

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vývoj a rozvoj obnovitelných zdrojů energie v ČR

vedoucí práce: Ing. Milan Bělík, Ph.D.

2012

autor: Bc. Miloš Grössl

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Miloš GRÖSSL
Osobní číslo: E10N0219P
Studijní program: N2612 Elektrotechnika a informatika
Studijní obor: Komerční elektrotechnika
Název tématu: Vývoj a rozvoj obnovitelných zdrojů energie v ČR
Zadávací katedra: Katedra technologií a měření

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

1. Vysvětlete základní principy obnovitelných zdrojů energie.
2. Zhodnoťte přírodní, legislativní a technické podmínky pro využití OZE v ČR.
3. Popište vývoj a rozvoj OZE v ČR.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

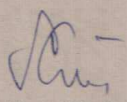
1. přednášky z předmětu KEE/VEN

Vedoucí diplomové práce: Ing. Milan Bělík, Ph.D.
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: 17. října 2011
Termín odevzdání diplomové práce: 11. května 2012


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




Doc. Ing. Vlastimil Skočil, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

Anotace

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na vývoj a rozvoj obnovitelných zdrojů energie v České republice. Je zde zahrnutý základní rozbor obnovitelných zdrojů energie, technické podmínky, legislativa a v poslední části vývoj a náhled do budoucnosti obnovitelných zdrojů energie na našem území.

Klíčová slova

Solární energie, fotovoltaika, solární tepelný systém, větrná energie, větrná elektrárna, vodní energie, vodní elektrárna, energie geotermální, geotermální elektrárna, energie z biomasy, legislativa, vývoj, historie

Abstract

This thesis is focused on development and expansion of renewable energy sources in the Czech Republic. It includes a basic analysis of renewable energy sources, their technical specifications and legislation. Last section contains history and future of renewable energy sources in the Czech Republic.

Key words

Solar energy, photovoltaics, solar heat systems, wind energy, wind power, hydro power, hydro power, geothermal energy, geothermal power, biomass, legislation, development, history

Prohlášení

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

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou 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.

Souhlasím s tím, aby tato diplomová práce byla dále poskytována k studijním účelům studentům Západočeské univerzity v Plzni a ostatním, jimž může pomoci jako podklad či studijní materiál.

V Plzni dne 4.5. 2012

Miloš Grössl

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Milanu Bělíkovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce a za jeho cenné připomínky a rady.

Obsah

| | |
|--|-----------|
| OBSAH | 8 |
| ÚVOD | 10 |
| 1 ZÁKLADNÍ INFORMACE O SOLÁRNÍ ENERGII | 11 |
| 1.1 DRUHY PROJEVŮ SLUNEČNÍ ENERGIE NA ZEMI | 11 |
| 1.1.1 Dopad sluneční energie na Zemi..... | 12 |
| 1.1.2 Míra intenzity slunečního záření dopadajícího na Zemi | 13 |
| 1.1.3 Míra intenzity slunečního záření dopadající na území České republiky..... | 14 |
| 2 MOŽNOSTI VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE | 15 |
| 2.1 AKTIVNÍ VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE..... | 16 |
| 2.1.1 Výroba elektrické energie pomocí fotovoltaických článků..... | 17 |
| 2.1.1.1 Typy fotovoltaických systémů | 18 |
| 2.1.1.2 Fotovoltaický systém připojený na síť | 18 |
| 2.1.2 Technické informace o fotovoltaike..... | 19 |
| 2.1.2 Výroba tepla pomocí solárních tepelných systémů..... | 21 |
| 2.1.2.1 Základní části solárního tepelného systému..... | 21 |
| 2.1.3 Účinnost solárního kapalinového kolektoru | 23 |
| 2.2 PASIVNÍ VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE..... | 24 |
| 3 ZÁKLADNÍ INFORMACE O VĚTRNÉ ENERGII | 24 |
| 3.1 VYUŽITÍ VĚTRNÉ ENERGIE V ČR | 25 |
| 3.2 TECHNICKÉ INFORMACE O VĚTRNÉ ENERGII..... | 28 |
| 3.2.1 Účinnost..... | 28 |
| 3.2.2 Základní části větrné elektrárny | 29 |
| 4. ZÁKLADNÍ INFORMACE O VODNÍ ENERGII | 31 |
| 4.1 VODNÍ ENERGIE V ČESKÉ REPUBLICE | 32 |
| 4.2 TECHNICKÉ INFORMACE O VODNÍ ENERGII | 33 |
| 4.2.1 Hlavní typy používaných turbín | 33 |
| 5. ZÁKLADNÍ INFORMACE O ENERGII BIOMASY A O GEOTERMÁLNÍ ENERGII | 36 |
| 5.1 VYUŽITÍ BIOMASY V ČESKÉ REPUBLICE | 36 |
| 5.2 TECHNICKÉ INFORMACE O VYUŽITÍ BIOMASY | 37 |
| 5.3 ZÁKLADNÍ INFORMACE O GEOTERMÁLNÍ ENERGII | 39 |
| 5.4 GEOTERMÁLNÍ ENERGIE V ČESKÉ REPUBLICE | 39 |
| 5.5 TECHNICKÉ INFORMACE O GEOTERMÁLNÍ ENERGII..... | 40 |
| 6. PŘÍRODNÍ, LEGISLATIVNÍ A TECHNICKÉ PODMÍNKY PRO VYUŽITÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE V ČR | 42 |
| 6.1 LEGISLATIVNÍ PODMÍNKY PRO VYUŽITÍ OZE V ČR..... | 42 |
| 6.2 TECHNICKÉ A PŘÍRODNÍ PODMÍNKY | 44 |
| 7. VÝVOJ A ROZVOJ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE V ČESKÉ REPUBLICE | 46 |
| 7.1 VÝVOJ VODNÍCH ELEKTRÁREN | 46 |
| 7.2 VÝVOJ SOLÁRNÍCH TEPELNÝCH SYSTÉMŮ | 57 |

| | | |
|---------------------------------|---|-----------|
| 7.3 | VÝVOJ FOTOVOLTAICKÝCH SYSTÉMŮ..... | 59 |
| 7.4 | VÝVOJ VĚTRNÉ ENERGIE..... | 61 |
| 7.5 | VÝVOJ GEOTERMÁLNÍ ENERGIE A ENERGIE BIOMASY | 64 |
| 7.5.1 | <i>Vývoj fytoenergetiky.....</i> | <i>64</i> |
| 7.5.2 | <i>Vývoj geotermální energie.....</i> | <i>66</i> |
| ZÁVĚR..... | | 68 |
| POUŽITÁ LITERATURA | | 69 |
| PŘÍLOHY | | 79 |

Úvod

Obnovitelné zdroje energie (solární energie, větrná energie, vodní energie) mají velký význam pro celou planetu. V našich podmínkách jsou tyto zdroje velmi dobře využitelné. Ukazuje se, že pro budoucnost je nezbytné využívat tyto obnovitelné zdroje. Díky celkem malé náročnosti na provoz (neberme v úvahu náklady na výstavbu) jsou tyto zdroje velmi lukrativní a již dnes je jasné, že je třeba neustále zvyšovat podíl využití těchto zdrojů na trhu s energetikou. V České republice je třeba zakomponovat všechny typy obnovitelných zdrojů energie, jenž je možné využít.

Předkládaná práce bude zaměřena na rozbor vývoje a rozvoje obnovitelných zdrojů energie v České republice. Ve své práci bych chtěl shrnout všechny hlavní obnovitelné zdroje energie, které připadají v úvahu pro Českou republiku a jejich základní principy. Dále pak bych chtěl provést shrnutí přírodních, legislativních a technických podmínek pro využívání obnovitelných zdrojů energie na našem území. Také bych chtěl rozebrat historii a využívání obnovitelných zdrojů energie v České republice až do současnosti.

Po přečtení této diplomové práce bych chtěl, aby případný zájemce o problematiku získal základní přehled o principech obnovitelných zdrojů energie, o jejich vývoji a rozvoji na našem území, a také základní představu jaké jsou technické a přírodní podmínky pro využívání obnovitelných zdrojů v České republice.

1 Základní informace o solární energii

Sluneční energie dopadající na povrch naší planety představuje největší množství energie, která se na Zemi nachází a kterou se snažíme využívat. Solární energie vzniká jadernými přeměnami uvnitř hvězdy. Protože vyčerpání paliva v nejbližších 5 miliardách let nepřichází v úvahu, označuje se solární energie jako obnovitelný a nevyčerpatelný zdroj energie.

Zákon zachování energie (1)

$$E_k + E_p = \textit{konstanta} (1)$$

$$E_k = \frac{1}{2} * m * v^2 \text{ Kinetická energie,}$$

$$E_p = m * g * h \text{ Potenciální energie}$$

Kde jednotlivé veličiny znamenají:

m [g] hmotnost

g [$m * s^{-2}$] tíhové zrychlení

h [m] výška nad úrovní, pro kterou je nulová potenciální energie.

v [$m*s^{-1}$] rychlost

Podle zákona zachování energie (1) se sluneční energie přeměňuje v jiné formy energie a to beze zbytku. Jako hlavní druhy projevů sluneční energie na naší planetě považujeme tyto.

1.1 Druhy projevů sluneční energie na Zemi

1. **Energie fosilních paliv.** Tato energie vznikla v dávné minulosti naší planety z živočišné a rostlinné biomasy. Jsou to hlavně uhlí, ropa a zemní plyn.
2. **Energie biomasy.** Vzniká transformací sluneční energie na energii chemických vazeb v organických sloučeninách. Využívá se fotosyntéza. Jako energii biomasy lze zařadit energetické využití biomasy při hoření (spalování). Biomasu lze také využít jako potravu pro živočichy (konzumenty).

3. **Vodní energie.** Sluneční energie je využívána jako hybná síla v koloběhu vody.
4. **Teplo.** Teplo se projevuje hlavně jako ztráty při energetických přeměnách.
5. **Vlastní nepřeměnná sluneční energie.** Je zde myšleno využití přímé solární energie.

1.1.1 Dopad sluneční energie na Zemi

Solární energie je energií elektromagnetického záření. Spektrum solárního záření lze rozdělit na:

- záření infračervené (vlnová délka je přes 790 nm)
- záření viditelné (vlnová délka je 390 - 790 nm)
- záření ultrafialové (vlnová délka je pod 390 nm)

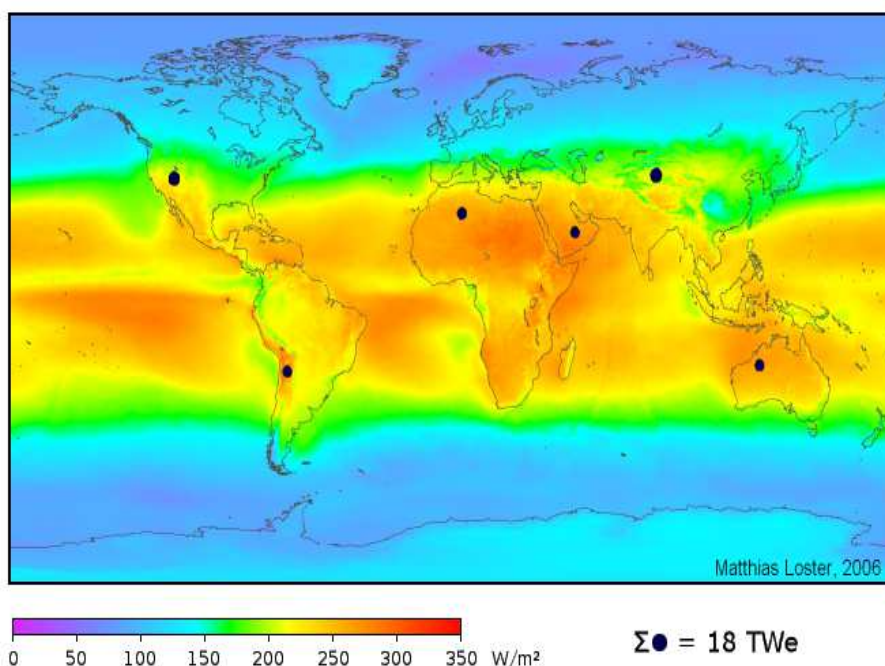
Záření člověkem viditelné tvoří asi 45 % celkového dopadajícího záření. Tento podíl se může navyšovat, pokud je zatažená obloha (může dosáhnout až 60 %). Příkon záření, jež dopadá na povrch atmosféry na Zemi, činí přibližně $1\,373\text{ W/m}^2$. Toto množství nazýváme **solární konstanta**.

Část slunečního záření pohlcuje atmosféra. Atmosféra pohlte pouze některé vlnové délky. Atmosféra pohlte nejkratší části ultrafialového záření (do vlnové délky 290 nm je pohlceno zcela, od 290 do 320 nm je pohlceno jen zčásti). Tyto vlnové délky pohlcuje ozónová vrstva.

Vybrané vlnové délky infračerveného záření jsou pohlceny z velké části vodou a oxidem uhličitým. Ve viditelné oblasti není pohlcení úplné a závisí na tom, jaká je síla vrstvy atmosféry, skrz kterou záření prochází. Znamená to tedy, že pokud je Slunce nad obzorem ve stejné výšce, pak větší pohlcení nastává v oblastech kolem rovníku. Opačný děj nastává v oblastech kolem severního a jižního pólu (díky množství ledovců, které odrážejí skoro 100 procent slunečního světla a neabsorbují solární teplo) a na horách.

1.1.2 Míra intenzity slunečního záření dopadajícího na Zemi

Na obrázku č. 1 je znázorněna mapa intenzity slunečního záření dopadajícího na Zemi. Světlo nejvíce dopadá v oblasti rovníku a jeho okolí. Barva na mapě světa znázorňuje míru slunečního záření, zprůměrovaného mezi roky 1991 a 1993 (24hodinnové měření). V úvahu je vzato i zatažení mraky. Tato data byla dostupná z družic sledujících počasí.



Obr. č. 1

Mapa intenzity sluneční energie dopadající na Zemi

Zdroj: [1]

Množství prošlého záření udává vztah (2):

$$R_g = R_s * k^{\frac{1}{\sin \alpha}} * \sin \alpha \quad (2)$$

kde jednotlivé veličiny znamenají:

R_g [...] celkové záření dopadající na vodorovný povrch Země v nulové nadmořské výšce (na hladinu moře)

R_s solární konstanta (s korekcí na aktuální vzdálenost Země od Slunce)

k koeficient propustnosti atmosféry, většinou se pohybuje mezi 0,7 a 0,9

α úhel výšky slunce nad obzorem

Není-li povrch vodorovný, lze psát vzorec (2) přibližně takto:

$$R_g = R_s * k^{\frac{1}{\sin \alpha}} * \sin[\alpha - (\alpha' * \cos \beta)] \quad (3)$$

a pak nově použité veličiny značí:

α' úhel naklonění plochy směrem k jihu

β azimut Slunce (jih = 180°)

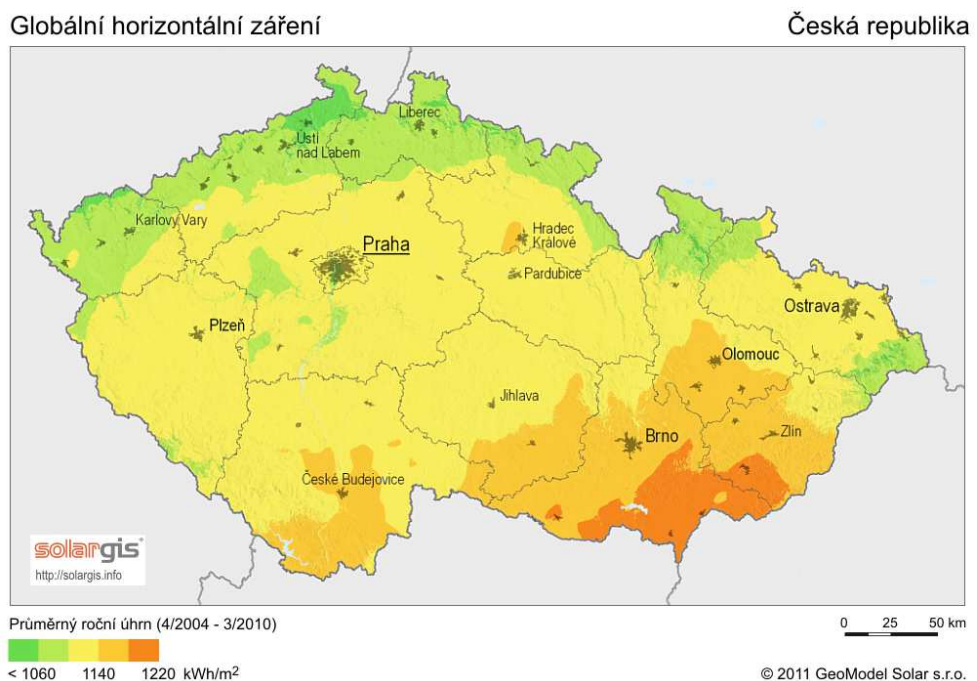
1.1.3 Míra intenzity slunečního záření dopadající na území České republiky

V oblasti ČR je globální solární energie na vodorovném povrchu:

- v letním poledni max. 1 000 až 1 050 W/m²
- v zimním poledni max. 300 W/m²
- při souvislé zatažené obloze max. 100 W/m²
- v noci (při úplňku) max. 0,01 W/m².

Teoreticky může být intenzita vyšší než 1 100 W/m². Je to možné, pokud jsou na obloze rozptýlená světlá oblaka, díky nimž se záření odráží zpět a nedopadá na zemi.

Na obrázku č. 2 je znázorněna mapa České republiky. Na této mapě je velmi dobře znázorněna míra dopadající energie na vodorovnou plochu o velikosti 1 m². Nejvíce této energie dopadá v oblasti jižní Moravy a v oblasti Hodonínska. Na druhou stranu nejméně energie dopadá v severních a severozápadních Čechách. Zde se již tolik nevyplatí investice do solárního systému.



Obr. č. 2

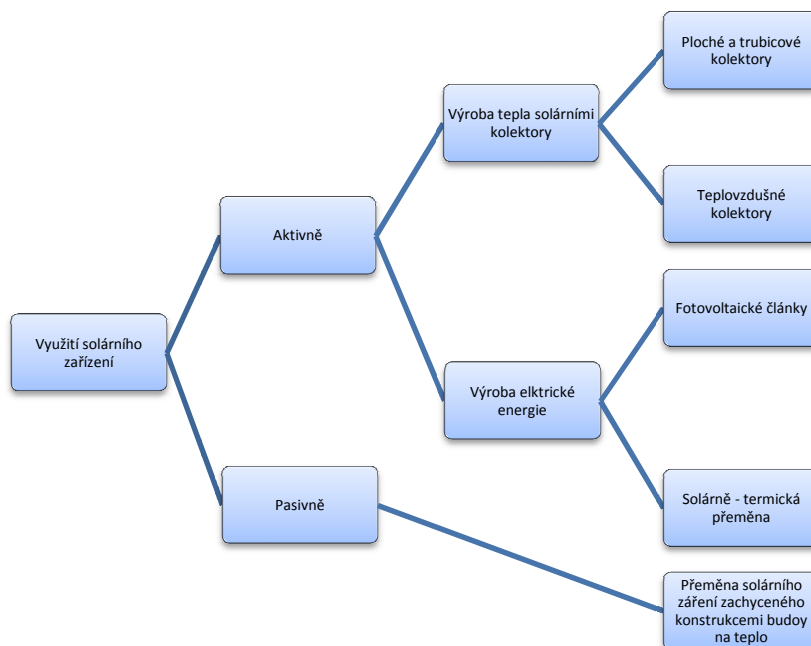
Průměrný roční úhrn globálního záření v České Republice

Zdroj: [2]

2 Možnosti využití solární energie

Přeměna solárního záření (energie) na využitelnou energii se provádí dvojitou cestou. Jako první možnost je přeměňovat solární energii na tepelnou energii. Teplo může být přeměněno pasivní (nepřímou), anebo aktivní (přímou) přeměnou. Druhou možností je přeměňovat solární energii na elektrickou energii. To se provádí pomocí fotovoltaických článků.

Na obrázku č. 3 je znázorněn diagram využití solárního záření.



Obr. č. 3

Diagram využití solárního záření

2.1 Aktivní využití solární energie

Aktivně lze energii využít na výrobu elektrické energie, a to především použitím fotovoltaických článků, anebo pomocí solárně tepelné přeměny. Výroba tepla solárními kolektory se dá rozložit na další dvě části. Toto rozdělení je z hlediska použití různých druhů kolektorů. V prvním případě se využívají ploché nebo trubicové kolektory. Ve druhém případě se používají teplovzdušné kolektory.

Aktivní systémy je téměř vždy možné dodatečně namontovat na jakoukoliv budovu. Aktivní systémy se využívají především k ohřevu a přípravě teplé užitkové vody (TUV) v průběhu roku, stejně jako k ohřevu vody v bazénech, částečnému vytápění budov pomocí teplovodního nebo teplovzdušného vytápění. Fotovoltaické články jsou využívány především k přeměně solární energie na elektrickou.

2.1.1 Výroba elektrické energie pomocí fotovoltaických článků

Fotovoltaické systémy dovolují přímou přeměnu solární energie na elektrickou energii. Nejdůležitější částí fotovoltaického systému je solární článek.

Solární článek je křemíková destička. Většinou má rozměry 12x12 cm. Pro svou činnost využívá tzv. fotovoltaického jevu. Zjednodušeně se využívá vlastností materiálů, které při absorpci světla dopadajícího na materiál převádějí světlo na elektrické napětí. Uzavřením obvodu lze získat elektrický proud.

Nejpoužívanějším materiálem pro výrobu solárních destiček v současnosti je křemík. Křemík je pevná krystalická látka, jejíž struktura je velmi podobná struktuře diamantu. Po absorbování slunečního záření, dojde k zvýšení vodivosti, tedy křemík má polovodičové vlastnosti. Při výrobě je třeba rozlišit dva základní typy těchto destiček. Prvním typem je monokrystalický článek. Tento článek se skládá z jednoho krystalu křemíku, který je přibližně 10 cm široký. Takto velkého krystalu se dosahuje díky pomalému tažení roztaveného křemíku. Druhým typem je polykrystalický článek. Tento článek se skládá z velkého množství různých krystalů křemíku, které jsou velké v řádu 1-100 mm.

Při maximálním výkonu je jeden článek schopen vytvořit napětí 0,5 V a elektrický proud až 3 A. Na první pohled to jistě není mnoho, ale je třeba brát v úvahu, že největší výhodou solárních článků je jejich jednoduchá možnost vzájemného propojení. Díky tomu je možnost sestavit solární panely (solární moduly). Solární panel obsahuje většinou 36 nebo 72 článků. Pokud je vyroben se třiceti šesti články, je výstupní napětí 12 V. V případě sedmdesáti dvou článků je výstupní napětí dvojnásobné, tedy 24 V. Solární panely mají výkony v rozmezí 150-280 W. Jednotkou výkonu u solárních panelů je Wattpeak (Wp). Je to špičkový výkon naměřený při ozáření 1000 W/m^2 při teplotě 25°C . Účinnost solárních panelů je 14 až 17 %, průměrná životnost přibližně 30 let. Solární panely lze montovat na rovné i sedlové střechy. V poslední době se velmi často realizovala montáž na volné pozemky. Panely mohou být jak stacionární (nehybné), tak i se servomotory na otáčení se za sluncem. Tyto motory se nazývají trackery.

2.1.1.1 Typy fotovoltaických systémů

V základu rozlišujeme dva hlavní typy fotovoltaických systémů. Jsou to systémy nezávislé na rozvodné síti a systémy závislé na rozvodné síti.

Fotovoltaické systémy nezávislé na rozvodné síti se nazývají též grid-off nebo ostrovní systémy. Tyto systémy se dělí na další 3 podtypy. Jak název napovídá, nejsou tyto systémy připojené do rozvodné sítě, ale vyrobená elektrická energie je ukládána v akumulátorech. Z akumulátorů je tato energie později odebrána a využita na svícení, nebo obecně provoz v noci. Tyto systémy jsou instalovány především v oblastech, kde by výstavba vedení elektrické energie byla příliš nákladná.

Fotovoltaické systémy závislé na rozvodné síti, známé též pod názvem grid-on, jsou druhým typem. Tento typ je mnohem častěji používaný a využíváný v našich podmínkách. Energie, vyprodukovaná tímto způsobem, je dodávána do sítě za předem dohodnutou cenu. Výrobce elektrické energie musí mít uzavřenou smlouvu s provozovatelem distribuční nebo přenosové soustavy. Díky tomu je zaručen neustálý odběr elektrické energie.

2.1.1.2 Fotovoltaický systém připojený na síť

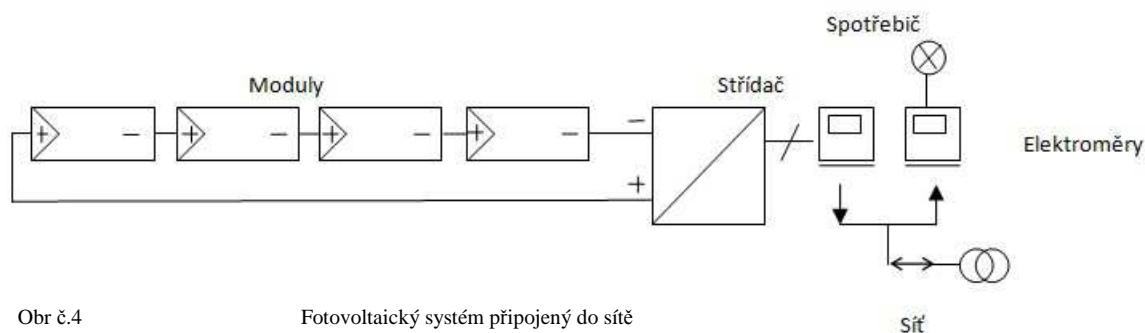
V našem státě je drtivou většinou zastoupen fotovoltaický systém připojený na síť. Proto zde uvedu jednoduchý popis základních komponent tohoto systému.

Základním komponentem je solární generátor. Solární generátor je tvořen propojením fotovoltaických panelů. Panely jsou propojovány jak sériově, tak i paralelně (popřípadě kombinací obou možností). Panely jsou vybaveny propojovacími kabely s rychlospojkami, pro vytvoření elektrického obvodu generátoru. Celý panel je zasazen do hliníkového modulu pro větší odolnost a pro možnost montáže. Díky velké odolnosti jsou generátory odolné proti kroupám při velmi velké rychlosti větru. Velká výhoda spočívá také v tom, že panely jsou bezúdržbové.

Další velmi důležitou částí jsou spojovací kabely. Tyto kabely jsou zakončeny stejným zástrčkovým systémem jako invertor a generátor. Invertor a generátor spojují dva jednožilové kabely.

Další částí je napěťový střídač neboli invertor. Invertor převádí stejnosměrný proud na střídavý. Invertor se používá, protože fotovoltaické generátory generují stejnosměrný proud. Po použití invertoru je proud střídavý a splňuje parametry pro použití v elektrické síti. Je tím míněno napětí 230 V při frekvenci 50 Hz. Invertor zároveň reguluje napájení sítě a v případě poruchy na přenosové soustavě automaticky odpojí solární generátor od soustavy. Na invertor může být napojen displej, který ukazuje aktuální informace o systému.

Na obrázku č. 4 je zjednodušené schéma fotovoltaického systému připojeného do sítě. Na obrázku vidíme 4 sériově zapojené moduly a střídač. Dva elektroměry měří elektrickou energii dodávanou do sítě a elektrickou energii dodávanou ze sítě ke spotřebiteli.



Obr č.4

Fotovoltaický systém připojený do sítě

2.1.2 Technické informace o fotovoltaice

Jak již bylo napsáno, sluneční energie se skládá z elektromagnetického záření. Toto záření má různé vlnové délky. Oblast viditelného záření se rozkládá od 390 nm do 790 nm vlnové délky. Délky odpovídají frekvencím $7.69 \cdot 10^{14}$ Hz respektive $3.8 \cdot 10^{14}$ Hz. Světlo lze chápat jako tok částic neboli fotonů o různých energiích. Energie částic se udává v elektronvoltech.

$$1eV = 1,602 \cdot 10^{-19}J$$

Fotony ultrafialového záření mají větší energii než fotony infračerveného záření. Pro energii fotonů platí rovnice (3).

$$W_f = h * \nu = h * \frac{c}{\lambda} \quad (3)$$

kde:

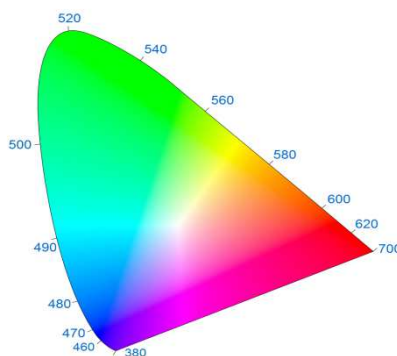
h - Planckova konstanta

ν - frekvence

c - rychlost světla

λ - vlnová délka

Na obrázku č. 5 je znázorněno elektromagnetické záření o různých vlnových délkách. Číselné hodnoty vlnových délek jsou v nm.

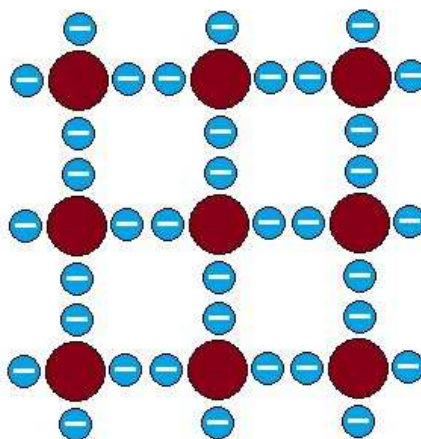


Obr č. 5 Elektromagnetické záření. Vlnové délky jsou nm.

Místem, kde je prováděna přeměna fotonů, je pevná látka. Je-li použit křemík, vycházíme ze známého faktu, že křemík má 4 elektrony, z toho 2 v prvním orbitu a 2 v druhém orbitu. Díky těmto elektronům, které vytvoří se sousedním atomem kovalentní vazby, vzniknou osmice elektronů. Tím je vytvořen valenční pás. Pro vedení elektrického proudu je třeba, aby se některé elektrony uvolnily a dostaly se do vodivostního pásu. Elektrony k tomu potřebují získat energii, aby překonaly zakázaný pás, který se nachází mezi vodivostním a valenčním pásem. energii získávají fotoelektrickým jevem. V závislosti na velikosti zakázaného pásu rozdělujeme hmotu na vodiče, polovodiče a nevodíče (izolanty).

Pevné látky jsou tvořeny krystalickou mřížkou. Pokud je mřížka čistá, materiál nevede elektrický proud (všechny elektrony jsou součástí krystalické mřížky). Materiál bude vést elektrický proud, pokud do materiálu přidáme různé jiné nečistoty. Tento postup se nazývá

dopování polovodičů. Je třeba přidat trojmocný prvek, abychom měli navíc díru. Lepší představu lze získat z obrázku č. 6. Zde vidíme zjednodušenou krystalickou mřížku křemíku, kde světle modré jsou elektrony a sytě červené jsou atomy křemíku.



Obr č. 6 Krystalická mřížka křemíku

2.1.2 Výroba tepla pomocí solárních tepelných systémů

Solární tepelné systémy umožňují přeměnu solární energie na teplo (tepelnou energii), kterou můžeme dále využívat k ohřevu. Největší podíl na zachycení a využitelnosti solární energie mají solární kolektory.

Solární tepelné systémy se rozdělují z hlediska zapojení podle způsobu oběhu teplosného média a podle počtu okruhů. Z hlediska způsobu oběhu se dělí dále na solární systémy se samotížným oběhem a na solární systémy s nuceným oběhem. Dle počtu okruhů se dále dělí na jednookruhové solární systémy (přímé) a na dvouokruhové (nepřímé) solární systémy.

2.1.2.1 Základní části solárního tepelného systému

Základní částí solárního kolektoru (solárního tepelného jímače) je absorber. Může to být plochá deska s málo odrazivým povrchem a trubicemi pro přívod a odvod teplosné kapaliny, která vede teplo. Uložení absorberu pod skleněnou desku (nemusí být jen skleněná) vznikne sluneční kolektor. Kolektor využívá "skleníkového efektu". V závislosti na

použitém teplotním médiu rozdělujeme kolektory na kapalinové a vzduchové, případně kombinované.

Další velmi důležitou částí je solární zásobník (tepelný výměník). Ten slouží především pro přípravu nebo ukládání kapaliny. V solárním tepelném systému vede z kolektoru do solárního zásobníku potrubí s teplotní kapalinou a ohřívá svojí tepelnou energií okolní kapalinu. Teplotní kapalina po předání svého tepla do zásobníku odtéká potrubím zase zpět. Uvnitř zásobníku je teplá voda nahoře a studená dole. Celkový objem solárního zásobníku musí odpovídat ploše kolektorů, jež mu dodávají solární tepelnou energii. Musí to být proto, aby i v letních měsících akumuloval zachycenou energii, aby tak nedošlo k poškození celého systému. Také je třeba, aby se jednou za čas (řádově jednou za týden až deset dní) obsah zásobníku ohřál na teplotu 72 °C, aby se zamezilo rozmnožování mikroorganismů závadných pro člověka.

Všechny části jsou spojeny potrubím. Potrubí by mělo být použité co nejkratší a pokud je to možné, tak s co nejvyšší tepelnou izolací, aby se zamezilo ztrátám při přenosu teplotní kapaliny. Dále by mělo být navrženo na požadovaný průtok, odpovídající tlak teplotní kapaliny a její teplotu v solárním okruhu. Nejčastějším materiálem, který se používá pro zhotovení potrubí, je měď. Nedoporučují se plasty, protože by mohlo docházet k většímu poškození potrubí. Pro zajištění cirkulace teplotního média se používá oběhové čerpadlo. Oběhové čerpadlo se umísťuje do potrubí se studenou vodou.

Pro regulaci a vyrovnávání tlaku v systému je použita expanzní nádoba. Tlak se mění například, pokud dochází k velkému kolísání teploty. Konstrukce a umístění expanzní nádoby musí odpovídat předpokládané nejvyšší teplotě, tepelné roztažnosti teplotního média a objemu.

Jako ochrana před zvýšeným tlakem, pokud dojde k výpadku elektřiny, je nainstalován pojistný ventil. Automatická regulace zabezpečuje řízení a optimální výkon systému, chrání před poškozením a umožňuje regulovat teplotu mezi spotřebiči.

Pro zachování celkové funkčnosti je nutné, aby byl do systému zakomponován elektronický spínač. Ten zajišťuje, aby bylo čerpadlo v provozu pouze tehdy, pokud teplotní médium nese dostatečnou energii. Dále musí být nainstalován teploměr. V celém systému se umístí jeden teploměr před a jeden za zásobník. Díky tomu teploměry ukazují

teplotu teplotnosné kapaliny před a za zásobníkem. Dále musí být použita brzda samotížné cirkulace. Brzda brání proudění kapaliny vlivem gravitace v době, kdy jsou sníženy tepelné zisky (v noci, nebo pokud je zataženo). V systému jsou obvykle umístěné ventily. Jeden přetlakový, který se používá pro odběr teplotnosného média, a druhý odvodušňovací, jenž se používá pro vypouštění plynu ze solárního tepelného systému a umístuje se v nejvyšším místě systému. Celý systém je třeba ještě opatřit uzavíracími a plnicími kohouty, které slouží pro napuštění, nebo vypuštění teplotnosného média do oběhu.

2.1.3 Účinnost solárního kapalinového kolektoru

Účinnost solárního kapalinového kolektoru vychází z následujícího vzorce (4):

$$\eta_k = \frac{\dot{Q}_u}{G \cdot A_k} = \tau \cdot \alpha - U \frac{(t_{abs} - t_e)}{G} \quad (4)$$

η_k účinnost za ustálených podmínek

\dot{Q}_u [W] užitečný výkon odváděný teplotnosným médiem

A_k [m²] Kolektorová plocha

G [W/m²] Sluneční záření dopadající na kolektor

U [W/m²*K] součinitel prostupu tepla kolektorem

τ [-] propustnost zasklení

α [-] pohltivost absorbéru

t_e [°C] venkovní teplota

t_{abs} [°C] teplota absorbéru

Účinnost kolektorů je závislá na rozdílu teplot absorbéru (resp. teplotnosné kapaliny) a okolního vzduchu. Znamená to, že čím vyšší teplotu vyžadujeme (např. 55 °C pro přípravu teplé užitkové vody), tím horší bude účinnost. Při použití vakuových kolektorů, kde je absorbér velmi dobře účinně izolován vakuem, se účinnost tolik nemění, takže uspokojivě pracují i v mrazivých dnech. Naopak při použití jednoduchých plochých kolektorů účinnost

klesá s rozdílem teplot velmi prudce, takže je velmi nevhodné jejich použití v zimě, kdy bychom chtěli ohřívat vodu na vysoké teploty.

2.2 Pasivní využití solární energie

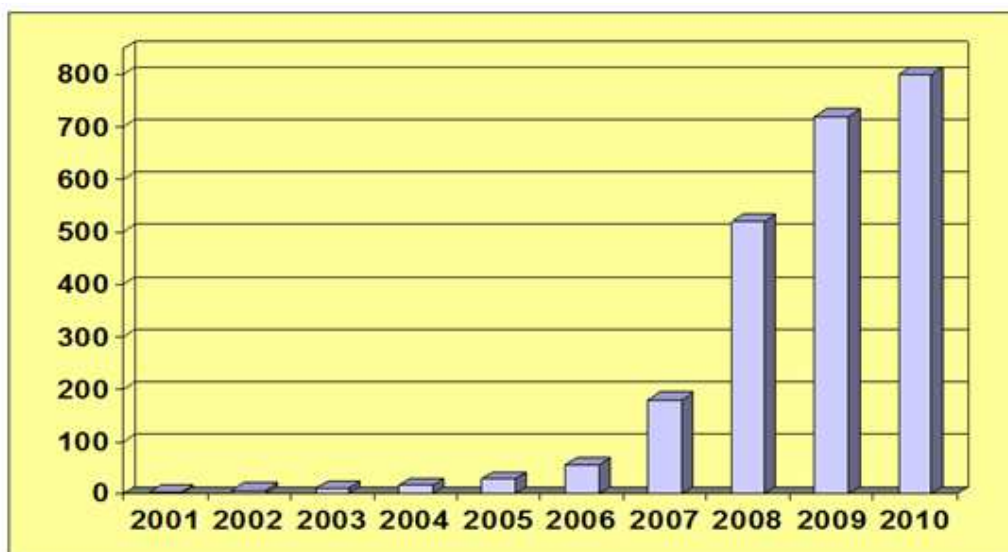
Pasivně (nepřímo) je solární energie využívána zejména na teplo a je zachytávána primárně konstrukcemi budov. Pasivních systémy pracují samostatně. Využívá se slunečního záření dopadajícího do vnitřku budovy. Je třeba správně navrhnout co nejlepší využití. Návrh a realizace je jednodušší u nových staveb. Starší stavby lze vhodně zrekonstruovat (vybudovat skleněné nadstavby, prosklené přístavky a další). Velmi důležité je vyřešení možného rizika, které vzniká díky tepelné zátěži. Tepelná zátěž je největší hlavně během letních měsíců. Riziko lze úspěšně snížit použitím vhodného odvětrávání nebo akumulací tepla do stavebních konstrukcí.

3 Základní informace o větrné energii

Větrná energie má svůj původ v dopadajícím slunečním záření. Energie slunečního záření ohřívá vzduch u povrchu země. Díky rozdílnému vlivu sluneční aktivity v rozdílných oblastech planety, dochází k rozdílným teplot v jednotlivých vzduchových oblastech. Důsledkem je potom horizontální proudění vzduchu, známé jako vítr. Dnes je energie větru využívána pomocí větrných turbín téměř výhradně pro energetické účely.

Vítr je obnovitelným zdrojem energie v jeho celkovém slova smyslu. Vítr má skoro nulové náklady (externí) a velký následný potenciál pro další růst. I když je vítr přirozeně nestabilní, větrná energie má v energetickém prostředí své místo.

Na obrázku č. 7 je znázorněn nárůst instalované kapacity v Evropské unii. Z obrázku je jasně vidět, jak především v posledních letech výrazně narůstá instalovaná kapacita větrných elektráren.



Obr. č. 7

Růst instalované kapacity větrné energie v EU

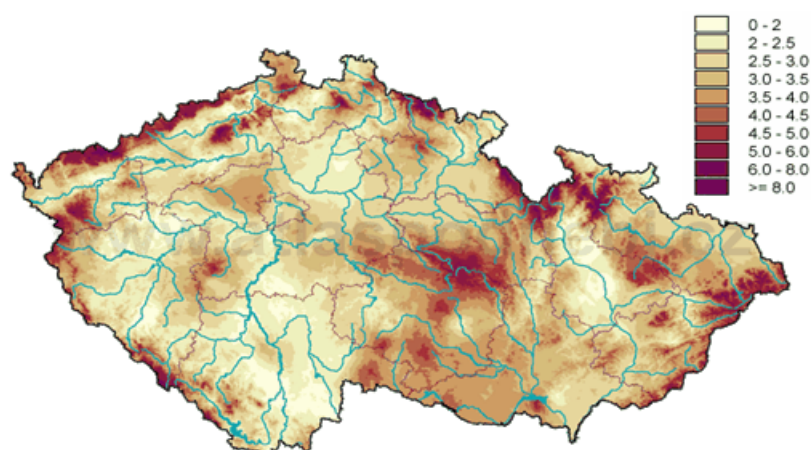
Zdroj: [3]

V zemích Evropské unie se větrná energie pomalu stává důležitým průmyslovým odvětvím. Čisté zdroje snižují exhalace, následkem toho jsou vytvářena další pracovní místa a v konečném důsledku vzniká možnost zásobovat domácnost elektřinou.

3.1 Využití větrné energie v ČR

Potenciál využití větrné energie v České republice je situován do vhodných lokalit s rychlostí větru vyšší než 5 m/s. Další rozvoj je omezen požadavky na ochranu okolní přírody a špatný vliv mají i nevhodné sezonní klimatické změny.

Na obrázku č. 8 je rychlost větru v České republice v $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Z obrázku je patrné, že nevhodnější lokality pro budování větrných elektráren jsou Mostecko, Ústecko, Českomoravská vrchovina, Beskydsko a slezská oblast.



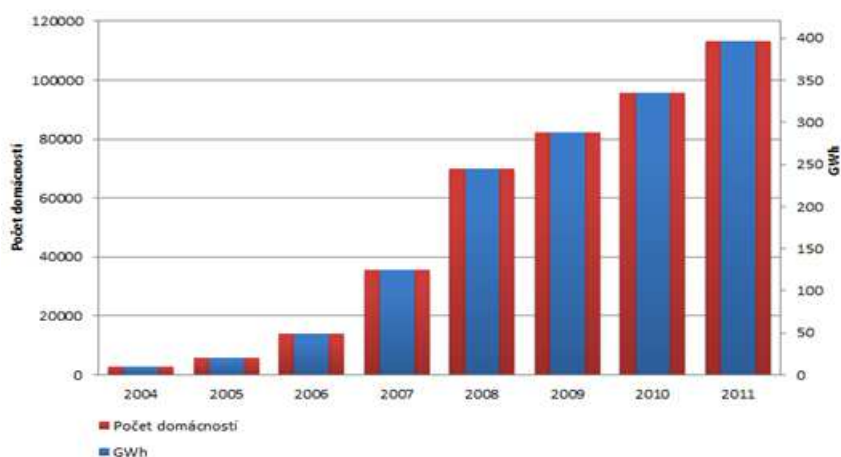
Obr. č. 8

Rychlost větru v ČR v $m*s^{-1}$

Zdroj: [4]

V České republice byly od roku 2004 do roku 2011 nainstalovány větrné elektrárny s celkovým výkonem 270 MW. V dnešní době se již pomalu zastavuje nárůst budování. Nejvíce to je patrné z množství instalovaného výkonu. V roce 2011 byly instalovány pouze 2 MW výkonu větrných elektráren. V roce 2010 to bylo 23 MW a v roce 2009 přibližně 48 MW.

Na obrázku č. 9 je znázorněna celková výroba elektrické energie pomocí větrných elektráren. Jak je z obrázku patrné, v roce 2011 činila celková výroba 397 GWh, což by pokrylo spotřebu přibližně pro 113 000 průměrných domácností.



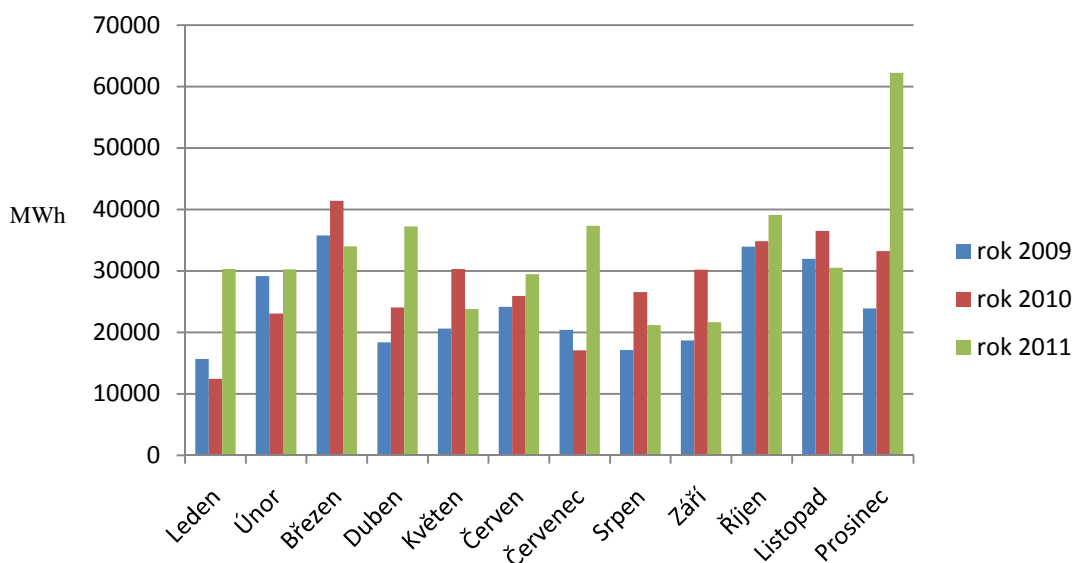
Obr. č. 9

Výroba energie z větrných elektráren v ČR

Zdroj: [5]

Tak jako je solární energetika ovlivněná z velké části počasím, větrná energetika je na tom (co se týče závislosti) stejně. Pro znázornění je zde graf výroby elektrické energie z větrných elektráren v každém měsíci v letech 2009, 2010 a 2011.

Na obrázku č. 10 je znázorněna výroba elektrické energie z větrných elektráren v jednotlivých měsících v letech 2009, 2010, 2011 v MWh.



Obr. č. 10

Výroba elektrické energie z větrných elektráren

Zdroj: [6]

Z obrázku je jasně patrné, že nelze předem spoléhat na určitý energetický výkon v daném měsíci, či v měsíci následujícím. V tomto ohledu je na tom větrná energie ještě hůře než solární energie.

V tabulce č. 1 je znázorněna výroba elektrické energie z větrných elektráren v jednotlivých měsících a letech. Naměřené hodnoty jsou v MWh.

| Měsíc | rok 2009 | rok 2010 | rok 2011 |
|-----------------|----------|----------|----------|
| Leden | 15696 | 12454,4 | 30312,1 |
| Únor | 29182 | 23063,2 | 30251,9 |
| Březen | 35795 | 41416,3 | 33986,7 |
| Duben | 18384 | 24058,4 | 37232,6 |
| Květen | 20601 | 30288,7 | 23789,5 |
| Červen | 24167 | 25928,9 | 29489,1 |
| Červenec | 20397 | 17103,8 | 37331,3 |
| Srpen | 17110,3 | 26563,5 | 21180,6 |

| | | | |
|-----------------|---------|----------|----------|
| Září | 18698,9 | 30201 | 21642,2 |
| Říjen | 33938,5 | 34852,9 | 39091,6 |
| Listopad | 32002,8 | 36506,6 | 30522,6 |
| Prosinec | 23915,5 | 33203,4 | 62252,4 |
| Celkem | 289888 | 335641,1 | 397082,6 |

Tab. č. 1 Množství vyrobené elektrické energie z větrných elektráren

3.2 Technické informace o větrné energii

Jak již bylo napsáno, základním předpokladem pro funkčnost větrné elektrárny je vítr. Vítr předává větrné elektrárně část své energie. Je realizováno prostřednictvím lopatek na rotoru větrné elektrárny. V roce 1919 odvodil Albert Betz teoretickou maximální účinnost větrného stroje na 59% (Betzovo pravidlo). Pohybová energie větru se v turbíně mění na energii otáčivého pohybu a následně v generátoru na energii elektrickou.

Teoreticky dosažitelný výkon v případě jednotkové plochy je dán vztahem (5)

$$P_t = k_B * \rho * \frac{v^3}{2} \quad (5)$$

zde je k_B (Betzův koeficient) 0,59

Pro reálné turbíny s průměrem rotoru D (délkou lopatky $D/2$) je použit vztah (6)

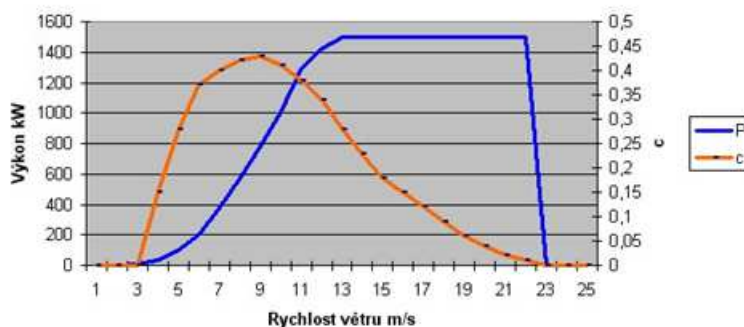
$$P = C_p * \rho * \frac{v^3}{2} * \pi * \frac{D^2}{4} \quad (6)$$

kde je C_p (součinitel výkonnosti) ideálně roven 0,59

3.2.1 Účinnost

Součinitel výkonnosti je dán konstrukčním řešením turbíny a především převodní křivkou úhlu natočení lopatek turbíny v závislosti na rychlosti větru. Pokud toto spojíme s faktem, že účinnost je kubicky závislá na rychlosti větru, celková závislost výkonu na rychlosti větru je opravdu velká. Pro představu, při rychlosti větru 50 % je výkon pouze 12,5 %.

Na obrázku č. 11 je graficky znázorněn typický průběh generovaného výkonu a součinitele výkonnosti větrné elektrárny v závislosti na rychlosti větru. Jedná se o REpower MD70.



Obr. č. 11 Průběh generovaného výkonu a součinitele výkonnosti VE v závislosti na rychlosti větru

Zdroj: [7]

Další hodnotou, která ovlivňuje celkovou účinnost, je koeficient ročního využití. Je to poměr skutečného výkonu a výkonu teoreticky možného za rok. V České republice je tento koeficient $k = 0,1 - 0,2$. Pro lokality, kde je velmi větrno, je tato konstanta až 0,28.

3.2.2 Základní části větrné elektrárny

Základní části větrné elektrárny jsou celkem 4. Tři jsou nadzemní a jedna podzemní. První částí je rotor, další částí je gondola a třetí částí je stožár. Poslední částí je základna

Důležitou částí rotoru je rotorový list. Rotorový list je kompozitní skořepina. Celý list je vyztužen nosníkem, který nese hlavní zátěž. Celý list je laminován ze skelné tkaniny. Většinou se ještě mezi skelnou tkaninu vkládá tvrzená pěna. Díky tomu se zvyšuje plošná tuhost. Ojedinele se místo skelné tkaniny používá kevlar nebo uhlík. Výrazně to snižuje hmotnost.

Na obrázku č. 12 a 13 je zobrazen rotorový list z příčného průřezu a jeho detail. Zde je dobře vidět, kolik šroubů je třeba na uchycení jednoho listu rotoru.



Obr. č. 12 a 13

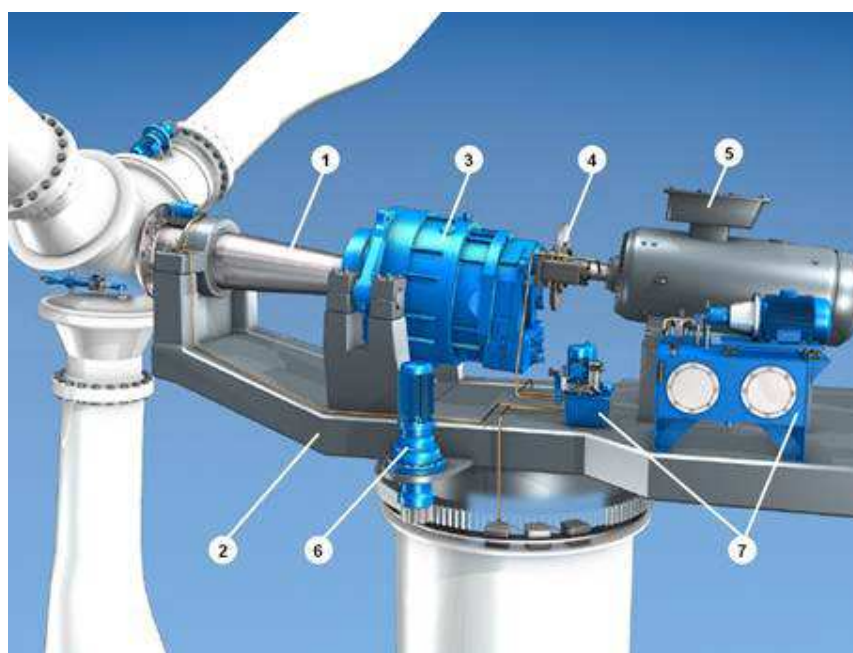


Rotorový list z příčného průřezu a jeho detail

Zdroj: [8 a [9]

Gondola slouží především jako stator motoru a také jako převodník z mechanické energie na elektrickou energii. V gondole je hřídel, na které je upevněn rotor. Díky tomu je výkon rotoru přenášen rovnou do převodovky, která zvyšuje otáčky generátoru, jenž vytváří elektrickou energii. Na hřídeli je mezi převodovkou a generátorem umístěná brzda. Ta reguluje otáčky a v případě potřeby dokáže rychle zastavit rotor. K rámu gondoly a celé strojovny jsou umístěny elektromotory, které natáčejí celou gondolou. V gondole je také umístěn hydraulický okruh, který ovládá brzdu natáčení lopatek a natáčení strojovny.

Celé schéma gondoly je znázorněno na obrázku č. 14. Na tomto obrázku jsou jednotlivými čísly vyznačeny hlavní části gondoly: 1 - hlavní hřídel větrné elektrárny, 2 - nosný rám strojovny, 3 - převodovka větrné elektrárny, 4 - spojení mezi převodovkou a generátorem, 5 - generátor větrné elektrárny, 6 - systém natáčení strojovny, 7 - hydraulické systémy větrné elektrárny.



Obr. č. 14 Celé schéma gondoly

Zdroj: [10]

Třetí částí je stožár. V dnešní době se většinou staví stožáry vysoké od 40 do 110 m. V Evropě je využíván tubusový ocelový stožár. Tento typ je smontován z jednotlivých částí, většinou 20 m dlouhých, svařených do požadované délky. Části jsou vyrobeny z plechových prstenců. Při montáži stožárů vyšších než 100 m je třeba uvažovat o výstavbě příhradového stožáru. Na výrobu tohoto typu stožáru je spotřebováno menší množství oceli. V posledních několika letech se rozmohla také stavba betonových stožárů. Výroba je podobná jako u klasických tubusových ocelových stožárů, jen je jako materiál použitý beton a jsou vyráběny poloskruže. Pokud je tento typ postaven ve vhodné lokalitě, je možnost produkovat a dovážet beton z místních betonárek. Pevnost tohoto typu zaručují také předepjatá ocelová lana vedená v dutinách skruží po celé délce stožáru.

Čtvrtou a velmi důležitou částí větrné elektrárny je i její základna. Není to sice přímo část elektrárny, ale bez této části nebude větrná elektrárna stát. Před samotnou instalací větrné elektrárny je třeba vybudovat betonový základ. Je to ta nejtěžší část elektrárny. Již při vybudování větrné elektrárny s výkonem 2MW je spotřeba materiálu velmi velká. Pro stožár vysoký 105 m a průměr rotoru 90 m je třeba čtvercový základ $252,81 \text{ m}^2$. Je spotřebováno 500 m^3 betonu a 40 t ocelové armovací výztuže. Díky tomu je celková hmotnost základny 1144 t. Při představě, že stožár, gondola a rotor mají dohromady hmotnost 331 t, je hmotnost základny skutečně téměř 4x větší než hmotnost celé nadzemní části.

4. Základní informace o vodní energii

Vodní energie vzniká díky koloběhu vody na zemi, přičemž je ovlivněna solární energií a gravitační silou naší planety. Lidstvo využívá vodní energii v drtivé většině k výrobě elektrické energie. Elektrická energie je vyráběna ve vodních elektrárnách, kde je využívána kinetická energie vody (zde se využívá rychlost a spád) a potenciální energie vody (rozdíl výšky hladin a gravitace).

Vodní energie, jako obnovitelný zdroj elektrické energie, má největší podíl z ostatních zdrojů elektrické energie na celém světě. Znamená to tedy, že lidé využívají a staví především vodní elektrárny. Pokud jde o výrobu elektřiny celosvětově, z vodní energie je získáno přibližně 17 % z celkové potřeby. Nejvíce je vodní energie využívána v Norsku, Švýcarsku a

Kanadě. Největší vodní elektrárna se jmenuje Tři soutěsky, je vybudovaná v Číně a její výkon je přibližně 22 000 MW.

Jak bylo řečeno, energie je vyráběna ve vodních elektrárnách. Podle výkonu můžeme elektrárny dělit na velké vodní a na malé vodní. Malé vodní elektrárny jsou stavěny především na vhodných lokalitách. Je tím míněno především na místech, kde je vhodný využitelný spád vody a průtok. Průtok lze zjistit z dat, které má k dispozici Český hydrometeorologický institut (ČHMI). Z jejich dat je nejdůležitější průtok v určitém počtu dní, většinou v rozmezí třiceti dní. Většinou se pro stavbu malých vodních elektráren dá využít míst, kde byly v předchozí době mlýny, pily nebo jezy. Najít vhodná místa pro velké vodní elektrárny je daleko obtížnější. Téměř vždy jakýkoliv návrh zasáhne do okolní krajiny, nebo nenávratně změní okolní krajinu a ekosystém.

Vodní elektrárny se podle konstrukce dělí na průtočné, derivační, přehradní a přečerpávací. Průtočné elektrárny využívají spád, jenž je vytvořen jezem. Derivační využívají samostatného umělého kanálu, kde je také vytvořen umělý spád. Akumulační elektrárny využívají spád z přehrady. Přečerpávací elektrárny mají dvě nádrže a jsou využívány především pro kompenzaci energetických špiček.

4.1 Vodní energie v České republice

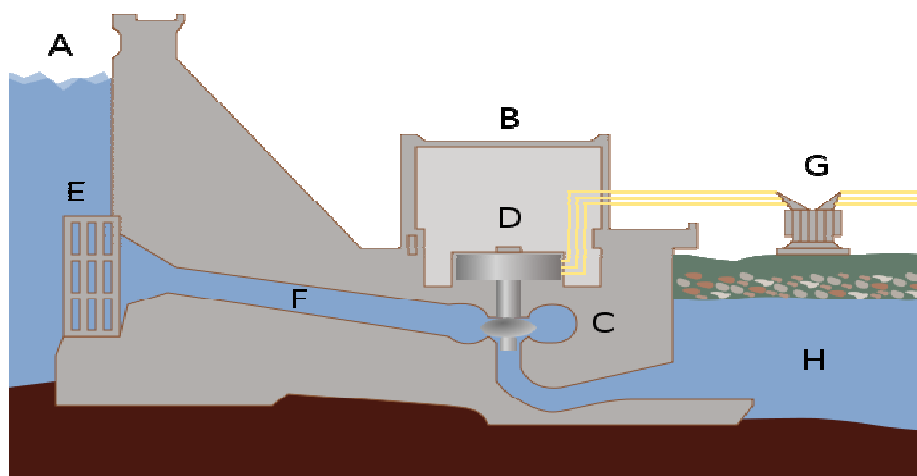
V České republice nespočívá význam vodních elektráren v objemu výroby, ale jak již bylo napsáno, ve specifických vlastnostech dané elektrárny a její výroby. V našem státu se především využívá vlastnosti pohotově reagovat na aktuální nedostatek elektrické energie. Naše řeky neposkytují potřebný spád ani potřebné množství vody pro masivní využití výstavby vodních elektráren. Díky tomu je podíl na celkové výrobě elektrické energie velmi nízký, pouhá 3 %. I přes tento malý podíl zaujímá vodní energie v rámci obnovitelných zdrojů hlavní podíl. Vodní elektrárny jsou jako pomocné zdroje elektrické energie nepostradatelné.

Čeští odborníci se shodli na tom, že i kdybychom využili veškerý možný potenciál ve spádu řek a na všech možných místech vybudovali vodní elektrárny, zvýšil by se podíl na výrobě elektrické energie na 5 %, tedy pouhý nárůst o 2 %. Ovšem neobešlo by se to bez velkých investičních nákladů a bylo by třeba provádět velké zabránění půdy. Celkový výkon, který by mohly dodávat vodní elektrárny do energetické soustavy, by činil 1145 MW.

4.2 Technické informace o vodní energii

Hlavním kanálem přitéká voda k turbíně a roztáčí ji. Turbína je na hřídeli s generátorem. Díky tomu se mechanická energie tekoucí vody mění na elektrickou energii. Podle typu elektrárny musí být i vhodně zvolena příslušná turbína. Většinou se používá Francisova nebo Kaplanova turbína. Pro vysoké spády se často využívá Peltonova turbína. Při stavbě přečerpávací vodní elektrárny je třeba použít turbínu s reverzním chodem a s nastavitelnými lopatkami. Při stavbě malé elektrárny se většinou používá Bankiho turbína.

Na obrázku č. 15 je zjednodušeně znázorněna akumuláční vodní elektrárna. Je zde jednoduše zobrazen základní princip přenosu vody z nádrže až k lopatkám turbíny (turbogenerátoru).



Obr. č. 15

Akumulační vodní elektrárna

Zdroj: [11]

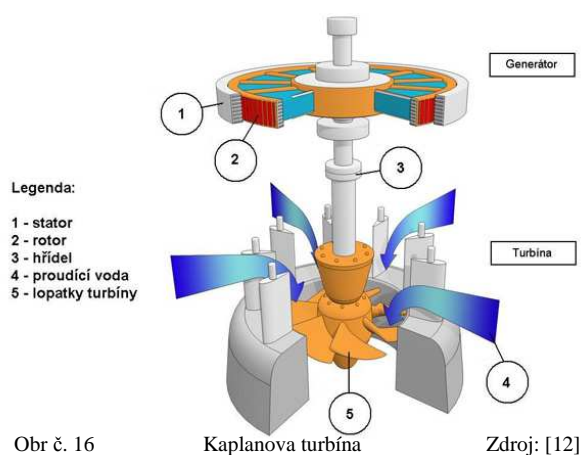
Turbíny se dále dělí na rovnotlaké a přetlakové. V rovnotlakých turbínách zůstává stejný tlak pro vodu přitékající i odtékající. V přetlakových turbínách vtéká voda s přetlakem a vytéká s tlakem nižším, než jaký měla při vstupu. Vodní turbíny mají účinnost až 95 %.

4.2.1 Hlavní typy používaných turbín

Kaplanova turbína je přetlaková axiální turbína, která je dobře regulovatelná. Regulace se používá tam, kde není možno mít stálý průtok. Díky regulaci náklonu lopatek u oběžného i

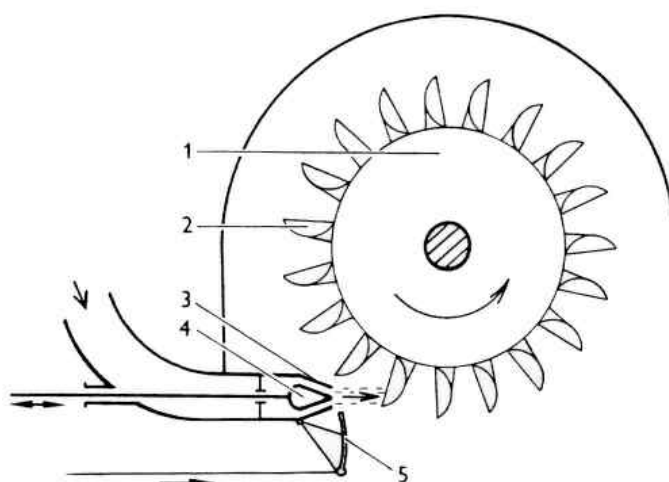
rozdávčího kola je regulace poměrně přesná a zároveň je to největší výhoda oproti Francisově turbíně. Kaplanova turbína se používá pro spády 1-70,5 m. Tento typ je instalován většinou na malých spádech a velkých průtocích.

Na obrázku č.16 je znázorněna Kaplanova turbína.



Peltonova turbína je rovnotlaká tangenciální turbína, kde na rotor proudí voda v tečném směru využívající trysky. Jako rozdělovač je použita dýza na přívodním potrubí. Odtud voda padá na lžicovité lopatky turbíny. Pokud se lopatky nastaví proti směru tekoucí vody, otočí její směr. Turbína se využívá především při využití vysokého tlaku příchozí vody. Peltonova turbína se používá v rozsahu 15-1800 m (při vertikálním uložení je výkon až 200 MW).

Na obrázku č.17 je znázorněna Peltonova turbína.

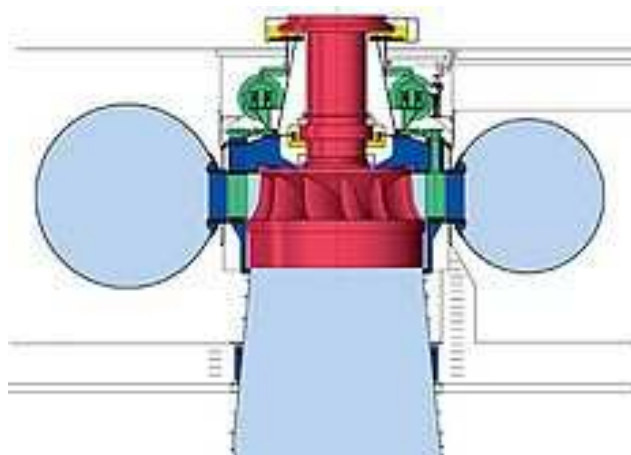


Obr č. 17 Peltonova turbína, 1 - oběžné kolo, 2 - lopatka, 3 - regulační dýza (tryska), 4 - jehlový uzávěr, 5 - deviátor

Zdroj: [13]

Francisova turbína je přetlaková turbína, ve které kapalina mění tlak a svou kinetickou energii předává turbíně. Rotor turbíny je mezi vysokotlakým přívodem a mezi nízkotlakou savkou, umístěnou většinou v patě nádrže. Vstupní voda je tangenciálně nasměrovaná na oběžné kolo. Toto se děje pomocí oběžného kola. Lopatky jsou většinou vyráběny jako stavitelné, díky tomu se turbína může přizpůsobit vodnímu toku. Výstupní voda vystupuje z oběžného kola axiálně. V průběhu procházení vody se zmenšuje rotační rychlost a tím je odevzdána energie oběžnému kolu. Díky tomu se používají tyto turbíny pro stabilní průtoky.

Na obrázku č.18 je znázorněn schematicky náčrt Francisovy turbíny.



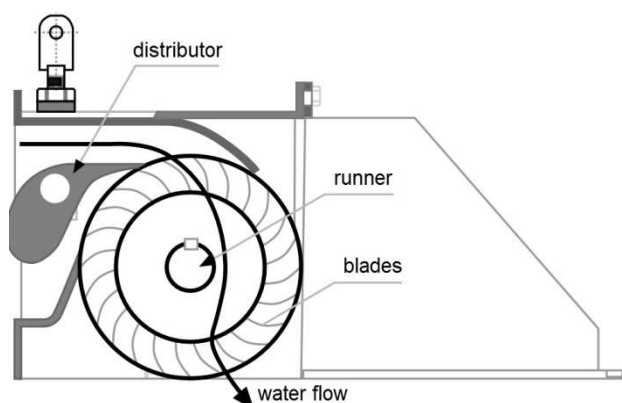
Obr. č. 18 Francisova turbína - schematicky náčrt

Zdroj: [14]

Bankiho turbína je rovnotlaká vodní turbína. Lopatky oběžného kola obtéká kapalina v obou směrech. Tento typ turbíny je využíván především v malých vodních elektrárnách.

Oběžné kolo se skládá z dvou kruhových desek, mezi nimiž jsou lopatky (vypadá to podobně jako mlýnské kolo). Na kolo přitéká voda a přes lopatky protáčí dál dovnitř na lopatky na protější straně a dál vytéká ven. Při protečení předá část své energie. Turbína se používá hlavně pro svou konstrukční jednoduchost. Je to jediný typ turbíny, který je možné zhotovit doma v amatérských podmínkách.

Na obrázku č. 19 je zjednodušené schéma, na kterém je vidět z náhonu (distributor) přitékající proud vody (water flow) přes lopatky (blades) do středu kola (runner) a dál přes lopatky ven.



Obr. č. 19 Bankiho turbína

Zdroj: [15]

5. Základní informace o energii biomasy a o geotermální energii

Biomasa je další obnovitelný zdroj energie a to díky využití solární energie v rostlinách. Biomasa je organická hmota. Pro využívání v energetice se používá pěstovaná biomasa, dále pak zemědělské lesní a potravinářské odpady z těchto produkcí. Teoreticky je možno využít každou formu biomasy, jelikož se využívá především uhlík a jeho vazby obsahující energii (z chemického hlediska).

5.1 Využití biomasy v České republice

V České republice jsou jako energetické formy biomasy využívány většinou dřevo, sláma a jiné zemědělské odpady, včetně odpadu ze zvířat. Jsou zde využívány také cíleně pěstované plodiny, pro zpracování na biomasu. Do pěstované biomasy patří celulózní, olejnaté a cukernaté plodiny, jakou jsou řepka olejka, slunečnice, len nebo například konopí. V našem státu se využívá také odpadní biomasa.

Opadní biomasou jsou myšleny zbytkové produkty z výroby jak živočišné, tak rostlinné. Zástupci živočišné výroby jsou například odpady z mlékáren, lihovarů, cukrovarů, zbytky krmiv, hnůj či kejda. Zástupci rostlinné výroby jsou například dřevní zbytky z výroby v papírnách, pilách, výrobnách nábytku a dalších.

5.2 Technické informace o využití biomasy

Základní procesy využívání biomasy jsou suché procesy a mokré procesy. Suchý proces je například spalování. Mokrý proces je fermentace nebo vyhnívání.

Při spalování biomasy je nejdůležitější výhřevnost paliva (biomasy). Výhřevnost dřeva je přibližně 15 MJ/kg a velmi záleží na jeho vlhkosti. Optimální vlhkost dřeva pro jeho spalování je přibližně 20 %. Pro zajímavost čerstvě poražené a vytěžené dřevo má vlhkost 60 %.

V tabulce č. 2 je znázorněna výhřevnost jednotlivých materiálů.

| Druh biomasy | Obsah vody | Výhřevnost | Objemová měrná hustota |
|-------------------------|------------|--------------------------|------------------------|
| Polena (měkké dřevo) | 0 | 18,56 | 355 |
| | 10 | 16,4 | 375 |
| | 20 | 14,28 | 400 |
| | 30 | 12,18 | 425 |
| | 40 | 10,1 | 450 |
| | 50 | 8,1 | 530 |
| Dřevní štěpka | 10 | 16,4 | 140 |
| | 20 | 14,28 | 190 |
| | 30 | 12,18 | 210 |
| | 40 | 10,1 | 225 |
| Sláma (obiloviny) | 10 | 15,5 | 120 (balík) |
| Sláma (řepka) | 10 | 16 | 100 (balík) |
| Tříděný komunální odpad | 20-38 | 9,14 | |
| Celkem | | cca 25 MJ/m ³ | |

Tabulka č. 2

Při spalování je ještě velmi důležité biomasu upravit, nemůžeme jen tak použít v základním rozměru. Je třeba složky biomasy různým způsobem rozsekat, rozdrtit a rozmělnit na menší lépe využitelné části. Toto se dělá pro lepší přístup vzduchu při spalování a ke zvýšení efektivity spalování.

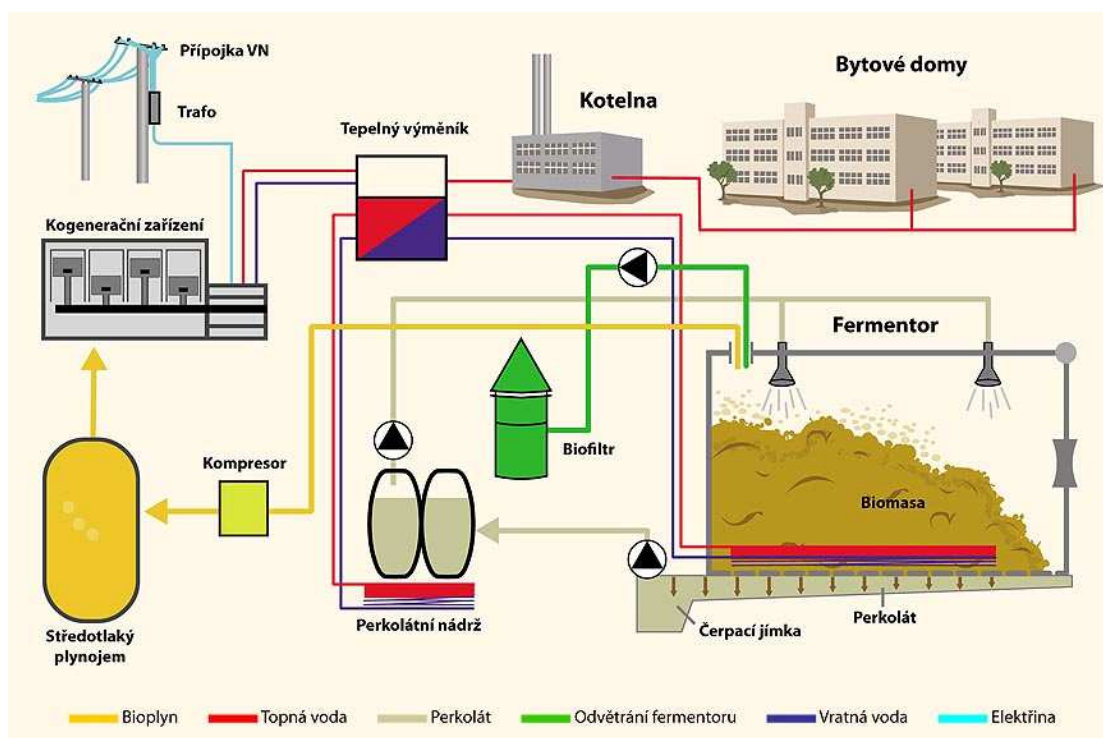
V tabulce č. 3 je výpis elektráren spalujících biomasu v České republice. Provozovány jsou firmou ČEZ, a.s.

| | Výroba 2009 (MWh) | Výroba 2010 (MWh) | Výroba 2011 (MWh) |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Tisová | 45 956 | 12 705 | 10 270 |
| Poříčí | 92418 | 5.39 | 99 068 |
| Teplárna Dvůr Králové | 11944 | 9 572 | 18 630 |
| Hodonín | 177348 | 197921 | 233 076 |
| Vítkovice | | 29 | 202 |
| Celkem v ČR | 327666 | 307 664 | 351 246 |

Tabulka č. 3

Další možností, jak využívat biomasu, je získávat z ní bioplyn. Bioplyn je ekologicky čistý plyn, který vzniká v živých organismech, nebo díky působení živých organismů. Získává se především metan, který má velmi dobrou výhřevnost. Výhřevnost je přibližně 25 MJ/m³. Bioplyn se využívá většinou pro výrobu elektřiny, tepla a jako pohonná látka.

Na obrázku č. 20 je bioplynová stanice na suchou fermentaci. Zde je biomasa navedena do Fermentoru. Poté je biomasa vyhřívána topením v podlaze a zastříkávána peroklátem. Díky tomu je obnovena mikrobiotická kultura. Později dojde k stabilizaci procesu (zbývající kyslík je rozložen). Vznikající bioplyn je odsáván do kogenerační jednotky. Zde je převáděn na elektrickou energii a následně distribuován. V tomto procesu vzniká dodatečné (odpadní) teplo, které je dále využíváno. Tento cyklus trvá přibližně 28 dní a po konci cyklu je třeba navézt novou část biomasy a starou část vyvézt. Kromě navážení biomasy je proces plně automatizovaný.



Obrázek č. 20

Bioplynová stanice

Zdroj: [16]

5.3 Základní informace o geotermální energii

Geotermální energie je nejstarší energie na zemi. Tato energie je ze zemského jádra a je to tepelná energie. Vzniká rozpadem radioaktivních látek a působením slapových sil. Většinou se řadí mezi obnovitelné zdroje energie, ale v některých místech planety jsou tyto zdroje vyčerpatelné v horizontu sta let.

V současnosti je na celém světě získáváno z geotermálních elektráren pouhých 10 000 MW, je to jen malá část. V Evropě nejvíce využívá geotermální energii Island, druhá v pořadí je Itálie.

5.4 Geotermální energie v České republice

V České republice se geotermální energie příliš nevyužívá, protože zde nejsou příhodné lokality. Přesto připadají v úvahu lokality v okolí Litoměřic, Lovosic nebo Chomutova. V těchto lokalitách je již narušena podzemní hornina. Proto zde připadá do úvahy využití tzv. systému (koncept) suché horniny. V tomto systému se využívá podzemních suchých hornin. Bohužel ve světě s tím není velká zkušenost, a proto je tento systém v naší

republiky používaný jako výzkumně-vývojový. Základní princip spočívá v tom, že jedním vrtem se do horniny napumpuje studená voda a boční vrty umožní ohřáté vodě vystoupit na povrch. Tato voda pohání turbínu generátoru a po ochlazení na povrchu se vrací prvním vrtem zpět do země. Druhotným produktem tohoto systému je teplo, které se dá dál využít.

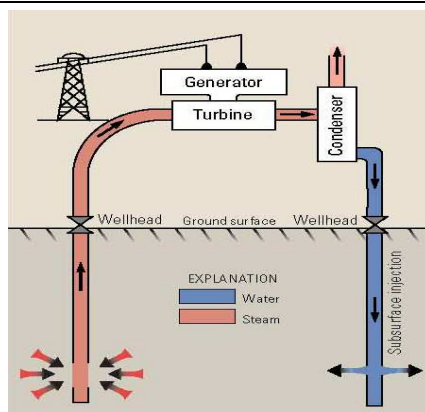
Aby se geotermální energie dala v ČR využít pro výrobu elektřiny, musí se nejdříve provést nejméně dva pětikilometrové vrty s odstupem 500 – 600 m. Prvním vrtem se studená voda dožene k suchým horninám. Druhým vrtem je získávána voda ohřátá od hornin (je to vodní pára, stoupající vzhůru). Teplota této vody je cca 150 °C. Pro správnou funkčnost je třeba, aby se tyto vrty vodorovně propojily. Voda takto získaná se přivádí do zařízení, kde je využita pro výrobu energie. Poté se voda druhým vrtem žene zpět do země a celý proces se opakuje. Teplá pára nevyužitá pro pohon turbíny je dále distribuována do měst jako doplňkový ohřev.

5.5 Technické informace o geotermální energii

Pro výrobu elektrické energie se dnes používají 3 typy geotermálních elektráren. Jsou to elektrárny na suchou páru, elektrárny na mokrou páru a binární (horkovodní) elektrárny.

Elektrárna na suchou páru využívá páru přímo ze země. Tato pára je vháněna rovnou do turbín. Je to nejjednodušší typ geotermální elektrárny a také nejstarší. Využívá se zde pára o teplotě alespoň 150 °C.

Na obrázku č. 21 je jednoduché schéma elektrárny na suchou páru. Je zde jasně patrný princip využití páry (steam) k pohonu turbíny (turbine) a generátoru (generator). Pára pak v kondenzátoru (condenser) zkapalní a je využita k doplňkovému ohřevu nebo je vháněna zpět do země.

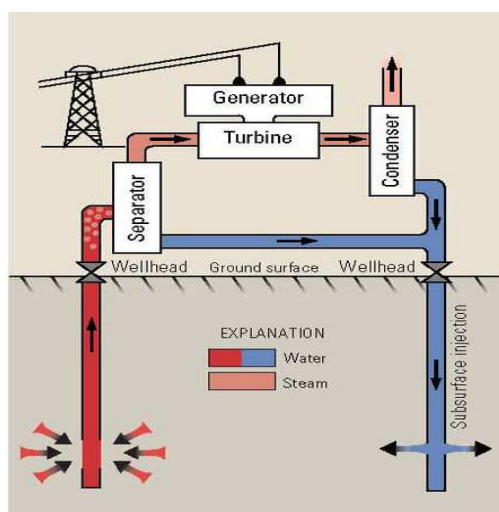


Obrázek č. 21 Geotermální elektrárna na suchou páru

Zdroj: [17]

Elektrárna na mokrou páru využívá horkou vodu, která je přeměněna v páru a následně využita. Horká voda o vysokém tlaku je hnána do zásobníku s nízkým tlakem (separátor, rozdělovač). Pára z rozdělovače je dále použita jako pohon turbín. Využívá se voda o teplotě 180 °C. V dnešní době to je nejvíce využívaný typ geotermální elektrárny.

Na obrázku č. 22 je jednoduché schéma elektrárny na mokrou páru. Je zde jasně patrný princip využití páry (steam) k pohonu turbíny (turbine) a generátoru (generator). Horká voda je v rozdělovači (separator) převedena na páru a vodu. Pára pak v kondenzátoru (condenser) zkapalní a je využita k doplňkovému ohřevu nebo je vháněna zpět do země. Stejně tak zbytková voda z rozdělovače.



Obrázek č. 22 Geotermální elektrárna na mokrou páru

Zdroj: [18]

Binární elektrárna využívá vodu o nízké teplotě. Tato voda předává svoji tepelnou energii organické kapalině ve výměníku. Jako organická kapalina se používá propan, isobutan či freon (obecně kapalina s nízkým bodem varu). Pára této kapaliny pak pohání turbínu. Teplota zdrojové vody by neměla být nižší než 57 °C. Tepelná účinnost tohoto typu elektráren je přibližně 12 %. Je to také nejnovější typ geotermální elektrárny a v dnešní době se nejčastěji buduje.

6. Přírodní, legislativní a technické podmínky pro využití obnovitelných zdrojů energie v ČR

6.1 Legislativní podmínky pro využití OZE v ČR

V oblasti fotovoltaických elektráren, solárních tepelných elektráren, větrných, vodních, geotermálních elektráren a spaloven na biomasu je velmi důležitý zákon 180/2005 sb. o podpoře výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Tento zákon by měl stabilizovat prostředí pro podnikání a využívání obnovitelných zdrojů v ČR. V příloze X je plné znění zákona

Směrnice 2001/77/EC. Evropského parlamentu a Rady EU ze dne 27. září 2001 zvyšuje podporu výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie na vnitřním trhu.

Vyhláška č. 475/2005. (novelizovaná vyhláškou č. 364/2007 Sb.), kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů. Hlavním účelem novelizace je rozšíření životnosti fotovoltaických elektráren z 15 na 20 let a stanovuje zejména termíny a podrobnosti výběru způsobu podpory elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů.

Vyhláška č. 150/2007 Sb. ve svém druhém paragrafu ustanovuje výkupní ceny a zelené bonusy z obnovitelných zdrojů energie. Je zde také stanoven navyšovací index výkupních cen.

Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů - vymezuje a upravuje práva a povinnosti právnických a fyzických osob v oblasti hospodaření energií včetně práv a povinností státní správy v této oblasti.

Vyhláška ERÚ č. 475/2005 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů.

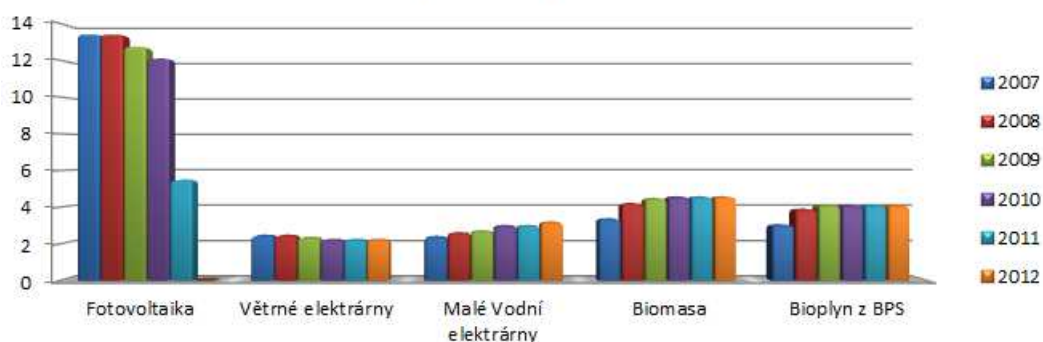
Vyhláška MŽP č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy.

Vyhláška ERÚ č. 502/2005 Sb., o stanovení způsobu vykazování množství elektřiny při společném spalování biomasy a neobnovitelného zdroje.

Toto byl výpis jen některých důležitých vyhlášek, nařízení a paragrafů. V přílohách P1, P2, P3 jsou uvedeny všechny hlavní zákony a vyhlášky pro podporu OZE.

Za velmi důležitou součást legislativních a právních předpisů považuji také, jak se v minulých letech měnila výkupní cena elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Od roku 2000 se stát začal velmi aktivně zabývat rozvojem využití OZE. Díky tomu vytvořil velmi příznivé podmínky pro další budování. Bylo to především díky velkému zvyšování výkupních cen především pro fotovoltaické systémy. Následkem toho došlo k obrovské expanzi a budování především fotovoltaických systémů. V posledních letech stát již přestal navyšovat výkupní ceny a především u fotovoltaických systému tuto cenu razantně snížil. Z obrázku č. 23 je jasně patrné snížení výkupních cen elektřiny pro fotovoltaické a větrné systémy. Zároveň stát postupně navyšuje výkupní ceny u systému využívající biomasu, bioplyn a vodní energii.

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



Obr. č. 23

Výkupní ceny OZE v jednotlivých letech

Zdroj: [19]

Pro lepší představu tento graf reprezentuje tabulka č. 4

| Zdroj | Cena 2007 CZK/kWh | Cena 2008 CZK/kWh | Cena 2009 CZK/kWh | Cena 2010 CZK/kWh | Cena 2011 CZK/kWh | Cena 2012 CZK/kWh |
|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Fotovoltaika* | 13,46 | 13,46 | 12,79 | 12,15 | 5,5 | 6,16** |
| Větrné elektrárny | 2,46 | 2,46 | 2,34 | 2,23 | 2,23 | 2,23 |
| Malé vodní elektrárny | 2,39 | 2,6 | 2,7 | 3,0 | 3,00 | 3,19 |
| Biomasa | 3,37 | 4,21 | 4,49 | 4,58 | 4,58 | 4,58 |
| Bioplyn z BPS | 3,04 | 3,9 | 4,12 | 4,12 | 4,12 | 4,12 |

Tabulka č.4

* u fotovoltaiky je uvedena cena pro FVE s výkonem nad 100 kW

** u fotovoltaiky pro rok 2012 je uvedena cena pro FVE s výkonem do 30 kW

6.2 Technické a přírodní podmínky

Jak je patrné, z mapy na obrázku č. 2 na stránce 15, jsou nejlepší přírodní podmínky pro realizaci fotovoltaických a solárních-tepelných elektráren v místech, kde je největší sluneční aktivita. V úvahu proto přicházejí místa především na jižní Moravě, Českomoravské vrchovině a středních Čechách. Jak u fotovoltaických tak i u solárních-tepelných systémů je třeba uvažovat nad dobou provozu. Je tím myšlena doba v jednom roce, po kterou má být zařízení provozováno. Pokud zamýšlíme provozovat zařízení po celý rok, musíme využívat takové prostředky, které nám to dovolují. Je sice dražší provoz jako takový, ale je to kompenzováno funkčností po celý rok. Pokud počítáme s provozem jen v letním období (období, kdy teplota ani v noci neklesá bod mrazu), zařízení, které budeme takto provozovat, je snadněji opravitelné a jeho provozní náklady jsou také nižší (odpadá nutnost použití nemrznoucí kapaliny).

Pro provoz MVE je třeba získat licenci pro podnikání v energetice. U provozovatele, který nemá potřebné vzdělání pro provoz malé vodní elektrárny, je třeba, aby si vzdělání doplnil rekvalifikačním kurzem (toto platí pro malé vodní elektrárny do výkonu 1 MW). Provozovatel dále musí zachovávat v toku minimální zůstatkový průtok. Je také třeba zabránit rybám vniknout do turbíny (realizováno česlemi).

V dnešní době je na našem území využito přibližně 60 % míst využitelných pro stavbu a provoz malých vodních elektráren. Pro náš stát je odhadovaný technický využitelný výkon z malých vodních elektráren přibližně 1,4 miliardy kWh/rok. Existuje tedy ještě několik tisíc lokalit vhodných pro výstavbu. Největším problémem je ovšem ekonomika. Vybudování malé vodní elektrárny z ničeho je velmi nákladné a velmi administrativně složité. Jistý smysl má výstavba, pokud bychom využili již částečně vybudované náhony, jezy či přivaděče. Bohužel dnes je většina nevyužívaných vodních děl (náhony, jezy, přivaděče) v žalostném stavu a většinou jsou velmi poničené. V neposlední řadě je třeba také myslet na ochranu přírody, díky tomu není vždy možné malé vodní elektrárny obnovovat. Pro samotnou výstavbu je třeba hledat lokality, kde může být použita těžká doprava (při výstavbě). Také je třeba postavit zpevněné cesty s dostatečnou kapacitou. MVE musí být realizovány dále od obydlených oblastí, protože mohou vydávat značný hluk.

Technické podmínky pro využití geotermální energie závisí především na nalezení vhodného místa pro výstavbu. Jde především o vhodné geologické podmínky pro výstavbu a budoucí provoz nové geotermální elektrárny. Stejně jako u ostatních typů i zde musí být vhodná dopravní infrastruktura. Také je třeba umístit geotermální zařízení dále od lidí, protože při provozu vzniká určitý hluk. I zde platí, že geotermální zařízení se nesmí stavět v místech, kde je dbáno na ochranu přírody.

Technické podmínky pro využití biomasy spočívají především na vhodné lokalitě pro pěstování biomasy. Se samotnou výstavbou zařízení na využívání biomasy jsou spojeny podobné technologické problémy, jako se stavbou malých vodních elektráren. I zde je třeba zabezpečit vhodnou infrastrukturu jak dopravní tak i technickou.. To jsou asi jediné požadavky technického typu. Tak jako i u ostatních platí, že zařízení nesmí být postaveno tam kde by to vadilo ochraně přírody, nebo v místě kde by to vinou hluku vadilo obyvatelstvu.

Technické podmínky pro využití větrných elektráren se zaměřují především na polohu výstavby. Jak je patrné z obrázku č. 8 na stránce 23, nejvhodnější místa jsou obecně tam, kde je stálý vítr. Jak již bylo napsáno, nejvíce vhodné jsou oblasti hraničních hor na našem území a také Českomoravská vrchovina a oblast Jeseníku. Stejně jako u ostatních typů obnovitelných zdrojů energie, i zde je třeba vybudovat kvalitní dopravní infrastrukturu. A i jako u ostatních typů OZE platí i zde zákaz výstavby v chráněných rezervacích, národních parcích atd. Obecně tedy v místech, která jsou zakázána z důvodu ochrany přírody. U

větrných elektráren vzniká také hluk a proto je tedy již při návrhu projektu nutno zakomponovat nevhodnost budování u lidských obydlí.

7. Vývoj a rozvoj obnovitelných zdrojů energie v České republice

7.1 Vývoj vodních elektráren

V České republice využíváme pouze mechanickou energii z řek a potoků. Je to dáno především polohou naší republiky, hydroenergetickým potenciálem a přírodními podmínkami. Výstavba vodních elektráren sahá až k období přelomu 19. a 20. století.

V roce 1913 byla roční výroba energie z vodních elektráren přibližně 4 GWh. V roce 1919 to bylo již skoro desetkrát tolik, tedy 38,9 GWh, což představovalo 7,5 % z celé roční energetické produkce. Další rozvoj následoval po roce 1920. Rozvoj nastal především díky zahájení elektrifikace celé republiky a nařízení podporovat výstavbu vodních elektráren. V období mezi válkami se začal rozvíjet průmysl daleko rychleji, a proto opět vznikla potřeba stavět nové vodní elektrárny pro pokrytí především odlehlých částí republiky, kde ještě nebyla dokončena celostátní elektrifikace. V této době byla postavena a modernizována například elektrárna Vyšší Brod. Její výkon byl na tehdejší dobu úctyhodných 8 MW. V období 1910-1920 se stavěly a využívaly především vodní mikroelektrárny s výkonem 100-1000 kW. Na konci 20. let byly postaveny také elektrárny na Želivce a na Černém jezeru. Měly výkony 2,2 MW a 1,5 MW. V období 1920-1930 byla navýšena roční výroba energie z vodních elektráren z 1400 GWh na 3000 GWh (při instalovaném výkonu 781 MW respektive 1465 MW).

V následující tabulce č. 5 jsou znázorněny významnější vodní elektrárny vybudované v tomto období.

| Vodní elektrárna | Instalovaný výkon v MW |
|----------------------|------------------------|
| Lomazice na Ohři | 7,5 |
| Mířejovice na Vltavě | 3,5 |
| Přelouč | 1,75 |
| Nymburk | 1,31 |

Tabulka č. 5

Díky inventarizaci vodních elektráren v roce 1930 bylo zjištěno, že na území ČSR bylo vybudováno přibližně 15 000 vodních elektráren. Z tohoto počtu bylo celých 80 % osazeno vodními koly, jejichž účinnost se pohybovala v rozmezí 20 až 70 %. Všechny tyto elektrárny by se řadily do skupiny tzv. MVE (malá vodní elektrárna). Toto označení se u nás užívá pro elektrárny s instalovaným výkonem pod 10 MW.

V letech 1940-1970 bylo na našem území vybudováno 8 elektráren, které přesáhly hodnotu 10 MW. Byly to elektrárny stavěné především na vltavské kaskádě. Byly to například elektrárny Orlick, Slapy, Lipno 1, Kamýk a Štěchovice 1. Například největší elektrárna Orlick má výkon 360 MW.

V dnešní době se opět pomalu rozvíjí výstavba a modernizace vodních elektráren. Děje se to především díky dotační politice státu i Evropské unie. V dnešní době je v provozu přibližně 1400 vodních elektráren.

Jak jsem již napsal, v České republice je opravdu mnoho malých vodních elektráren. Z celkového počtu jsem si vybral 3 následující jako ukázkou převedení a funkčnosti MVE z minulosti do dnešní doby.

Jako první jsem si vybral vodní elektrárnu Čeňkova Pila.

V šedesátých letech devatenáctého století se pražský podnikatel Čeněk Bubeníček rozhodl vystavět, u obce Čeňkova Pila, sklad dřeva a vodní pilu. Pila byla v provozu až do roku 1908, kdy došlo k první modernizaci a byla zde nainstalována tři vodní kola. Dvě kola sloužila k pohonu katrů a třetí kolo dodávalo energii dřevoobráběcím strojům. V roce 1912, na popud města Kašperské Hory, byla zahájena přestavba pily na vodní elektrárnu. Nově postavená vodní elektrárna byla vybavena samočinným regulátorem napětí, ochranou proti přepětí a generátorem o výkonu 96 kW. Ve strojní části byla použita Francisova turbína.

Elektrárna je v provozu i v současnosti, ale především jako turistický objekt. Vyrobenou energii již nedodává do distribuční soustavy, ale je předávána vodní elektrárně Vydra. V dnešní době je celý objekt vodní elektrárny Čeňkova Pila označen za národní technickou památku.

Na obrázku č. 24 je velmi dobře vidět dřevo-kamenný kanál, ve kterém je přiváděna voda do vodní elektrárny.



Obr.č. 24

Malá vodní elektrárna na Čeňkově pile

Zdroj [20]

Na obrázku č. 25 je znázorněno dobové strojní zařízení v elektrárně.



Obr.č. 25

Strojní zařízení v elektrárně (dobové)

Zdroj [21]

Jako další jsem si vybral elektrárnu v Českých Budějovicích.

Vodní elektrárna na Sokolském ostrově v Českých Budějovicích byla postavena v roce 1930. Její výstavba byla nařízena Zemským národním výborem v Čechách. Už od začátku byla vybavena dvěma Francisovými turbínami o celkovém výkonu 500 kW. V roce 1936 byla přidána ještě jedna Kaplanova turbína o výkonu 350 kW. Takto byla elektrárna provozována až do současnosti. Nyní dochází v elektrárně k modernizaci zařízení a navýšení výkonu elektrárny na přibližně 1240 kW. Všechny turbíny budou vyměněny za výkonnější a novější. Také bylo již prohloubeno koryto řeky a spád se zvýšil z 3,4 m na 4,8 m. Elektrárna bude nadále v provozu i po rekonstrukci. Velmi zajímavé je, že část elektrické energie zde vyrobené je využita pro veřejné osvětlení v okolí elektrárny. Celkové náklady na modernizaci elektrárny jsou přibližně 75 mil. korun. Elektrárna (jako stavba) plní také charakter protipovodňového opatření.

Na obrázku č. 26 je dobře vidět budova malé vodní elektrárny.



Obr.č. 26 Malá vodní elektrárna v Českých Budějovicích

Zdroj [22]

Na obrázku č. 27 je velmi dobře vidět strojní zařízení v elektrárně, jedná se o turbínu a o ovládání turbíny.



Obr.č. 27

Turbína a ovládání turbíny

Zdroj: [23]

Posledním zástupcem, kterého jsem si vybral, je malá vodní elektrárna ve městě Písek.

Jedná se o nejstarší malou vodní elektrárnu na našem území. Elektrárna vznikla přestavbou bývalého Podskalského mlýna. Byla postavena a uvedena do provozu v roce 1888. Do roku 1901 byla v elektrárně dvě vodní kola, následně byla vodní kola nahrazena dvojicí Francisových turbín. Tyto turbíny prošly rekonstrukcí v roce 1994. Elektrárna dodává stále elektrickou energii do sítě. Tato elektrárna ve své době (v době uvedení do provozu) zajišťovala veřejné osvětlení pro celé město Písek. Tím se Písek stal prvním městem se stálým elektrickým osvětlením v Čechách. Tak jako dvě předešlé, o kterých jsem psal, i tato patří mezi národní technickou památku.

Na obrázku č. 28 je znázorněna budova písecké elektrárny.



Obr.č. 28 Malá vodní elektrárna v Písku

Zdroj [24]

Na obrázku č 29 je znázorněno strojní zařízení z elektrárny. Vidíme zde řemenici v elektrárně.



Obr.č. 29 Strojovna v elektrárně Písek - pohled na řemenici

Zdroj [25]

Při budování velkých vodních elektráren na vltavské kaskádě (i mimo ni) byly vybudovány největší díla tehdejší doby na našem území. Proto jsem si vybral k bližšímu popisu 2 zástupce těchto elektráren. Jsou to elektrárny Orlík, Lipno 1.

Vodní elektrárna Orlík je součástí vltavské kaskády. Elektrárna byla budována v letech 1954-1961. Každý den na stavbě pracovalo 1500 dělníků. Budoucí vodní nádrži bylo obětováno 650 hospodářských staveb, včetně mlýnů a pil. Při napouštění přehrady bylo zatopeno celkem 7 vesnic. Orlická přehrada má rozlohu 2732 ha a její hráz je dlouhá 450 m a vysoká 91 m. Objemem se vodní nádrž řadí na první místo v ČR. Stálý objem nádrže činí 280 mil. m³. Samotná vodní elektrárna má instalovaný výkon 364 MW. V elektrárně jsou instalovány 4 Kaplanovy turbíny. Elektrická energie z generátoru má napětí 15 kV, proto musí být transformována na napětí 220 kV (je na to využito šest jednofázových jednotek).

Na obrázku č. 30 je velmi dobře vidět hráz vodní nádrže.



Obr.č. 30 Vodní nádrž Orlík - pohled na hráz Zdroj [26]

Na obrázku č. 31 je znázorněna hala s generátory ve vodní elektrárně.



Obr.č. 31 Vnitřní hala Zdroj [27]

Jako další jsem si vybral vodní elektrárnu Lipno 1

Vodní nádrž Lipno byla budována v letech 1952-1959 na řece Vltavě (součást vltavské kaskády). Nádrž je největší vodní plochou na našem území. Její objem je 309,5 mil. m³. Rozloha vodní plochy činí 48,7 km². Hráz je dlouhá 295 m a vysoká 25 m. V hrázi se nachází vodní elektrárna. Elektrárna byla uvedena do provozu také roku 1959. Elektrárna je vybavena dvěma Francisovými turbínami o výkonu 60 MW. Celkový výkon je tedy 120 MW. Protože průtok vody není dostatečný pro normální provoz, tedy není možno udržovat vysokou výrobu

energie, je tato elektrárna využívána jako špičková. Při nutnosti je elektrárna schopna rozběhnout produkci elektrické energie za pouhé 4 minuty.

Na obrázku č. 32 je elektrárna vodní nádrže. Je zde také dobře vidět transformační stanice.



Obr.č. 32 Budova elektrárny a transformační stanice

Zdroj [28]

Na obrázku č. 33 je hráz vodní nádrže, uvnitř které je strojní zařízení vodní elektrárny.



Obr.č. 33

Hráz vodní nádrže Lipno 1

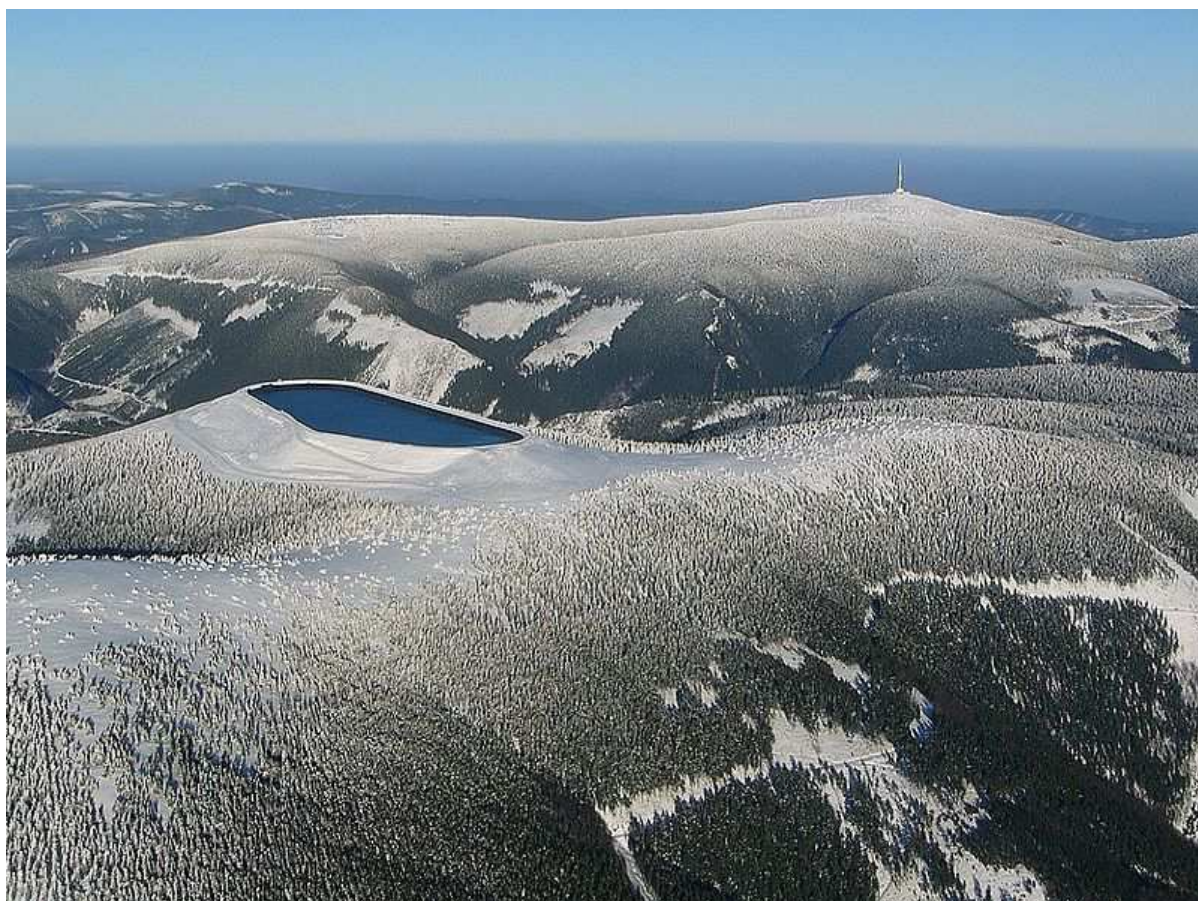
Zdroj [29]

V období 80-90. let dvacátého století došlo také k budování naší největší přečerpávací elektrárny. Jedná se o elektrárnu Dlouhé Stráně.

Samostatný projekt výstavby byl zahájen v roce 1978. V roce 1985 byl projekt modernizován, a místo 4 soukolí byly navrženy 2 reverzní turbíny s vyšším výkonem.

Výstavba stála 4 roky na mrtvém bodě. Nakonec byla v roce 1989 spuštěna dostavba a v roce 1996 byla elektrárna dostavěna a spuštěna. Celkové náklady dosáhly 6,5 miliardy Kč. Strojní zařízení vodní elektrárny obsahuje 2 Francisovy turbíny, přičemž každá má výkon 325 MW. Celkový instalovaný výkon je tedy 650 MW. Protože se jedná o přečerpávací elektrárnu, horní nádrž je spojena s kavernou dvěma přivaděči o průměru 3,6 m a délkou přibližně 1500 m. Dolní nádrž je spojena přivaděči o průměru 5,2 m a délce přibližně 400 m. Nádrž je možné načerpat za 7 hodin. Uvnitř kaverny jsou také ještě rozvodny 22 kV a trojfázové transformátory. Napětí je transformováno na 400 kV a odvedeno do rozvodny v Krasíkově. Velmi zajímavý je čas, který elektrárna potřebuje, aby se dostala do maximálního turbínového výkonu. Je to pouhých 100 s. Elektrárna má hned několik prvenství na našem území. Má nejdelší spád (510 m) a má také největší instalovaný výkon.

Na obrázku č. 34 je letecký pohled na horní nádrž elektrárny.

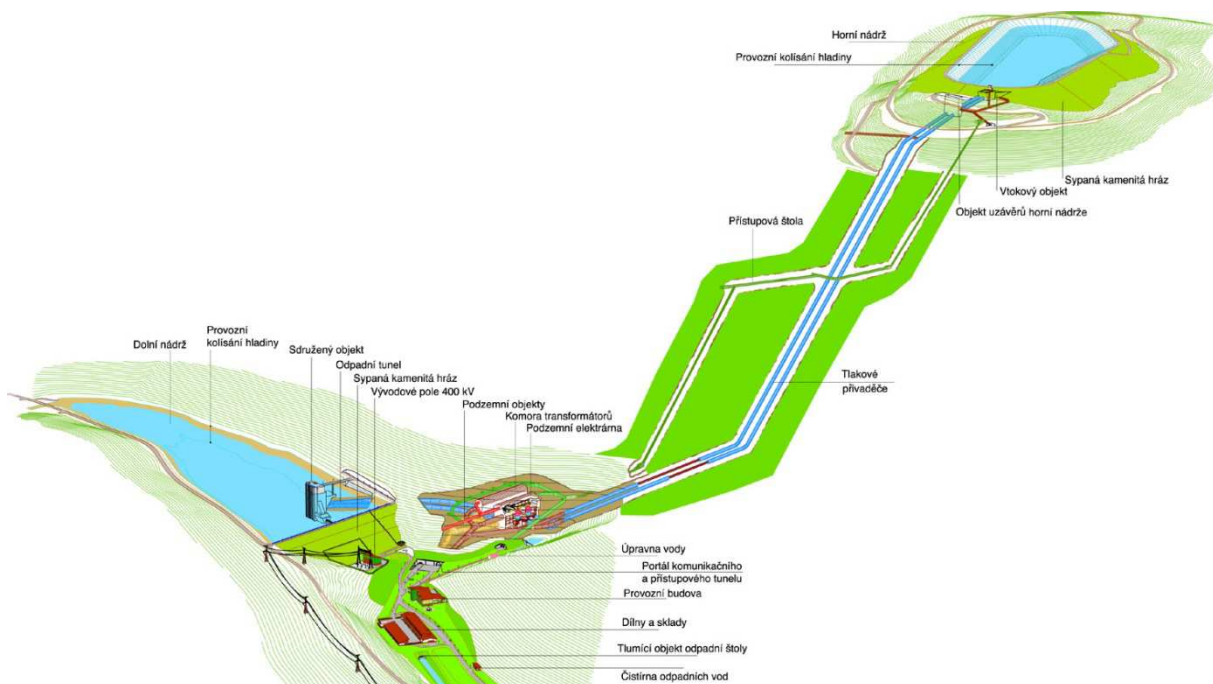


Obr.č. 34

Horní nádrž elektrárny

Zdroj [30]

Na obrázku č. 35 je znázorněn kompletní prostorový model pro lepší představu.



Obr.č. 35

Prostorový model přečerpávací vodní elektrárny

Zdroj [31]

Tabulka č. 6 přehled akumulčních a průtočných vodních elektráren provozovaných skupinou ČEZ.

| Název elektrárny | Instalovaný výkon [MW] | Rok uvedení do provozu |
|------------------|------------------------|-------------------------|
| Lipno I | 2 x 60 MW | 1959 |
| Orlík | 4 x 91 MW | 1961 - 1962 |
| Kamýk | 4 x 10 MW | 1961, rekonstrukce 2008 |
| Slapy | 3 x 48 MW | 1954 - 1955 |
| Štěchovice I | 2 x 11,25 MW | 1943 - 1944 |
| Vrané | 2 x 6,94 MW | 1936, rekonstrukce 2007 |
| Celkem | 704,38 MW | |

Tabulka č. 6

Tabulka č. 7 přehled malých vodních elektráren provozovaných skupinou ČEZ.

| Název elektrárny | Instalovaný výkon [MW] | Rok uvedení do provozu |
|------------------|-------------------------|------------------------|
| Lipno II | 1 x 1,5 MW | 1957 |
| Hněvkovice | 2 x 4,8 MW | 1992 |
| Kořensko I | 2 x 1,9 MW | 1992 |
| Kořensko II | 1 x 0,94 MW | 2000 |
| Želina | 2 x 0,325 MW | 1994 |
| Mohelno | 1 x 1,2 MW; 1 x 0,56 MW | 1997; 1999 |

| | | |
|------------------|----------------|------|
| Dlouhé Stráně II | 1 x 0,16 | 1996 |
| Celkem | 18,4 MW | |

Tabulka č. 7

Tabulka č. 8 přehled dalších malých vodních elektráren.

| Název elektrárny | Instalovaný výkon [MW] | Rok uvedení do provozu |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Přelouč (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 2 x 0,68; 2 x 0,49 MW | 1927, rekonstrukce 2005 |
| Spálov (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 2 x 1,2 MW | 1926, rekonstrukce 1999 |
| Hradec Králové (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 3 x 0,25 MW | 1926 |
| Práčov (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 1 x 9,75 MW | 1953, rekonstrukce 2001 |
| Pastviny (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 1 x 3 MW | 1938, rekonstrukce 2003 |
| Obříství (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 2 x 1,679 MW | 1995 |
| Les Království (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 2 x 1,105 MW | 1923, rekonstrukce 2005 |
| Předměřice nad Labem (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 1 x 2,6 MW | 1953, rekonstrukce 2009 |
| Pardubice (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 1 x 1,96 MW | 1978 |
| Spytihněv (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 2 x 2 MW | 1951, rekonstrukce 2009 |
| Brno Kníničky (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 1 x 3,1 MW | 1941 |
| Brno Komín (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 1 x 0,106; 1 x 0,140 MW | 1923, rekonstrukce 2008 |
| Bukovec (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 2 x 0,315 MW | 2007 |
| Mělník (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 1 x 0,590 MW | 2010 |
| Vydra (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 2 x 3,2 MW | 1939 |
| Hracholusky (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 1 x 2,55 MW | 1964 |
| Čeňkova Pila (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 1 x 0,096 MW | 1912 |
| Černé jezero I (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 1 x 1,5 MW | 1930 |
| Černé jezero II (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 1 x 0,04 MW | 2004 |
| Černé jezero III (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 1 x 0,37 MW | 2005 |
| Součet výkonu | 47,89 MW | |
| Střekov (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.) | 19,5 MW | 1936 |
| Celkem | 62,91 MW | |

Tabulka č. 8

Tabulka č. 9 přehled přečerpávacích vodních elektráren provozovaných skupinou ČEZ.

| Název elektrárny | Instalovaný výkon [MW] | Rok uvedení do provozu |
|------------------|------------------------|-------------------------|
| Štěchovice II | 45 | 1948, rekonstrukce 1996 |
| Dalešice | 450 | 1978, rekonstrukce 2008 |
| Dlouhé Stráně I | 650 | 1996 |
| Celkem | 1 145 MW | |

Tabulka č. 9

Naše republika je řazena mezi hydroenergeticky chudší země. Dnes je většina našeho potenciálu již využita. V budoucnosti bude ještě více realizována výstavba vodních elektráren na profilech, které nejsou k použití příliš vhodné, protože vhodné lokality byly skoro vyčerpány. Bude docházet k nárůstu investičních nákladů u těchto elektráren.

Na tabulce č. 10 je očekávaná průměrná výroba ve vodních elektrárnách do roku 2030. Do této kalkulace nejsou započteny přečerpávající vodní elektrárny. Hodnoty jsou v TWh.

| rok | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2030 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| celkem | 2,16 | 2,18 | 2,19 | 2,2 | 2,24 | 2,28 | 2,3 | 2,34 | 2,4 | 2,43 | 2,48 |
| MVE | 1 | 1,01 | 1,02 | 1,04 | 1,08 | 1,11 | 1,14 | 1,18 | 1,24 | 1,26 | 1,32 |
| VVE | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 |

Tabulka č. 10

7.2 Vývoj solárních tepelných systémů

Historie solární tepelné energetiky u nás je poměrně krátká. Začala se odvíjet v sedmdesátých letech po světové ropné krizi v roce 1973. Zde je nutno říci, že před vývojem solárních tepelných elektráren jako takových, bylo třeba napřed vytvořit a vyrobit vhodný kolektor a nezasklený absorbér. Absorbér se vyvíjel cestou využívající textil, umělou hmotu, gumu, umělé hadice a tuhé průtočné desky. První kolektory byly deskové radiátory, které se zasklily. Postupně bylo vyvinuto mnoho typů a modelů například deskové vakuové, trubicové průtočné či tepelné trubicové. Jejich vývoj nadále pokračuje. Rámy kolektorů byly většinou kovové a dřevěné. V této době se také jako kapalina v těchto systémech nepoužívala nemrzoucí směs (ať z důvodu, že nebyla vyrobena, a když byla vyrobena, byla toxická). Díky tomu bylo třeba vždy na konci sezony vypustit vodu ze systému a na začátku ji zase napustit.

Na obrázku č. 36 je znázorněn závod VZKG v Kojetíně. Zde je nejstarší solární tepelná soustava postavená v roce 1976.



Obrázek č. 36

Závod VZKG v Kojetíně

Zdroj: [32]

Tato solární soustava pracuje dodnes. Byla vybavena kolektory vyrobenými v Kroměříži (kolektor byl z měděného plechu s měděným lyrovým absorbérem). Soustava ohřívala 8000 l vody. Byla sestavena ze 140 kusů kolektorů o celkové ploše 120 m².

V roce 1980 byl postaven systém v Pliešovciach okres Zvolen. Tento systém ohříval 5000 l vody při ploše 98 m². Byl sestavený ze 48 kusů kolektorů dodaných závodem Slovenského národního povstání z Žiaru nad Hronom (absorbér byl vyroben z hliníkových průtočných lamel).

Za zmínku stojí také systém postavený v roce 1984 ve Státním statku Kroměříž. Ohříval 2500 l vody denně. Je zobrazen na obrázku č. 37.



Obrázek č. 37

Státní statek Kroměříž

Zdroj: [33]

Samozřejmě se nepostavily pouze tyto 3 systémy mnou napsané, ale i mnoho dalších. Protože byla návratnost financí spočítána na desítky let, byla zavedena takzvaná společenská cena. Byla zavedena proto, aby nebyli odrazeni investoři i obyčejní lidé. Tato cena byla „výrobní“ cena, ale bez externalit. Také je nutno zmínit motivaci státu pro majitele rodinných domů, aby si tyto systémy montovali na své domy. Na rozdíl od západních států byla tato politika v našem státě nulová.

V období od roku 1997 do roku 2008 bylo v České republice nainstalováno přibližně 190 000 m² kolektorů. Dnes jich funguje skoro 130 000 m². Dle odhadu vyrobily tyto kolektory v roce 2007 152 TJ tepelné energie.

V tabulce č. 11 je očekávaný vývoj tepla ze solárně tepelných systémů do roku 2030.

| Rok | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2030 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| PJ | 0,32 | 0,44 | 0,59 | 0,77 | 1,03 | 1,27 | 1,47 | 1,74 | 1,98 | 2,25 | 4,12 |

Tabulka č. 11

7.3 Vývoj fotovoltaických systémů

V roce 1998 byla na vrcholu hory Mravenečník vybudována první fotovoltaická elektrárna v České republice. Dnes je tato elektrárna přesunuta do informačního centra JE Dukovany. Od roku 2000 stát postupně zaváděl nástroje podporující fotovoltaiku, jak v případě vývoje tak i výzkumu. V roce 2010 podpora vyvrcholila a bylo dosaženo maximální disproporce mezi náklady na provoz fotovoltaické elektrárny a výkupní cenou elektřiny z fotovoltaických systémů. To mělo za následek veliký rozmach budování fotovoltaických systémů u nás. Na základě doporučení ČEPS a.s. byla razantně omezena další výstavba. I přes toto omezení se Česká republika stala na konci roku 2010 jedním z největších provozovatelů solárních elektráren na celém světě. K 1.4. 2011 bylo v našem státě spuštěno a provozováno přibližně 13 000 fotovoltaických elektráren. Tyto elektrárny měly souhrnný výkon přibližně 2000 MW.

Pro představu, jak velký byl nárůst výstavby fotovoltaických elektráren, bych rád uvedl dva příklady. V roce 2005 byla na budově Elektrotechnické fakulty Západočeské univerzity v Plzni spuštěna fotovoltaická elektrárna. V té době to byla největší fotovoltaická elektrárna na našem území. Měla instalovaný výkon 20 kW. V roce 2010 byla spuštěna fotovoltaická elektrárna Vepřek, která má instalovaný výkon 35 MW. V rozmezí pěti let

budování fotovoltaiky byla spuštěna elektrárna, která má skoro 1200 krát větší výkon než její starší předchůdce. Tato elektrárna má také dost velkou zastavěnou plochu. Je to přibližně 83 ha.

Na obrázku č 38 je FVE Vepřek z leteckého pohledu. Tečky na obrázku jsou automobily na silnici.



Obr.č.38

FVE Vepřek - Letecký snímek

Zdroj[34]

Na obrázku č. 39 je fotovoltaická elektrárna na budově FEL ZČU v Plzni.



Obr.č.39

FVE na budově FEL ZČU v Plzni

Zdroj[35]

V následující tabulce č. 12 je výpis osmi největších fotovoltaických elektráren. V příloze P4 je tabulka se seznamem fotovoltaických elektráren s výkonem nad 3 MW, které mají v součtu celkový výkon 802 MW, což odpovídá 41 % celkového instalovaného výkonu.

| Název | Místo | Instalovaný výkon (MW) | Spuštění |
|-------------------|-----------------|------------------------|----------|
| FVE Ralsko | Ralsko | 38,3 | 2010 |
| FVE Vepřek | Nová Ves-Vepřek | 35,1 | 2010 |
| FVE Ševětín | Ševětín | 29,9 | 2010 |
| FVE Mimoň Ra 3 | Mimoň | 17,5 | 2010 |
| FVE Vranovská Ves | Vranovská Ves | 16,0 | 2010 |
| FVE Stříbro | Stříbro | 13,6 | 2009 |
| FVE ŽV - SUN | Chomutov | 13,0 | 2010 |
| FVE Uherský Brod | Uherský Brod | 10,2 | 2010 |

Tabulka č. 12

V tabulce č 13 je očekávaný vývoj výroby elektřiny z fotovoltaiky do roku 2030.

| Rok | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2030 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TWh | 0,2 | 0,28 | 0,35 | 0,41 | 0,5 | 0,61 | 0,72 | 0,83 | 0,89 | 0,98 | 5,67 |

Tabulka č. 13

7.4 Vývoj větrné energie

Využití větru má v ČR dlouhou tradici. O využívání větrných elektráren se u nás, tak jako v Evropě, začalo mluvit v období velké ropné krize na začátku sedmdesátých let dvacátého století. U nás se pak výroba větrných elektráren rozběhla v druhé polovině osmdesátých let dvacátého století. Naneštěstí se brzy ukázalo, že námi vyrobené větrné elektrárny nejsou spolehlivé a nejsou konkurence schopné. Také nebyly ověřeny zkušebními provozem, ani atestačním měřením. Díky tomu některé nebyly ani uvedeny do provozu, nebo naopak po uvedení do provozu byly demontovány. Na začátku devadesátých let dvacátého století se v našem státě začala rozvíjet větrná energetika naprosto bez odborného zázemí. Chyběly znalosti a povědomí o umístování turbín v terénu, nebyly zde žádné hlukové emise a mnoho dalších problémů. Krok správným směrem nastal v roce 1993, kdy na náš trh vstoupili velcí výrobci a dodavatelé větrných elektráren ze zahraničí. Tím byla de-facto zahájena etapa rozvoje větrné energetiky. Od tohoto roku se začaly postupně připravovat výstavby větrných elektráren. Do roku 1995 bylo vybudováno 25 větrných elektráren. Tyto elektrárny byly v provozu do roku 2002. Bohužel většinou byly odstaveny kvůli technickým problémům. Druhá

fáze výstavby probíhala od roku 2002. Stavělo se především v oblasti Krušných hor a Jeseníků.

Tabulka č. 14 obsahuje seznam pěti největších a pěti nejmenších větrných elektráren provozovaných společnostmi ČEZ, a.s.. V tabulce je také zanesen rok uvedení do provozu. V příloze P5 je seznam větrných elektráren provozovaných společnostmi ČEZ, a.s..

| Lokalita | Kraj | počet turbín | Celkový výkon v [MW] | Rok uvedení do provozu |
|----------------------------------|------------------|--------------|----------------------|------------------------|
| Kryštofovy Hamry | Ústecký kraj | 21 | 42 | 2007 |
| Horní Loděnice | Olomoucký kraj | 9 | 18 | 2009 |
| Jindřichovice | Karlovarský kraj | 4 | 9,2 | 2010 |
| Nová Ves v Horách - Strážný Vrch | Ústecký kraj | 4 | 8 | 2005 |
| Krásná | Karlovarský kraj | 4 | 8 | 2009 |
| Mladoňov | Olomoucký kraj | 1 | 0,5 | 1992 |
| Nová Ves v Horách | Ústecký kraj | 1 | 0,32 | 1994 |
| Velká Kraš | Olomoucký kraj | 1 | 0,225 | 1994 |
| Hostýn | Zlínský kraj | 1 | 0,225 | 1994 |
| Protivanov | Olomoucký kraj | 1 | 0,1 | 2002 |

Tabulka č. 14

Pro představu, jak se větrná energie vyvíjela na našem území, jsem si vybral k krátkému popisu dvě větrné elektrárny.

V září roku 1994 byla u obce Velká Kraš postavena a uvedena do provozu větrná elektrárna V29-225. Gondola byla umístěna na stožáru vysokém 30 m. Větrná elektrárna měla dodávat elektrickou energii pro stejnojmennou obec v průměrné výši 445 MWh za rok.

Na obrázku č 40 je elektrárna Velká Kraš. Elektrárna se skládá z jedné větrné turbíny.



Obr.č.40

Větrná elektrárna - Velký Kraš

Zdroj: [36]

Elektrárna Kryštofovy Hamry byla uvedena do provozu v roce 2007. V té době se jednalo o největší farmu větrných elektráren u nás. VE se skládá z 21 turbín rozmístěných ve třech lokalitách nedaleko od sebe. Výška stožárů je 78 m a jejich celkový instalovaný výkon je 42 MW. Za jeden rok dokáže zásobit elektrickou energií 30 000 domácností.

Na obrázku č. 41 vidíme několik turbín této elektrárny.



Obr.č.41

Pohled na turbíny elektrárny

Zdroj: [37]

Rozvoj větrných elektráren začal zpomalovat v roce 2008 především vinou finanční krize. V letech 2009 a 2010 došlo k snížení výkupní ceny elektřiny. Tímto vlivem se mnohé

rozpracované projekty dostaly pod hranici rentability a po dokončení se už nesplatí. Výkupní ceny byly zvýšeny především nárůstem fotovoltaických elektráren.

V následujících letech se budou nasazovat turbíny o výkonu 6 MW a větší. Do roku 2020 by mělo být instalováno přibližně 1160 MW výkonu ve větrných elektrárnách.

V tabulce č. 17 je očekávaný vývoj výroby elektřiny z větru do roku 2030.

| rok | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2030 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TWh | 0,82 | 1,07 | 1,32 | 1,56 | 1,75 | 1,89 | 2,07 | 2,23 | 2,4 | 2,55 | 4,71 |

Tabulka č. 17

7.5 Vývoj geotermální energie a energie biomasy

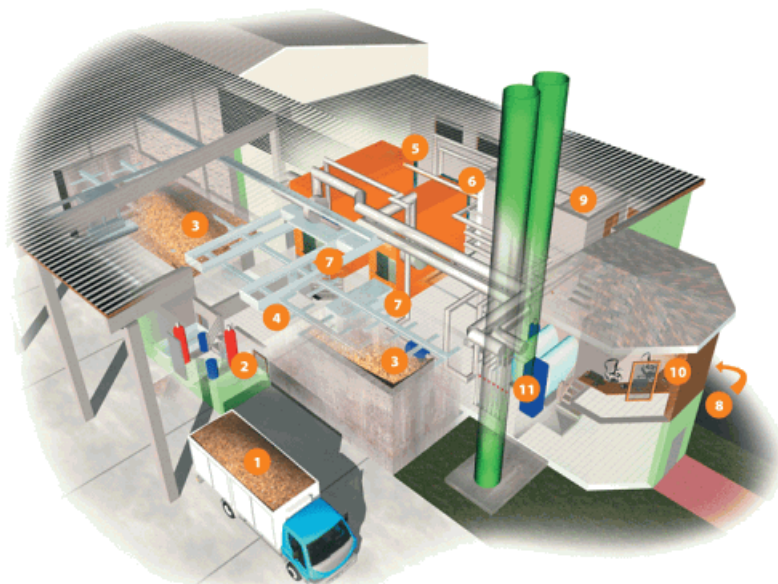
7.5.1 Vývoj fytoenergetiky

Tak jako v ostatních případech i za rozvojem fytoenergetiky stojí snaha o nalezení a využití obnovitelného zdroje energie v době ropné krize na začátku sedmdesátých let minulého století. V České republice se první ojedinělé projekty na využití biomasy objevovaly v osmdesátých letech dvacátého století. Opravdový rozvoj nastal až v polovině devadesátých let, díky nastartování programů pro podporu obnovitelných zdrojů energie. V tomto období byly vybudovány zařízení v Kardašově Řečici, v Rybníšti, v Rokytnici či například v Pelhřimově. V těchto závodech se zpracovávaly například odpady z tužkáren, štěpky z pil, odpady z textilních závodů a jiné. V dnešní době je provozováno přibližně 400 zařízení na využívání biomasy.

Pro příklad zařízení využívající biomasu jsem vybral teplovodní výtopnu v Kašperských Horách.

Město Kašperské Hory se mnoho let potýkalo s problémem nedostatečného odvětrávání zplodin, jež vznikaly spalováním paliv (při inverzi). V roce 2005 byla uvedena do zkušebního provozu teplovodní výtopna spalující biomasu. Jako palivo bylo zvolena dřevní štěpka. Ve výtopně je kotelna o výkonu 4 MW. Materiál pro spalování je přepravován pomocí automatizovaného jeřábu. Na budovu výtopny je dále napojeno 6,5 km teplovodů a 105 předávacích stanic, které vedou teplo dále k odběratelům. Celková cena tohoto zařízení byla 82 mil. Kč. Zkušební provoz skončil v roce 2007 a od tohoto data již výtopna pracuje v plném provozu.

Na obrázku č. 42 je vnitřní struktura výtopny, kde jednotlivá čísla označují: 1. Dovoz dřevního paliva, 2. Hydraulický agregát, 3. Denní zásobník dřevěného paliva, 4. Hydraulický přímý dopravník, 5. a 6. Kotle, 7. Kontejner na popílek, 8. Kontejner pro popel, 9. Řídicí skříň elektronického řízení, 10. Řídicí pracoviště, 11. Oběhová čerpadla topné vody.



Obr. č. 42

Výtopna v Kašperských Horách

Zdroj:[38]

V následující tabulce č. 15 je seznam zařízení na výrobu energie z biomasy společnosti ČEZ, a. s., v ČR.

| Název zařízení | Výroba 2009 [MWh] | Výroba 2010 [MWh] | Výroba 2011 [MWh] |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Tisová | 45 956 | 12 705 | 10 270 |
| Poříčí | 92 418 | 87 437 | 99 068 |
| Teplárna Dvůr Králové | 11 944 | 9 572 | 18 630 |
| Hodonín | 177 348 | 197 921 | 223 076 |
| Vítkovice | - | 29 | 202 |
| Celkem v ČR | 327 666 | 307 664 | 351 246 |

Tabulka č. 15

V tabulce č. 16 je využití biomasy pro energetické účely do roku 2040.

| Období | 2020 | 2030 | 2040 |
|--------|------|------|------|
| PJ | 214 | 246 | 263 |

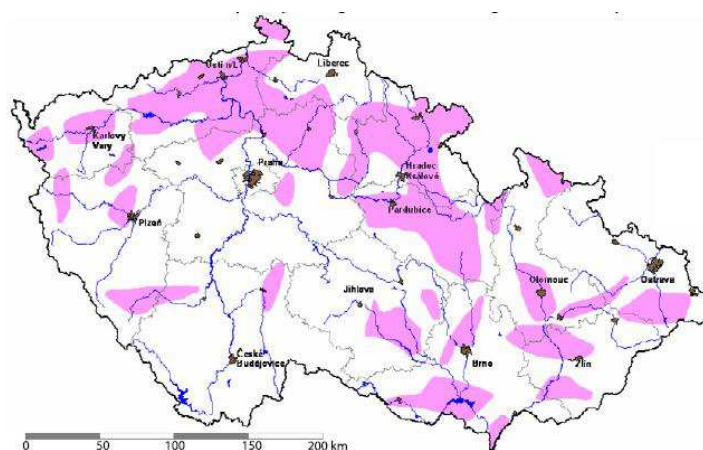
Tabulka č. 16

7.5.2 Vývoj geotermální energie

V České republice je využívána geotermální energie jen pro vytápění rodinných domů, budov nebo třeba zoologických zahrad. Nejstarší projekt na využívání geotermální energie v našem státě pochází od firmy TERMO Děčín a.s.. Tato firma v roce 1998 zahájila zkušební vrty v oblasti Děčínska. Následně se zde začala budovat teplárna s vrtem, který sahá do hloubky 550 m. Pod Děčínem je energie uschována v podzemním jezeru. Teplota vody na povrchu je 30 °C. Díky jednoduché úpravě a ochlazení má vlastnosti pitné vody a je distribuována k obyvatelstvu v množství 1000 000 m³ vody za rok. Zařízení bylo uvedeno do provozu v roce 2002.

Další vhodnou lokalitou pro vybudování geotermální elektrárny je Liberecko. Zde Společnost Geoterm CZ provádí výstavbu elektrárny u obce Dětrichovice. Elektrárna by po svém dokončení měla být schopná produkovat výkon 5 MW. Celková investice do tohoto projektu se bude blížit jedné miliardě korun. Samotná realizace byla dosti problematická, protože bylo třeba vyvrtat 3 vrty do hloubky 5 km. Společnost Geoterm plánuje dostavit tuto elektrárnu do konce roku 2013.

Na obrázku č. 43 je znázorněna mapa, na které jsou označeny lokality pro možné budoucí využití geotermální energie.



Obrázek č. 43

Zdroj: [39]

Pro přehlednost jsem významnější lokality vypsal, jsou to:

- Ohárecký rift, Doupovské vrchy

- karlovarský žulový masív (Jáchymov-Boží Dar-Zlatý kopec-Potůčky)
- Chebská pánev, Smrčinský masív
- Plzeňská pánev
- křížení Oháreckého riftu s labskou zónou Ústí nad Labem – Děčín
- křížení hlubinných poruch v křídové pánvi v Českém Středoohoří
- Podkrkonoší, Polická pánev, západní svahy Orlických hor
- Železné hory
- Severomoravský úval, Ostravsko, Paskova
- jižní části Karpatských příkrovů, Vídeňská pánev

Do roku 2020 je v plánu vybudovat 12 geotermálních instalací s celkovým výkonem 80 MW. Dlouhodobý výhled pro rok 2050 počítá s výstavbou 140 projektů s instalacemi 5-30 MW.

V tabulce č. 17 je zanesen očekávaný vývoj výroby elektřiny z geotermálních zdrojů k roku 2030.

| Rok | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2030 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TWh | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 1 | 0,13 | 0,17 | 0,22 | 0,29 | 0,37 | 0,48 | 1,6 |

Tabulka č. 17

Při využívání tepla z geotermálních elektráren by očekávaný vývoj do roku 2030 vypadal tak, jak je možno vidět v tabulce č. 18. V této tabulce jsou zahrnuta i tepelná čerpadla. Hodnoty jsou uvedeny v PJ.

| Rok | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2030 |
|------------------|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| Hlubinné teplo | 0,2 | 0,51 | 0,80 | 1,05 | 1,36 | 1,8 | 2,35 | 2,91 | 3,47 | 4 | 9,8 |
| Tepelná čerpadla | 2,59 | 3 | 3,4 | 3,96 | 4,37 | 4,91 | 5,41 | 5,86 | 6,16 | 6,51 | 7,9 |
| Celkem | 2,749 | 3,51 | 4,2 | 5,01 | 5,73 | 6,71 | 7,8 | 8,8 | 9,6 | 10,5 | 17,7 |

Tabulka č. 18

Závěr

Ve své diplomové práci jsem rozebral základní princip a činnost jednotlivých typů obnovitelných zdrojů energie použitelných pro naše území. Na několika příkladech jsem ukázal, že v našich podmínkách je možné realizovat všechny hlavní typy obnovitelných zdrojů energie a provozovat je rámci ČR, stejně tak jak je možné tyto zdroje provozovat v jiných částech naší planety.

V další části své práce jsem ukázal jak dlouho se na našem území využívají obnovitelné zdroje energie. Ukázal jsem historii využívání až do současnosti a nastínil jsem možný náhled do budoucnosti využívání těchto zdrojů. Především v oblasti vodních elektráren má naše země opravdu dlouholetou historii. Vodní elektrárny se budovaly již mnoho desítek let před stavbou jiných zařízení na využívání obnovitelných zdrojů energie. Před devadesáti lety byl na našem území desetinásobek vodních elektráren oproti současnému stavu. Naopak nejkratší historii mají geotermální elektrárny využívané především v severních oblastech státu. Využití solární energie jde ruku v ruce s využíváním větrné energie. Jejich historie je velmi podobná, ať z hlediska počátku vývoje těchto zdrojů, tak i jejich následné budování a snaha o využívání.

Nedílnou součástí využívání a provozování zařízení využívající jakéhokoliv obnovitelného zdroje energie je legislativní zázemí. Proto jsem se snažil seskupit hlavní legislativní nařízení pro provozování zařízení využívající OZE v ČR. Pokud jde o technické náležitosti pro budování zařízení využívajících obnovitelné zdroje energie, každý typ zařízení na využívání těchto zdrojů vyžaduje specifické umístění a parametry okolní krajiny.

Použitá literatura

- [1] Cihelka, J.: Solární tepelná technika. T. Malina, Praha, 1994.
- [2] Hájek, L.: Sluneční kolektory. Poradenská knihnice ČEA. ČEA, Praha, 1997.
- [3] Mittermair, F.: Zařízení se slunečními kolektory. HEL, Ostrava, 1995.
- [4] Šetříme energie. Portál o obnovitelných zdrojích energie [online]. 2012 [cit. 2012-03-02]. Dostupný z WWW: < <http://www.setrime-energie.cz/clanky/aktuality/zprava-pacesovy-komise-a-oze> >.
- [5] SKUPINA ČEZ. SKUPINA ČEZ a obnovitelné zdroje energie. [online]. 2012 [cit. 2012-03-02]. Dostupné z WWW: < <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje.html>>.
- [6] Tzbinfo – stavebnictví, úspory energií technická zařízení budov[online]. 2012 [cit. 2012-02-01]. Dostupný z WWW: < <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energie/6184-podpora-obnovitelnych-zdroju-a-cena-elektriny>>.
- [7] Tzbinfo – stavebnictví, úspory energií technická zařízení budov[online]. 2012 [cit. 2012-03-13]. Dostupný z WWW: < <http://www.tzb-info.cz/3645-vodni-energie-i-zdroje-vodni-energie>>.
- [8] Czech RE Agency – Česká agentura pro obnovitelné zdroje energie[online]. 2012 [cit. 2012-03-13]. Dostupný z WWW: < <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze>>.
- [9] EnergiePlus – úspory energie [online]. 2012 [cit. 2012-03-14]. Dostupný z WWW: < <http://eon.energieplus.cz/ekologicka-energie/vetrna-energie/vyuziti-vetrne-energie-v-cr-dlouha-tradice-nejista-budoucnost>>.
- [10] ČSVE – Česká společnost pro větrnou energii [online]. 2012 [cit. 2012-03-09]. Dostupný z WWW: < <http://www.csve.cz/pdf/cz/Z-historie-VtE-v-CR.pdf>>.
- [11] Česká energetika – vaše síla v energetice [online]. 2012 [cit. 2012-01-08]. Dostupný z WWW: < http://www.ceskaenergetika.cz/nezarazene_clanky/vodni_energie_a_historie_vyuziti_v_cr.html>.

- [12] Vodní a tepelné elektrárny [online]. 2012 [cit. 2012-01-10]. Dostupný z WWW: < <http://www.vodni-tepelne-elektrarny.cz/vodni-elektrarny-cr.htm>>.
- [13] SPVEZ – Svaz podnikatelů pro využití energetických zdrojů [online]. 2012 [cit. 2012-05-13]. Dostupný z WWW: < <http://www.spvez.cz/pages/vitr.htm>>.
- [14] Wikipedie. Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-03-20]. Dostupný z WWW: < http://cs.wikipedia.org/wiki/Větrná_energie>.
- [15] VAŠEVĚC [online]. 2012 [cit. 2012-03-19]. Dostupný z WWW: < <http://www.vasevec.cz/blogy/cesko-ma-dobry-potencial-v-geotermalni-energii> >.
- [16] Tzbinfo – stavebnictví, úspory energií technická zařízení budov[online]. 2012 [cit. 2012-02-25]. Dostupný z WWW: < <http://oze.tzb-info.cz/biomasa/5902-historie-a-perspektivy-oze-biomasa-i> >.
- [17] Wikipedie. Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-04-18]. Dostupný z WWW: < http://cs.wikipedia.org/wiki/Městská_elektrárna_v_Písku >.
- [18] Wikipedie. Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-03-12]. Dostupný z WWW: < http://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_největších_fotovoltaických_elektráren_v_Česku#cite_note-107>.
- [19] Wikipedie. Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-04-04]. Dostupný z WWW: < http://cs.wikipedia.org/wiki/Geotermální_elektrárna#Vy.C5.BEit.C3.AD_geoterm.C3.A1ln.C3.AD_energie >.
- [20] Alternativní zdroje energie [online]. 2012 [cit. 2012-02-25]. Dostupný z WWW: < <http://www.alternativni-zdroje.cz/vyroba-energie-biomasa.htm> >.
- [21] SKUPINA ČEZ. SKUPINA ČEZ a obnovitelné zdroje energie [online]. 2012 [cit. 2012-03-04]. Dostupný z WWW: < <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/biomasa/elektrarny-cez-spalujici-biomasu.html> >.

- [22] Ekolist – Geotermální energie v ČR - Zapomenuté teplo z hlubin [online]. 2012 [cit. 2012-04-01]. Dostupný z WWW: < <http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/geotermalni-energie-v-cr-zapomenute-teplo-z-hlubin> >.
- [23] MZP – Ministerstvo životního prostředí [online]. 2012 [cit. 2012-04-13]. Dostupný z WWW: < [http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/4BE8C2DA7BE810F6C125725900456E0A/\\$file/planeta4_korektura3.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/4BE8C2DA7BE810F6C125725900456E0A/$file/planeta4_korektura3.pdf) >.
- [24] MVV – MVV-Energie-cz [online]. 2012 [cit. 2012-04-20]. Dostupný z WWW: < [http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/4BE8C2DA7BE810F6C125725900456E0A/\\$file/planeta4_korektura3.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/4BE8C2DA7BE810F6C125725900456E0A/$file/planeta4_korektura3.pdf) >.
- [25] Wikipedie - Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. 2011 [cit. 2011-11-10]. Dostupný z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Sluneční_energie >.
- [26] Wikipedie, Wikipedie - otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-04-24]. Dostupný z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Vodní_nádrž_Lipno>.
- [27] Wikipedie, Wikipedie - otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2011-11-12]. Dostupný z WWW: < http://cs.wikipedia.org/wiki/Vodní_elektrárna_Lipno>.
- [28] Wikipedie, Wikipedie - otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-04-24]. Dostupný z WWW: < http://cs.wikipedia.org/wiki/Vodní_elektrárna_Orlík>.
- [29] Wikipedie, Wikipedie - otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-04-24]. Dostupný z WWW: < http://cs.wikipedia.org/wiki/Vodní_nádrž_Orlík >.
- [30] Wikipedie, Wikipedie - otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-04-24]. Dostupný z WWW: < http://cs.wikipedia.org/wiki/Přečerpávací_vodní_elektrárna_Dlouhé_stráně>.
- [31] Alternativní zdroje energie [online]. 2012 [cit. 2012-04-02]. Dostupný z WWW: < <http://www.alternativni-zdroje.cz/slunecni-solarni-elektrarny.htm> >.
- [32] MZP – Ministerstvo životního prostředí [online]. 2012 [cit. 2012-04-02]. Dostupný z WWW: < <http://www.mzp.cz/cz/legislativa> >.

- [33] ERÚ – Energetický regulační úřad [online]. 2012 [cit. 2012-04-04]. Dostupný z WWW: < <http://licence.eru.cz/index.php?> >.
- [34] ERÚ – Energetický regulační úřad [online]. 2012 [cit. 2012-04-05]. Dostupný z WWW: < http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocn_i_zprava/2010/pdf/subjekty.pdf >.
- [35] ERÚ – Energetický regulační úřad [online]. 2012 [cit. 2012-04-05]. Dostupný z WWW: < http://www.eru.cz/dias-read_article.php?articleId=265 >.
- [36] CZECH SOLAR – fotovoltaické panely a elektrárny [online]. 2012 [cit. 2012-01-13]. Dostupný z WWW: < <http://www.czechsolar.cz/fotovoltaika/princip-fungovani/> >.
- [37] MZP – Ministerstvo životního prostředí [online]. 2012 [cit. 2012-03-17]. Dostupný z WWW: < http://www.mzp.cz/cz/legislativa_metodika_oze >.
- [38] Energetický poradce PRE [online]. 2012 [cit. 2012-02-27]. Dostupný z WWW: < <http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-vody.html> >.
- [39] BIOMASA 2012– občanské sdružení [online]. 2012 [cit. 2010-04-04]. Dostupný z WWW: <http://www.biomasa2010.cz/legislativa/> >.
- [40] Enviweb [online]. 2012 [cit. 2012-04-17]. Dostupný z WWW: < <http://enviweb.ihned.cz/clanek/90315/rozhovor-s-profesorem-simanovem-nejen-o-biomase> >.
- [41] Zdroje energie – Popis různých pramenů energie [online]. 2012 [cit. 2012-03-24]. Dostupný z WWW: < <http://zdrojeenergie.blogspot.com/2008/10/energie-vody.html> >.
- [42] Geomedia [online]. 2012 [cit. 2012-04-02]. Dostupný z WWW: < <http://www.geomedia.cz/projekty.htm> >.
- [43] ČSVE - česká společnost pro větrnou energii [online]. 2012 [cit. 2012-02-02]. Dostupný z WWW: < <http://www.csve.cz/cz/clanky/strojovna-vetrne-elektrarny/324> >.
- [44] Tzbinfo – stavebnictví, úspory energií technická zařízení budov [online]. 2012 [cit. 2012-04-09]. Dostupný z WWW: < <http://oze.tzb-info.cz/109406-elektrina-fotovoltaika-dotahla-vodu>>.

- [45] Tzbinfo – stavebnictví, úspory energií technická zařízení budov [online]. 2012 [cit. 2012-04-18]. Dostupný z WWW: < <http://oze.tzb-info.cz/108400-mala-elektrarna-cenkova-pila-historicka-pamatka-ma-novy-nahon>>.
- [46] SKUPINA ČEZ. SKUPINA ČEZ a obnovitelné zdroje energie [online]. 2012 [cit. 2012-04-18]. Dostupný z WWW: < <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/cenkova-pila.html>>.
- [47] Tzbinfo – stavebnictví, úspory energií technická zařízení budov[online]. 2012 [cit. 2012-04-18]. Dostupný z WWW: < <http://www.tzb-info.cz/2292-exkurze-male-vodni-elektrarny-v-jiznich-cechach-a-hornim-rakousku>>.
- [48] MPO - Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. 2012 [cit. 2012-04-08]. Dostupný z WWW: < <http://download.mpo.cz/get/26650/46323/556505/priloha001.pdf>>.
- [49] Český hydrometeorologický ústav [online]. 2012 [cit. 2012-04-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.chmi.cz>>.
- [50] Czech RE Agency – Česká agentura pro obnovitelné zdroje energie[online]. 2012 [cit. 2012-03-13]. Dostupný z WWW: < <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/vetrna-energie>>.
- [51] Obnovitelné zdroje energie [online]. 2012 [cit. 2011-11-12]. Dostupný z WWW: < <http://www.obnovitelne-energie.cz/solarni-systemy.php>>.
- [52] Silekro-energy [online]. 2012 [cit. 2012-04-24]. Dostupný z WWW: < <http://www.silekro.cz/reference/instalace-na-volnych-plochach-2>>.
- [53] Tzbinfo – stavebnictví, úspory energií technická zařízení budov [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: < <http://www.tzb-info.cz/844-velke-vetrne-elektrarny-na-uzemi-cr>>.
- [54] Turistika.cz - pro větší zážitek z cest [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: < <http://www.turistika.cz/mista/farma-vetrnych-elektren-krystofovy-hamry>>.
- [55] EkoElektrárny - reference solárních a větrných elektráren Phonostar [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: < <http://www.ekoelektrarny.cz/phonosolar/jedna-z-nejvetsich-fotovoltaickych-elektren-na-svete-zahajuje-provoz/>>.

[56] i-EKIS - elektronické konsiltační středisko ČEA [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: < <http://www.i-ekis.cz/?page=slunce-teplo/>>.

[57] ČSVE – Česká společnost pro větrnou energii [online]. 2012 [cit. 2012-03-20]. Dostupný z WWW: < <http://www.csve.cz/cz/clanky/statistika/281> >.

[58] Tzbinfo – stavebnictví, úspory energií technická zařízení budov [online]. 2012 [cit. 2012-05-01]. Dostupný z WWW: < <http://www.tzb-info.cz/3865-biomasa-v-soustavach-mesta-obci-projekty-a-zkusenosti-i> >.

Použitá literatura pro obrázky

[1] Wikipedie. Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. 2010 [cit. 2010-05-13]. Dostupný z WWW: < http://www.ez2c.de/ml/solar_land_area/>.

Autor: Mlino76

[2] Wikipedie. Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-01-02]. Dostupný z WWW: < <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4c/SolarGIS-Solar-map-Czech-Republic-cz.png>>.

Autor: SolarGIS © 2011 GeoModel Solar s.r.o.

[3] Czech RE Agency – Česká agentura pro obnovitelné zdroje energie[online]. 2012 [cit. 2012-01-04]. Dostupný z WWW: < <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/vetrna-energie>>.

[4] Czech RE Agency – Česká agentura pro obnovitelné zdroje energie[online]. 2012 [cit. 2012-01-04]. Dostupný z WWW: < <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/vetrna-energie>>.

[5] ČSVE – Česká společnost pro větrnou energii [online]. 2012 [cit. 2012-02-01]. Dostupný z WWW: < <http://www.csve.cz/cz/clanky/statistika/281>>.

[6] ČSVE – Česká společnost pro větrnou energii [online]. 2012 [cit. 2012-02-02]. Dostupný z WWW: < <http://www.csve.cz/cz/clanky/statistika/281>>.

[7] Wikipedie - Wikipedie otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-02-04]. Dostupný z WWW: < http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Re_MD70.jpg>.

Autor: Torm at cs.wikipedia

- [8] ČSVE – Česká společnost pro větrnou energii [online]. 2012 [cit. 2012-02-06]. Dostupný z WWW: < <http://www.csve.cz/cz/clanky/system-uchyceni-listu-k-rotorove-hlave-vetrne-elektrarny/313>>.
- [9] ČSVE – Česká společnost pro větrnou energii [online]. 2012 [cit. 2012-02-06]. Dostupný z WWW: < <http://www.csve.cz/cz/clanky/system-uchyceni-listu-k-rotorove-hlave-vetrne-elektrarny/313>>.
- [10] ČSVE – Česká společnost pro větrnou energii [online]. 2012 [cit. 2012-02-07]. Dostupný z WWW: < <http://www.csve.cz/cz/clanky/strojovna-vetrne-elektrarny/324>>.
- [11] Zdrojenergie [online]. 2012 [cit. 2012-02-08]. Dostupný z WWW: < <http://zdrojeenergie.blogspot.com/2008/10/energie-vody.html>>.
- [12] Energetický poradce PRE [online]. 2012 [cit. 2012-02-11]. Dostupný z WWW: < <http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-vody.html>>.
- [13] Energyweb - Encyklopedie energie. [online]. 2012 [cit. 2012-02-20]. Dostupný z WWW: < http://www.energyweb.cz/web/index.php?display_page=2&subitem=2&slovník_page=pelton_turb.html>.
- [14] ZTC Energy – Obnovitelné zdroje [online]. 2012 [cit. 2012-02-20]. Dostupný z WWW: < <http://www.ztcenergy.com/sluzby/vodni-energie/> >.
- [15] Wikipedie –Wikipedie, otevřená encyklopedie Obnovitelné zdroje [online]. 2012 [cit. 2012-02-21]. Dostupný z WWW: < <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/94/Banki.svg>>.
- Autor: Pbroks13 at en.wikipedia
- [16] FORTEX AGS [online]. 2012 [cit. 2012-02-27]. Dostupný z WWW: < <http://fortexbioplyn.cz/cz/bioplynove-stanice-sucha-fermentace/>>.
- [17] Wikipedie –Wikipedie, otevřená encyklopedie Obnovitelné zdroje [online]. 2012 [cit. 2012-03-03]. Dostupný z WWW: < <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/6/6e/Diagram-VaporDominatedGeothermal.jpg>>.

[18] Wikipedie –Wikipedie, otevřená encyklopedie Obnovitelné zdroje [online]. 2012 [cit. 2012-03-03]. Dostupný z WWW: < <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/9/98/Diagram-HotWaterGeothermal.jpg>>.

[19] ČSVE – Česká společnost pro větrnou energii [online]. 2012 [cit. 2012-05-03]. Dostupný z WWW: < <http://www.csve.cz/clanky/graf-vyvoje-vykupnich-cen/278>>.

[20] VisitSumava.cz–Online tourist guide [online]. 2012 [cit. 2012-04-15]. Dostupný z WWW: < <http://www.visitsumava.cz/cz/technicke-pamatky-sumavy/34/>>.

[21] Retour [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: < http://www.retour.cz/mesta/srni/cen_pila.htm>.

[22] iDnes–Online zpravodajský portál [online]. 2012 [cit. 2012-04-15]. Dostupný z WWW: < http://i.idnes.cz/12/023/cl6/PP4160a9_130105_6133859.jpg>.

[23] Tzbinfo – stavebnictví, úspory energií technická zařízení budov [online]. 2012 [cit. 2012-04-15]. Dostupný z WWW: < <http://www.tzb-info.cz/2292-exkurze-male-vodni-elektrarny-v-jiznich-cechach-a-hornim-rakousku>>.

[24] Wikipedie. Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: < <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Elektrarna-pisek.jpg>>.

Autor: Milan Štrup

[25] Wikipedie. Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: < <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Remenice-v-elektrarne-pisek.jpg>>.

Autor: Milan Štrup

[26] Wikipedie. Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: < http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Orlik-prehradni_hraz.jpg>.

Autor: Honza Groh

[27] Wikipedie. Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: < http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Orlík_elektrárna_hala.jpg>.

[28] Wikipedie. Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Lipno_nad_Vltavou,_přehradní_hráz,_elektrárna.JPG>.

[29] Wikipedie. Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Lipenská_přehrada.JPG>.

[30] Časopis stavebnictví [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: <http://www.casopisstavebnictvi.cz/UserFiles/File/0710/06_model_velky.jpg>.

[31] Wikipedie. Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Dlouhe_Strane_dolni_nadrz.jpg>.

Autor: Petr Kadlec

[32] Tzbinfo – stavebnictví, úspory energií technická zařízení budov [online]. 2012 [cit. 2012-04-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/1940-solarni-historie-v-cr-a-sr>>.

[33] Tzbinfo – stavebnictví, úspory energií technická zařízení budov [online]. 2012 [cit. 2012-03-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/1940-solarni-historie-v-cr-a-sr>>.

[34] Silekro energy [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: <http://www.silekro.cz/data/files/Veprek%20Heli1_2.jpg>.

Autor: L. Bílek

[35] EKOWATT, Katalog technických a energeticky soběstačných řešení nejen pro nízkenergetické domy [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: <<http://fotovoltaika.ekowatt.cz/system-na-budove-zcu.php>>.

[36] Obec Velká Kraš [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: <http://www.velkakras.cz/vetrna-elektrarna/g-1211/id_obrazky=1286&typ_sady=1>.

[37] Sportovní noviny, Sportovní server ČTK [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupný z WWW: <http://www.sportovninoviny.cz/tema/index_img.php?id=114911>.

[38] Tzbinfo – stavebnictví, úspory energií technická zařízení budov [online]. 2012 [cit. 2012-03-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/3865-biomasa-v-soustavach-mest-a-obci-projekty-a-zkusenosti-i>>.

[39] VAŠEVĚC [online]. 2012 [cit. 2012-03-19]. Dostupný z WWW: <
<http://www.vasevec.cz/blogy/cesko-ma-dobry-potencial-v-geotermalni-energii> >.

Přílohy

Seznam příloh:

| | | |
|----|---|---|
| P1 | Hlavní zákony a vyhlášky pro podporu OZE | 1 |
| P2 | Přehled platných právních předpisů pro výrobce elektrické energie | 2 |
| P3 | Přehled nejzákladnějších předpisů pro výstavby zařízení pro využívání OZE | 3 |
| P4 | Seznam fotovoltaických elektráren s výkonem nad 3 MW | 5 |
| P5 | Seznam větrných elektráren provozovaných společnostmi ČEZ, a.s.. | 9 |

P1 Hlavní zákony a vyhlášky pro podporu OZE

| číslo předpisu a název | novelizace (příp. datum účinnosti novely) | hlavní oblasti, které předpis ve vztahu k větrné energetice upravuje |
|---|---|--|
| zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů) | 281/2009 Sb. 137/2010 Sb. 330/2010 Sb. – 1.1.2010 / 1.3.2011 402/2010 Sb. – 28.12.2010 / 1.1.2011 | <ul style="list-style-type: none"> - práva a povinnosti subjektů v systému podpory výroby elektřiny z OZE - podmínky získání práva na podporu - formy podpory a základní podmínky výpočtu výše podpory - vydávání záruk o původu elektřiny z OZE |
| vyhláška č. 475/2005 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů | 364/2007 Sb. 409/2009 Sb. 300/2010 Sb. 338/2011 Sb. – 23.11.2011 | <ul style="list-style-type: none"> - podrobnosti a termíny pro výběr režimu podpory - technické a ekonomické parametry, z nichž ERÚ vychází při výpočtu výkupních cen pro jednotlivé OZE, aby byly dodrženy podmínky 15leté návratnosti investice |
| vyhláška č. 140/2009 Sb., o způsobu regulace cen v energetice | 264/2010 Sb. 393/2011 Sb. – 12.12.2011 | <ul style="list-style-type: none"> - délka trvání podpory pevnými výkupními cenami a zelenými bonusy a indexace výkupních cen - postup pro stanovení ceny na krytí vícenákladů spojených s podporou výroby elektřiny z OZE, KVET a druhotných zdrojů, která je jednou z regulovaných složek ceny elektřiny pro konečné zákazníky |
| zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií | 359/2003 Sb., 694/2004 Sb. 180/2005 Sb., 177/2006 Sb. 214/2006 Sb., 574/2006 Sb. 177/2006 Sb., 186/2006 Sb. 393/2007 Sb., 124/2008 Sb. 223/2009 Sb. 299/2011 Sb. – 13.11.2011 | <p>státní energetická koncepce a územní energetické koncepce</p> <ul style="list-style-type: none"> - pro vybrané typy zařízení upravuje požadavky na účinnost užití energie (netýká se VtE) |

P2 Přehled platných právních předpisů pro výrobce elektrické energie

| číslo předpisu a název | novelizace (příp. datum účinnosti novely) | hlavní oblasti, které předpis ve vztahu k větrné energetice upravuje |
|--|--|--|
| <p>Legislativa platná pro výrobce elektrické energie</p> <p>zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)</p> | <p>262/2002 Sb., 151/2002 Sb., 278/2003 Sb., 356/2003 Sb., 670/2004 Sb., 342/2006 Sb., 186/2006 Sb., 296/2007 Sb., 124/2008 Sb., 158/2009 Sb., 223/2009 Sb., 227/2009 Sb., 281/2009 Sb., 155/2010 Sb., 211/2011 Sb. – 18.8.2011 / 1.1.2012 299/2011 Sb. – 13.11.2011</p> | <ul style="list-style-type: none"> - podmínky podnikání v energetických odvětvích, podmínky udělení licence - práva a povinnosti výrobců elektřiny, jakož i dalších subjektů (zejm. provozovatel přenosové soustavy, provozovatel distribuční soustavy ad.) - základní úprava dispečerského řízení - ochranná pásma výroben elektřiny a dalších zařízení |
| <p>vyhláška č. 426/2005 Sb., o podrobnostech udělování licencí pro podnikání v energetických odvětvích</p> | <p>363/2007 Sb. 358/2009 Sb. 392/2011 Sb. – 27.12.2011</p> | <ul style="list-style-type: none"> - podrobnosti řízení o udělování licencí, která vede ERÚ, náležitosti žádosti, požadavky na další podklady |
| <p>vyhláška č. 51/2006 Sb. o podmínkách připojení k elektrizační soustavě</p> | <p>81/2010 Sb. – 1.4.2010</p> | <ul style="list-style-type: none"> - postup rezervace kapacity v síti |
| <p>vyhláška č. 79/2010 Sb., o dispečerském řízení elektrizační soustavy a o předávání údajů pro dispečerské řízení</p> | <p>úč. od 1.1.2010</p> | <ul style="list-style-type: none"> - postupy dispečerského řízení a předávání informací důležitých pro řízení elektrizační soustavy mezi subjekty |
| <p>vyhláška č. 80/2010 Sb., o stavu nouze v elektroenergetice a o obsahových náležitostech havarijního plánu</p> | <p>úč. od 1.1.2010</p> | <ul style="list-style-type: none"> - postupy pro řízení ES ve stavu nouze, případně ve stavech předcházejících stav nouze |
| <p>vyhláška 541/2005 Sb. o Pravidlech trhu s elektřinou, zásadách tvorby cen za činnosti operátora trhu s elektřinou a provedení některých dalších ustanovení energetického zákona</p> | <p>552/2006 Sb., 365/2007 Sb., 454/2008 Sb., 468/2009 Sb., 400/2010 Sb., 371/2011 Sb. – 6.12.2011</p> | <ul style="list-style-type: none"> - podmínky pro přístup k přenosové a distribuční soustavě - uzavírání smluv na trhu s elektřinou - odpovědnost za odchylku, vyhodnocení a vypořádání odchylek |
| <p>vyhláška 540/2005 Sb. o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice</p> | <p>41/2010 Sb.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - vztahuje se mj. např. na dodržení lhůt při vyřizování žádosti o připojení |

P3 Přehled nejzákladnějších předpisů pro výstavby zařízení pro využívání OZE

| číslo předpisu a název | novelizace (příp. datum účinnosti novely) | hlavní oblasti, které předpis ve vztahu k větrné energetice upravuje |
|---|---|--|
| vyhláška č. 503/2006 Sb., o podrobnější úpravě územního řízení, veřejnoprávní smlouvy a územního opatření | | - podrobnosti k územnímu řízení - formulář žádosti o územně plánovací informaci, žádosti o vydání rozhodnutí o umístění stavby, žádost o vydání rozhodnutí o změně využití území, žádosti o vydání rozhodnutí o ochranném pásmu ad. |
| vyhláška č. 526/2006 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení stavebního zákona ve věcech stavebního řádu | | - úprava některých podrobností pro stavební řízení - formulář žádosti o stavební povolení, oznámení o užívání stavby, žádost o vydání kolaudačního souhlasu, ad. |
| vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb | | - rozsah a obsah projektové dokumentace pro stavební řízení, dokumentace skutečného provedení stavby, podrobnosti ke stavebnímu deníku |
| vyhláška č. 500/2006 Sb., o územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a způsobu evidence územně plánovací činnosti | | - podrobnosti k rozsahu a obsahu podkladů pro zásady územního rozvoje, územní plány obcí |
| zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) | 68/2007 Sb., 191/2008 Sb. 223/2009 Sb., 345/2009 Sb. 379/2009 Sb., 227/2009 Sb. 424/2010 Sb., 281/2009 Sb. 420/2011 Sb. – 1.1.2012 | - zásady územního rozvoje a územní plány, územní studie, postupy jejich tvorby a změny - územní řízení - stavební řízení |
| vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území | 269/2009 Sb. 22/2010 Sb. 20/2011 Sb. – 15.3.2011 | - požadavky na vymezení ploch a pozemků a podmínek jejich využití a umístování staveb |
| zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivu na životní prostředí | 93/2004 Sb., 163/2006 Sb. 186/2006 Sb., 216/2007 Sb. 124/2008 Sb., 436/2009 Sb. 223/2009 Sb., 227/2009 Sb. | - postup posuzování vlivů záměrů na životní prostředí - postup posuzování strategií a koncepčních materiálů |
| zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny | 347/1992 Sb., 289/1995 Sb., 3/1997 Sb., 16/1997 Sb., 123/1998 Sb., 161/1999 Sb. 238/1999 Sb., 132/2000 Sb., 76/2002 Sb., 320/2002 Sb., 168/2004 Sb., 218/2004 Sb. 100/2004 Sb., 387/2005 Sb., 444/2005 Sb., 222/2006 Sb., 186/2006 Sb., 124/2008 Sb., 167/2008 Sb., 312/2008 Sb., 291/2009 Sb., 349/2009 Sb. 223/2009 Sb., 381/2009 Sb. 227/2009 Sb., 281/2009 Sb. | - podmínky ochrany přírody a krajiny, zvláště chráněné druhy rostlin a živočichů, zvláště chráněná území, Natura 2000 a EVL, podmínky jejich využití - souhlas se zásahem do krajinného rázu - řízení o povolení výjimky z ochrany |
| vyhláška č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. | 105/1997 Sb., 200/1999 Sb., 85/2000 Sb., 190/2000 Sb., 116/2004 Sb., 381/2004 Sb., 573/2004 Sb., 574/2004 Sb. | - podrobnosti k systémům ekologické |

| | | |
|--|--|--|
| 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny | 452/2005 Sb., 175/2006 Sb., 425/2006 Sb., 96/2007 Sb., 141/2007 Sb., 267/2007 Sb., 60/2008 Sb., 75/2008 Sb. 30/2009 Sb., 262/2009 Sb., 189/2010 Sb. 17/2011 Sb. – 1.3.2011 | stability, biologickým hodnocením |
| zákon 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu | 10/1993 Sb., 98/1999 Sb. 132/2000 Sb., 76/2002 Sb. 320/2002 Sb., 444/2005 Sb. 222/2006 Sb., 186/2006 Sb. 167/2008 Sb., 9/2009 Sb. 227/2009 Sb., 281/2009 Sb. 402/2010 Sb. 28.12.2010 / 1.1.2011 | - ochrana zemědělského půdního fondu, podmínky využití půdy - odnětí půdy ze zemědělského půdního fondu |
| zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví | 254/2001 Sb., 274/2001 Sb., 86/2002 Sb., 13/2002 Sb., 120/2002 Sb., 76/2002 Sb., 320/2002 Sb., 274/2003 Sb., 356/2003 Sb., 167/2004 Sb., 326/2004 Sb., 562/2004 Sb., 125/2005 Sb., 253/2005 Sb. 392/2005 Sb., 444/2005 Sb., 74/2006 Sb., 186/2006 Sb., 59/2006 Sb., 222/2006 Sb. 342/2006 Sb., 381/2005 Sb., 264/2006 Sb., 110/2007 Sb., 378/2007 Sb., 296/2007 Sb., 124/2008 Sb., 130/2008 Sb. 189/2006 Sb., 274/2008 Sb., 301/2009 Sb., 227/2009 Sb., 281/2009 Sb., 151/2011 Sb. 466/2011 Sb. – 30.12.2011 298/2011 Sb. – 1.12.2011 | - hodnocení zdravotních rizik - hodnocení hlukového zatížení a jeho snižování |
| nařízení vlády č. 272/2011 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací | úč. od 1.11.2011 | - hygienické limity hluku pro chráněné venkovní prostory |

P4 Seznam fotovoltaických elektráren s výkonem nad 3 MW

| Název | Místo | Instalovaný výkon | Spuštění |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------|----------|
| Solární Vědecko-Technologický Park | Strašice | 3,4 | 2009 |
| Solar CD | Český Dub | 3 | 2010 |
| Meridian solární park I | Velešín | 3,3 | 2010 |
| Hrušovany 1 | Hrušovany nad Jevišovkou | 3,1 | 2009 |
| FVE ŽV - SUN | Chomutov | 13 | 2010 |
| FVE ŽH - SUN | Hrádek | 5,7 | 2010 |
| FVE Žabčice | Žabčice | 5,6 | 12/2009 |
| FVE Štítary | Štítary | 3 | 2010 |
| FVE Ševětín | Ševětín | 29,9 | 2010 |
| FVE Šakvice | Šakvice | 3,6 | 2010 |
| FVE Čáslav - Kalabousek | Čáslav | 4 | 2010 |
| FVE Černošín | Černošín | 3 | 2009 |
| FVE Čenkov | Čenkov | 3,3 | 2010 |
| FVE Čekanice | Čekanice | 4,5 | 12/2009 |
| FVE Zdeněk - Sun | Chomutov | 7 | 2010 |
| FVE Zbrašín | Zbrašín | 4,5 | 2010 |
| FVE Zašová | Zašová | 9,1 | 2010 |
| FVE VT - SUN | Chomutov | 3 | 2010 |
| FVE Vranovská Ves 4,4 | Vranovská Ves | 4,5 | 2009 |
| FVE Vranovská Ves | Vranovská Ves | 16 | 2010 |
| FVE Vojkovice | Vojkovice | 4,1 | 2010 |
| FVE Vohančice | Vohančice | 3,3 | 2010 |
| FVE Voděraďy | Voděraďy | 4 | 2009 |
| FVE Vnorovy | Vnorovy | 3 | 2010 |
| FVE Vikoš | Vikoš | 6,8 | 10/2009 |
| FVE Vimperk | Vimperk | 3,4 | 2009 |
| FVE Veská | Sezemice | 3 | 2011 |
| FVE Veselí nad Moravou Michalka-Sun | Veselí nad Moravou | 5,7 | 2010 |
| FVE Veselí nad Moravou Aneta-Sun | Veselí nad Moravou | 4,7 | 2010 |
| FVE Veselí nad Moravou | Veselí nad Moravou | 3,6 | 2010 |
| FVE Verne | Verněřov | 4,3 | 2010 |
| FVE Vepřek | Nová Ves-Vepřek | 35,1 | 2010 |
| FVE Velké Těšany | Velké Těšany | 7,3 | 2009 |
| FVE Velká nad Veličkou | Velká nad Veličkou | 3,2 | 2010 |
| FVE Varnsdorf | Varnsdorf | 3,9 | 2010 |
| FVE Určice | Určice | 3,4 | 2010 |
| FVE Uherský Brod | Uherský Brod | 10,2 | 2010 |
| FVE Tuchlovice III | Tuchlovice | 3,2 | 2010 |
| FVE Tuchlovice | Tuchlovice | 7,8 | 2010 |
| FVE Triangle | Žiželice | 6,8 | 2010 |
| FVE Tasov | Tasov | 3,2 | 2010 |

| | | | |
|--------------------------|--------------------|------|---------|
| FVE Tachov III | Oldřichov | 3,8 | 2010 |
| FVE Syrovice (Sun Power) | Syrovice | 3,2 | 2009 |
| FVE Syrovice | Syrovice | 3,2 | 2009 |
| FVE Světec | Světec | 5 | 2010 |
| FVE Svitavy | Svitavy | 4 | 2010 |
| FVE Sulkov | Líně | 10 | 2010 |
| FVE Sudoměřice | Sudoměřice | 3,5 | 2008 |
| FVE Stříbro | Stříbro | 13,6 | 12/2009 |
| FVE Strážovská | Kyjov | 4,3 | 2010 |
| FVE Stráž pod Ralskem | Stráž pod Ralskem | 5 | 2010 |
| FVE Stálky | Stálky | 4 | 2010 |
| FVE Staré Nechanice | Staré Nechanice | 3 | 2010 |
| FVE Solarpark Frymburk | Frymburk | 4,2 | 2010 |
| FVE Solaris Tech | Kralice na Hané | 3 | 2010 |
| FVE Sokolnice | Sokolnice | 4,3 | 2010 |
| FVE Smiřice I | Smiřice | 6,1 | 40026 |
| FVE Sky Solar Velenice | České Velenice | 4,6 | 12/2009 |
| FVE Saša - Sun | Chomutov | 6 | 2010 |
| FVE Rybníček | Rybníček | 4,6 | 2010 |
| FVE Rozvadov I | Svatá Kateřina | 3 | 2010 |
| FVE Ralsko Ra 1 | Ralsko | 38,3 | 2010 |
| FVE Raková u Konice | Raková u Konice | 6,5 | 2010 |
| FVE Přímětice | Přímětice | 3,5 | 2010 |
| FVE Pržno | Pržno | 3,1 | 2010 |
| FVE Protivín | Protivín | 3,6 | 2009 |
| FVE Pravčice | Pravčice | 3,3 | 2010 |
| FVE Pozořice | Pozořice | 3,7 | 2010 |
| FVE Pozorka | Pozorka | 4 | 2010 |
| FVE Polešovice | Kralice na Hané | 3 | 2010 |
| FVE Petkovy | Petkovy | 3 | 2010 |
| FVE Pereza | Šakvice | 3,6 | 2011 |
| FVE Papeno 2 | Sokolnice | 7,5 | 40513 |
| FVE Papeno | Zakřany | 5,4 | 40148 |
| FVE Otín | Otín | 3,5 | 2010 |
| FVE Oslavany | Oslavany | 8 | 2010 |
| FVE Osečná | Osečná | 3 | 2010 |
| FVE Ochoz u Konice | Konice | 3,5 | 2010 |
| FVE Némčice nad Hanou | Némčice nad Hanou | 3,7 | 2010 |
| FVE Náměšť nad Oslavou | Náměšť nad Oslavou | 3,1 | 2009 |
| FVE Nasavrky | Nasavrky | 3 | 2010 |
| FVE Napajedla | Napajedla | 3,5 | 2010 |
| FVE Měnín | Měnín | 3,3 | 2008 |
| FVE Myslív | Myslív | 3 | 2010 |
| FVE Moldava | Moldava | 4,4 | 2010 |
| FVE MMB Solar Partners | Mračnice | 3,4 | 2010 |

| | | | |
|------------------------------|--------------------------|------|---------|
| FVE Mimoň Ra 3 | Mimoň | 17,5 | 2010 |
| FVE Medlov | Medlov | 3,6 | 2010 |
| FVE Mastířovice I - sever | Vrbice | 5 | 11/2009 |
| FVE Malešovice | Malešovice | 3,9 | 2010 |
| FVE Litobratřice | Litobratřice | 6 | 2010 |
| FVE Lipnička | Lipnička | 3,7 | 2010 |
| FVE Libnič | Libnič | 3 | 2010 |
| FVE Letkov 2 | Letkov | 5 | 2010 |
| FVE Letkov 1 | Letkov | 5 | 2010 |
| FVE Ledce u Židlochovic | Ledce u Židlochovic | 5,9 | 2010 |
| FVE Ladná | Ladná | 5,2 | 2010 |
| FVE Krumvív | Krumvív | 3,6 | 2010 |
| FVE Kramolín | Kramolín | 3,4 | 2010 |
| FVE Kožlany | Kožlany | 4 | 2010 |
| FVE Kojetín | Kojetín | 4 | 2009 |
| FVE Klenovka | Klenovka | 8,4 | 2010 |
| FVE KH | Perštejnec | 5,6 | 2010 |
| FVE Kařez | Kařez | 3,7 | 2010 |
| FVE Kaznějov | Kaznějov | 4 | 2010 |
| FVE Kameničná | Kameničná | 5,1 | 2010 |
| FVE Jeníkov | Jeníkov | 5 | 2010 |
| FVE Hrušovany nad Jevišovkou | Hrušovany nad Jevišovkou | 3,5 | 2010 |
| FVE Hrušovany | Hrušovany nad Jevišovkou | 3,8 | 2009 |
| FVE Hradčany I | Hradčany u Tišnova | 3,8 | 2010 |
| FVE Hovorany | Hovorany | 3,6 | 2010 |
| FVE Hostovice | Hostovice | 4,8 | 2010 |
| FVE Honětice | Honětice | 3,3 | 2009 |
| FVE Hodonín Kapřiska | Hodonín | 3,2 | 2010 |
| FVE Habartice | Habartice | 4 | 2010 |
| FVE Green Energy Babice | Zvětetice | 3 | 2010 |
| FVE Falcon Mimoň | Mimoň | 4,4 | 2010 |
| FVE Dubňany Jarohněvice | Dubňany | 3,7 | 2010 |
| FVE Dubí | Dubí | 5 | 2010 |
| FVE Držovice | Držovice | 3 | 2010 |
| FVE Dolní Bousov | Dolní Bousov | 3,2 | 2010 |
| FVE Dobré Pole u Mikulova | Dobré Pole | 4 | 2010 |
| FVE Diamo I. [72][12] | Rožná | 4,3 | 12/2009 |
| FVE Dačice | Dačice | 4,8 | 2010 |
| FVE Cofely Ren | Drásov | 4,5 | 2010 |
| FVE Chvalatice | Chvalatice | 3,6 | 2010 |
| FVE Chrudichromy | Chrudichromy | 10 | 2010 |
| FVE Choustníkovo Hradiště | Choustníkovo Hradiště | 6 | 2010 |
| FVE Chabařovice-Vyklice | Chabařovice | 4,3 | 12/2009 |
| FVE Březová | Březová | 5 | 2010 |
| FVE Břest 5,5 | Břest | 5,6 | 2010 |

| | | | |
|---|---------------------|-----|------|
| FVE Břest | Břest | 5,2 | 2010 |
| FVE Bílina | Bílina | 3,3 | 2010 |
| FVE Bílany | Bílany | 4,5 | 2010 |
| FVE BS Park III. | Brno | 5,5 | 2010 |
| FVE BS Park II. | Brno | 7,6 | 2010 |
| FVE Brumovice | Brumovice | 3,1 | 2010 |
| FVE Brno - Letiště Tuřany | Brno | 8,1 | 2010 |
| FVE Božice | Božice | 3,3 | 2010 |
| FVE Bojkovice | Bojkovice | 4,1 | 2010 |
| FVE Bohuňovice | Bohuňovice | 3 | 2009 |
| FVE Blížkovice | Blížkovice | 3,3 | 2010 |
| FVE Bežerovice | Bežerovice | 3 | 2010 |
| FVE Benátky nad Jizerou | Benátky nad Jizerou | 4,5 | 2010 |
| FVE APTPOWER | Unčín u Krupky | 5 | 2010 |
| FVE Andaine Invest | Stráž pod Ralskem | 5 | 2010 |
| FVE Amesbury | Chrášťany | 4,9 | 2010 |
| FVE ALT Pohledy | Horní Hynčina | 6,1 | 2010 |
| FVE ALT Pohledy | Pohledy | 5,9 | 2011 |
| FVE - Fotovoltaika s.r.o. | Sudslava | 3 | 2008 |
| Fotovoltaická elektrárna Vranovská Ves II | Vranovská Ves | 3,7 | 2009 |

P5 Seznam větrných elektráren provozovaných společnostmi ČEZ, a.s..

| Lokalita | Kraj | počet turbín | Celkový výkon v [MW] | Rok uvedení do provozu |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|------------------------|
| Kryštofovy Hamry | Ústecký kraj | 21 | 42 | 2007 |
| Horní Loděnice | Olomoucký kraj | 9 | 18 | 2009 |
| Jindřichovice | Karlovarský kraj | 4 | 9,2 | 2010 |
| Nová Ves v Horách - Strážný Vrch | Ústecký kraj | 4 | 8 | 2005 |
| Krásná | Karlovarský kraj | 4 | 8 | 2009 |
| Rusová | Ústecký kraj | 3 | 7,5 | 2006 |
| Nové Město - Vrch Tří pánů | Ústecký kraj | 3 | 6 | 2006 |
| Pchery | Středočeský kraj | 2 | 6 | 2008 |
| Pavlov | Kraj Vysočina | 4 | 5,7 | 2006 |
| Anenská Studánka | Pardubický kraj | 5 | 5,25 | 2006 |
| Žipotín | Pardubický kraj | 4 | 5,2 | 2006 |
| Vrbice | Karlovarský kraj | 2 | 4,6 | 2010 |
| Hora Svatého Šebestiána | Ústecký kraj | 3 | 4,5 | 2008 |
| Břežany u Znojma | Jihomoravský kraj | 5 | 4,25 | 2005 |
| Klíny | Ústecký kraj | 2 | 4 | 2007 |
| Veselí u Oder | Moravskoslezský kraj | 2 | 4 | 2006 |
| Horní Částkov I. | Karlovarský kraj | 2 | 4 | 2009 |
| Horní Částkov II. | Karlovarský kraj | 2 | 4 | 2010 |
| Janov | Pardubický kraj | 2 | 4 | 2009 |
| Věžnice | Kraj Vysočina | 2 | 4,1 | 2009 |
| Habartov | Karlovarský kraj | 2 | 4 | 2009 |
| Hranice u Aše | Karlovarský kraj | 2 | 4 | 2012 |
| Karle | Pardubický kraj | 3 | 3,75 | 2009 |
| Lysý vrch u Albrechtic | Liberecký kraj | 6 | 3,1 | 2004 |
| Protivanov | Olomoucký kraj | 2 | 3 | 2005 |
| Ostružná | Olomoucký kraj | 6 | 3 | 1994 |
| Trojmezí u Hranic | Karlovarský kraj | 3 | 2,7 | 2008 |
| Nová Ves v Horách | Ústecký kraj | 2 | 3 | 2003 |
| Drahany | Olomoucký kraj | 1 | 2 | 2006 |

| | | | | |
|---|-------------------------|---|-------|------|
| Maletín | Olomoucký kraj | 1 | 2 | 2008 |
| Bantice | Jihomoravský kraj | 1 | 2 | 2008 |
| Stará Libavá | Olomoucký kraj | 1 | 2 | 2007 |
| Lipná | Olomoucký kraj | 1 | 2 | 2008 |
| Kámen | Kraj Vysočina | 1 | 2 | 2007 |
| Mníšek | Liberecký kraj | 1 | 2 | 2007 |
| Pohledy | Pardubický kraj | 1 | 2 | 2007 |
| Petrovice (okres Ústí nad Labem) I. | Ústecký kraj | 1 | 2 | 2005 |
| Petrovice (okres Ústí nad Labem) II. | Ústecký kraj | 1 | 2 | 2007 |
| Tulešice | Jihomoravský kraj | 1 | 2 | 2009 |
| Nová Ves v Horách | Ústecký kraj | 1 | 2 | 2007 |
| Rozstání | Pardubický kraj | 1 | 2 | 2009 |
| Horní Řasnice | Liberecký kraj | 1 | 1,8 | 2012 |
| Nový Hrádek | Královéhradecký kraj | 4 | 1,6 | 1995 |
| Čížebná - Nový Kostel | Karlovarský kraj | 4 | 1,815 | 2004 |
| Loučná | Ústecký kraj | 3 | 1,8 | 2004 |
| Hraničné Petrovice | Olomoucký kraj | 2 | 1,7 | 2005 |
| Jindřichovice pod Smrkem | Liberecký kraj | 2 | 1,2 | 2003 |
| Brodek u Konice | Olomoucký kraj | 2 | 1,2 | 2007 |
| Mravenečník (Hrubý Jeseník) | Olomoucký kraj | 3 | 1,165 | 1998 |
| Boží Dar - Neklid | Karlovarský kraj | 2 | 0,66 | 2007 |
| Žipotín - Solitary | Pardubický kraj | 1 | 0,6 | 2006 |
| Mladoňov | Olomoucký kraj | 1 | 0,5 | 1992 |
| Nová Ves v Horách | Ústecký kraj | 1 | 0,32 | 1994 |
| Velká Kraš | Olomoucký kraj | 1 | 0,225 | 1994 |
| Hostýn | Zlínský kraj | 1 | 0,225 | 1994 |
| Protivanov | Olomoucký kraj | 1 | 0,1 | 2002 |