přijetí legislativních opatření k omezení výkupní ceny elektřiny z FVE, přestávají být projekty dosahují patnáctileté doby návratnosti zajímavé pro velké investory. Pro domácnosti je naopak fotovoltaika stále zajímavou alternativou, a to bez ohledu na výši podpory. Je to totiž jeden z mála způsobů, jak se bránit stále rostoucím nákladům na elektrickou energii.

Větrná elektrárna je postavena během 3 dnů, základy a cesty kabelů jsou hotovy do 4 měsíců, nejdéle však trvají administrativní požadavky, které se vyřizují i několik let. V současné době je větrná energetika na území ČR využívána minimálně vzhledem k potenciálu, který se zde nachází. Chybou je právě povolovací proces. Zlepšením by mohlo být zahrnutí povolovacího procesu přímo do územního řízení, což by přineslo zkrácení povolovacího řízení.

Novým a zajímavým trendem ve výrobě z energie větru se stávají malé větrné elektrárny, které jsou určeny speciálně pro osídlené plochy a městské prostředí.

Pokud hovoříme o využívání energie vody v České republice, je nutné zdůraznit, že hydroenergetický potenciál pro výstavbu velkých VE je již takřka vyčerpán. Možností je stavba malé vodní elektrárny, která však vyžaduje dostatečnou investici a pravidelnou údržbu.

Využití geotermální energie za použití tepelných čerpadel je z důvodu růstu cen energií a stále klesajícím cenám technologií stále více se rozšiřujícím zdrojem. Uplatňuje se jak v domácnostech rodinných domků, tak i v sektoru průmyslu a služeb.

Biomasa je v ČR jeden ze dvou hlavních OZE. Biomasa má velký potenciál využití na celém území ČR, kde se stává zajímavou investicí, jak pro velké výrobce elektřiny, tak i pro domácnosti, kde by mohla nahradit dosud využívaná fosilní paliva. Využívání biomasy je prozatím limitováno nedostatečným technologickým a finančním zázemím. Při výrobě elektřiny z biomasy dochází k energetickým ztrátám a výsledkem je nízká účinnost. Tento problém může být vyřešen tzv. kogenerací, kdy by docházelo současně k výrobě elektřiny a tepla. Zároveň je nutné klást stále větší důraz na využití nových technologií.

Obecně je možné říci, že využití OZE v České republice má velký potenciál je pravděpodobné očekávat masivní investice do OZE, jak ze strany velkých výrobců elektřiny a tepla, tak i ze strany malých firem a domácností.

6 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] <http://www.solarni-energie.info/vyuziti.php>
- [2] <http://www.solarni-energie.info/vyuziti.php>
- [3] <http://www.renewable-energy-sources.com/2008/06/11/advantages-and-disadvantages-of-solar-power>
- [4] <http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-vetru.html>
- [5] <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-vetru>
- [6] http://www.businessinfo.cz/files/2005/061106_oborova-prirucka-oze.pdf
- [7] <http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-vody.html>
- [8] <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-vody>
- [9] <http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-vody.html>
- [10] <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/obnovitelne-zdroje/geotermalni-energie.html>
- [11] <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/geotermika>
- [12] <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/obnovitelne-zdroje/biomasa.html>
- [13] <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/obnovitelne-zdroje/biomasa>
- [14] <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-biomasy>
- [15] <http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-biomasy.html>
- [16] <http://www.czrea.org/cs/projekty/mapa>
- [17] <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika>
- [18] <http://licence.eru.cz/detail.php?lic-id=111017525&sequence=1&total=1>

- [19] <http://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/energeticka-navratnost-fotovoltaickych-systemu-v-podminkach-cr>
- [20] <http://czepho.cz/cs>
- [21] <http://www.ekobydleni.eu/solarni-elektrarny/solarni-elektrarny-se-v-cr-opet-zacinaji-pripojovat>
- [22] <http://www.eru.cz>
- [23] <http://www.elektrina.cz/clanek-112-vodni-elektrarny-v-cr>
- [24] <http://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/mala-vetrna-elektrarna-v-praxi-kolik-vydela.aspx>
- [25] <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/geotermika>
- [26] <http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/prvni-geotermalni-elektrarna-v-cr-liberec-nebo-litomerice.aspx>
- [27] <http://radnice.litomerice.cz>
- [28] <http://www.biomasa-info.cz/cs/doc/prirucka1.pdf>
- [29] <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/biomasa/informace-o-vyuzivani-biomasy.html>
- [30] http://www.ah-energy.cz/pdf/zakony/Zakon_180_2005_Sb.pdf
- [31] Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, environmentálních aspektů a socioekonomických souvislostí vydáno Brno : Ústav geoniky AV ČR, Autor Stanislav Cetkovský; Bohumil Frantál; Josef Štekl v r. 2009
- [32] Zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře využívání obnovitelných zdrojů, MPO, MŽP, 2005
- [33] Bílá kniha vydaná ISES: International Solar Energy Society, Autor Dr. Donald W. Aitken, v r. 2003; P-274/03 MŽP ČR; původní text dostupný na webové adrese <http://whitepaper.ises.org>