

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**Katedra elektroenergetiky a ekologie**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vývoj obnovitelných zdrojů energie**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2018/2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Tereza HODANOVÁ  
Osobní číslo: E15B0236P  
Studijní program: B2612 Elektrotechnika a informatika  
Studijní obor: Technická ekologie  
Název tématu: Vývoj obnovitelných zdrojů energie  
Zadávající katedra: Katedra elektroenergetiky a ekologie

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

1. Objasněte základní principy využívání a provozování obnovitelných zdrojů energie.
2. Vysvětlete vliv přírodních, legislativních a technických podmínek na využití OZE v jednotlivých lokalitách.
3. Popište vývoj a rozvoj OZE v ČR a ve světě a uveďte konkrétní příklady významných zařízení.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah kvalifikační práce: 30 - 40 stran

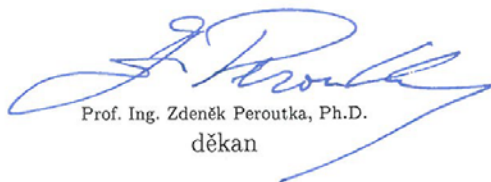
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:


1. Přednášky z předmětu KEE/VEN.

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

Datum zadání bakalářské práce: 5. října 2018  
Termín odevzdání bakalářské práce: 13. června 2019

  
Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.  
děkan



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

V Plzni dne 5. října 2018

## **Abstrakt**

V této bakalářské práci se zabývám vývojem a rozvojem obnovitelných zdrojů energie (OZE) v České republice a ve světě. V první části své práce se zabývám rozborem jednotlivých obnovitelných zdrojů, jejich popisem funkce a jejich vývojem do současnosti. V druhé části se zabývám rozvojem obnovitelných zdrojů ve světě. Cílem této práce je představit ucelený přehled o obnovitelných zdrojích, jejich principu funkce, jednotlivých typech, podmínkách a v neposlední řadě si vytvořit náhled na aktuální situaci ohledně využívání OZE v České republice i ve světě.

## **Klíčová slova**

Obnovitelné zdroje energie, energie větru, energie vody, geotermální energie, energie biomasy, solární energie, rozvoj v České republice, rozvoj ve světě.

## **Abstract**

This Bachelor thesis is about development of renewable sources (RES) in the Czech Republic and in the world. In the first part of my thesis, I explain individual types of renewable sources, their functions' description and their development to present time. The second part of my thesis elaborates on development of renewable sources in the world. The subject of this thesis is a comprehensive overview about renewable sources, their functions' description, individual types and conditions. At the end it's goal create a view of the current situation about the use of RES in the Czech Republic and in the world.

## **Keywords**

Renewable sources, wind energy, energy of water, geothermal energy, biomass energy, solar energy, development in the Czech Republic, development in the world.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci na téma Vývoj obnovitelných zdrojů energie v ČR a ve světě vypracovala samostatně, a to s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

V Plzni 13.6.2019

.....

Tereza Hodanová

## **Poděkování**

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Milanovi Bělíkovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

## Obsah

Úvod .....	9
1 Obnovitelné zdroje energie.....	10
1.1 Větrná energie .....	10
1.2 Vodní energie .....	15
1.3 Solární energie.....	22
1.4 Geotermální energie .....	28
1.5 Biomasa.....	31
2 Přírodní a technické podmínky pro provoz .....	36
2.1 Větrná elektrárna .....	36
2.2 Vodní energie .....	37
2.3 Sluneční energie .....	39
2.4 Geotermální energie .....	40
2.5 Biomasa.....	41
3 Legislativní podmínky.....	44
4 Rozvoj obnovitelných zdrojů energie.....	48
4.1 Rozvoj v ČR.....	48
4.2 Rozvoj ve světě.....	55
5 Závěr.....	61
6 Seznam obrázků a tabulek .....	62
7 Použitá literatura.....	63



## Úvod

Energetika je důležitou součástí našeho každodenního života. Neustálý vývoj a vznik nových technologií znamená stále se zvyšující spotřebu energie. Dříve či později se bude muset lidstvo zamyslet nad tím, jak nahradit velkou část vyprodukované energie obnovitelnými zdroji. Myslím si, že je důležité si uvědomit, jaké výhody nám mohou nabídnout právě obnovitelné zdroje, neboť víme, že obnovitelné zdroje jsou nevyčerpatelný druh energie. Při větším vývoji a vzniku nových zařízení využívajících obnovitelné, neboli nevyčerpatelné zdroje se tak do budoucna mohou snížit nároky na dovoz z ciziny. Mohla by se snížit spotřeba uhlí, uranu, což by vedlo k šetření životního prostředí, ale nejdůležitějším cílem je omezení znečištění, a to snížením produkce tzv. skleníkových plynů, jejichž rostoucí koncentrace v ovzduší vede ke globálnímu oteplování.

Tématem bakalářské práce je vývoj obnovitelných zdrojů energie v České republice a ve světě. Obnovitelná energie je důležitým posunem, který povede ke snížení energetické stopy, kterou lidstvo zanechává spalováním fosilních paliv. Je zřejmé, že fosilní paliva budou vždy pro lidstvo potřebná, ale v určitých oblastech by se jejich využívání dalo nahradit.

Domnívám se, že vývoj obnovitelných zdrojů v České republice i ve světě je důležitým krokem pro budoucnost celé populace, proto jsem si toto téma vybrala. Myslím si, že v obnovitelných zdrojích je velký potenciál a je to stále více diskutované téma. Potenciál společně s vývojem účinnosti zařízení roste i s ohledem na environmentální šetrnost vůči životnímu prostředí.

# 1 Obnovitelné zdroje energie

Obnovitelné zdroje energie (OZE) jsou přírodním zdrojem energie, které se mohou úplně nebo částečně obnovovat. Jsou řízeny procesy, které nezávisí na lidském chování ani geologické historii naší planety, ale jsou projevem přirozených toků energie. Většina z nich má původ v procesech, které probíhají v jádru Slunce, jiné jsou projevem geofyzikálních pochodů na Zemi [1].

Obnovitelné zdroje můžeme rozdělit dle mnoha kritérií, ale jedno z nejzákladnějších je rozdělení na skupinu primárních a sekundárních zdrojů. Do skupiny primárních zdrojů spadají přírodní zdroje. To jsou takové zdroje, které neprošly žádnou přeměnou zapříčiněnou lidmi nebo transformační proměnou. Z toho vyplývá, že to jsou zdroje volně dostupné v přírodě. Konkrétně zde najdeme neobnovitelné zdroje jako například uhlí, zemní plyn a přírodní obnovitelný potenciál, což je slunce, voda, vítr, biomasa a geotermální energie [2].

Do skupiny sekundárních zdrojů energie neboli druhotných zdrojů patří takové zdroje, které již prošly určitým procesem vzniklým lidskou činností. Můžeme sem zařadit například komunální odpad a jeho energetické spalování, dále skládkové plyny, které vznikají na skládkách komunálního odpadu a lze je použít pro výrobu elektřiny [3].

## 1.1 Větrná energie

### Vznik větru a energetické využití

Zemský povrch je nerovnoměrně ohříván slunečním zářením a to způsobuje vznik větru. Rozmanitý povrch Země ovlivňuje rychlost ohřívání určitých ploch. Vlhké části povrchu se zahřívají mnohem pomaleji než části suché. Z toho vyplývá, že rychlost ohřevu ovlivňuje charakter půdy a barvu. Od ohřátého povrchu se ohřívá i přilehlá vrstva vzduchu, neboť teplý vzduch má tendenci stoupat vzhůru. Celý proces je ovlivněn rotací Země, střídáním dne a noci, sklonu zemské osy, které vede ke vzniku ročních období. V zemské atmosféře tím vznikají tlakové níže a výše, což lze nazvat jako tlakové rozdíly.

Vyrovnáním tlakové níže a výše vede ke vzniku větru, který z pravidla vane od tlakové výše k tlakové níži [4].

Kdyby nedocházelo k rotaci země kolem své osy, tak by vítr mohl vát přímo z výše do níže. Proto je důležitý vznik Coriolisovy síly, protože dochází k odchýlení přímého působení větru. Jediné místo, kde větry vanou přímo a síla je nulová, je na rovníku. Na severní polokouli Coriolisova síla odchyluje vítr doprava a na jižní polokouli opačně. Čím větší je rozdíl tlakové níže a výše, tím je vítr silnější [5].

Pro stavbu větrné elektrárny je důležité zvolit vhodnou lokalitu. To znamená, že musíme znát hlavně směr a rychlost větru. Pro získání vhodných údajů se provádí měření pomocí výškových anemometrů. Dále je důležité zvolit lokalitu, která bude vzdálena od obydlí kvůli možnému hluku.

### **Historie a vývoj využívání větrné energie**

Energie větru byla využívána již mnoho let. V dopravě se využívala k pohonu plachetních lodí, v hospodářství k pohonu obilných mlýnů a dnes k pohonu větrných turbín. První konstrukce, které vznikly, byly konstrukce větrných mlýnů. Mezi první patřil sloupový (německý) typ, který byl postaven na sloupu a celý se otáčel. Druhý typ byl holandský mlýn, což byla pevná stavba, na níž se otáčela kopule s větrným motorem. Oba typy mlýnů byly poháněny lopatkami potaženými plátnem. Tato konstrukce je již zastaralá, ale v Holandsku jsou větrné mlýny stále využívány [6].

V roce 1890 byl v Dánsku zkonstruován první elektrický generátor, který byl poháněn větrem. V roce 1960 na světě fungovalo více než jeden milion zařízení, které byly určeny na přeměnu větrné energie na elektrickou. Zásadním krokem k rozvoji byla ropná krize v 70. letech, a z toho důvodu se rapidně se zvýšila cena fosilních paliv [11].

Na území Čech, Moravy a Slezska jsou první zmínky o větrném mlýnu v roce 1277 v zahradě Strahovského kláštera v Praze. Na tomto území je celkem evidováno 879

větrných mlýnů. Nejvíce jich fungovalo v 19. století. Počátek výroby větrných elektráren proběhl v letech 1990 – 1995, poté však došlo ke stagnaci, jelikož většina elektráren měla nevyhovující parametry pro provoz.

V současné době jsou v ČR větrné elektrárny s instalovaným výkonem okolo 2 MW. Největším výrobcem větrné energie v Evropě je Německo, ale největší elektrárna v Evropě je v Dánsku, kde instalovaný výkon je 8 MW. Ve světě je největším výrobcem větrné energie Čína a USA [7].

### **Princip činnosti**

Hlavním úkolem větrné turbíny je převést sílu proudícího vzduchu, která působí na listy rotoru, na rotační mechanickou energii. Mechanická energie je pomocí generátoru převedena na elektrickou energii. Listy rotoru mají specificky tvarovaný profil, velmi podobný profilu křídel letadel. Listy rotoru pracují buď na vztlakovém principu nebo na principu odporové síly.

### **Druhy větrných turbín**

Turbíny lze rozdělit na základě principu funkce na odporové a vztlakové.

- **Odporové turbíny** – jsou starším typem. Využívá se zde principu rozdílu sil působících na lopatky, v důsledku jejich různého odporu vůči proudícímu vzduchu. Toho se dosáhne pomocí různému tvaru lopatek a jejich natočením. Natočení lopatek je komplikovanější řešení, ale dosahuje se tím větší účinnosti. Ve srovnání s vztlakovými turbínami mají nižší účinnost, a z toho důvodu jsou méně využívány. Typickým příkladem odporové turbíny je Savoniova turbína, nicméně její využití je velmi malé kvůli své nízké účinnosti.



Obrázek 1 - Savoniova turbína [10]

- Vztlakové turbíny – jsou nejpoužívanějším typem turbín. Využívá se zde aerodynamická síla, která vzniká na rotorovém listu při obtékání vzduchem. Aerodynamická síla vzniká díky specifickému tvaru lopatek, podobně, jako je tomu u křídel letadla. Vztlakové motory mají nejčastěji horizontální polohu osy. Existují také typy s vertikální osou, z nichž je nejznámější Darrierova turbína, která má vyšší účinnost než ostatní vertikální turbíny.



Obrázek 2 - Darrierova turbína s rotorem ve tvaru H [9]

Větrné motory lze dále dělit podle polohy osy na horizontální a vertikální.

- Horizontální poloha osy – v dnešní době je nejvyužívanější. Hlavním důvodem je její vyšší účinnost, která se pohybuje kolem 48%.
- Vertikální poloha osy – výhodou této polohy je ta, že zde není nutné měnit směr větru, což se stává velkou výhodou zejména v místech, kde se směr větru velmi často mění. Další pozitivem je skutečnost, že zabírají méně místa než horizontální turbíny a hlavně jsou méně hlučné. Avšak oproti horizontálním turbínám mají vyšší cenu a menší účinnost. Ta se pohybuje kolem 38% [8].

## Výhody a nevýhody větrných elektráren

### Výhody větrných elektráren:

- Nevypouští žádné škodliviny do ovzduší
- Nevyčerpateľný zdroj
- Šetrné k ŽP
- Nízké provozní náklady

### Nevýhody větrných elektráren:

- Výkon závisí na rychlosti proudění vzduchu
- Velká hlučnost
- Do 200 km může VTE ovlivňovat rádiový a televizní signál
- Jedná se o OZE s nejnižší výkupní cenou, má tedy i nejnižší nárok na podporu
- Finančně náročná stavba
- Estetické hledisko krajiny
- Po skončení životnosti zbude konstrukce elektrárny stát na místě

## 1.2 Vodní energie

### Historie využívání vodní energie

Voda je nejdéle technicky využívanou energií v historii lidstva. Energetické zdroje využívající energii vody byly vždy hojně využívány a dnes patří k běžně využívaným zdrojům. Energie je vodě dodávána prostřednictvím slunečního záření, které dopadá na naši planetu. Dopadající sluneční záření společně s gravitací Země zajišťuje koloběh vody neboli hydrologický cyklus. Ten je tvořen čtyřmi základními částmi, kterými jsou srážky, odtok, výpar a vsak.

Koloběh vody začíná srážkami, které dopadají na povrch. Více než 50% se znovu vypaří, 10 – 20% zahrnuje odtok povrchovými vodami a kolem 10% srážek se vsákne [13]. Voda má energii chemickou ( $H_2$ ), tepelnou ( $\Delta t$ ) a mechanickou. Největší význam v hydroenergetice má mechanická energie vodních toků, která se dělí na energii potenciální a kinetickou. Potenciální energie je polohová, čili tlaková, která vzniká v závislosti působení gravitace a odvíjí se především od výškového rozdílu hladin. Kinetická energie je taková energie, která je závislá na rychlosti proudění toku [14].

Energie vody je využívána již mnoho let. Nejprve se jednalo o využívání vodní energie v podobě vodních mlýnů, které bohužel neměly dostatečně velký výkon, tak došlo k rozvoji a ke vzniku vodních kol. Vodní kola měla mnohem vyšší výkon, tak byla využívána pro pohon různých pracovních strojů, mlýnů a hamrů. Existovaly tři druhy vodních kol, která byla stavěna podle podmínek stavby. Byla realizována na spodní vodu, která využívala ke své funkci kinetickou energii vody, dále byla realizována na střední vodu, která využívala kinetickou i potenciální energii vody a jako poslední byla konstruována na vrchní vodu, ta využívala pouze potenciální energii. Kvůli malé účinnosti vodních kol došlo ke vzniku vodních turbín, které jsou součástí každé vodní elektrárny v ČR i ve světě. Vodní elektrárny zajišťují výrobu elektrické energie na základě kinetické a potenciální energie vody [12].

### **Princip vodní elektrárny**

Přitékající voda přívodním kanálem předává svou energii turbíně, ta roztáčí generátor elektrické energie, který je připojený ke společné hřídeli. Soustrojí turbíny a generátoru dohromady tvoří turbogenerátor. Na základě elektromagnetické indukce se mechanická energie proudící vody mění na energii elektrickou. Ta je převedena a odváděna do míst spotřeby [15].



## **Rozdělení vodních elektráren**

- Podle instalovaného výkonu:
  - 1) Malé – do 10 MW
  - 2) Střední – do 100 MW
  - 3) Velké – nad 100 MW
  
- Podle spádu:
  - 1) Nízkotlaké – spád do 20 metrů
  - 2) Středotlaké – spád mezi 20 – 100 metry
  - 3) Vysokotlaké – spád nad 100 metrů
  
- Podle využití vodního toku:
  - 1) Průtočné – průtočná elektrárna používá přirozený průtok řeky, který nelze ovlivnit. Při překročení daného průtoku vzniká přebytek vody, který je odveden pryč bez využití. Průtočné elektrárny se dále rozdělují na jezové a derivační.
    - a) Jezové elektrárny – využívají vzdouvacího zařízení (jez) a soustředění spádu. Spadá do druhu nízkotlaké vodní elektrárny.
    - b) Derivační elektrárny – využívají derivace neboli přivaděče, což může být potrubí, kanál, štola, který odvádí vodu z koryta řeky přímo k turbíně elektrárny.

Kvůli nemožnosti regulace průtoku vody jsou průtočné elektrárny využívány pouze pro pokrytí základního zatížení. Dále existují akumuláční a přečerpávací elektrárny.

- 2) Akumulační elektrárny – využívají řízeného odběru vody z akumuláční nádrže. Akumulace vody a spád je zaručen přehrazením řeky přehradní hrází. Většinou se nachází přímo pod přehradou – přehradní vodní elektrárny, popřípadě jsou

s přehradou spojeny tlakovým přivaděčem – přehradní derivační vodní elektrárny.

- 3) Přečerpávací vodní elektrárny – využívají se jako akumulátor elektrické energie a pokrývají špičkové zatížení. Principem je přečerpání vody v době přebytku elektrické energie a následný levný provoz ve špičce [14].

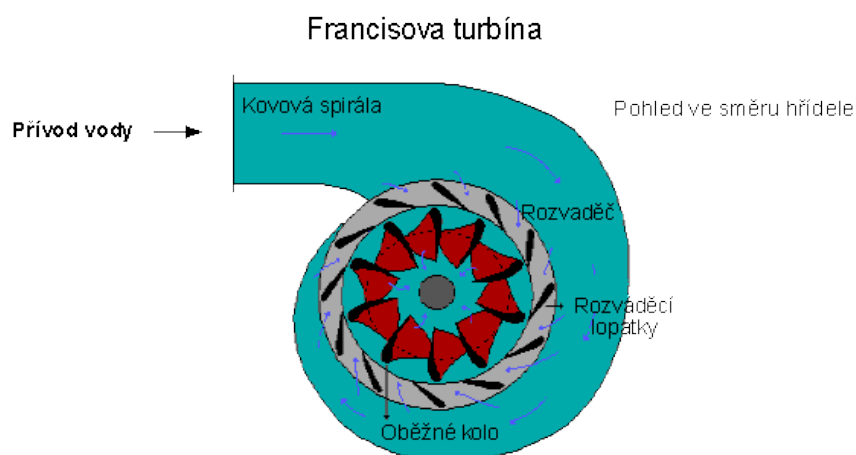
### **Druhy vodních turbín**

Za předchůdce vodních turbín jsou považována vodní kola. Vývoj vodních turbín lze datovat kolem 18. století. Za předchůdce moderních dnešních turbín je považováno Segnerovo kolo, které se dále vylepšovalo, neboť jeho účinnost nebyla příliš velká [12].

První vynález, který byl podobný turbíně, vznikl v roce 1826 a vynalezl ho Clot Burden. Z důvodu lepší funkce se pracovalo na vylepšení této turbíny. V roce 1841 byla sestrojena první opravdová turbína, jednalo se o přetlakovou turbínu, jejíž výkon byl až 110 kW, průměr kola měla až 5 metrů a pracovala pro spády až 40 metrů.

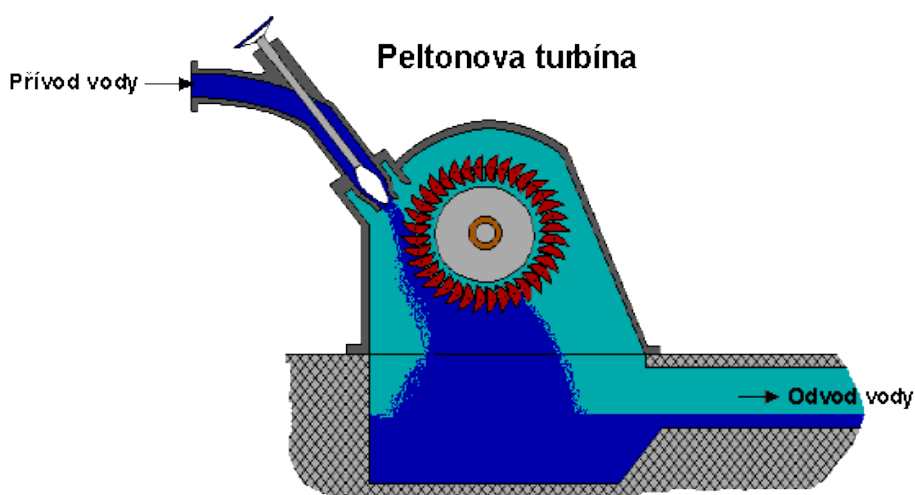
Na tento objev navazuje vznik dnešních moderních turbín, kdy jako první byla Francisova turbína, která vznikla v roce 1849. Jedná se o přetlakovou turbínu. V roce 1880 byla objevena Peltonova turbína, zde se jedná o rovnotlakou turbínu. Nejvýznamnějším vynálezem pro Českou republiku byl objev Viktora Kaplana, který sestrojil Kaplanovu turbínu, což bylo v roce 1913. Jedná se o tři nejčastěji využívané typy vodních turbín v České republice i ve světě.

- Francisova turbína – účinnost turbíny je přes 90%. Tyto turbíny se využívají především pro velké spády a průtoky. Umožňují využití v přečerpávacích vodních elektrárnách. Pomocí natáčivých rozváděcích lopatek je obstaraná regulace. Tento druh turbíny můžeme najít v elektrárně, která se nachází na řece Parana mezi Brazílií a Paraguai. [12]



Obrázek 3 - Francisova turbína - popis

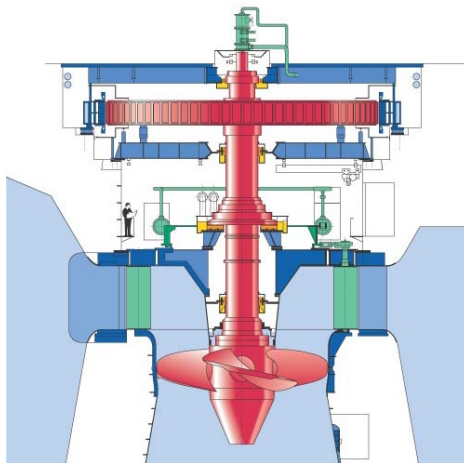
- Peltonova turbína – účinnost turbíny je 90 až 95%. Využívají se pro velmi velké spády, protože může mít jednu i více trysek. Z důvodu uzavírání vody do trysek je zajištěna regulace.



Obrázek 4 - Peltonova turbína - popis

- Kaplanova turbína – účinnost se pohybuje okolo 80 až 95%. Využívají se především tam, kde není možné zajistit stálý průtok nebo spád. Výkon je možné regulovat pomocí rozvaděcích lopatek, ale i natáčením rotorových

lopatek. V České republice je tento druh vodní turbíny využíván nejvíce, můžeme ji vidět třeba na přehradě Orlík. Vzhledově připomíná lodní šroub.



Obrázek 5 - Kaplanova turbína - popis

## Výhody a nevýhody vodních elektráren

### Výhody vodních elektráren:

- Nevyužívají fosilní paliva
- Výroba energie bez emisí a odpadů
- Oproti větrným a slunečným elektrárnám dodávají vyšší výkon a jsou stabilnějším zdrojem
- Malé zatížení ŽP

### Nevýhody vodních elektráren:

- Závislost na meteorologických podmínkách
- Nerovnoměrnost dodávky neboli závislost na průtoku
- Dost vysoká investice
- Složitá výstavba a instalace [16]

## Energie moře a oceánů

Nedílnou součástí obnovitelných zdrojů energie je i získávání energie z mořské vody. Jedná se také o nevyčerpatelný zdroj. Obecně je dáno, že ve světových oceánech je soustředěno 96,5 % veškeré vody planety. Za světový oceán je považována veškerá vodní hmota, která se nachází na povrchu Země s výjimkou vod na pevninách. To znamená, že sem nepatří vody řek, jezer, podzemní vody ani vody v pevninských ledovcích, krystalické vody nerostů, vody biosféry a veškeré vody v atmosférických parách. Světové oceány a moře mají mnoho parametrů, které ovlivňují jejich energetické využití. Velkou předností mořské vody je to, že má svůj vlastní proudový systém a rozvrstvení slanosti sedimentů. Mezi další přednosti patří rozvrstvení teplot ve vodních masách, kdy se stoupající hloubkou dochází k ochlazení vody a toto tepelné rozhraní ovlivňuje proudění vodních mas. V neposlední řadě je to hustota vodstev, která je závislá na teplotě a na slanosti.

Celá hmota světových moří je v nepřetržitém pohybu, a to na povrchu, ale i ve značných hloubkách pod hladinou. Pohyb vodních mas je zapříčiněno silou větru, slapovým působením Slunce a Měsíce, přítokem velkých toků do oceánů a moří. Celková energie mořských vln může dosahovat velikosti až 300 – 350 miliard MJ. K získávání elektrické energie z moří a oceánů existují tři způsoby. První způsob je využití energie přílivu, druhý způsob je využívání energie vlnění a posledním způsobem je využívání termického potenciálu oceánů a moří.

### 1) Přilivové elektrárny

Přilivové elektrárny se budují v ústí řek či v zálivech, vlastně se jedná o přehradní hráze v délce i několika kilometrů. Při stavbě přilivových elektráren je důležité přihlížet ke všem vlastnostem daného místa, protože elektrárny vychází z přílivu a odlivu. Obecně jsou závislé na chodu slapových sil, a tím je chod přílivů a odlivů vodních mas na různých místech Země nepravidelný. Princip elektráren začíná s přílivem, kdy dochází k uzavření stavidel. Hladina oceánů vystoupá do nejvyšší možné výšky a následně dochází k vyrovnání hladiny na obou stranách hráze. Po celou dobu se voda žene přes turbíny.

V okamžiku, kdy odliv dosahuje maxima, tak se opět hladiny na obou stranách hráze vyrovnají. Předpokladem jsou turbíny, které jsou schopny práce v obou směrech.

## 2) Energie vlnění

Nejdůležitějším pohybem vodních částic na povrchu oceánů a moří je vlnění. Vlnění má různý původ, může být vzniklé působením větru nebo působením slapových sil. Tento způsob využití energie moří a oceánů se zatím moc nevyužívá. Elektrárny využívající energii vlnění pracují na jednoduchém principu. Jedná se o plovák, ve kterém je kyvadlo. Vždy když dochází k vlnění hladiny, způsobí to pohyb kyvadla a tím dochází k výrobě elektrické energie.

## 3) Termický potenciál

Dochází k využití přírodního jevu, kdy dochází k prohřívání oceánu Sluncem. Vzniklé teplo se poté využívá k výrobě elektrické energie pomocí tepelného čerpadla. Principem tepelného čerpadla je to, že dochází k odebrání tepla vodě pomocí chladiva, které v čerpadle cirkuluje [36, 37].

## **1.3 Solární energie**

### **Historie a základ solární energie**

Lidé prvotně využívali sluneční energii pro vlastní obživu. Člověk se naučil používat oheň na vaření, topení a ochranu před zvěří. Významným se stalo 17. století, kdy se Evropané naučili akumulovat sluneční energii v uzavřeném prostoru, a to se stalo základem vzniku skleníků. V roce 1752 byl objeven Benjaminem Franklinem hromosvod, což se stalo počátkem poznávání elektřiny. V roce 1861 byl ve Francii sestaven první parní motor na solární pohony. V České republice nastal velký zlom mezi lety 2009 – 2010, kdy se počet fotovoltaických elektráren vyšplhal ze stovek na několik tisíc. Důvodem byl pokles pořizovacích nákladů a možnost určité výše dotací od státu [17].

Základ pro solární energii je Slunce, díky němu je možné existovat a žít na naší planetě. Slunce je nejdůležitější hvězda, která je zdrojem tepla a světla. Solární energie zajišťuje jeden z nejdůležitějších dějů v přírodě, jelikož kvůli zachycení sluneční energie a následné syntéze organických látek, tak dochází ke vzniku fotosyntézy. Tento děj umožňuje růst rostlinstva, která jsou potravou mnoha živočichů, což jim dodává energii pro život a živočichové se stávají potravou pro lidi. Ze slunečního záření na Zem dopadne přibližně 47%, dalších 23% zajišťuje koloběh vody na Zemi, 19% se zachytí v atmosféře a zbylých 11% se rozdělí mezi biomasu, konvekci a teplo [17].

### **Využívání slunečního záření**

Podle využívání slunečního záření můžeme sluneční záření rozdělit na aktivní a pasivní.

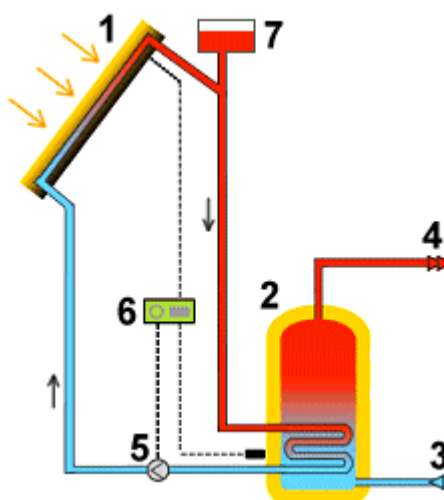
- **Pasivní využívání**

Pasivní využívání se děje na základě přírodních procesů. Nevyžadují žádná zvláštní zařízení, ale jen využívání pouze skleníkový efekt. Skleníkový jev vzniká při průchodu slunečních paprsků, které prochází skrz okna do bytu či skleníku, jsou pohlcovány předměty nebo daným okolím a teplota v dané místnosti roste. Slunce zcela zdarma vyhřívá náš byt či skleník. Tato pasivní metoda zahřívání je jednoduchá a není ekonomicky náročná, ale má omezená uplatnění. Problematikou ohledně pasivního využívání se zabývá solární architektura, která navrhuje tzv. sluneční domy. Tyto stavby jsou konstruovány tak, aby bylo k jejich provozu a vytápění využito co nejvíce sluneční energie. Pro zvýšení účinnosti těchto staveb lze kombinovat solární architekturu se solárními kolektory či s fotovoltaickými panely. Solární kolektory slouží k pohlcení slunečního záření a k jeho přeměně na tepelnou energii, která je předávána teplotonosné látce, což může být kapalina nebo vzduch. Nejvíce využívané jsou kapalínové solární kolektory pro ohřev vody, vzduchové lze využít k předehřevu čerstvého vzduchu pro větrání [18, 19].

- **Aktivní využívání**

Zde dochází k vytvoření celistvého solárního systému, neboť k vytápění či ohřevu vody sluneční energií nestačí pouze solární kolektor. K němu se připojí hlavní prvky solárního systému, které tvoří kolektor, potrubí, zásobník, tepelný výměník, oběhové čerpadlo, expanzní nádoba, regulační prvky a další. Na základě zvoleného solárního systému závisí jejich parametry a propojení. Může se jednat o systém pro sezónní využití nebo o celoroční vytápěcí systém, oběh teplonosné kapaliny může být samotížný nebo nucený, jednookruhový nebo dvouokruhový. Samozřejmostí je možnost kombinování solárního ohřevu vody s jinými zdroji energie, například s plynem nebo elektřinou. Nejpoužívanější je dvouokruhový kapalinový solární systém pro celoroční ohřev teplé vody.

1. Solární kolektor
2. Tepelný výměník
3. Přívod studené vody
4. Odběr teplé vody
5. Oběhové čerpadlo
6. Automatická regulace
7. Expanzní nádoba



Obrázek 6 - dvouokruhový kapalinový solární systém

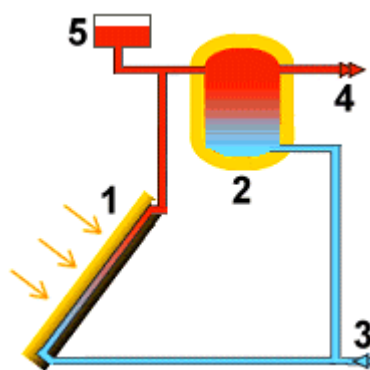
Pro přenos tepla z kolektoru do výměníku se využívá nemrznoucí kapalina na bázi propylenglykolu. V tepelném výměníku dochází k předání tepla od nemrznoucí kapaliny pomocí stěn měděného potrubí ohřívané užitkové vodě. Oběh teplonosné kapaliny ve vzduchotěsně uzavřeném okruhu zajišťuje oběhové čerpadlo. Expanzní nádob slouží k vyrovnání změn objemu kapaliny při různých teplotách, které mohou nastat při oběhu vody. Funguje zde princip automatické regulace, kdy dochází k řízení celého solárního



systému na základě údajů, které jsou naměřeny pomocí čidel umístěných v různých částech systému [18].

Dalším známým typem je jednookruhový kapalinový solární systém, kdy se jedná o jednodušší typ solárního systému a využívá se k sezónnímu ohřevu vody, například k ohřívání vody v bazénu. Dochází k tomu, že studená voda přichází do solárního kolektoru, kde se ohřívá a shromažďuje se v tepelně izolovaném zásobníku, který je umístěn nad kolektorem.

- 1) Solární kolektor
- 2) Zásobník teplé vody
- 3) Přívod studené vody
- 4) Odběr teplé vody
- 5) Expanzní nádoba [18]



Obrázek 7 - jednookruhový kapalinový solární systém

### Fotovoltaická technologie, Sluneční elektrárny

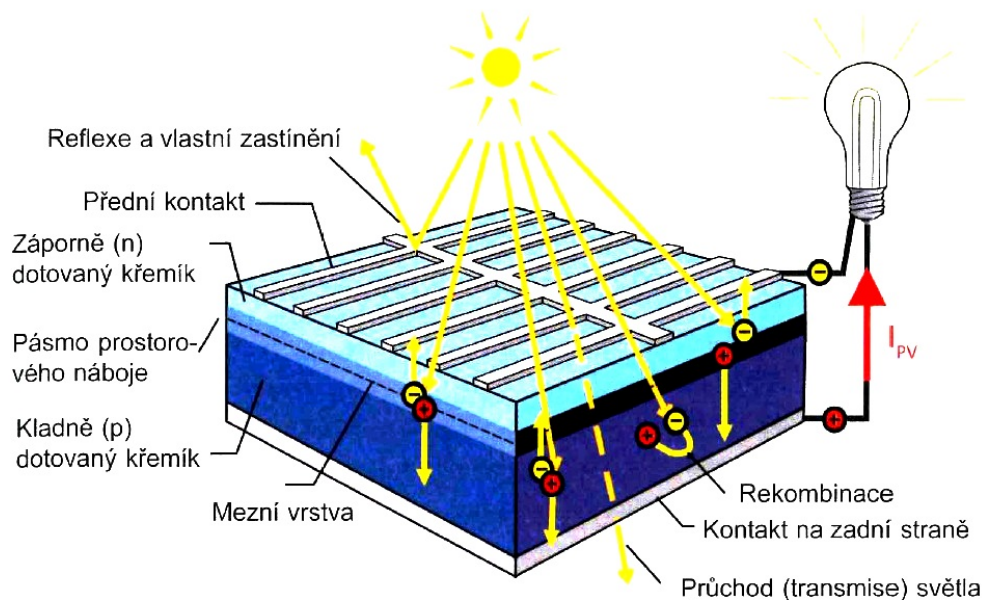
Jedná se o přímou přeměnu slunečního záření na elektřinu. Existují dvě možnosti rozdělení solárních systémů:

- 1) Transformace solárního záření na elektrickou energii
- 2) Transformace solárního záření na teplo

První varianta se hojně využívá v ČR, z toho důvodu, že dochází k přeměně slunečního záření na elektrickou energii pomocí využívání solárních neboli fotovoltaických článků.

## Princip funkce fotovoltaického článku

Fotovoltaický (sluneční, solární) článek je vlastně polovodičová dioda, její základem je tenká křemíková destička s vodivostí typu P - anoda. Na tenké křemíkové destičce se při výrobě vytvoří další tenká vrstva, ale s vodivostí typu N - katoda, obě vrstvy jsou od sebe vzájemně odděleny tzv. P-N přechodem, neboť ve vrstvě typu N je nadbytek elektronů a naopak ve vrstvě typu P je jich nedostatek, takže vrstva typu P obsahuje přebytek kladně nabitých děr. Vlivem osvětlení článku dojde v polovodiči ke vzniku vnitřního fotoelektrického jevu a v polovodiči se začnou uvolňovat záporné elektrony z krystalové mřížky. Na přechodu P-N se vytvoří elektrické napětí, které se u křemíkových článků pohybuje kolem 0,5 – 0,6 V. Napětí jednoho článku má velice nízkou hodnotu pro běžné využívání. Aby došlo k navýšení na požadovanou hodnotu napětí, se využívá sériové zapojení jednotlivých článků, naopak paralelní kombinací lze dosáhnout vyšší hodnoty proudu. V praxi se nejvíce využívá sério-paralelní zapojení, aby došlo k navýšení požadovaných parametrů [18, 20].



Obrázek 8 - Princip funkce fotovoltaického článku [21]

## **Fotovoltaické systémy**

Solární panely potřebují ke své funkci další technické prvky – například akumulátorovou baterii, regulátor dobíjení, napěťový střídač, indikační a měřicí přístroje, případně systém automatického otáčení za Sluncem. Celková sestava těchto panelů se nazývá fotovoltaický systém. Můžeme je rozdělit na tři základní skupiny.

- **Nejjednodušší fotovoltaický systém**

Fotovoltaický modul je rovnou napojen na spotřebič. Spotřebič v tomto zapojení pracuje jen při dostatečném osvětlení fotovoltaického modulu a to je hlavní nevýhoda tohoto celého systému. Proto je tenhle typ možné zvolit jen výjimečně, například k napájení malých dětských hraček.

- **Autonomní fotovoltaický systém**

Zde se jedná o zdroj, který je nezávislý na rozvodné síti. Jedná se o tzv. ostrovní fotovoltaický systém, označovaný též jako grid-off. Systém je tvořen z fotovoltaických modulů, regulátoru, akumulátoru a spotřebiče. Dochází k ukládání elektrické energie v nabitých akumulátorech pro období, kdy Slunce nesvítí. Regulátor je důležitý pro správnou funkci nabíjení a vybíjení akumulátoru. Ostrovní systémy je vhodné využít tam, kde není přístup k rozvodné síti, tedy k napájení zahradních svítidel nebo elektrických spotřebičů.

- **Fotovoltaický systém spojený s rozvodnou sítí**

Velké fotovoltaické systémy mohou být konstruovány tak, aby veškerou nebo pouze část vyrobené elektrické energie dodávaly do veřejné rozvodné sítě. Můžeme je najít pod názvem grid-on. Zdrojem je fotovoltaický modul, kde je důležité transformovat stejnosměrné napětí na napětí střídavé. Obecně musí zařízení splňovat přísné požadavky na

bezpečnost. Tyto systémy pracují zcela automaticky a nejvíce se vyskytují v Německu a Japonsku. Tyto systémy můžeme vidět na střeších rodinných domů [18].

## **Výhody a nevýhody solárních elektráren**

### **Výhody solárních elektráren**

- Bez emisí a škodlivin
- Nevyčerpatelný zdroj
- Bezhlučný provoz
- Finanční úspora
- Snadná instalace
- Možnost dotace

### **Nevýhody solárních elektráren**

- Velmi proměnlivá výroba
- Vysoké investiční náklady
- Nevyplatí se všude
- Závislost na klimatických podmínkách

## **1.4 Geotermální energie**

Geotermální energie je tepelným projevem zemského jádra. Jedná se o obnovitelný zdroj energie i přes to, že některé zdroje geotermální energie jsou vyčerpatelné avšak v měřítku několika desítek let. Tepelná energie Země roste s rostoucí vzdáleností od povrchu, některé její projevy lze spatřit i na povrchu, jako například horké prameny, gejzíry či erupce sopky. Geotermální energie se využívá jednak v tepelné podobě pro vytápění, ale slouží i k výrobě elektrické energie prostřednictvím geotermálních elektráren [22].

### **Zdroje geotermální energie**

- Původní teplo zemského jádra – vzniklo již na počátku vzniku naší planety
- Rozpad radioaktivních prvků – spadá sem především uran, který tvoří největší zdroj tepelné energie Země, dále sem patří thorium a radioaktivní dusík
- Fyzikálně chemické reakce – reakce, které probíhají v zemské kůře a při kterých dochází k uvolňování tepla
- Tektonický pohyb – tepelná energie, která vznikla při pohybu tektonických desek
- Energie slapových sil – energie, která vznikla třením vodních mas navzájem a o pevninu

### **Parametry geotermální energie**

Spadají sem hlavní parametry, které určují kvalitu a využitelnost tepelné energie v daném místě.

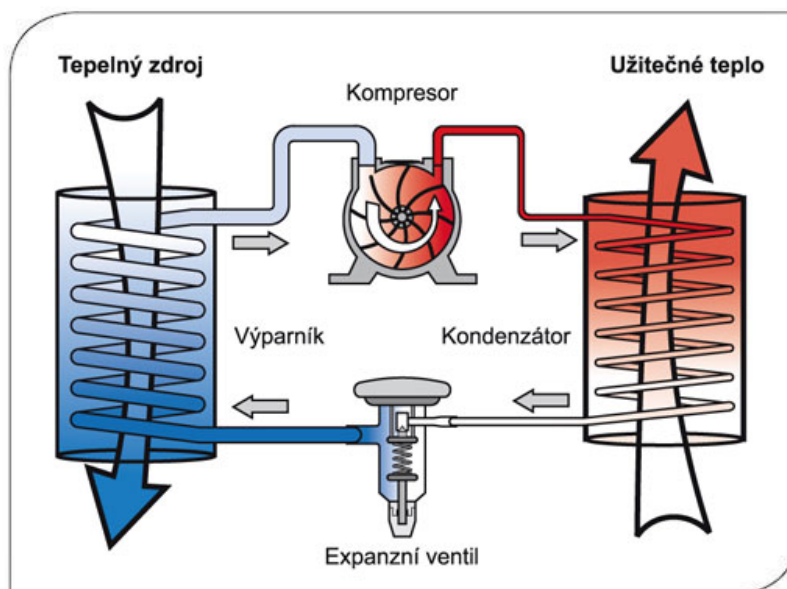
- Teplota – roste s rostoucí vzdáleností od povrchu Země, tento proces je ovlivněn dalšími faktory, jako například prouděním podzemní vody.
- Tepelný gradient – parametr, který ukazuje přírůstek teploty na jednotku hloubky. Průměrná hodnota je kolem 30°C/km, hodnota závisí na míře vulkanizace v daném místě.
- Tepelný tok – množství tepla, které prochází jednotkou plochy za jednotku času, tento parametr lze využít k dopočítání tepelného gradientu [22].

### **Využití geotermální energie**

Využití závisí na dané lokalitě a jejích vlastnostech, ale geotermální energie je využita k vytápění pomocí tepelného čerpadla nebo k výrobě elektřiny v geotermální elektrárně.

## Princip tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo je zařízení, které umožňuje odebrat teplo okolnímu prostředí a převádět ho na vyšší teplotní hladinu, poté je předáváno do místa potřeby, což je k vytápění či pro ohřev teplé užitkové vody. Zařízení si lze představit jako chladničku, jelikož pracují na podobném principu. Jedná se o chladicí zařízení, které není určeno ke chlazení, ale především k produkci tepla. Základem je tepelný výměník, který se konkrétně u chladniček nachází na zadní straně, čímž dochází k tomu, že chladnička výměník hřeje a tím se vytápí celý prostor. Tepelné čerpadlo ochlazuje jiný zdroj tepla, například vzduch, podzemní vodu nebo povrchovou vodu v okolí domu. Činnost tepelného čerpadla je závislá na procesech spojených se změnou skupenství v závislosti na tlaku pracovní látky, jež se nazývá chladivo. Za nízkého tlaku a teploty se ve výparníku odnímá teplo ochlazované látky a tím dochází k varu, a proto se kapalné chladivo postupně mění v páru. Páry chladiva jsou z výparníku odsávány, poté jsou stlačeny a v kondenzátoru předávají teplo ohřívané látce a mění opět své skupenství zpět na kapalné. Po snížení tlaku kapalnému chladivu je opět přiváděno do výparníku, kde doplňuje vypařené chladivo, tím je cyklus uzavřen [24].



Obrázek 9 - Princip tepelného čerpadla

## **Princip geotermální elektrárny**

Geotermální elektrárna pracuje na principu dvou tepelných výměníků. Jeden z nich se nachází pod zemí, přibližně v hloubce cca 3 – 5 km. Zde je voda přirozeně vháněná do vrtu, tím dochází k ohřevu vody a poté se čerpá na povrch, kde je její energie poté využita k pohonu turbíny. Jedná se o uzavřený cyklus, kdy je ochlazená voda vháněna zpět do podzemí. Jelikož se jedná o bezodpadový cyklus, elektrárna svým provozem tak nezanechává žádnou ekologickou stopu. Geotermální elektrárny se hojně vyskytují na Islandu, kde se největší elektrárna nazývá Nesjavellir. Její celková produkce činí 90 MW elektrické energie, zde se vyrábí elektřina i teplo[23].

## **Výhody a nevýhody geotermální energie**

### **Výhody geotermální energie**

- Stálá produkce energie
- Velice šetrná vůči ŽP

### **Nevýhody geotermální energie**

- Vysoké investiční náklady
- Vhodná lokalita

## **1.5 Biomasa**

### **Základní definice biomasy**

Biomasa je veškerá organická hmota na Zemi, která je součástí koloběhu živin. Obecně se dá říci, že se jedná o látku biologického původu. Spadají sem těla všech živých i mrtvých organismů, může se tedy jednat o rostlinnou i živočišnou biomasu, ale také se sem řadí organické odpady [24,25].

### **Rozdělení biomasy podle skupenství**

- **Pevná biomasa** – využívá se jako palivo k vytápění domů (pelety, brikety) nebo ve formě průmyslových paliv (dřevní štěpka, sláma). Své využití má i v elektroenergetice, kde slouží k výrobě elektřiny a tepla.
- **Plynná biomasa** – v plynném skupenství ji najdeme pod názvem bioplyn. Je vyráběn v bioplynových stanicích a slouží k produkci tepla, elektřiny a biometanu. Pro jeho výrobu se využívá například kukuřičná siláž.
- **Kapalná biomasa** – tento druh biomasy se přimíchává k motorovým palivům [26].

### **Způsoby využití biomasy**

- **Z energetického hlediska**

Za energetickou biomasu jsou považovány zejména rostliny, neboť jsou schopny akumulovat energii slunečního záření. Obecně se dá říci, že sem patří rychle rostoucí dřeviny nebo rostliny bylinného charakteru. Fyzikální a chemické vlastnosti použité biomasy určují nejvhodnější cestu využití biomasy pro energetické účely. Existuje několik kritérií, jak rozdělit několik způsobů získávání energie z biomasy. Zejména vlhkost je jeden z nejdůležitějších parametrů, který je popsán obsahem sušiny v biomase. Biomasa, která tvoří hmotnostní podíl 50% sušiny, tak tvoří rozhraní mezi mokrymi procesy, kdy hmotnostní obsah sušiny je menší než hmotnostní obsah vody a suchými procesy, kdy naopak hmotnostní obsah sušiny je větší než hmotnostní obsah vody.

I když existuje několik možností, jak využít biomasu k energetickým účelům, tak dominantně převládá ze suchých procesů spalování a z mokrych procesů výroba bioplynu anaerobní fermentací vlhké biomasy [4].



Typ konverze biomasy	Způsob konverze biomasy	Energetický výstup	Odpadní materiál nebo druhotná surovina
termochemická konverze (suché procesy)	spalování	teplo vázané na nosič	popeloviny
	zplynování	generátorový plyn	dehtový olej uhlíkaté palivo
	pyrolýza	generátorový plyn	dehtový olej pevné hořlavé zbytky
biochemická konverze (mokré procesy)	anaerobní fermentace	bioplyn	fermentovaný substrát
	aerobní fermentace	teplo vázané na nosič	fermentovaný substrát
	alkoholová fermentace	etanol, metanol	vykvašený substrát
fyzikálně-chemická konverze	esterifikace bioolejů	metylester biooleje	glycerin

Tabulka 1 - způsoby využití biomasy k energetickým účelům

- Biomasa odpadní

Tato biomasa se využívá zejména k výrobě a spalování bioplynu v bioplynových stanicích nebo k výrobě pevných paliv, jako jsou dřevěné brikety, pelety. Zde se využívají odpady z rostlinné výroby, například řepková sláma, dále odpady z živočišné výroby, například zbytky krmiv a další biologické odpady [24, 25].

### Získávání energie z biomasy

Energii z biomasy získáváme spalováním. Jedná se o termochemický proces, při kterém dochází k rozkladu organické látky na hořlavé plyny a další látky. Poté za přítomnosti vzduchu dochází k oxidaci, kdy se uvolňuje voda, teplo a oxid uhličitý, který je považován za jeden z tzv. skleníkových plynů. Množství tepla závisí na druhu materiálu, z důvodu toho, že každý materiál má různou výhřevnost. Výhodou spalování biomasy oproti spalování fosilních paliv je takový, že produkce oxidu uhličitého je skoro nulová. Množství plynu, které se uvolní do ovzduší, je srovnatelné s množstvím, které rostliny pohltnou během svého života.

Biomasa je poměrně náročná na spalování, velmi často dochází k tomu, že hoří pouze část paliva. Je to dáno velmi vysokým podílem těkavé látky a vzniklých plynů s různými spalovacími teplotami. Proto je velmi důležité dbát na vysokou teplotu a účinné promísení se vzduchem během spalování.

Biomasa je velmi často využívána v domácnostech jako zdroj tepelné energie. Můžeme spalovat samotné dřevo, které je považováno za druh biomasy nebo ve formě pelet či briket ve speciálních kotlích. Biomasa se využívá k produkci tepla, elektřiny nebo k jejich kombinaci. Nejvyšší účinnosti dosahuje při produkci tepla, což je kolem 90%, při produkci elektřiny se účinnost pohybuje kolem 50% a při kombinované výrobě se účinnost pohybuje v rozmezí 50 – 90% [25].

### **Zpracování biomasy pro energetické účely**

- Mechanická úprava

Při mechanických procesech dochází k úpravě biomasy před její finální podobou. Usnadňuje to zejména přepravu i její možné další využití pro získání energie. Do mechanických úprav patří řezání, drcení, štěpkování a lisování.

- Termické procesy

- 1) Karbonizace – jedná se o metodu, kdy dochází k výrobě dřevěného uhlí pro energetické účely. Dříve se využíval tepelný rozklad, který byl neekologický, proto se dnes využívá proces suché destilace v karbonizačních pecích a retortách.

- 2) Pyrolýza – jedná se o termický rozklad organického materiálu bez přístupu kyslíku.

- 3) Zplyňování – v metodě zplyňování dochází k využití slámy, palivového nebo odpadního dřeva a dochází k přeměně na plynnou složku. Produktem je generátorový plyn, který slouží k produkci elektřiny či tepla.
- Biochemická a chemická přeměna
- 1) Alkoholové kvašení – produktem kvašení je ekologické palivo pro spalovací motory. Důležitou složkou jsou rostliny obsahující cukr a škrob.
- 2) Metanové kvašení – hlavní látkou je bioplyn, což je směs plynů obsahující 50 – 75% metanu, 25 – 40% oxidu uhličitého. K produkci dochází pomocí anaerobní fermentace, což je proces, při kterém dochází ke zpracování odpadních vod a zvířecích exkrementů.
- 3) Esterifikace surových olejů – produktem je metylester, který má podobné vlastnosti jako motorová nafta. Získává se z vylisovaného oleje z olejních rostlin se substitucí metylalkoholu [25].

## Výhody a nevýhody biomasy

### Výhody biomasy

- Využití a spalování odpadu
- Vyrovnaná bilance oxidu uhličitého
- Využití v domácnostech

### Nevýhody biomasy

- V některých případech nutná úprava odpadu
- Skladovací prostory
- Účinnost při produkci elektřiny a tepla

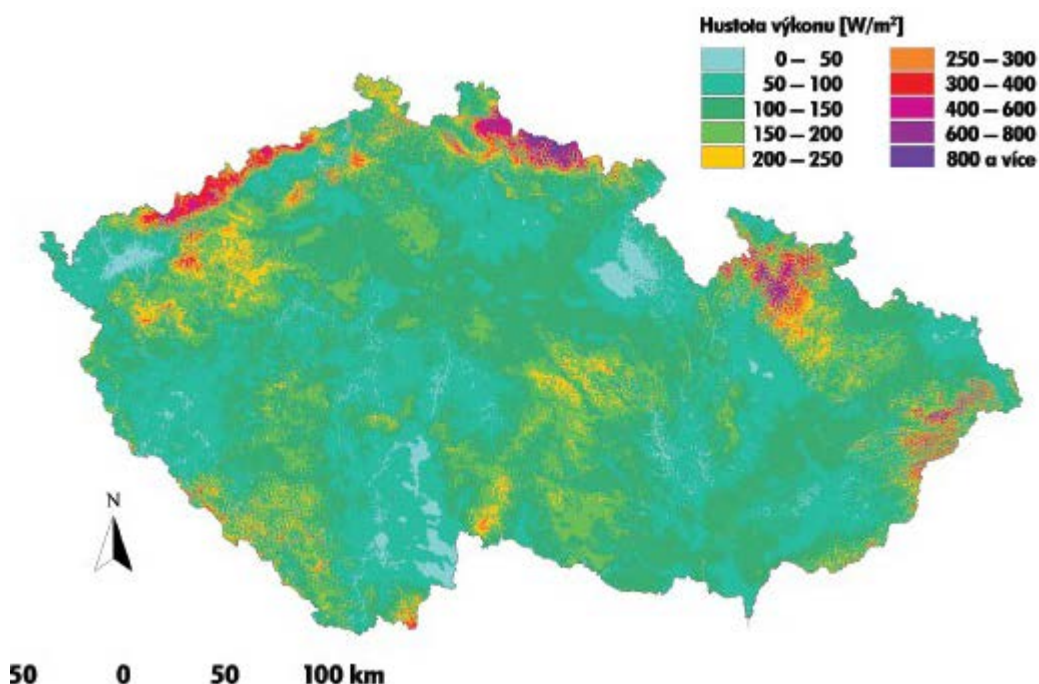
## 2 Přírodní a technické podmínky pro provoz

V následující části se budu věnovat přírodním a technickým podmínkám jednotlivých zdrojů obnovitelné energie.

### 2.1 Větrná elektrárna

#### Přírodní podmínky

Nejdůležitějším parametrem pro využívání energie větru je rychlost větru. Ten se udává převážně v m/s. S nadmořskou výškou se proudění větru logaritmicky zvyšuje, neboť poblíž zemského povrchu je proudění ovlivněno mnoha faktory, například drsností povrchu, dále může být rychlost větru zpomalována, a to převážně terénními překážkami (kopce, budovy). Proudění vzduchu je vždy turbulentní, což se ukazuje kolísáním rychlosti a směrem větru. Proto je důležité provádět měření pomocí anemometrů (mechanické či elektronické). Výsledky měření jsou průměrované za určitý časový interval. Pro měření rychlosti větru platí mezinárodní standardy, což je výška 10 m nad zemským povrchem – v případě, že to není možné dodržet, jsou údaje dohodnutým způsobem přepočteny na tuto výšku.



Obrázek 10 – Větrný atlas České republiky

Pro velmi hrubou představu existují dostupná měření na meteorologických stanicích. V ČR se měření rychlosti a směr větru spolu s jinými klimatickými podmínkami provádí v přibližně 200 meteorologických stanicích ČHMÚ, včetně stanic synoptických a klimatologických. Výsledky měření jsou odborně kontrolovány, archivovány a jsou dostupné za poplatek ve formě nezpracovaných dat nebo ve formě výsledků analýzy těchto dat.

### **Technické podmínky**

Na základě aerodynamického principu můžeme větrné motory rozdělit na vztlakové a odporové. Nejrozšířenějším typem jsou elektrárny s vodorovnou osou otáčení, které pracují na vztlakovém principu. Existují i elektrárny se svislou osou otáčení, ty mohou pracovat na vztlakovém principu (Darrieus) nebo na odporovém principu (Savonius). Výhodou elektráren se svislou osou, které pracují na vztlakovém principu je že mohou dosahovat vyšší účinnosti pomocí vyšší rychlosti otáčení. Ale v praxi elektrárny se svislou osou otáčení nenašly příliš velké uplatnění, neboť u nich docházelo k mnohem vyššímu dynamickému namáhání, které snižuje jejich životnost. Další nevýhodou je jejich menší rychlost větru, což je zapříčiněno malou výškou rotoru nad terénem [27].

## **2.2 Vodní energie**

### **Přírodní podmínky**

Nejdůležitějším faktorem pro úspěšnou výstavbu vodní elektrárny je dostatečné množství vody a dostatečný spád. Proto zejména v ČR mají význam menší vodní elektrárny, které mohou být závislé na počasí či ročním obdobím. Důležitou součástí každé vodní elektrárny je jez, popřípadě přiváděcí nebo odtokový kanál. Jejich výstavba je velmi nákladná, proto je levnější zrekonstruovat starší vodní dílo. Pro výstavbu vodní elektrárny je rozhodující výběr vhodné lokality, protože to znamená značný zásah do ŽP (přehradní hráz, zatopená oblast). Rozhodujícím parametrem je průtočné množství vody a využitelný spád v dané lokalitě. Dalšími důležitými věcmi jsou možnosti umístění vhodné

technologie, vhodné geologické podmínky a dostupnost lokality pro těžké mechanismy, zásah do okolní přírody.

### **Technické podmínky**

Pro hráze je typická větší výška vzdutí, větší objem zadržené vody a plocha zaplavovaného území. Jejich nová výstavba je z ekonomických a ekologických hledisek neúnosná, jestliže jsou stavěny pouze za účelem provozování malých vodních elektráren. Nicméně využití stávajících přehradních hrází může být ekonomicky přínosné. Například u základových výpustí nádrží je nutno mařit energii protékající vody, například instalací rozstřikovacích uzávěrů. Tato instalace ale není nutná, jelikož tuto funkci může částečně přebrat vodní turbína. Dále máme strojovnu, ve které se nachází strojní a elektrotechnické zařízení elektrárny. Stavební část turbíny spolu se strojní částí dohromady tvoří elektrárnu jako celek. Rozměry a konstrukce stavební části je nutné brát v úvahu při volbě turbíny, poněvadž dražší strojní vybavení může svojí kompaktností snížit celkové investiční náklady [28].

#### **Základní technickou podmínkou je vhodná volba správné turbíny:**

- Kaplanova – vhodná pro spády od 1 do 20 m, průtoky 0,15 až několik m<sup>3</sup>/s.
- Francisova – na rekonstruovaných MVE je ji možné vidět od 0,8 m. Její oprava se vyplácí zejména od spádu 3 m. Instalace nových turbín v MVE se dnes omezuje na spády do 10 m a větší průtoky (vyšší výkony).
- Peltonova – vhodná pro spády nad 30 m, průtoky od 0,01 m<sup>3</sup>/s.
- Bánkiho – vhodné pro spády od 5 až 60 m, průtoky 0,01 až 0,9 m<sup>3</sup>/s.

## 2.3 Sluneční energie

### Přírodní podmínky

Rozhodujícími hlavními faktory pro zvolení vhodné lokality jsou oblačnost a znečištění atmosféry. Její celková dostupnost na světě je ovlivněna zeměpisnou šířkou, roční dobou, lokálními podmínkami, sklonem plochy na níž sluneční záření dopadá a další. Množství dopadající sluneční energie se v jednotlivých letech liší přibližně o 10%. Konkrétně na území ČR ročně dopadá na jednotku vodorovné plochy přibližně 950 až 1340 kW/m<sup>2</sup>. Z energetického hlediska lze říci, že z jedné kilowaty běžného systému lze za rok získat v průměru 900 – 1100 kWh elektrické energie [30].

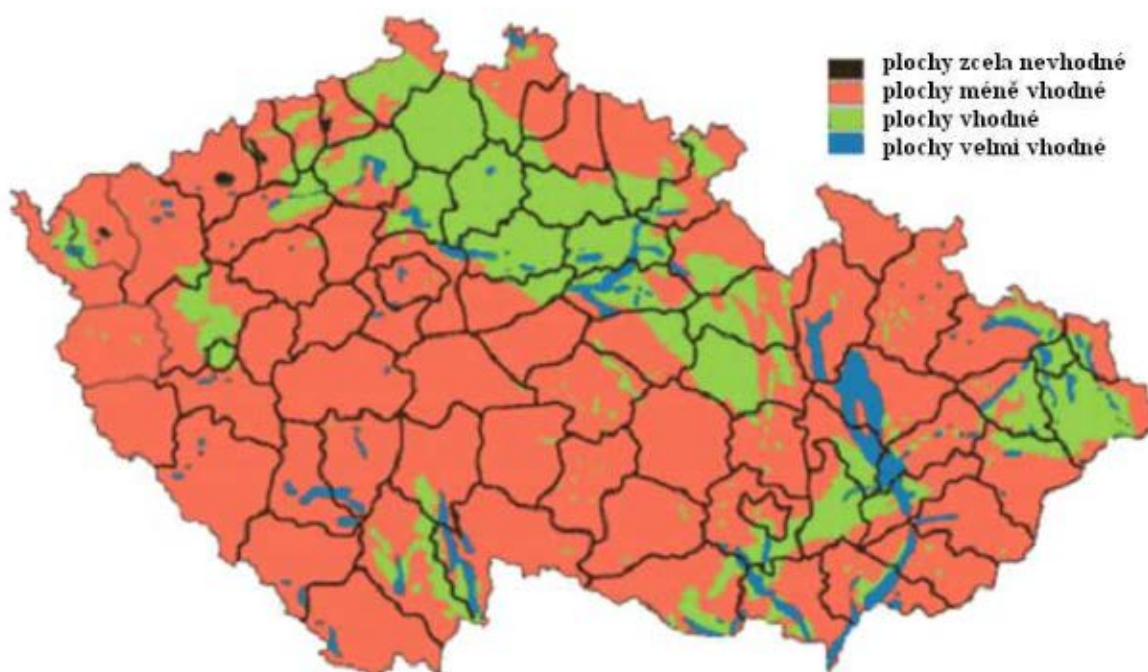
### Technické podmínky

Fotovoltaické panely lze velice snadno aplikovat na střechy nebo fasády budov. Předpokládá se, že s přechodem k budovám s téměř nulovou spotřebou energie se fotovoltaika ve větší míře uplatní ve stavebnictví. Ke stavbě se využívají zejména vhodné střešní plochy domů, výrobních hal nebo vhodně orientované volné plochy. Instalace na střeše je nejvýhodnější po stránce bezpečnosti elektrárny. Ideální je sedlová střecha, která je orientovaná na jih, s možným odklonem na východ či západ cca 10 – 15 % a sklonem střechy 35 – 45 %, zde lze počítat s výkonem 1 kWp na 7 – 9 m<sup>2</sup> střešní plochy. Lze využít i střech s odlišnou orientací, tím ale dochází ke snížení maximální účinnosti elektrárny a tedy i k prodloužení návratnosti investice. Na ploché střechy a na zem se fotovoltaické panely instalují na speciální nosnou konstrukci, tím je dostupná ideální orientace panelů. Zde lze počítat s výkonem 1 kWp na 17 – 20 m<sup>2</sup> plochy. Mezi panely musí být dostatečná, aby nedocházelo k možnému stínění ani v zimních měsících [29].

## 2.4 Geotermální energie

### Přírodní podmínky

Důležité je zvolit vhodnou lokalitu, kdy je konkrétní území posuzováno z geologických a hydrologických podkladů. Do geologického posudku spadá vydatnost zdroje a náklady na jeho využití (hloubka uložení, maximální čerpané množství, tepla a využitelný teplotní spád). Dále se hodnotí rizika využití, přičemž u geotermálních vod se jedná o mineralizaci na základě chemických rozborů. V neposlední řadě se hodnotí vhodnost použití navrhovaného zdroje geotermální energie, a to zejména ve vztahu k životnímu prostředí, ale i ve vztahu k výrobnímu zařízení. Jeden z nejdůležitějších parametrů pro hodnocení vhodnosti lokality je reálný potenciál pro výrobu energie. Hodnocení je na základě mapy, kde lze nalézt vhodnost daných lokalit [31].



Obrázek 11 – Potenciál ploch pro geotermální využití v ČR



## **Technické podmínky**

Geotermální energie se využívá v povrchových zařízeních, která se dělí do tří základních skupin. Jsou to geotermální elektrárny, geotermální výtopny a geotermální teplárny. Základem je získaná energie z podzemního výměníku a ve formě ohřátého média je vyvedena na povrch do zařízení. V geotermální elektrárně dochází k výrobě elektrického proudu, kdy výroba proudu je mnohem složitější než zajištění tepla. Energetika se musí vyrovnat s relativně nízkou teplotou geotermálního média, proto dnes rozdělujeme geotermální elektrárny na čtyři základní druhy, dle principu výroby. Patří sem princip suché páry (dry steam), flash princip (flash steam), princip ORC (Organic Rankine Cycle), elektrárny HDR (Hot Dry Rocks). V dnešních moderních geotermálních elektrárnách se využívá zejména flash princip, kde se využívá voda z geotermálního zásobníku, která je pod velkým tlakem a má teplotu nad 180°C. Čerpáním vody z těchto zdrojů na povrch dochází ke zmenšení jejího tlaku a voda se postupně mění v páru, která uvádí turbínu do pohybu. Voda, která se nepřemění v páru, se vrací zpět do zásobníku pro další využití.

Geotermální výtopny slouží k vytápění a ohřevu teplé užitkové vody, proto využívají geotermální energii ve formě tepla. Geotermální teplárna je opatřena čerpadlem, které z hloubkového vrtu dopravuje horkou termální vodu na povrch. Z důvodu velkého obsahu minerálních solí v termální vodě není sama přímo teplonosným médiem, ale dochází k odebrání vnitřní energie pomocí tepelného výměníku. Geotermální teplárny představují kombinaci obou výše zmíněných variant [32].

## **2.5 Biomasa**

### **Přírodní podmínky**

Pěstování biomasy je ovlivněno mnoha faktory, jedná se zejména o klimatické podmínky nebo úrodnost půdy. Z tohoto důvodu je stupeň rozvoje využívání energie biomasy nerovnoměrný v jednotlivých státech. V přírodních podmínkách v ČR lze využít biomasu dle druhu pěstování.

- Biomasa odpadní
  - 1) Rostlinné odpady – vznikají ze zemědělské výroby a údržby krajiny (řepková sláma, kukuřičná sláma, obilná sláma, seno, zbytky po likvidaci křovin a dřevin, odpady ze sadů).
  - 2) Lesní odpady (dendromasa) – po těžbě dřeva zůstávají v lese značné zbytky stromové hmoty, které zůstávají nevyužité (pařezy, kořeny, kůra, vršky stromů).
  - 3) Organické odpady z průmyslových výrob – spalitelné odpady z dřevařských provozoven (odřezky, piliny, hobliny, kůra), odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce (cukrovary), odpady z jatek, mlékáren a lihovarů.
  - 4) Odpady ze živočišné výroby – hnůj, kejda, zbytky krmiv.
  - 5) Komunální organické odpady – kaly, organický tuhý komunální odpad.
  
- Biomasa záměrně produkovaná k energetickým účelům, neboli energetické plodiny:
  - 1) Lignocelulózové:
    - Dřeviny – vrby, topoly, akáty.
    - Obiloviny – celé obilné rostliny.
    - Travní porosty – sloní tráva, chrastice, trvalé travnaté porosty.
    - Ostatní rostliny – konopí seté, čirok, křídlatka.
  - 2) Olejnaté plodiny: řepka olejná, slunečnice, len.
  - 3) Škrobno – cukernaté plodiny: brambory, cukrová řepa, kukuřice.

Biomasu můžeme rozdělit na dvě základní skupiny dle obsahu vody. Biomasa suchá s vlhkostí do 40% a biomasa vlhká s vlhkostí nad 40%. Biomasa suchou lze po procesu dosušení spalovat (dřevo, sláma), naopak biomasa vlhká má své uplatnění ve výrobě bioplynu. Charakter biomasy má značný vliv na její výhřevnost, proto je důležité biomasu před spalováním vysušit. Všeobecně se doporučuje snížit vlhkost pod 30%, takže za optimální vlhkost se považuje do 20%. U některých materiálů jako je dřevo lze dosáhnout optimálního podílu vlhkosti přirozeným sušením na vzduchu. Výhřevnost dřeva je srovnatelná s výhřevností hnědého uhlí, naopak u rostlinných paliv výhřevnost kolísá. Závisí to na druhu a vlhkosti, na kterou jsou tato paliva velice citlivá [32].

### **Technické podmínky**

Petrochemická výroba se stává konkurencí pro technické využití biomasy. Výhodou je, že výrobky na bázi biomasy jsou ekologické, biodegradovatelné, neboli rozložitelné látky přírodními mechanismy a neškodí lidskému zdraví (náhrady azbestu v brzdových a spojkových obloženích rostlinnými vlákny). Způsob výroby je rovněž příznivý vůči ŽP. Před výběrem vhodného druhu energetické plodiny se musí porovnat náklady na pěstování, na výrobu (spotřebu energie) a výnosy (zisk) energie.

Z bylin jsou zajímavé rostliny produkující cukry, škrob nebo olej. Byliny produkující cukry jsou využívány pro výrobu pracích prášků, farmaceutik, kosmetiky a také v medicíně. Byliny produkující škrob se využívají k výrobě obalového papíru, lepenky, textilu, kelímků a nádobí na jednorázové použití. Rostliny produkující oleje se využívají zejména k výrobě barev, laků, svíček, mýdel a katalyzátorů v chemickém průmyslu.

Z dalších zajímavých druhů biomasy jsou zajímavá rostlinná vlákna, která mohou být dlouhá, ta se využívají na výrobu textilu a lan. Krátká vlákna mají zase využití pro výrobu izolačních hmot a na výrobu vláknocementové desek [33, 34, 35].

## 3 Legislativní podmínky

### 3.1 Energetická politika a legislativa EU

Energetická politika Evropské unie se zabývá mnoha odvětvími týkající se energetiky, a to včetně obnovitelných zdrojů energie. Mezi hlavní body řešení patří rostoucí závislost na dovozu, nízká míra diverzifikace, vysoké a kolísavé ceny energie, rostoucí celosvětová poptávka energie, rostoucí hrozby pojící se změnou klimatu a mnoho dalších. Hlavním cílem je zajištění spolehlivých dodávek energie za přijatelné ceny, k tomu chce Evropská unie vytvořit integrovanější, konkurenceschopnější evropský trh s energií. Unie rovněž prosazuje energii z obnovitelných zdrojů energie a její efektivní využívání. Obnovitelné zdroje energie jsou alternativou k fosilním palivům, což přispívá zejména ke snižování emisí skleníkových plynů.

Smlouva o Evropském společenství neposkytuje žádný společný právní rámec pro společné komunitární aktivity v energetickém sektoru, takže činnosti zůstávají převážně v kompetenci členských států, kde EU koordinuje činnosti tak, aby byly v souladu s právními dokumenty. Energetická politika je obecně politika zahrnující politiku vnějších vztahů, vnitřního trhu a životního prostředí. Hlavní orgány a instituce EU zabývající se energetikou jsou tyto:

- Evropská komise – Generální ředitelství pro energetiku;
- Evropský parlament – Výbor pro průmysl, výzkum a energetiku;
- Rada Evropské unie – Doprava, telekomunikace, energetika [38, 39].

### 3.2 Mezinárodní dokumenty EU a ČR

- Bílá kniha „Energie pro budoucnost – obnovitelné energie“

V roce 1997 byl přijat dokument zvaný Bílá kniha o obnovitelných zdrojích energie, kde byla nastíněna koncepce pro využívání alternativních zdrojů energie. Součástí tohoto

dokumentu jsou také návrhy na činnosti Společenství v určité oblasti. Bílá kniha je pro členské státy pouze doporučené východisko, je to nezávazný dokument [40].

- Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu

Kjótský protokol byl přijat v prosinci roku 1997. V Protokolu se Země zavázaly ke snížení emisí skleníkových plynů nejméně o 5,2 % ve srovnání se stavem v roce 1990, a to do konce prvního období, které bylo mezi 2008 – 2012. V roce 2012 byl schválen dodatek ohledně pokračování protokolu a jeho druhé kontrolní období bylo stanoveno na osm let, tedy na období (2013 – 2020). EU a jejich 28 členských států se zavázalo ke snížení emisí skleníkových plynů celkem o 20% se srovnáním s rokem 1990, a to do roku 2020. Snížení odpovídá cíli, který se nachází v příslušných předpisech EU přijatých v rámci tzv. klimaticko-energetického balíčku z roku 2009.

Česká republika podepsala Protokol dne 23.11.1998, dle usnesení vlády č.669/1997 a ratifikován byl dne 15.11.2001 (č.81/2005 Sb.m.s.), Protokol má tedy 192 smluvních stran. V České republice se jednalo o snížení emisí celkem o 8%.

Redukce se týkají emisí oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>), metanu (CH<sub>4</sub>), oxidu dusného (N<sub>2</sub>O), hydrogenovaného fluorovodíku (HFC<sub>5</sub>), polyfluorovodíku (PFC<sub>5</sub>), fluorodu sírového (SF<sub>6</sub>) a fluoridu dusitého (NF<sub>3</sub>). Pro každý skleníkový plyn existuje potenciál globálního ohřevu, který ukazuje schopnost daného plynu ovlivňovat klima. Kromě emisí uvažuje protokol také s propady neboli absorpcí vyvolanou změnami ve využívání krajiny [41].

- Zelená kniha o Evropské strategii pro bezpečnost dodávky energie

Dokument byl přijat Evropskou komisí v roce 2006 a stal se hlavním impulsem pro vznik společné energetické politiky. V Zelené knize je navrženo mnoho možností, jak snížit spotřebu energie prostřednictvím změny chování spotřebitele. Dále v ní můžeme nalézt popsání dané problematiky a následně návrh jejího řešení [42].

- Zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů energie – zákon č.180/2005

Cílem zákona je podpořit využívání obnovitelných zdrojů energie a tím zajistit trvalé zvyšování podílu obnovitelných zdrojů na spotřebě primárních energetických zdrojů, dále přispět k šetrnému využívání přírodních zdrojů a k trvale udržitelnému rozvoji společnosti. Zákon byl vytvořen ve prospěch lidstva, neboli jeho cílem je být hlavně šetrný vůči životnímu prostředí a to vše v zájmu ochrany klimatu. Podpora se vztahuje na všechny zařízení, které vyrábí elektřinu s pomocí OZE na území ČR. Spadá sem i výroba elektřiny z důlního plynu z uzavřených dolů. Nedílnou součástí zákona je úprava práva a povinností subjektů na trhu s elektřinou a podmínky podpory výkupu a evidence výroby [43].

### 3.3 Cíle do budoucna

- Energetická strategie 2020

Energetika hraje také důležitou roli v evropské hospodářské strategii Evropa 2020, kde úlohou členských států je závazně plnit cíle v dosažení podílu OZE na svém energetickém mixu a nezávazně v oblasti zvyšování energetické účinnosti. Je důležité brát v úvahu, že energetické cíle jsou provázány s klimatickou politikou a Unii.

Závazný cíl je podíl OZE na hrubé konečné spotřebě energie, a to ve výši 13% v roce 2020, je to dáno podle směrnice 2009/28/ES pro ČR. Součástí závazného cíle je podíl OZE v dopravě ve výši 10% v roce 2020. Tyto cíle jsou dány jako minimální cíle pro národní akční plán ČR a může dojít k jejich modifikaci. Všechny členské země jsou povinny také předkládat národní akční plán energetické účinnosti a to každé tři roky.

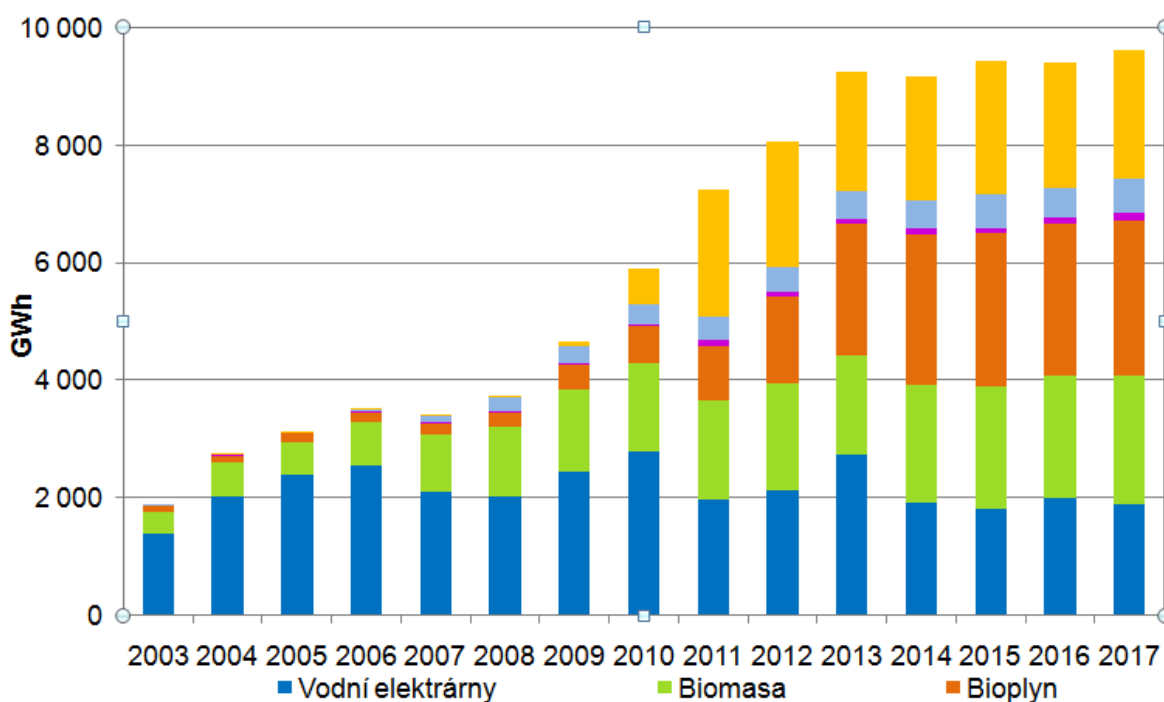
- Energetická strategie 2030

Tato strategie stanovuje konkrétní cíle ohledně energetiky a ochrany klimatu v roce 2030. Stanovuje snížení emisí skleníkových plynů nejméně o 40% ve srovnání s rokem 1990. Mělo by dojít ke zvýšení energetické účinnosti jako celku a mělo by vzrůst využívání OZE. Cíl je, aby podíl OZE na spotřebě energie bylo 27%. Dalšími hlavními body jsou koncepce režimů podpory, povolovací postupy, které budou zjednodušeny a zefektivněny [44].

## 4 Rozvoj obnovitelných zdrojů energie

### 4.1 Rozvoj v ČR

Za poslední roky došlo v ČR k velkému rozvoji ohledně získávání energie z obnovitelných zdrojů, ale stále má Česká republika velké rezervy ve využívání svého potenciálu. Je důležité si uvědomit, ve kterém druhu obnovitelných zdrojů energie je stále možnost dosáhnout rozvoje a kde naopak již nejde vývoj příliš podpořit. Dle poslední aktuální statistiky Ministerstva průmyslu u nás v roce 2017 OZE vyrobily celkem 9,6 TWh elektřiny a tvořily tak 11,1 % z její celkové výroby. Během nadcházejících let by mohlo dojít k dalšímu zvýšení využívání OZE, což by vedlo k levnějšímu, bezpečnějšímu a čistšímu získávání energie než z jaderné energetiky a pro stát by to bylo jednak perspektivnější, ale i ekologičtější. V níže uvedeném grafu jsou zaznamenána data od roku 2003 – 2017 pro výrobu elektřiny, která se získala v České republice [45].



Obrázek 12 - Rozvoj obnovitelných zdrojů energie v ČR



## **Větrná energie**

Z hlediska aktuální situace je důležité zmínit, že z hlediska větrné energie se na území ČR nachází elektrárny s instalovaným výkonem přibližně 308 MW a roční produkce dosahuje 0,5 TWh, což je zhruba 0,6 % produkce elektřiny. Do budoucna je cíl zvýšit jejich potenciál využití, ale bohužel zde nemáme tak vhodné lokality jako se nachází jinde ve světě. Cíl je zvýšit jejich potenciál dvacetkrát, tedy přibližně na 5 800 MW, samozřejmě s respektováním v zájmu ochrany přírody a skutečností, že některá vhodná místa nebudou využita z důvodu odporu veřejnosti.

Největším českým větrným parkem je Farma větrných elektráren Kryštofovy Hamry na hřebeni Krušných hor, která využívá právě svou vhodnou lokalitu, tedy oblý holý hřeben hor. Do provozu byl tento komplex uveden v roce 2007, v té době měl 21 turbín s celkovým výkonem 42 MW, později byly doplněny o další čtyři stroje v lokalitách Dolina a Rusová. Farma se nachází v nadmořské výšce 800 – 850 metrů, kde průměrná rychlost větru použitých turbín je 7,2 – 7,5 m/s. Instalované turbíny mají výšku gondoly 78 metrů, průměr rotoru je 82 metrů, celková výška elektrárny je 119 metrů a vypínací rychlost větru je 28 – 34 m/s. Jmenovitý výkon větrné farmy je 2 MW [46].



Obrázek 13 - Větrná farma - Kryštofovy hamry

### Vodní energie

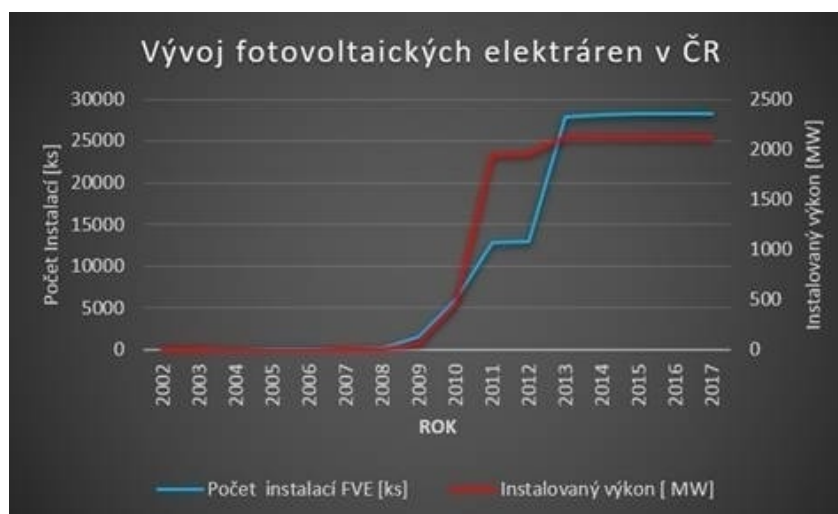
Z hlediska vodní energie je na území ČR jistý potenciál, ale dnes jsou téměř všechna vodní díla využita. Je zde možná výstavba malých vodních elektráren, které mají instalovaný výkon do 10 MW nebo je zde možnost výstavby dalších velkých přečerpávacích elektráren, ale téměř všechna potenciální díla jsou v ekologicky cenných oblastech. Nabízí se možnost přestavby dosud postavených elektráren, například přebudování Orlíku, ale je to poměrně ekonomicky náročné. Do budoucna je důležitá podpora malých vodních elektráren a zároveň u velkých děl je rozhodující mít připravené projekty s důkladným technickým a environmentálním rozbohem [47].

Na území ČR se nachází celkem tři přečerpávací vodní elektrárny s celkovým instalovaným výkonem přibližně 1 175 MW, dále se zde nachází 9 velkých vodních elektráren nad 10 MW s celkovým instalovaným výkonem 753 MW a kolem 1 600 malých vodních děl s výkonem pod 10 MW. Všechny přečerpávací elektrárny provozuje ČEZ [48].

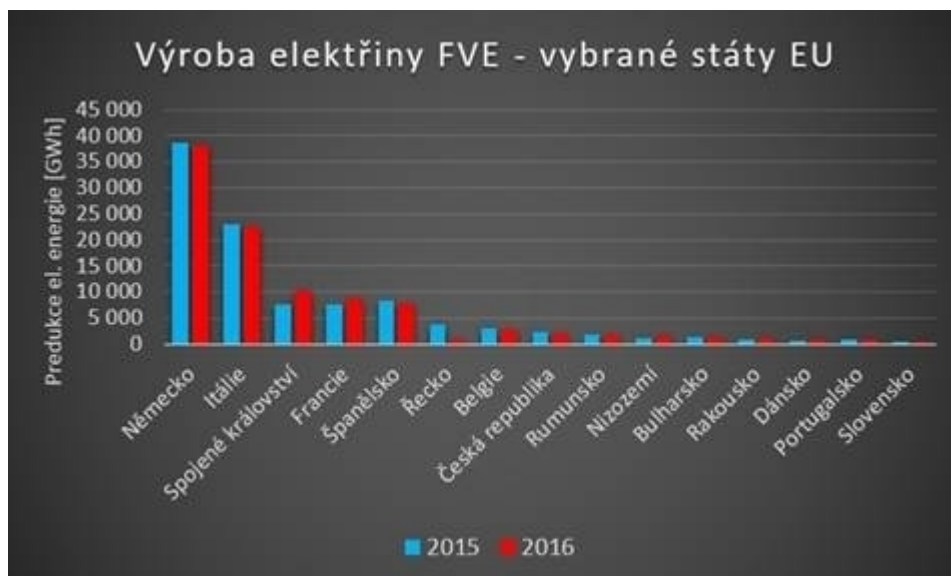
## Solární energie

V předchozích letech, zejména v letech 2002 – 2008 byla aplikace solárních elektráren spíše vzácností. Na území ČR se solární elektrárny nacházely zřídka, lze hovořit o jednotkách či desítkách instalací. Velký zlom nastal v roce 2009, kdy došlo k tzv. „fotovoltaickému boom“, tento boom trval v letech 2009 – 2013 a počet fotovoltaických elektráren rapidně stoupl z několika stovek až na několik tisíc instalací.

Tento tzv. „fotovoltaický boom“ byl způsoben výrazným snížením pořizovacích nákladů a celkově větší dostupností fotovoltaických panelů, a to vše v kombinaci se znatelnou podporou od státu. Stát chtěl tímto dosáhnout závazku vyrábět 13 % energie z OZE (do roku 2020). Byl zaveden zákon č.180/2005 Sb., který pojednává o podpoře výroby elektřiny z OZE a o změně některých zákonů (tento zákon byl dne 1.1.2013 zrušen a byl nahrazen zákonem č.165/2012 Sb., který pojednává o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů), ve kterých byly specifikovány dotační podmínky a garantované výkupní ceny energie ze solárních elektráren. Nárůst množství fotovoltaických elektráren byl značně omezen v roce 2013, kdy nastal konec podpory od státu, ale dále trvaly dotace. Období mezi lety 2013 – 2017 lze označit jako stagnující období, tedy bez výrazných výkyvů počtu instalací a instalovaného výkonu (viz Graf č.1). Z hlediska výroby elektřiny se ČR nemůže srovnávat se světovými velikány, ale není na tom ani nejhůře (viz Graf č.2) [49].



Obrázek 14 - Vývoj fotovoltaických elektráren v ČR



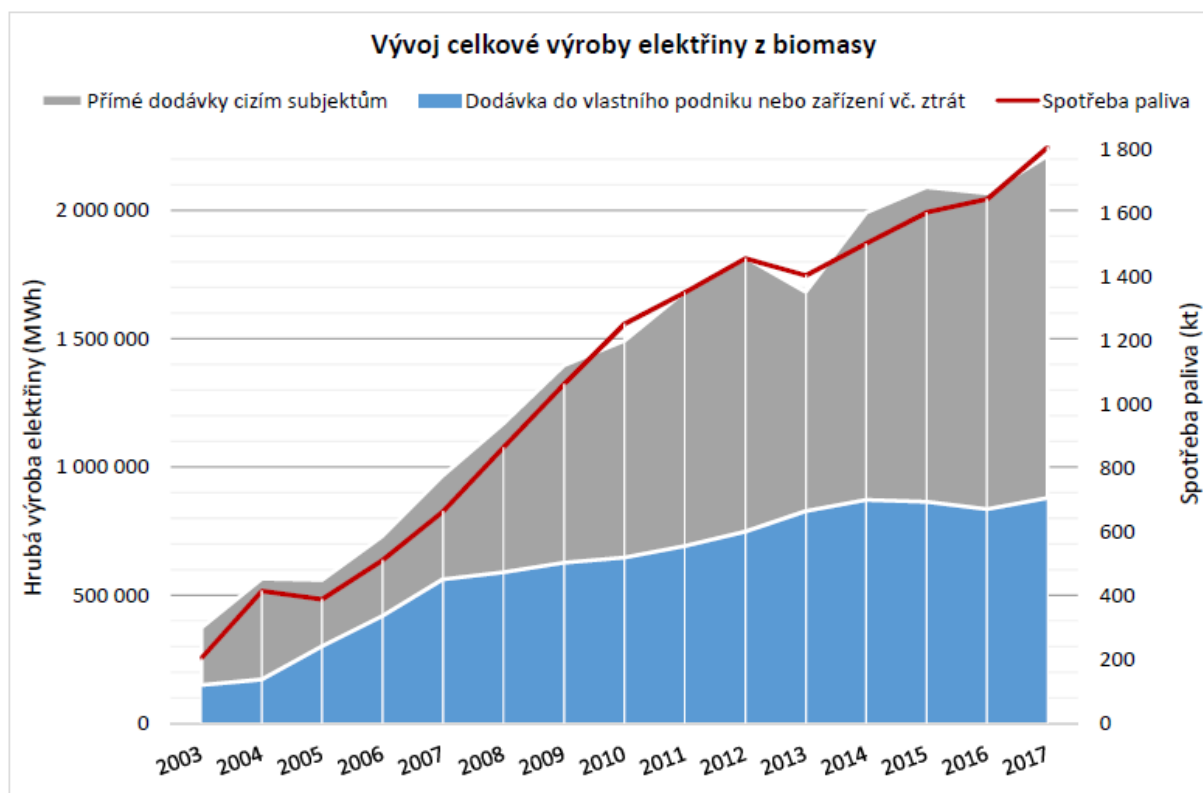
Obrázek 15 - Výroba elektřiny FVE ve vybraných státech EU

Přestože dnes velké projekty v České republice nevznikají, tak se ale ani vývoj nezastavil. Díky programům ministerstev průmyslu a obchodu a životního prostředí dochází k pomalému rozjezdu dalšího projektu, a to výstavby malých střešních instalací na střechách rodinných domů nebo firemních objektů. V programu „Nová zelená úsporám“ je možné získat podporu až 150 000 Kč na FV systém s akumulací elektrické energie, firmy mohou využít operačního programu. Pro rodinný dům taková instalace a její efektivní využití může pokrýt 30 – 50 % roční spotřeby energie v domácnosti. Fotovoltaická elektrárna se může dále kombinovat například s tepelným čerpadlem, což vede k vyššímu pokrytí spotřeby energie, například v letních měsících se pokryje až 100 % spotřeba. Domácnosti i firmy také stále častěji kombinují solární elektrárny s bateriemi na uchování vyrobené energie, což má své velké uplatnění i na chalupách, kde se dokáže pokrýt až několik hodin provozu domácích spotřebičů. Potenciál instalace mají zejména průmyslové objekty, neboť střechy výrobních hal disponují velkou plochou, ale zatím je to otázka budoucnosti [50, 51].

V České republice se přibližně nachází 28 000 solárních elektráren, z toho největší se nachází v okrese Česká lípa a jmenuje se Ralsko Ra 1. Její instalovaný výkon je 38,3 MW a byla spuštěna do provozu v roce 2010.

## **Biomasa**

Výhoda biomasy je relativně snadná možnost uložení a možnost jejího využití později. Není tedy závislá na aktuálním počasí, denní a roční době. Své využití má jednak pro výrobu elektřiny, produkci tepla i v oblasti průmyslu. Realizují se malé zdroje, ale i velké zdroje, do kterých se surovina dováží i z velkých vzdáleností. Samotné spalování biomasy z lokálních zdrojů je vhodné, ale jakýkoliv další způsob využívání biomasy k energetickým účelům je velice nákladné, vyžaduje dodatečné energetické vstupy, které mohou tvořit podstatný podíl získané energie nebo se jí vyrovnat a má značné nároky na krajinu. Když vezmeme v úvahu nepřetržitou těžbu energetické biomasy, tak se to neslučuje s tvrzením o obnovitelnosti a trvalé udržitelnosti zdroje. Obnova kvality půdy, rostlinných společenstev je poté v dlouhodobém horizontu. Proto je důležité k využívání biomasy pro energetické účely přistupovat opatrně a zodpovědně. Biomasa má určitě své místo v energetickém mixu, ale musí se zvážit její environmentální omezení. Vzhledem k rostoucím cenám fosilních paliv a ekologickým daním se biomasa stává vhodnou alternativou zejména pro domácnosti, kde stále častěji nahrazuje klasická paliva. Náhradou za zemní plyn nebo uhlí lze využít dřevěné brikety, rostlinné či dřevěné pelety a štěpku [53].



Obrázek 16 - Vývoj celkové výroby elektřiny z biomasy

## Geotermální energie

Ačkoliv vzniklo mnoho projektů, jak využít OZE, tak využití geotermální energie se v ČR příliš nedaří. Důvodem jsou vysoké ceny vrtů a obavy z postupů realizace. O výstavbě geotermální elektrárny se uvažovalo v Semilech, Nové Pace nebo Dětrichově. Další uvažovanou lokalitou jsou Litoměřice, kde se využitím geotermální energie zabývají již od roku 2000. V roce 2007 byl vybudován průzkumný vrt do hloubky 2500 m, který měl pozitivní výsledky, a v roce 2017 dostaly Litoměřice stavební povolení. Cílem je v Litoměřicích vytvořit unikátní vědecko-výzkumné centrum geotermální energie, které bude jediné v ČR. Stavba centra bude velice finančně nákladná, ale vše pokryjí dotace EU a stát. Centrum by mělo poskytovat odborné stavební či průmyslové služby a mělo by pomoci najít možnosti, jak nejlépe využít geotermální energii. Momentálně centrum nabývá jednoho průzkumného vrtu a v budoucnu by měly přibýt další dva vrty do hloubky 5000 m. Litoměřice jsou jediným městem v ČR, které má povolení zvláštního zásahu do

zemské kůry. Předpokládá se, že v budoucnu by získaná geotermální energie mohla být využita k vytápění Litoměřic a došlo by tím k ekologičtějšímu využívání zdrojů.

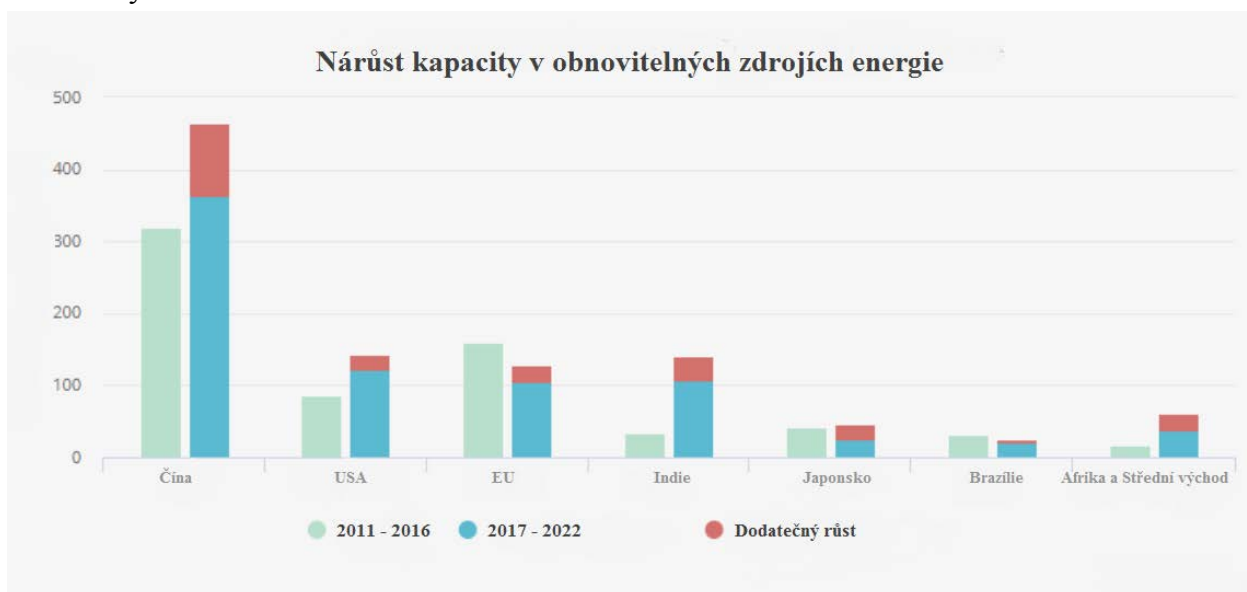
Potenciál v ČR je dle odborníků využitelný ve třech teplotních úrovních:

- Nízkoteplotní – v hloubce 100 metrů (více než 500 000 lokalit)
- Střední teplota – v hloubce 1 km (více než 1500 lokalit)
- Vysokoteplotní – více než 1 km (minimálně 800 lokalit)

Geotermální energie má velká pozitiva, neboť její výstavba nezatěžuje své okolí ani vzhledem ani provozem. Využití nevytváří žádné škodliviny, takže nedochází ke znečištění ovzduší [51, 52].

## 4.2 Rozvoj ve světě

Největšími producenty energie z obnovitelných zdrojů ve světě jsou USA, Čína a Indie. Čína je ve vedení ve všech směrech růstu, do roku 2022 by měla čistá energie tvořit až 40 % celosvětové produkce. Obecně má země vysoké a ambiciózní cíle, avšak pro ni splnitelné. Na obrázku níže můžete vidět růst instalovaných výkonů a jejich rozdíly ve světových velmocích.

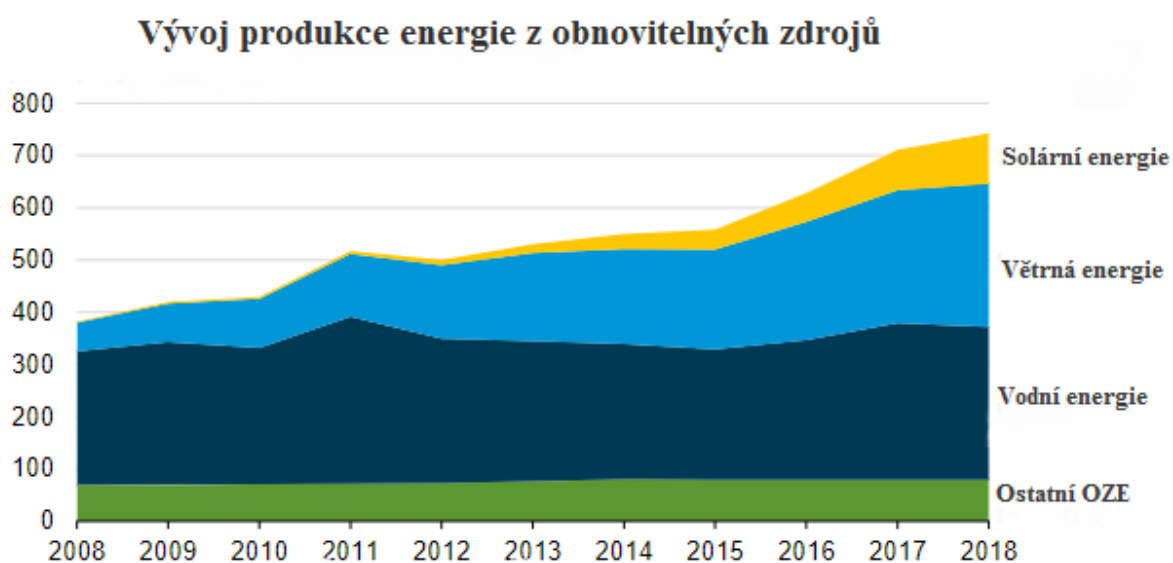


Obrázek 17 - Nárůst kapacity v obnovitelných zdrojích energie ve světě

## USA

Za poslední roky došlo v USA ke zvýšení investic do větrné a solární energie, což učinilo technologie méně nákladnými a lépe dostupnými. Vzhledem ke stále více řešení stavu ohledně změn klimatických podmínek a dopadu uhlíkových emisí, přivedlo místní vládu, podniky a hlavně obyvatele k tomu, aby vyžadovali politiku více nakloněnou obnovitelným zdrojům. Díky podpůrné politice a snížení nákladů došlo až ke zdvojnásobení výroby elektrické energie z OZE, jelikož v roce 2008 bylo vyrobeno z OZE 352 TWh elektřiny a v roce 2018 bylo vyrobeno 742 TWh. V loňském roce, tedy v roce 2018, tvořil podíl OZE na výrobě elektřiny 17,6 % v USA [56, 57].

Nárůst nastal zejména ve větrných a solárních elektrárnách. K nárůstu výroby elektřiny přispělo zejména zvýšení celkového instalovaného výkonu, který mezi lety 2008 – 2018 pro větrnou energii znamenal zvýšení z 25 GW na 94 GW a pro solární energii znamenal z 1 GW na 51 GW. Výroba elektřiny ve větrných elektrárnách vzrostl z 55 TWh (rok 2008) na 275 TWh (rok 2018) a výroba elektřiny v solárních elektrárnách vzrostla z 2 TWh (rok 2008) na 96 TWh (rok 2018). Celkový podíl větrných elektráren na výrobě elektřiny v roce 2018 byl 6,5 % a v solárních elektrárnách byl 2,3 %. Přikládám graf, kde je možné vidět vývoj výroby energie mezi lety 2008 – 2018 [56].



Obrázek 18 - Vývoj produkce energie z obnovitelných zdrojů v jednotlivých letech



V USA se nachází jedna z největších větrných farem na světě. Její přesná poloha je Roscoe v Texasu, její výkon je 781 MW a skládá se z 634 větrných turbín. Do oběhu byla spuštěna v roce 2009 [57].



Obrázek 19 - Větrná farma v Texasu [58]

## Čína

Čína je světovou velmocí zejména v oblasti solární energetiky, ale obecně v oblasti obnovitelných zdrojů energie má velice dobré výsledky. Čína plánuje investovat do OZE v následujících letech obrovské prostředky v řádu stovek miliard dolarů. Cílem je do roku 2030 dosáhnout 30 % podílu OZE na celkové výrobě. Dnes je tento podíl už přes 20 %.

Čína si stanovila cíl, že do roku 2020 dosáhne instalovaného výkonu solárních zdrojů 105 GW. Tento cíl však překročila v první polovině roku 2017, a proto došlo ke zdvojnásobení cíle, přesná hodnota nového cíle je tedy 210 GW. Čína má ovšem i jiné plány než jen zvyšovat instalovaný výkon. Má v plánu budovat fotovoltaické stanice a využívat fotovoltaické technologie v zemědělství a hospodářství. Dále probíhají projekty, které se zaměřují na vyšší účinnost solárních panelů. Dnes Čína dováží do světa přibližně

60% solárních panelů. Na obrázku se nachází největší plovoucí elektrárna na světě, nachází se v Číně v provincii Huainan. Její instalovaný výkon je 40 MW. Dále se v Číně nachází největší vodní elektrárna na světě, která se nazývá Tři soutěsky na řece Yangtze, její celkový instalovaný výkon je 22 500 MW.

V Číně vzrostl počet i větrných elektráren, ale zároveň se země zabývá problémem ohledně mrhání energie. Množství vyrobené energie není plně využito, v roce 2017 činilo kolem 15 % z větrných i slunečních zdrojů. Je potřeba se do budoucna zamyslet nad efektivnějším využitím této energie [54,55].



Obrázek 20 - Největší plovoucí elektrárna na světě

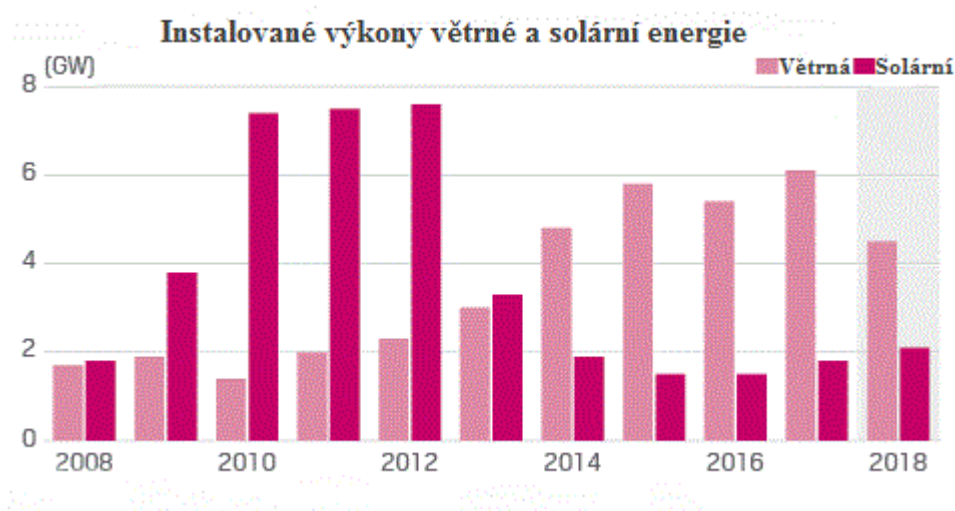
### Německo

V Německu se v roce 2018 poprvé podařilo vyrobit více elektřiny z obnovitelných zdrojů energie než z uhlí. Konkrétně vítr, slunce, biomasa a voda se staly největším zdrojem výroby elektřiny s celkovým podílem 40 %, a to hlavně díky růstu instalace solárních panelů a uzavírání elektráren na uhlí. Vedlo to k tomu, že podíl uhlí klesl na 39 %. Do budoucna chce Německo dále pokračovat v růstu podílu výroby elektřiny z OZE,

proto se Německo rozhodlo postupně odstavit své jaderné a uhelné elektrárny a použít je v době, kdy budou nepříznivé podmínky pro využití OZE. Cílem vlády je, aby podíl OZE na výrobě elektřiny tvořil 65 %, a to do roku 2030 [59].

K velkému nárůstu využívání větrné energie došlo mezi lety 2014 – 2016, neboť byl zaznamenán prudký nárůst žádostí o povolení k výstavbě. Celkový výkon se během těchto let zvýšil přibližně o 20 GW.

Po těchto letech byla omezena podpora pro onshore větrné elektrárny ze strany německých úřadů a z tohoto důvodu se snížil objem výkonu elektráren zhruba o pětinu. Příkladám statistiku, ze které je patrný pokles instalovaného výkonu mezi solární a větrnou energií. Předpokládá se, že by to mohlo mít dopad na instalovaný výkon zejména v roce 2019. Vzhledem k tomuto poklesu se očekává růst výstavby solárních elektráren. Hlavní příčina je výše nabízené ceny za tyto elektrárny, jelikož průměrná nabízená cena pro fotovoltaické elektrárny činila 48,2 EUR/MWh a v případě větrných elektráren byl vážený průměr nabízených cen 72,3 EUR/MWh [60, 61].



Obrázek 21 - Porovnání instalovaných výkonů větrné a solární energie

Během minulého roku došlo v německých solárních elektrárnách k nárůstu instalovaného výkonu ve výši 3 GW, což činí 68 % nárůst oproti 2017. Výroba v roce 2018

pokryla kolem 8 % německé spotřeby, což je dostačující, ale pro splnění cílů OZE do roku 2030 je potřeba třikrát rychlejší rozvoj nových zdrojů [62].

## 5 Závěr

Větrné, vodní a solární elektrárny jsou v dnešní době nejvíce se rozvíjejícím typem obnovitelných zdrojů energie. Energie z obnovitelných zdrojů je nedílnou součástí celosvětové energetiky. Je zřejmé, že fosilní paliva budou vždy pro lidstvo potřebná, ale v určitých oblastech by se jejich využívání dalo nahradit. Největší výhodou využívání obnovitelných zdrojů je šetrnost vůči životnímu prostředí při získávání elektrické energie.

Z hlediska technické stránky jsou vodní, větrné i solární elektrárny na velice vysoké úrovni. Stále dochází k modernizaci technologie, která má vliv na instalovaný výkon a účinnost elektrárny, což se odráží na celkové produkci energie. Na některých místech je již v dnešní době těžké nalézt vhodné místo, proto se trendem staly výstavby elektráren na moři. Rozhodujícím faktorem pro výrobu elektrické energie je cena. Počáteční náklady při výstavbě nových elektráren jsou vysoké, z toho důvodu je v některých případech výhodnější provést obnovu stávajících staveb.

Největší rozvoj ve světě nastal v Číně, kde investovali velké finanční prostředky zejména do odvětví OZE. Dnes se podílí 20 % na celkové produkci energie z obnovitelných zdrojů. Čína je světovou velmocí zejména v solární energetice, ale i ve větrné a vodní. Česká republika se v tomto ohledu nemůže rovnat světovým velmocím. V posledních letech i zde došlo ke značnému rozvoji, nicméně v některých odvětvích je již vyčerpán potenciál pro další rozvoj. Dnes se Česká republika podílí přibližně 12 % na celkové produkci energie z obnovitelných zdrojů.

Pokud bych měla subjektivně zhodnotit psaní této práci, tak jsem si při jejím psaní obnovila stávající znalosti týkající se této problematiky. Zároveň jsem se dozvěděla spoustu nových informací v oblasti konstrukce a funkce zařízení. Nejzajímavější částí je z mého pohledu srovnání České republiky s největšími výrobci energie v odvětví obnovitelných zdrojů. Toto téma jsem si vybrala, jelikož se domnívám, že vývoj obnovitelných zdrojů v České republice i ve světě je důležitým krokem pro budoucnost celé populace.

## 6 Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1 - Savoniova turbína .....	13
Obrázek 2 - Darrierova turbína s rotorem ve tvaru H .....	14
Obrázek 3 - Francisova turbína - popis .....	19
Obrázek 4 - Peltonova turbína - popis .....	19
Obrázek 5 - Kaplanova turbína - popis.....	20
Obrázek 6 - dvouokruhový kapalinový solární systém .....	24
Obrázek 7 - jedookruhový kapalinový solární systém .....	25
Obrázek 8 - Princip funkce fotovoltaického článku .....	26
Obrázek 9 - Princip tepelného čerpadla.....	30
Obrázek 10 – Větrný atlas České republiky .....	36
Obrázek 11 – Potenciál ploch pro geotermální využití v ČR.....	40
Obrázek 12 - Rozvoj obnovitelných zdrojů energie v ČR .....	48
Obrázek 13 - Větrná farma - Kryštofovy hamry .....	50
Obrázek 14 - Vývoj fotovoltaických elektráren v ČR.....	51
Obrázek 15 - Výroba elektřiny FVE ve vybraných státech EU .....	52
Obrázek 16 - Vývoj celkové výroby elektřiny z biomasy .....	54
Obrázek 17 - Nárůst kapacity v obnovitelných zdrojích energie ve světě .....	55
Obrázek 18 - Vývoj produkce energie z obnovitelných zdrojů v jednotlivých letech .	56
Obrázek 19 - Větrná farma v Texasu .....	57
Obrázek 20 - Největší plovoucí elektrárna na světě .....	58
Obrázek 21 - Porovnání instalovaných výkonů větrné a solární energie .....	59
Tabulka 1 - způsoby využití biomasy k energetickým účelům .....	33

## 7 Použitá literatura

### Knižní publikace

[4] CENEK, Miroslav. Obnovitelné zdroje energie. 2. upr. a dopl. vyd. Praha: FCC Public, 2001. ISBN 80-901985-8-9 [Cit. 22.3.2019]

[6] ŠÍPAL, Jaroslav. Obnovitelné zdroje energie: způsoby získávání elektrické a tepelné energie z obnovitelných zdrojů. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 2014. ISBN 978-80-7414-742-5 [Cit. 22.3.2019]

[12] KAMINSKÝ, Jaroslav a Mojmír VRTEK. Obnovitelné zdroje energie. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1998. ISBN 80-7078-445-8 [Cit. 22.3.2019]

### Internetové zdroje

[1] Vítej na zemi (2013). Obnovitelné zdroje energie. Dostupné z: [http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/?p=obnovitelne\\_zdroje\\_energie&site=energie](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/?p=obnovitelne_zdroje_energie&site=energie) [Cit. 22.3.2019]

[2] Ceny energie (2011). Primární zdroje energie. Dostupné z: <https://www.cenyenergie.cz/primarni-zdroje-energie/#/promo-gas-mini> [Cit. 22.3.2019]

[3] Topinfo s.r.o. (2001). Obnovitelné zdroje energie v energetickém mixu. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/9668-energetika-vybrane-pojmy-i> [Cit. 22.3.2019]

[5] In - počasí (2019). Jak vzniká vítr. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/jak-vznika-vitr/> [Cit. 22.3.2019]

[7] Topinfo s.r.o. (2001). Větrné elektrárny I. – Historie do roku 1975. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/vetrna-energie/13452-vetrne-elektrarny-i-historie-do-roku-1975> [Cit. 22.3.2019]

[8] O energetice (2015). Větrné elektrárny – princip, rozdělení, elektrárny v ČR. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/typy-elektraren/vetrne-elektrarny-princip-cinnosti-zakladni-rozdeleni/> [Cit. 22.3.2019]

[9] Wikipedia (2017). Darrierova turbína. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Darrieova\\_turb%C3%ADna](https://cs.wikipedia.org/wiki/Darrieova_turb%C3%ADna) [Cit. 22.3.2019]

[10] Vejgrův zápisník (2015). Kde brát energii v budoucnosti?. Dostupné z: <http://www.kalista.cz/lukas/blog/komentare.php?id=18> [Cit. 22.3.2019]

[11] EnviWeb.cz (1999). Větrné elektrárny. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/79312> [Cit. 22.3.2019]

[13] Enviro (2015). Koloběh vody v přírodě. Dostupné z: <http://www.zsnovestrasci-enviro.cz/1-stupen/kolobeh-vody-v-prirode/> [Cit. 30.3.2019]

[14] O energetice (2015). Vodní elektrárny – princip, rozdělení, elektrárny v ČR. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/vodni-elektrarny-princip-a-rozdeleni> [Cit. 30.3.2019]

[15] Skupina ČEZ (2019). Princip fungování vodních elektráren. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elekriny/obnovitelne-zdroje/voda/flash-model-jak-funguje-vodni-elektrarna.html> [Cit. 30.3.2019]

[16] Automatizace.hv.cz (1997). Vodní elektrárny – mikro, malé i velké – druhy, principi, rozdělení. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/clanek/2006121301> [Cit. 30.3.2019]

[17] Vítej na zemi (2013). Historie využívání energie. Dostupné z: [http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=historie\\_vyuzivani\\_energie&site=energie](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=historie_vyuzivani_energie&site=energie) [Cit. 30.3.2019]

[18] Jaroslav Kousala (2006). Pasivní využití sluneční energie Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k22.htm> [Cit. 5.4.2019]



- [19] Topinfo s.r.o. (2001). Typy solárních kolektorů Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru> [Cit. 5.4.2019]
- [20] O energetice (2015). Fotovoltaické elektrárny – princip, funkce a součásti elektrárny v ČR. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrarny-evropa/fotovoltaicka-elektrarna-princip-funkce-a-soucasti> [Cit. 5.4.2019]
- [21] O energetice (2015). Fotovoltaické elektrárny – princip, funkce a součásti elektrárny v ČR. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrarny-evropa/fotovoltaicka-elektrarna-princip-funkce-a-soucasti> [Cit. 5.4.2019]
- [22] O energetice (2015). Geotermální energie. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/geotermalni-energie> [Cit. 10.4.2019]
- [23] Entergeo (2011). Co je geotermální energie. Dostupné z: <http://www.entergeo.com/co-je-geotermalni-energie.html> [Cit. 10.4.2019]
- [24] Vítej na zemi (2013). Energie z biomasy. Dostupné z: [http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=energie\\_z\\_biomasy&site=energie](http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=energie_z_biomasy&site=energie) [Cit. 10.4.2019]
- [25] O energetice (2015). Biomasa - využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody> [Cit. 20.4.2019]
- [26] Topinfo s.r.o. (2001). Biomasa. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/biomasa> [Cit. 20.4.2019]
- [27] EkoWatt (2008). Větrná energie. Dostupné z: <https://ekowatt.cz/uspory/vetrna-energie.shtml> [Cit. 20.4.2019]
- [28] EkoWatt (2008). Energie vody. Dostupné z: <https://ekowatt.cz/cz/informace/energie-vody> [Cit. 20.4.2019]

- [29] Národní ústav pro vzdělávání (2019). Solární elektrárny. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/kurikulums/solarni-elektrarny> [Cit. 20.4.2019]
- [30] Tridas technology s.r.o. (2019). Obecně o voltaice. Dostupné z: [http://www.tridas-tech.cz/category61\\_obecne-o-fotovoltaice](http://www.tridas-tech.cz/category61_obecne-o-fotovoltaice) [Cit. 20.4.2019]
- [31] Svaz podnikatelů pro využití energetických zdrojů, z.s. (2019). Geotermální energie. Dostupné z: <http://www.spvez.cz/pages/OZE/geoterm.htm> [Cit. 4.5.2019]
- [32] Publi.cz (2019). Geotermální energie. Dostupné z: <https://publi.cz/books/93/03.html> [Cit. 4.5.2019]
- [33] EkoWatt (2008). Biomasa obecně. Dostupné z: <https://ekowatt.cz/uspory/biomasa.shtml> [Cit. 4.5.2019]
- [34] CZ Biom (2001). Možnost využití biomasy. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-biomasy> [Cit. 4.5.2019]
- [35] CZ Biom (2001). Biomasa pro energii a technické využití. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-pro-energii-a-technicke-vyuziti> [Cit. 4.5.2019]
- [36] Zelené zprávy.cz (2019). Moře a oceány jako nevyčerpatelný zdroj energie. Dostupné z: <http://www.zelenezpravy.cz/more-a-oceany-jako-nevycerpatelny-zdroj-energie/> [Cit. 11.5.2019]
- [37] Jaroslav Kousala (2006). Energie moří. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/04/energmore\\_2.html](https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/04/energmore_2.html) [Cit. 11.5.2019]
- [38] Fakta a čísla o evropské unii (2019). Energie z obnovitelných zdrojů. Dostupné z: <http://www.europarl.europa.eu/factsheets/cs/sheet/70/energie-z-obnovitelnych-zdroju> [Cit. 18.5.2019]
- [39] Evropská komise (2019). Energetika. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/info/policies/energy\\_cs](https://ec.europa.eu/info/policies/energy_cs) [Cit. 18.5.2019]

- [40] Euroskop (2005). Bílé knihy. Dostupné z: <https://www.euroskop.cz/200/sekce/bile-knihy/> [Cit. 18.5.2019]
- [41] Ministerstvo životního prostředí (2008). Kjótský protokol k rámcové úmluvě OSN o změně klimatu. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/kjotsky\\_protokol](https://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol) [Cit. 18.5.2019]
- [42] Euroskop (2005). Zelené knihy. Dostupné z: <https://www.euroskop.cz/200/sekce/bile-knihy/> [Cit. 18.5.2019]
- [43] Topinfo s.r.o. (2001). Zákon č. 180/2005 o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů). <https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-180-2005-sb-a-souvisejici-predpisy> [Cit. 18.5.2019]
- [44] Euroskop (2005). Energetika. Dostupné z: <https://www.euroskop.cz/200/sekce/bile-knihy/> [Cit. 18.5.2019]
- [45] Hnutí duha (2016). Jen do roku 2030 mohou nově postavené obnovitelné zdroje zajistit víc elektřiny než stavba nového jaderného bloku.. Dostupné z: <http://www.hnutiduha.cz/aktualne/jen-do-roku-2030-mohou-nove-postavene-obnovitelne-zdroje-zajistit-vic-elektriny-nez-stavba> [Cit. 20.5.2019]
- [46] O energetice (2015). Větrné elektrárny Včera dnes a zítra. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/vetrne-elektrarny/vetrne-elektrarny-vcera-dnes-zitra-dil-2/> [Cit. 25.5.2019]
- [47] Svaz podnikatelů pro využití energetických zdrojů, z.s. (2019). Vodní elektrárny ve světě I u nás. Dostupné z: <http://www.spvez.cz/pages/aktuality/akt199.htm> [Cit. 25.5.2019]
- [48] Wikipedia (2016). Seznam přečerpávacích vodních elektráren v česku. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam\\_p%C5%99e%C4%8Derp%C3%A1vac%C3%ADch\\_vodn%C3%ADch\\_elektr%C3%A1ren\\_v\\_%C4%8Cesku](https://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_p%C5%99e%C4%8Derp%C3%A1vac%C3%ADch_vodn%C3%ADch_elektr%C3%A1ren_v_%C4%8Cesku) [Cit. 25.5.2019]

- [49] E-stav.cz (2019). Jaký je vývoj fotovoltaiky v České republice a jak si stojíme v Evropě?. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/6385.jaky-je-vyvoj-fotovoltaiky-v-ceske-republice-a-jak-si-stojime-v-evrope> [Cit. 25.5.2019]
- [50] Energie21 (2013). Potenciál a budoucnost solární energie. Dostupné z: <https://www.energie21.cz/potencial-a-budoucnost-solarni-energetiky/> [Cit. 25.5.2019]
- [51] Entergeo (2016). Geotermální energie zůstává v Česku na okraji, firmy a vědci to chtějí změnit. Dostupné z: <http://www.entergeo.com/aktuality/88/zajimavy-clanek-o-geotermalni-energii-v-Cr:.html> [Cit. 25.5.2019]
- [52] O energetice (2015). V Litoměřicích vzniká unikátní výzkumné centrum geotermální energie. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/v-litomericich-vznika-unikatni-vyzkumne-centrum-geotermalni-energie/> [Cit. 25.5.2019]
- [53] O energetice (2015). Jaký je potenciál využití biomasy v Česku a ve světě. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/nazory/jaky-potencial-vyuziti-biomasy-cesku-ve-svete/> [Cit. 25.5.2019]
- [54] Hybrid.cz (2017). Čína je světový gigant v solární energetice, překonala svůj plan na rok 2020. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/cina-je-svetovy-gigant-v-solarni-energetice-prekonala-svuj-plan-na-rok-2020> [Cit. 25.5.2019]
- [55] O energetice (2015). Instalovaný výkon solárních elektráren v Číně rapidně roste. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/instalovany-vykon-solarnich-elektraren-cine-rapidne-roste/> [Cit. 25.5.2019]
- [56] O energetice (2015). Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů se v USA za posledních 10 letů zdvojnásobila. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/vyroba-elektriny-obnovitelnych-zdroju-se-usa-za-poslednich-10-letech-zdvojnashobila/> [Cit. 25.5.2019]
- [57] Český rozhlas (1997). V dubnu poprvé v historii USA pocházelo více energie z obnovitelných zdrojů než ze spalování uhlí. Dostupné z: <https://wave.rozhlas.cz/v-dubnu->

poprve-v-historii-usa-pochazelo-vice-energie-z-obnovitelnych-zdroju-nez-7926504 [Cit. 25.5.2019]

[58] E.ON (2019). Největší větrné farmy na světě. Dostupné z: <https://www.ecofuture.cz/clanek/nejvetsi-e-on-vetrne-farmy-na-svete> [Cit. 25.5.2019]

[59] Centrum.cz / Atlas.cz (1999). Německo loni poprvé vyrobilo víc elektřiny z obnovitelných zdrojů než z uhlí. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/obnovitelne-zdroje-predstihly-v-nemecku-uhli-ve-vyrobe-elekt/r~92e5b08e105c11e998daac1f6b220ee8/> [Cit. 25.5.2019]

[60] O energetice (2015). Výstavba větrných elektráren v Německu zpomaluje, v květnu jich přibylo nejméně od roku 2014. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/nemecko/vystavba-vetrnych-elektren-nemecku-zpomaluje-kvetnu-jich-pribylo-nejmene-od-roku-2014> [Cit. 25.5.2019]

[61] O energetice (2015). Růst výkonu ve větrných elektrárnách může v Německu výrazně zpomalit, varuje analýza. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/nemecko/rust-vykonu-ve-vetrnych-elektarnach-muze-nemecku-vyrazne-zpomalit-varuje-analyza/> [Cit. 25.5.2019]

[62] O energetice (2015). V Německu vloni přibylo o 2/3 více solárních elektráren než v roce 2017. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/nemecko/nemecku-vloni-pribylo-2-3-vice-solarnich-elektren-nez-roce-2017/> [Cit. 25.5.2019]