

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2017

Bc. Jan Hrkal

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ
A ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ



**Porovnání obnovitelných zdrojů energie
– vodní elektrárna Slapy a fotovoltaická
elektrárna Dobré Pole u Mikulova**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Radek Roub, Ph.D.

Diplomant: Bc. Jan Hrkal

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jan Hrkal

Voda v krajině

Název práce

Porovnání obnovitelných zdrojů energie – vodní elektrárna Slapy a fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova

Název anglicky

Comparison of renewable energy sources – hydroelectric power plant Slapy and photovoltaic power plant Dobré Pole near to Mikulov

Cíle práce

Cílem této diplomové práce bude celistvě se seznámit s pojmy vážícími se k obnovitelným zdrojům energie, a to jak celkově, tak i podrobnějším seznámením s možnostmi získávání energie z pohybu vody a ze slunečního záření. Důležitou částí této práce bude popis dvou vybraných obnovitelných zdrojů energie na území České republiky a zpracování základních údajů o nich (například údajů o množství elektrické energie vyrobené za časové období, o nákladech na stavbu, údržbu atd.). Půjde o zkoumání vodní elektrárny Slapy a fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova. V neposlední řadě budou porovnávány obě výše zmíněné elektrárny a podrobněji rozebrány obecné i specifické informace z několika hledisek, např. ekologie, ekonomiky, energetiky, sociálních aspektů atd.

Metodika

V teoretické části této diplomové práce bude využita deskriptivní metoda sloužící k podrobnějšímu vymezení a seznámení se s jednotlivými pojmy. Informace budou získány z odborné české i cizojazyčné literatury, odborných článků a internetových stránek.

Pro praktickou část práce, tj. získání informací o vybraných elektrárnách a jejich následné porovnání, bude využito především metody obsahové analýzy rozhovorů a e-mailové komunikace s odborníky z této oblasti, odborných článků a internetových stránek. Současně bude stanovena a dále využita metrická jednotka, která umožní porovnávání získaných hodnot.

Dále autor využije i své vlastní zkušenosti získané z doby strávené na střední a vysoké škole (např. účast v soutěžích projektu Enersol, Středoškolské odborné činnosti – SOČ a také z psaní maturitní a bakalářské práce).

Doporučený rozsah práce

cca 60 stran + grafické přílohy

Klíčová slova

elektrická energie, slunce, solární článek, solární panel, turbína, voda

Doporučené zdroje informací

FOSTER, R.; GHASSEMI, M.; COTA, A. Solar Energy: Renewable Energy and the Environment. Boca Raton: CRC Press, 2009. 382 s. ISBN 9781420075663

GUPTA, M., K. Power Plant Engineering. New Delhi: PHI Learning, 2010. 348 s. ISBN 9788120346123

JOHANSSON, T., B.; BURNHAM, L. Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity. Washington, D.C.: Island Press, 1993. 1160 s. ISBN 9781559631389

Kol. autorů. Vodní dílo Slapy. Praha: Povodí Vltavy, 2005. 47 s.

QUASCHNING, V. Obnovitelné zdroje energií. Praha: Grada, 2010. 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3

RAJA, A., K.; SRIVASTAVA, A., P.; DWIVEDI, M. Power Plant Engineering. New Delhi: New Age International, 2006. 492 s. ISBN 9788122418316

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Radek Roub, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 10. 4. 2017

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 4. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 13. 04. 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma „Porovnání obnovitelných zdrojů energie – vodní elektrárna Slapy a fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova“ vypracoval samostatně pod vedením svého vedoucího diplomové práce, pana Ing. Radka Rouba, Ph.D., a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v přehledu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 11. 4. 2017

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Petru Maralíkovi – řediteli OJ Vodní elektrárny z firmy ČEZ, a. s., a panu Ladislavu Leštinovi za velmi vstřícnou pomoc a poskytnutí informací pro tuto diplomovou práci. Dále děkuji svému vedoucímu práce panu Ing. Radku Roubovi, Ph.D., za pomoc a rady při psaní této práce. A také všem svým blízkým, kteří to se mnou určitě neměli jednoduché, vydrželi to se mnou a podporovali mě.

Abstrakt

Práce se zabývá problematikou obnovitelných zdrojů energie. Zaměřuje se především na potenciál vody a slunce, tzn. získávání elektrické energie z pohybu vody a slunečního záření.

Dále práce porovnává dvě vybrané elektrárny, které vyrábí elektrickou energii ze zmíněných obnovitelných zdrojů energie. Jedná se o vodní elektrárnu Slapy ležící na řece Vltavě, jež je součástí tzv. Vltavské kaskády, a fotovoltaickou elektrárnu Dobré Pole u Mikulova. Tyto dvě elektrárny jsou každá zvlášť popsány. Je využito několika informačních pramenů blíže specifikujících tyto elektrárny, například rozhovory a e-mailová komunikace se dvěma odborníky zasvěcenými do tématu vodní a solární energie. Z těchto zdrojů jsou získány informace o množství elektrické energie vyrobené za časové období, o nákladech na stavbu a údržbu atd. Následně jsou v další části práce všechny získané informace, jak obecné, tak specifické, porovnány.

V závěru práce jsou zjištění z porovnání dvou vybraných elektráren jako obnovitelných zdrojů energie na území České republiky dále rozebrána, a to z několika hledisek: ekologie, ekonomiky, energetiky, sociálních aspektů atd.

Klíčová slova: elektrická energie, slunce, solární článek, solární panel, turbína, voda

Abstract

This thesis deals with renewable energy sources. It focuses primarily on the potential of the sun and water, i.e. gaining of electrical power from the water flow and solar radiation.

The work also compares the two selected power plants that generate electricity from these renewable energy sources. Namely a hydroelectric power plant Slapy on the river Vltava, which is a part of Vltava cascade and solar power plant Dobré Pole near to Mikulov. These two power plants are each described separately. Sources which were used specify these power plants. For example, interviews and email communication with two experts privy to the theme of water and solar energy. Information such as the amount of electricity produced for a period of time, the cost of construction and maintenance etc. were obtained from these sources. Subsequently, in the next section all the information both general and specific were compared.

In conclusion, the findings of the comparison of two selected power plants as renewable energy sources in the Czech Republic further were analysed, from the point of view of ecology, economy, energy, social aspects, etc.

Keywords: electric power, solar cells, solar panel, sun, turbine, water

Obsah

1.	Úvod.....	9
1.1	Cíle práce.....	11
1.2	Metodika.....	11
	TEORETICKÁ ČÁST.....	12
2.	Obnovitelné zdroje energie.....	12
2.1	Energie z pohybu vody.....	15
2.1.1	Vodní díla, vodní elektrárny a turbíny.....	16
2.2	Energie ze slunečního záření.....	25
2.2.1	Fotovoltaické elektrárny a články (panely).....	26
3.	Vodní elektrárny v České republice.....	36
3.1	Velké vodní elektrárny v České republice.....	39
3.1.1	Význam vodních děl a elektráren v České republice.....	40
4.	Fotovoltaické elektrárny v České republice.....	42
4.1	Velké fotovoltaické elektrárny v České republice.....	45
4.1.1	Význam fotovoltaických elektráren v České republice.....	46
5.	Vodní dílo a vodní elektrárna Slapy.....	48
6.	Fotovoltaická elektrárna Dobré pole u Mikulova.....	53
	PRAKTICKÁ ČÁST.....	55
7.	Získávání informací.....	55
8.	Porovnání informací.....	56
9.	Diskuse a závěr.....	73
10.	Přehled literatury a použitých zdrojů.....	76
11.	Seznam zkratk a jednotky.....	82
12.	Seznam tabulek.....	83
13.	Seznam obrázků.....	84
14.	Seznam příloh.....	85
	Přílohy.....	86

1. Úvod

Pohlédneme-li na dnešní moderní svět, je patrné, že jedním ze současných globálních problémů je životní prostředí. Jeho nedílnou součástí jsou dnes i zdroje elektrické energie. Neobnovitelné zdroje energie (zatím nejvíce využívané) jsou takové, které, jak je z názvu patrné, nelze obnovovat, nebo se obnovují velice pomalu. Jedná se především o ropu a produkty z ní, zemní plyn, tuhá paliva a další. Tyto neobnovitelné zdroje energie pomalu, ale jistě docházejí. Tento fakt je dnes již zcela zřejmý. Dnešní svět plný technologií potřebuje velké množství elektrické energie. A protože si lidstvo zvyklo na lehce dostupnou elektrickou energii, na technologie, které mu každý den pomáhají, usnadňují a zpříjemňují život, pomalu přichází doba, kdy bude nutné začít pomýšlet a zaměřovat se na tuto problematiku do budoucna – na alternativní zdroje energie, které nahradí ty neobnovitelné. Jde v podstatě o to, aby jednou nepřišla doba, kdy nám tzv. „dojde šťáva“ či zkrátka nebudeme schopni vyrábět dostatečné množství elektrické energie pro všechny.

Je pravdou, že se tato problematika začíná v posledních několika letech řešit v čím dál větším měřítku. Jednou z těch již zmíněných možných alternativ ve výrobě elektrické energie jsou obnovitelné zdroje energie, a to energie z vody, slunce, větru, jádra země (geotermální), biomasy. Další možností je využití energie z jádra (jaderná energie), vodíku či nějakého dalšího technologického pokroku.

Některé ze současných možností výroby energie byly ještě před několika lety jen ve filmech či představách a byly vnímány spíše jako sci-fi, ale to dříve byly i automobily, mobilní telefony a další technologie. Doba jde každým dnem kupředu, a to jak technologie, tak lidstvo i myšlení samotné.

Příkladem nám mohou být některé vyspělé státy světa (Norsko, Švédsko, Lotyšsko, Finsko, Rakousko, Dánsko a další státy i mimo Evropu), které se snaží zaměřovat na obnovitelné zdroje energie a moderní technologie vyrábějící elektrickou energii. Znamená to, že se již v takové míře neničí příroda kolem nás, snižuje se závislost na neobnovitelných zdrojích a snižují se emise, jež znečišťují ovzduší. Obnovitelné zdroje mají tu výhodu, že vytvářejí tzv. „čistou elektrickou energii“, proto by bylo velmi dobré věnovat se právě těmto zdrojům.

Mezi největší producenty elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie patří Norsko, kde je spotřeba elektrické energie pokryta z více než 90 % právě z obnovitelných zdrojů energie, a to především z vodních elektráren. Faktem je, že Norsko má ideální přírodní podmínky pro vodní elektrárny. Dobrou zprávou je, že tento potenciál dokáže maximálně využít. Na druhou stranu státy s nedostatkem potenciálu pro obnovitelné zdroje energie by měly využívat i dosažitelné minimum a hledat nové cesty. Prvotně je tedy nutné zefektivnit stávající technologie na získávání elektrické energie, aby byl plně využit potenciál těchto zdrojů, dále budovat nové na vhodných místech a případně přebudovat ty stávající.

Klíčovým tématem této diplomové práce bude výroba elektrické energie se zaměřením na výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie (voda a slunce). Budou porovnány dvě elektrárny, které využívají výše uvedené obnovitelné zdroje energie.

Přesněji půjde o jednu velkou vodní elektrárnu v České republice, jež je součástí Slapské přehrady. Slapská přehrada s elektrárnou je vybudována na druhé největší řece České republiky, nachází se ve Středních Čechách nedaleko obce Slapy a je součástí tzv. Vltavské kaskády.

Druhá elektrárna využívající obnovitelné zdroje energie a sloužící k porovnání s výše uvedenou vodní elektrárnou bude fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova. Jak již z názvu vyplývá, je tato elektrárna umístěna nedaleko obce Dobré Pole a leží v Jihomoravském kraji, přibližně 8 km západně od města Mikulov při hranici se sousedním Rakouskem.

V závěru této práce budou porovnány a blíže a podrobněji rozebrány oba dva výše zmíněné obnovitelné zdroje energie z různých hledisek, jako jsou například: ekologie, ekonomika, sociologie. Budou vypracovány celkové závěry a zhodnocení těchto zdrojů energie.

Prvotní pohled na danou problematiku při výběru tématu této práce vycházel z osobního názoru autora, který předpokládal, že obnovitelné zdroje energie jsou nedílnou součástí naší i budoucí generace. Ale je třeba stále vyvíjet technologie umožňující získat z obnovitelných zdrojů energie maximum, které jsou schopné poskytnout. Zvláště vodní elektrárny jsou velmi zajímavé oproti ostatním obnovitelným zdrojům energie, protože právě zde je možné mnohostranné využití

(energetika, částečná protipovodňová ochrana, rekreace, doprava atd.). Je tedy nutné se obnovitelným zdrojům energie věnovat a vnímat je jako důležitý zdroj energie, který je v podstatě zadarmo kolem. Samozřejmě existuje i mnoho otazníků, např. co se starými solárními články, ochrana přírody a podobně.

1.1 Cíle práce

Cílem této diplomové práce je celistvě se seznámit s pojmy vázícími se k obnovitelným zdrojům energie, a to jak celkově, tak i podrobnějším seznámením s možnostmi získávání energie z pohybu vody a ze slunečního záření. Důležitou částí této práce je popis dvou vybraných obnovitelných zdrojů energie na území České republiky a zpracování základních údajů o nich (například údajů o množství elektrické energie vyrobené za časové období, o nákladech na stavbu, údržbu atd.). Jde o zkoumání vodní elektrárny Slapy a fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova. V neposlední řadě jde o porovnání obou výše zmíněných elektráren a podrobnější rozebrání obecných i specifických informací z několika hledisek, např. ekologie, ekonomiky, energetiky, sociálních aspektů atd.

1.2 Metodika

V teoretické části této diplomové práce je využíváno deskriptivní metody sloužící k podrobnějšímu vymezení a seznámení se s jednotlivými pojmy. Informace jsou získány z odborné české i cizojazyčné literatury, odborných článků a internetových stránek.

Pro praktickou část práce, tj. získání informací o vybraných elektrárnách a jejich následné porovnání, je využito především metody obsahové analýzy rozhovorů a e-mailové komunikace s odborníky z této oblasti, odborných článků a internetových stránek. Současně je stanovena a dále využívána metrická jednotka, která umožňuje porovnávání získaných hodnot.

Dále autor využívá i své vlastní zkušenosti získané z doby strávené na střední a vysoké škole (např. účast v soutěžích projektu Enersol, Středoškolské odborné činnosti – SOČ a také z psaní maturitní a bakalářské práce).

TEORETICKÁ ČÁST

2. Obnovitelné zdroje energie

Obnovitelné zdroje energie nebo také nefosilní přírodní energetické, tzv. čisté zdroje, jsou zajímavé především tím, že jsou schopny se částečně nebo i zcela samy obnovovat. Jsou také označovány jako alternativní zdroje energie, někdy dokonce jako nevyčerpatelné, což je ovšem poněkud zavádějící. Výše zmíněné obnovování je buď samovolné, nebo mu částečně napomáhá člověk (urychlení). „*Jsou projevem přirozených geofyzikálních a kosmických toků energie a řídí je procesy, které nejsou závislé na člověku ani geologické historii naší planety. Většina z nich má svůj původ v procesech, které probíhají v jádru Slunce, jiné souvisejí s geofyzikálními pochody na Zemi.*“¹ Velkým přínosem těchto zdrojů je fakt, že jejich využívání tak ničivě neovlivňuje přírodu kolem nás. „*Obnovitelné zdroje energie (OZE) zahrnují celou škálu surovin a technologií a hlavním cílem jejich využívání je náhrada fosilních (neobnovitelných) zdrojů, především uhlí, ropy a zemního plynu.*“² Mezi tyto výše zmíněné přírodní obnovitelné zdroje patří zejména energie, která je získávána ze slunečního záření (sluneční, solární či fotovoltaické elektrárny), pohybu vody (vodní elektrárny), větru (větrné elektrárny), zemského tepla jádra země (geotermální elektrárny). Dalšími zdroji jsou například biomasa, bioplyn, kalový a skládkový plyn (spalování) atd., některé tyto zdroje slouží i jako náhrada fosilních paliv v dopravě.

*„Éra fosilních paliv je skutečně jen érou, nikoliv věkem, a v rámci vývoje, minulosti a budoucnosti civilizací a společností má značně omezené trvání. V souladu s tím je nutné, aby vlády vnímaly dnešní pozůstatky éry fosilních paliv jako tu přechodnou fázi.“*³

Lze říci, že v celosvětovém měřítku je nejvíce využíváno právě vodní energie, je tomu tak i v České republice. Všechny obnovitelné zdroje energie, které byly výše zmíněny,

¹ Vitejtenazemi.cz. *Obnovitelné zdroje energie*. [online]. [cit. 2016-09-21]. Dostupné z: http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=obnovitelne_zdroje_energie&site=energie/

² Eagri.cz. *Obnovitelné zdroje energie*. [online]. [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/obnovitelne-zdroje-energie/>

³ AITKEN., D., W. *Bílá kniha ISES: Přechod k obnovitelným zdrojům energie budoucnosti*. Freiburg: Mezinárodní společnost solární energetiky - ISES, 2003. [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: http://www.czrea.org/files/pdf/zakony/bila_kniha_cz.pdf/

si dokázal člověk během své nepříliš krátké evoluce více méně podmanit a využít všemožnými způsoby. Naučil se je využívat pro výrobu dnes velmi potřebné elektrické energie, v některých případech se jedná i o tepelnou či mechanickou energii. Na jednu stranu je to dobře – vždyť jde vlastně o energii, kterou máme všude kolem sebe, poskytuje nám ji příroda sama a je v podstatě „zadarmo“. Existující energetické zdroje jsou přehledně graficky zobrazeny na konci práce (Příloha č. 1).

Lze předpokládat, že spotřeba elektrické energie se bude v následujících letech stále zvyšovat. A právě proto se již dnes lidstvo snaží a nadále snažit bude hledat různé alternativní zdroje energie a zvyšovat účinnost získávání energie z již stávajících zdrojů, dokonce i těch obnovitelných. V ideálním případě by výroba energie z obnovitelných zdrojů měla být pro lidstvo méně nákladná než je tomu u konvenčních zdrojů, což by znamenalo i menší zátěž pro životní prostředí. Výhledově se očekává konkurenceschopnost obnovitelných zdrojů vůči konvenčním zdrojům energie. A to do té míry, že by obnovitelné zdroje mohly na trhu paliv dosáhnout na hodnotu až tři pětín.⁴

V současné době je na planetě mnoho problémů, jedním z těch největších je nedostatek čisté pitné vody. Mnoho odborníků přišlo s tvrzením, že lidstvo tomuto problému napomohlo samo. Důvodem je podle nich téměř dobrovolné ničení přírody, a to především ničení důležitých komplexních ekosystémů a jejich přeměny, jako jsou například deštné pralesy. Dále jde například o vypouštění vysokého množství emisí do ovzduší, téměř nekontrolované využívání fosilních – neobnovitelných zdrojů a mnoho dalšího. Právě vzhledem k těmto výše zmíněným skutečnostem se začíná o obnovitelných zdrojích energie a možnostech jejich využití stále více mluvit, a to po celém světě. Samozřejmě, že obnovitelné zdroje nejsou schopné vše výše zmíněné zastavit, ale je tu šance mnoho věcí do jisté míry ovlivnit ku prospěchu věci.⁵

Vzhledem k podmínkám, kterými disponuje naše malá Česká republika, je asi největším možným potencionálně využitelným obnovitelným zdrojem biomasa. Možnosti stavby velkých vodních elektráren byly v České republice již téměř vyčerpány, až na několik případů, avšak ty není a v budoucnu nebude lehké uskutečnit,

⁴ JOHANSSON, T., B.; BURNHAM, L. *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity*. Washington, D.C.: Island Press, 1993. 1160 s. ISBN 9781559631389

⁵ QUASCHNING, V. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3

a to at' z ekonomických, ekologických, či sociálních důvodů. Ale jak se říká, dveře jsou stále otevřeny malým vodním elektrárnám s instalovaným výkonem do 10 MW. Ty je v našich podmínkách s množstvím menších řek a potoků možné stavět i nadále. Byť na mnoha místech by sloužily pouze v období, kdy bude více vody, tedy v závislosti na výkyvech stále se měnícího počasí. Nelze opomenout ani další obnovitelné zdroje energie. V posledních několika letech se velmi rozmohly například sluneční a větrné elektrárny. I když důvodem vzniku velkého množství elektráren obnovitelných zdrojů (především fotovoltaických elektráren) byly různé státní či evropské příspěvky a dotace. Z dnešního úhlu pohledu se Česká republika bez konvenčních zdrojů energie asi „nikdy“ zcela neobejde.

Udržitelná energie je vytvořena právě z obnovitelných zdrojů energie. Tyto zdroje budou v budoucnu stále k dispozici. Ty ostatní však nebudou, jelikož časem dojdou.⁶

Při využívání jakýchkoliv zdrojů by se vždy mělo jednat právě a především o využití domácích zdrojů – získaných či vyrobených na daném území. Tento fakt by pak měl být výhodou pro větší nezávislost daného státu či oblasti. Takto by tomu mělo být i u výroby elektrické energie. Obnovitelné zdroje energie by mohly v budoucnosti znamenat jak energetickou stabilitu, tak významnou pomoc při ochraně životního prostředí. V posledních letech je v České republice, ale i v mnoha dalších zemích podporována výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Jedná se o podporu především finanční a legislativní (různé dotace, podpory, legislativní změny a další kroky směřující ke zvýhodnění obnovitelných zdrojů energie). Tato celosvětově řešená problematika dala možnost vzniknout i mnoha organizacím, které ji lokálně i globálně pomáhají řešit.

V České republice se problematice obnovitelných zdrojů energie věnuje především Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo zemědělství a také Ministerstvo obchodu a průmyslu. Tyto instituce se řídí platnými zákony a stanovují základní pravidla a specifikace. Dřívější definice obnovitelných zdrojů energie byla popsána v ustanovení § 7 odst. 2 zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí. Nyní aktuálně jsou obnovitelné zdroje energie popsány v zákoně o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, tj. zákon č. 165/2012 Sb., který nahradil zákon o podpoře

⁶ RICHARDS, J. *Water energy*. Tarrytown. NY: Marshall Cavendish, 2009. 32 s. ISBN 9780761444299

výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů č. 180/2005 Sb. Dalším zákonem je například zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon). Tyto zdroje a jejich problematika jsou zde mnohem lépe a především podrobněji, jasněji a blíže vymezeny. Touto problematikou se jako další zabývá například i Státní energetická koncepce a její aktualizace, Bílá kniha, směrnice Evropského parlamentu, Energetická politika EU, Pracovní plán pro obnovitelné zdroje – obnovitelné zdroje energie v 21. století: cesta k udržitelnější budoucnosti, národní plány, Energetický regulační úřad, Operátor trhu s elektřinou atd.

Česká republika se jako členský stát zavázala vůči Evropské unii, že v roce 2010 bude podíl vyrobené elektřiny z obnovitelných zdrojů energie na hrubé domácí spotřebě nejméně 8 %. Tento závazek se podařil naplnit a v roce 2010 Česká republika dosáhla 8,3 %.⁷ Další stanovený cíl má Česká republika k roku 2020, je stanoven na hodnotu 13 %, což se již povedlo v roce 2014.⁸

Bohužel je pravdou, že obnovitelné zdroje energie mají i svá proti. Například vodní díla s elektrárnami by měla chránit sídla a obyvatele před povodněmi a nikoli vyrábět především elektrickou energii, větrné elektrárny vytváří nepříjemný hluk a ruší zvířata i lidi kolem, biomasa a bioplynové stanice nepříjemně zapáchají, zmenšují se zemědělské plochy pro potravinářství z důvodu pěstování biomasy a složek do biopaliv atd.

2.1 Energie z pohybu vody

Využívání energie z pohybu vody (energie vody či vodní energie) je využíváním energie čistého, přírodního, relativně dostupného a obnovitelného zdroje. Tato energie vzniká při hydrologickém cyklu (koloběhu vody) v přírodě na planetě Zemi, a to za přispění gravitační síly Země a sluneční energie.

⁷ SIVEK., M.; et al. *Czech republic and indicative targets of the European Union for electricity generation from renewable sources*. Energy Policy 44 (2012) 469-475. [online]. [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/czech-republic-and-indicative-targets-of-the-european-union-for-lgeAOTGkfV?shortRental=true/>

⁸ Oenergetice.cz. *Eurostat: 9 členských států včetně ČR již dosáhlo národního cíle pro OZE*. [online]. [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/podil-oze-eu/>

Voda je zde déle než samo lidstvo, ale je s ním vývojově neodmyslitelně spojena. Lidé se vodu a její potenciál naučili postupně ovládat a především ji využívat sami pro sebe a svoje potřeby v různých odvětvích, kde jim voda a její síla pomáhala a usnadňovala práci. Řadí se mezi nejdéle využívané zdroje energie na světě. V přírodě je voda také nositelem mechanické, tepelné a chemické energie. A právě mechanická je tou nejdůležitější a nejvýznamnější pro výrobu energie, jde o energii vodních toků, srážek, ledovců, moří (příliv, odliv, vlny a proudy).

V principu se jedná o předávání energie vody dál, díky čemuž je možné s ní dále pracovat, například využívání mechanické energie vody v mlýnech, na pilách nebo její převod na elektrickou energii pro potřeby průmyslu či domácností. Reálně se jedná o velmi originální způsob vyrábění energie bez vytváření škodlivých látek, které by mohly ovlivňovat životní prostředí.⁹

První zmínky o využívání vody a jejího pohybu sahají do období starověkých civilizací (Sumer, Egypt), kdy byl potenciál vody využíván především v zemědělství. Od té doby člověk své technologie stále zdokonaloval, počínaje vodními koly využívajících potoků a řek do dnešní podoby přehrad a jezů, přečerpávacích nádrží a dalších vodních děl, jež jsou osazeny vodními turbínami a podobně.

Dnes je energie vody využívána převážně pro energetické účely – výroba elektrické energie ve vodních elektrárnách. Využívání pohybu a celkově potenciálu vody se řadí mezi tzv. čisté obnovitelné zdroje energie. Jde o obnovitelný zdroj energie, který je v České republice, ale i ve světě využíván zdaleka nejvíce.

2.1.1 Vodní díla, vodní elektrárny a turbíny

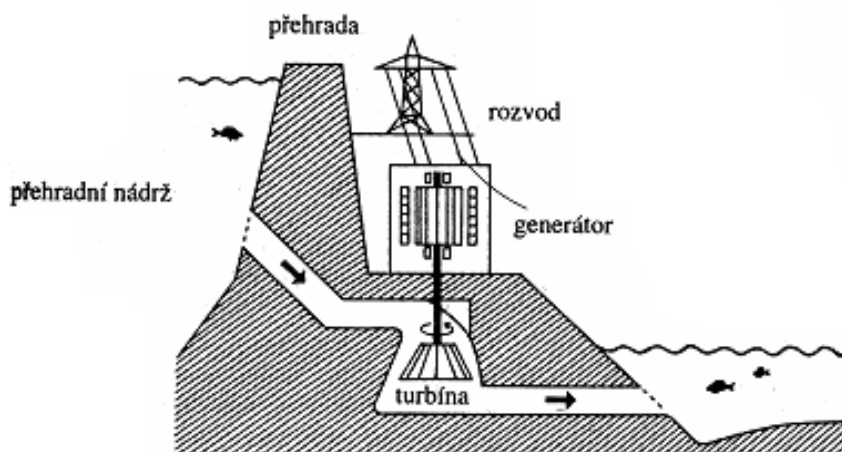
Vodní díla lze definovat jako celé stavby (vodní nádrže složené z jezu nebo hráze) spolu se strojními komponenty (elektrárnou) s tím, že každé vodní dílo nemusí mít elektrárnu, díky které je možné využívat vodu, její sílu a energii na určité části vodního toku, přičemž je tato energie dále přeměňována právě ve vodní elektrárně na mechanickou energii, ze které lze posléze získat elektrickou energii. Princip takové

⁹ Oenergetice.cz. *Vodní elektrárny – princip, rozdělení, elektrárny v ČR*. [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/obnovitelne-zdroje-energie/vodni-elektrarny-princip-a-rozdeleni/>

vodní elektrárny je mnohem jednodušší než u jiného typu elektrárny, např. tepelné. Takový jednoduchý popis využití energie vody je možné si představit tak, že nad hrází či jezem se akumuluje voda, která proudí do strojovny vodní elektrárny, kde se nacházejí turbíny, jež tlak vody získaný spádem přeměňují na elektřinu. Vždy by mělo jít o maximální využití přírodního či lidskou činností upraveného vodního zdroje.¹⁰

Níže na obrázku je možné vidět řez vodním dílem, v tomto případě ukázkovým přehradním tělesem (hrází). Obrázek slouží pro lepší představu o vodním díle a především vodní elektrárně, turbíně a principu využití vodní energie. V Příloze č. 2 je možné vidět další řez vodním dílem, a to přehradním tělesem vodního díla Slapy s elektrárnou.

Obr. č. 1: Schéma - řez vodním dílem (přehradou)



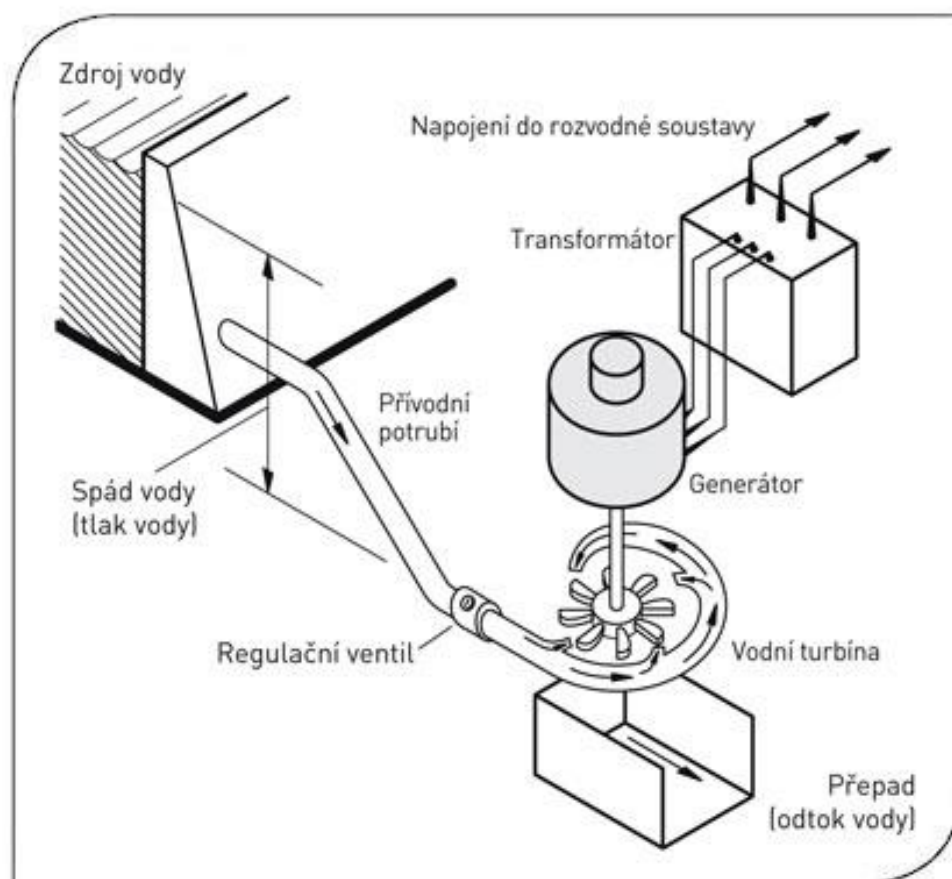
Zdroj: ¹¹

¹⁰ QUASCHNING, V. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3

¹¹ Tzb-info.cz. *Teplo vody a její pohybová energie*. [online]. [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/docu/clanky/0041/004184o4.gif/>

Na dalším obrázku můžeme vidět schéma malé vodní elektrárny, ale je možné si jej představit i jako zjednodušené schéma klasické vodní elektrárny.

Obr. č. 2: Schéma představující obecný princip fungování vodní elektrárny



Zdroj:¹²

Problematice vodních děl v České republice se věnují různé instituce, které byly zmíněny v kapitole věnující se obnovitelným zdrojům energie. Vodní díla jsou definována vodním zákonem: „Vodní díla jsou stavby, které slouží ke vzdouvání a zadržování vod, umělému usměrňování odtokového režimu povrchových vod, k ochraně a užívání vod, k nakládání s vodami, ochraně před škodlivými účinky vod, k úpravě vodních poměrů nebo k jiným účelům sledovaným tímto zákonem.“¹³ Může

¹² Veoliawater2energy.com. Reference. [online]. [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: <http://www.veoliawater2energy.com/cz/data/images/CZ%20schema-microhydro-cs.jpg/>

¹³ Eagri.cz. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) § 55 Vodní díla. [online]. [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100053111.html/>

se jednat například o různé vodní nádrže, přehrady, jezy, zdrže, hráze, dokonce i studny a další objekty uvedené ve vodním zákoně (§ 55). Zákon dále definuje i rozdělení vodních děl: „Z hlediska technickobezpečnostního dohledu nad vodními díly, ve smyslu Zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (Vodní zákon), lze vodní díla rozdělit, dle jejich významu do I. až IV. kategorie, podle rizika ohrožení lidských životů, možných škod na majetku v přilehlém území a ztrát z omezení funkcí a užitků ve veřejném zájmu.“¹⁴

Voda je velmi atraktivním zdrojem energie s poměrně nízkými náklady na výrobu. Má své přednosti i úskalí.

Výhody

Jedná se o obnovitelný zdroj energie. Velké vodní elektrárny jsou schopny vyprodukovat opravdu velké množství elektrické energie. Oproti ostatním zdrojům energie mají vysokou účinnost, efektivnost a bezpečnost, nepotřebují žádná paliva ani další suroviny, jsou tedy tzv. nezávislé. Nevypouští do ovzduší žádné emise (CO₂), mají bezodpadový provoz, minimální poruchovost, dlouhou životnost, minimální údržbu oproti ostatním zdrojům energie. Její technologie umožňuje snadnou regulaci výkonu (a to i na dálku), pružnost výroby (opravdu rychlé spuštění a najetí na plný výkon), minimální potřebu personálu. Vodní dílo jako obnovitelný zdroj energie je možné opakovaně využívat nejen pro výrobu energie, ale i jako částečnou protipovodňovou ochranu, pro turistiku a rekreaci (vodní plocha) nebo jako zásobárnu pitné či užitkové vody atd.¹⁵

Nevýhody

Asi největší nevýhodou je potřeba vody – průtoku (množství vody za určitou dobu) a spádu. Nevýhodou je také cena za stavbu celého vodního díla s elektrárnou a doba výstavby (většinou jde o roky). S výstavbou často souvisí i vystěhování obyvatel z dotčeného území a likvidace stávajících ekosystémů (zatopení, vykácení lesů, překážka pro živočichy apod.). Problémy při provozu mohou být například

¹⁴ Pvl.cz. Povodí Vltavy. *Vodní díla*. [online]. [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/vodohospodarske-informace/vodni-dila/>

¹⁵ QUASCHNING, V. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3

eutrofizace, zanášení VD a povodně. Méně pravděpodobná, ale možná může být havárie (porucha statiky, teroristický útok atd.).¹⁶

Pokud jde o historii, vodní dílo nebo také nádrž, přehrada, rybník a další stavby spadající do tohoto významu se na Zemi začaly objevovat již v dobách starých Sumerů a Egypťanů. V České republice sahá využívání potenciálu vody do středověku. Tehdy byla voda a její potenciál využíván jako přímý mechanický pohyb kol mlýnů. Mlýnská kola pomocí různých převodů dokázala rozhábat například pily, mlýnské kameny a další zařízení. Období počátků moderních vodních děl začalo mezi první a druhou světovou válkou, přesněji toto období začalo v roce 1936. V tomto roce byla kompletně dostavěna Hooverova přehrada, která leží na řece Colorado pod známým údolím Grand Canyon ve Spojených státech amerických. Hooverova nádrž byla ve své době největší přehradou svého druhu. Rozkládá se na ploše neuvěřitelných 639 km². Od těchto dob bylo podobných vodních děl ve světě postaveno opravdu velké množství. Dnes je například největší vodní elektrárnou světa přehrada Tři Soutěsky v Číně, další se nacházejí v Brazílii a Rusku nebo třeba Kanadě. Ovšem jakákoliv stavba a samotná realizace podobných vodních děl (přehrad s vodní elektrárnou) je technologicky a finančně nepředstavitelně náročná. I Česká republika má bohatou historii moderních vodních děl a jejich výstavby jako takové od počátku 20. století. Šlo v první řadě především o výrobu elektrické energie, která byla zapotřebí pro rozvíjející se průmysl v první polovině 20. století.

První elektrárna byla vodní elektrárna (přetlaková turbína – dynamo – stejnosměrný proud) a postavila ji firma Pullman v roce 1881 v Anglii ve městě Goldamin na řece Way. Další nechal postavit americký vynálezce T. A. Edison, který patřil mezi světové průkopníky OZE (vodních elektráren).¹⁷ V Severní Americe u Velkých jezer v americkém městě Appleton byla tímto vynálezcem v roce 1882 postavena jedna z prvních vodních elektráren svého druhu.¹⁸

První vodní elektrárna v České republice byla uvedena do provozu na konci 19. století v Jižních Čechách u města Písek. Na začátku 20. století byly v Praze vystavěny

¹⁶ QUASCHNING, V. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3

¹⁷ ČEZ.cz *Encyklopedie energetiky - Elektrina*. [online]. [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/pro-media-2014/05-kveten/encyklopedie_eletrina_e.pdf/

¹⁸ Physics.muni.cz. *Alternativní zdroje*. [online]. [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: http://www.physics.muni.cz/~blazkova/dp/Alternativni_zdroje1.htm/

následně dvě další vodní elektrárny. Jedna z nich vznikla v Těšnově a druhá na Štvanici. Vodní elektrárna v Těšnově dnes již není funkční, ale elektrárna na Štvanici je po několika rekonstrukcích v provozuschopném stavu stále.

V dnešní době vodní díla plní několik hlavních funkcí. Jedná se zejména o zabezpečení minimálních průtoků, zajištění dostatečného objemu vody pro odběry povrchové vody, částečnou protipovodňovou ochranu, využití hydroenergetického potenciálu, nadlepšování průtoku pro plavbu, regulaci zimního odtoku pro minimalizaci ledových jevů, rekreaci, vodní sporty, rybolov, plavbu a další. V České republice jde například o tzv. Vltavskou kaskádu.¹⁹

Vodní elektrárny můžeme rozdělovat podle různých hledisek.

Dle velikosti a typu využití:

- velké vodní, malé vodní, přečerpávací, přílivové.

Dle principu akumulace vody:

- přehradní, derivační, přečerpávací, bez vzdouvacího tělesa.

Dle ovlivnění vodního toku:

- průtočné, akumulační, smíšené.

Dle spádu (tlaku vody):

- do 20 m (nízkotlaké), od 20 m do 100 m (středotlaké), nad 100 m (vysokotlaké).

¹⁹ Přednáška na Povodí Vltavy [cit. 2016-11-01] (exkurze s předmětem Prevence hydrologických extrémů a Správa povodí. 1. 11. 2016 od 9:00 v zasedací síni Orlické budovy B generálního ředitelství státního podniku Povodí Vltavy. Adresa: Holečkova 8, Praha 5).

Dle umístění:

- hrázové, jezové, podzemní, pilířové, břehové (spíše už historické řešení), plovoucí – lodní (dnes již málo se vyskytující).²⁰

Dalším hlediskem rozdělení může být také například výkonnost, počet a typ turbín atd.

Malé vodní elektrárny mohou v budoucnu hrát velmi důležitou roli, a to především v místních energetických úsporách. Značný rozvoj tohoto zdroje energie je patrný například v Číně.²¹

V České republice mají malé vodní elektrárny velký potenciál, protože velká vodní díla a vodní elektrárny již není jednoduché postavit. V tomto směru zde již byl přírodní vodní potenciál prakticky vyčerpán.

V Čechách je velké množství vodních děl, která spadají pod povodí vodních toků. Například řeka Vltava spadá pod Povodí Vltavy, s. p., Labe pod Povodí Labe, s. p., apod. Na řece Vltavě je hned několik velkých vodních děl s elektrárnami, která tvoří takzvanou Vltavskou kaskádu. Právě zde se nachází většina největších vodních děl s elektrárnami v České republice. Právo spravovat tato vodní díla - nádrže mají již výše zmíněná Povodí, jež jsou státními podniky. Velké vodní elektrárny spravuje, provozuje, udržuje a využívá k výrobě elektřiny největší energetická firma v ČR, a to společnost ČEZ, a. s., a její dceřiné společnosti.

Vodní elektrárna využívaná k získávání elektrické energie by měla být především efektivní, ale i ekonomická a ekologická.²²

K vodním elektrárnám patří vodní turbíny. Turbína ve vodní elektrárně je mechanické strojní zařízení, které je přizpůsobené k využívání síly vody, tedy jejího potenciálu. Tento potenciál dále proměňuje energii pohybovou (kinetickou) či tlakovou na mechanickou, ze které se dále vytváří energie elektrická.

²⁰ Vosvdf.cz. Vyšší odborná škola a Střední škola Varnsdorf. *Malé vodní elektrárny*. [online]. [cit. 2014-11-26]. Dostupné z: <http://www.vosvdf.cz/cmsb/userdata/489/obnovitelne-zdroje/Male%20vodni%20elektrarny.pdf> /

²¹ JOHANSSON, T., B.; BURNHAM, L. *Renewable energy: sources for fuels and electricity*. Washington, D.C.: Island Press, 1993. 1160 s. ISBN 1559631384

²² GUPTA, M., K. *Power Plant Engineering*. New Delhi: PHI Learning, 2012. 348 s. ISBN 8120346122

Zmíněná vodní turbína používá pro výrobu energie vodu a její sílu jako pracovní látku místo paliva. Získání této energie může probíhat v přírodních nebo umělých podmínkách (nádrže, rybníky apod.).²³

Co se týká historie vodních turbín, lze vnímat jako jejich předchůdce mlýnská vodní kola, ta existovala již před staletími. Je pravdou, že tato kola nevyrobila elektrickou energii, ale dokázala rozhýbat stroje na mletí obilí, pily apod. V těchto případech šlo o výrobu mechanické energie, která byla díky ozubeným kolům převáděna dál. Touto problematikou se zabýval i Leonardo da Vinci a z jeho podkladů nejspíše vycházel Jacques Besson v 16. století. Vodní turbíny, jež jsou nám známy dnes, se začaly objevovat až v 19. století. V roce 1826 C. Bourdin sestrojil rotační vodní motor a od té doby šel vývoj kupředu a bylo vynalezeno několik typů vodních turbín. V současnosti jsou používány především pro výrobu elektřiny.²⁴

Vodní turbína spolu s generátorem elektrické energie tvoří celek. Tento generátor je schopný získávanou energii, v tomto případě mechanickou, převést na elektrickou energii, která je dále distribuována do energetické sítě pro různé účely, například pro chod domácností či průmyslu.

Také vodní turbíny můžeme rozdělovat podle různých hledisek.

Dle polohy hřídele oběžného kola (uspořádání):

- horizontální, vertikální, šikmé, tvaru S.

Dle způsobu přenosu energie vody:

- rovnotlaké, přetlakové.

²³ RAJA, A., K.; SRIVASTAVA, A., P.; DWIVEDI, M. *Power Plant Engineering*. New Delhi: New Age International, 2006. 492 s. ISBN 8122418317

²⁴ Physics.muni.cz. *Alternativní zdroje*. [online]. [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: http://www.physics.muni.cz/~blazkova/dp/Alternativni_zdroje1.htm/

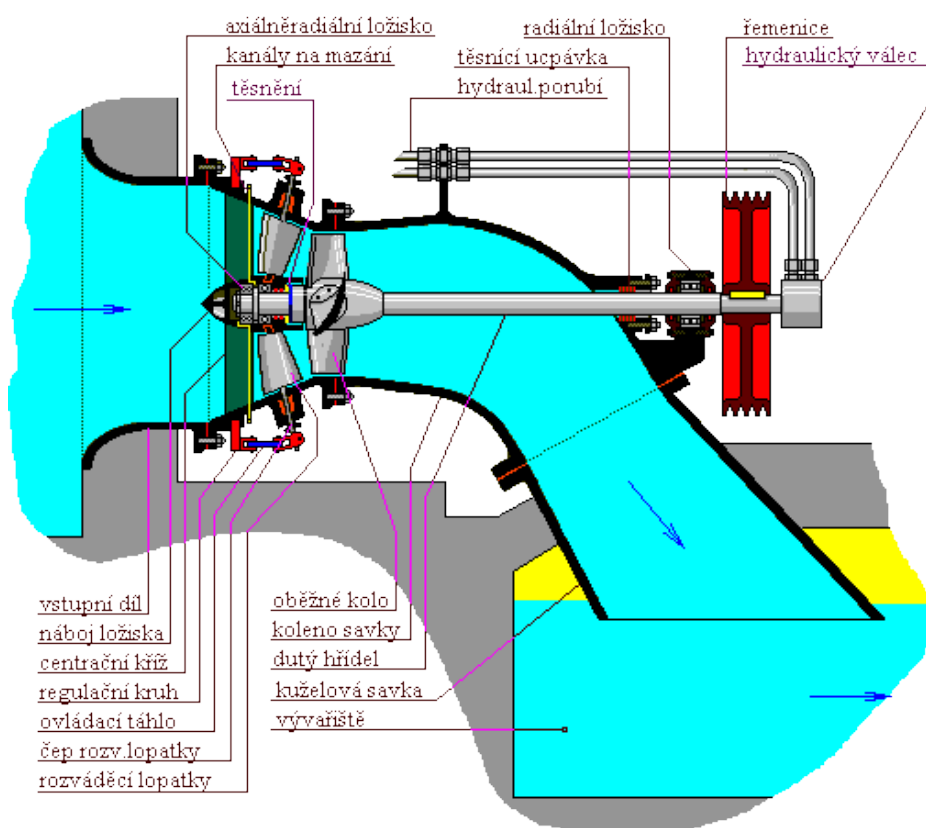
Dle celkové konstrukce (většinou pojmenovány po objeviteli – konstruktérovi):

- Peltonova turbína, Francisova turbína, Kaplanova turbína a několik dalších.²⁵

Všechna velká vodní díla nacházející se na území České republiky, jejichž součástí jsou i vodní elektrárny, jsou osazena některou z výše uvedených vodních turbín, které následně vyrábí elektrickou energii. Lze ji využívat díky kabelovým rozvodům i v městech, vsích i samotách, kde ji lidé využívají pro své potřeby. Může se jednat o oblasti vzdálené od elektrárny desítky i stovky kilometrů.

Na obrázku níže je schéma uspořádání Kaplanovi S-turbíny včetně popisu. Schéma slouží pro bližší pochopení principu a funkce vodní turbíny.

Obr. č. 3: Schéma uspořádání vodní turbíny (Kaplanova S-turbína)



Zdroj: ²⁶

²⁵ ČEZ.cz. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Odborná studie. [online]. [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/oze-cr-all-17-01-obalka-in.pdf/>

²⁶ Mve.energetika.cz. *S-turbína*. [online]. [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/pretlakoveturbiny/kaplan-s.gif/>

Účinnost přeměny energie získávané z vody na elektrickou energii je opravdu velmi vysoká. Moderní turbíny dokáží být účinné až přes hodnotu 90 %, což je vysoká hodnota, která však závisí na spádu, množství vody a dalším.

2.2 Energie ze slunečního záření

Energie ze slunečního záření je obnovitelný zdroj energie, jde o energii získávanou ze slunce. Lidé se naučili tento přírodní jev částečně využívat díky moderním technologiím pro mnoho účelů, např. výrobu elektřiny, přímý ohřev vody a vytápění.

Stejně jako voda je sluneční záření součástí Země, jsou to v podstatě podmínky, které umožnily vznik života na Zemi. Ovšem sluneční energii se lidstvo nenaučilo využívat tak rychle jako vodu, i když například sluneční hodiny byly používány již několik tisíc let před naším letopočtem.

Sluneční záření v moderní době bylo využíváno především pro ohřev vody, vzduchu (skleníky v 17. století). Postupně se zdokonalovalo využití pro ohřev vody prostřednictvím solárních – termických kolektorů. Využití slunečního záření jako energie, která by poháněla stroje, se podařilo např. v roce 1861, kdy byl sestaven první parní motor využívající solární pohon.²⁷

Získávání elektrické energie ze Slunce je možné díky jevu, který se nazývá fotovoltaický, a proto je tato výroba elektrické energie označována pojmem fotovoltaika.

²⁷ Vitejtenazemi.cz. *Historie využívání energie*. [online]. [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=historie_vyuzivani_energie&site=energie/

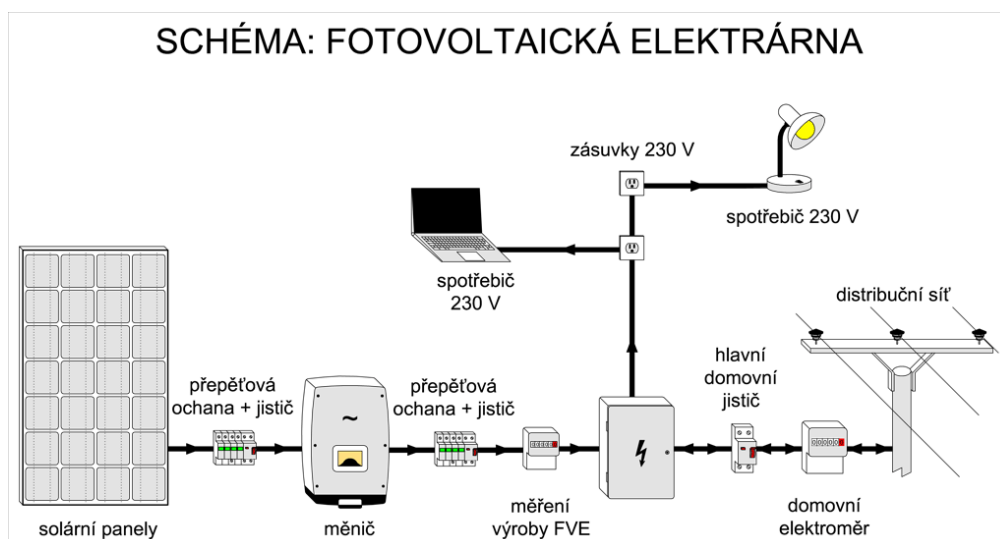
2.2.1 Fotovoltaické elektrárny a články (panely)

Fotovoltaické elektrárny, také často označované solární (sluneční), lze definovat jako technická zařízení, která slouží pro přeměnu sluneční energie na energii elektrickou. Princip fotovoltaické elektrárny je však o něco složitější než u vodní elektrárny.

Fotovoltaickou elektrárnu si lze přetavit jako zabranou plochu, většinou pole či louku, v některých případech se jedná i o střechu budovy s tím, že zabraná plocha je osazena několik centimetrů silnými fotovoltaickými panely o různých rozměrech. Jde o desítky, někdy dokonce stovky či tisíce panelů seřazených v různých řadách a různých seskupeních na speciálních konstrukcích a v různém náklonu, nejlépe natočené jižním směrem. V některých případech (u nás jen zřídka) se jedná o samonatačecí konstrukce přizpůsobující se pozici slunce. Často jde o velká území, která jsou oplocená a pod kamerovým systémem. Mezi panely bývají cesty sloužící pro možný servis, další údržbu a přístup hasičského sboru v případě potřeby. Taková fotovoltaická elektrárna se skládá z minimálně jednoho fotovoltaického panelu, dále ze zařízení, které ji má za úkol chránit proti blesku a také přepětí (jističe), dále z kabeláže, střídače (invertory) napětí sloužící k převodu stejnosměrného proudu na střídavý (měnič), elektroměru a napojení na distribuční síť, pokud je k takovému účelu daná fotovoltaická elektrárna určena. Součástí velkých fotovoltaických elektráren jsou dále různé sdružovací skříně, trafostanice, budovy s různým strojním zařízením (rozvaděče, počítače a další technika sloužící pro různá měření, statistiky, monitorování a zabezpečení).

Na obrázku je možné vidět jednoduché ukázkové schéma fotovoltaické elektrárny (domácí), které slouží pouze pro lepší představu fungování a uspořádání fotovoltaické elektrárny.

Obr. č. 4: Schéma - fotovoltaická elektrárna (domácí)



Zdroj:²⁸

Také fotovoltaické elektrárny a jejich fungování jsou regulovány státem prostřednictvím zákonů. Dle zákona č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, je „fotovoltaickým článkem - článek tvořený polovodičovými nebo organickými prvky, které mění energii slunečního záření v energii elektrickou, solárním panelem – elektrozařízení tvořené fotovoltaickými články a určené k přímé výrobě elektřiny ze slunečního záření, solární elektrárnou – výrobní elektřiny využívající solární panely, provozovatelem solární elektrárny – držitel licence na výrobu elektřiny podle zvláštního právního předpisu ve výrobně elektřiny, která vyrábí elektřinu ze slunečního záření.“²⁹

Pojem fotovoltaika byl objeven devatenáctiletým francouzským fyzikem Alexandrem Edmondem Becquerelem v roce 1839. Své praktické využití našla fotovoltaika až nějakých 120 let poté. V roce 1876 fyzici William G. Adams a Richard E. Day

²⁸ Solarniexperti.cz. *Jak funguje fotovoltaická elektrárna?* | *Solární Experti*. [online]. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/wp-content/uploads/schema-zapojeni-fotovoltaicke-elektrarny.png/>

²⁹ Zakonyprolidi.cz. *Zákon č. 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů*. [online]. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-165>

zaznamenali totéž, co A. E. Becquerel, avšak za jiných podmínek. Následovalo mnoho dalších pokusů, ze kterých vyplynulo, že nejvhodnějším prvkem pro polovodič je křemík. V roce 1883 byl sestrojen první fotovoltaický článek, ale jeho účinnost byla pouze cca 1 %.³⁰ Dalším fyzikem, který se podílel na vývoji fotovoltaiky, byl Albert Einstein, ten v roce 1905 dokázal vysvětlit fotoelektrický (fotovoltaický) jev, za nějž byl oceněn Nobelovou cenou.³¹ A v roce 1916 polský vědec Jan Czochralski objevil možnost přeměny polykrystalického křemíku na monokrystalický, což bylo pro budoucí vývoj klíčové.³² Velmi přispěly například Bellovy laboratoře. V roce 1946 si Russel Ohl nechal patentovat konstrukci solárního článku. Další významný rozvoj nastal v roce 1954, kdy Daryl Chapin, Calvin Fuller a Gerald Pearson vytvořili první fotovoltaický článek, který měl účinnost přibližně 6 %, jednalo se o články podobné nynějším konstrukcím. Od této doby fotovoltaické články začaly nacházet svá první praktická využití (napájení satelitů).³³ V šedesátých letech 20. století začala být po fotovoltaických panelech poptávka především v leteckém průmyslu a v sedmdesátých letech v energetice, když nastala ropná krize a zvýšil se zájem o životní prostředí. Díky těmto skutečnostem došlo k rozvoji (technologickému i legislativnímu) ve využívání obnovitelných zdrojů.³⁴ Díky poklesu cen technologie se fotovoltaika začala dostávat do průmyslu a domácností. Zprvu šlo především o využití v energeticky nezasíťovaných oblastech, například použití na bójích, majácích, železničních přejezdech apod. V roce 1976 by spuštěn projekt, při kterém bylo instalováno 83 fotovoltaických systémů po planetě (zdravotnická zařízení, čerpadla na vodu atd.). Poté, co se svět oklepal ze zmíněné krize, nastal částečný úpadek a zpomalení vývoje. Mezi lety 1980 až 1999 se podařilo zvýšit efektivitu článků na hodnotu přes 10 %, a to vyrobením prvního tenkovrstvého článku. V roce 1984 uvedla Velká Británie do provozu svoji první fotovoltaickou elektrárnu o výkonu 30 kW. V roce 1985 byla uvedena do provozu první věžová solární elektrárna

³⁰ Zelena-energie.org. *Vývoj fotovoltaiky*. [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <http://www.zelena-energie.org/vyvoj-fotovoltaiky/>

³¹ Zbp.univie.ac.at. *Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt - Einstein*. [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <http://www.zbp.univie.ac.at/dokumente/einstein1.pdf>

³² Janczochralski.com. *Discovery of the Czochralski method*. [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <http://www.janczochralski.com/en/biografia-wstep/discovery-of-the-czochralski-method/>

³³ Zelena-energie.org. *Vývoj fotovoltaiky*. [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <http://www.zelena-energie.org/vyvoj-fotovoltaiky/>

³⁴ Profipress.cz. *SKÁCEL, D. Vývoj fotovoltaiky ve světě a v ČR*. Časopis Alternativní energie. 2000. roč. 3, č. 3. [online]. [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: <http://profipress.cz/archiv/alternativni-energie-032000/>

s názvem Solar One o maximálním výkonu 10 MW.³⁵ V roce 1986 byla v Kalifornii spuštěna největší solární elektrárna své doby, která však přímo nevyráběla elektřinu, ale páru, ze které se poté elektřina vyráběla. V této době byl uveden na trh první komerčně dostupný a vyráběný článek. Od této doby byl zaznamenán velký vývoj v účinnosti. Laboratorní účinnost v roce 1992 byla 15 % a v roce 1993 se jednalo už o 20 % a následující rok o 30 %.³⁶ Po přelomu tisíciletí, tj. po roce 2000, byla zahájena masová výstavba fotovoltaických článků a výstavba fotovoltaických elektráren.

Česká republika se více zapojila do fotovoltaiky přibližně v roce 1987, kdy byly publikovány výsledky výzkumu monokrystalických solárních článků. Další vývoj podpořili pracovníci Tesly Vrchlabí (výroba článků a odborné studie). V 90. letech 20. století bylo využití fotovoltaických elektráren spíše sporadické – rekreační chaty, parkovací automaty a oblasti se špatným přístupem (ostrovní systémy malé velikosti). Poté byly zkoušeny experimenty na rodinných domech a veřejném osvětlení. Následovaly fotovoltaické elektrárny s napojením na energetickou síť. Jako první v České republice byla uvedena do provozu fotovoltaická elektrárna s výkonem 10 kW na vrcholu hory Mravenečník v Jeseníkách v roce 1998. Instalaci tehdy provedla firma Tesla Trimex, vlastníkem byla společnost ČEZ, a. s.³⁷ Od této doby dále začíná v České republice, stejně jako po celém světě, tzv. „fotovoltaický boom“. V následujících letech vzniklo a proběhlo mnoho legislativních změn, jež i nadále probíhají.

Jednou ze současných největších fotovoltaických elektráren na světě je elektrárna ve státě Gudžarát v Indii, její instalovaný výkon je 600 MW.³⁸ Fotovoltaická elektrárna Topaz Solar Farm v Kalifornii v USA má výkon 550 MW, skládá se z více než devíti milionů solárních panelů, které pokrývají plochu okolo 25 km². Další

³⁵ Solarni-energie.info. *Solární elektrárna*. [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://www.solarni-energie.info/solarni-elektrany.php/>

³⁶ Conergy.cz. *Historie využití solární energie*. [online]. [cit. 2012-07-02]. Dostupné z: http://conergy.cz/PortalData/1/Resources/master/images/about_us/presse/2011-09_AZeлектро_5_2011_Historie_vyuziti_solarni_energie.pdf/

³⁷ Profipress.cz. *SKÁCEL, D. Vývoj fotovoltaiky ve světě a v ČR*. Časopis Alternativní energie. 2000. roč. 3, č. 3. [online]. [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: <http://profipress.cz/archiv/alternativni-energie-032000/>

³⁸ Ekobydleni.eu. *Indie má největší solární elektrárnu na světě – 600 MW*. [online]. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: www.ekobydleni.eu/solarni-elektrany/indie-ma-nejvetsi-solarni-elektrarnu-na-svete-600-mw/

elektrárna Desert Sunlight Solar Farm s výkonem 550 MW se nachází také v Kalifornii (v Mohavské poušti) a má více než osm milionů panelů na ploše 16 km².³⁹ Fotovoltaické elektrárny se v současnosti nachází na celém světě a jejich počet bude v návaznosti na jejich výkon v budoucnu stoupat.

Také fotovoltaické elektrárny mají svá pro a proti.

Výhody

Výhodou fotovoltaických elektráren je jejich využívání obnovitelného zdroje energie – slunečního záření (obrovské množství dopadající energie). Elektrárny mají minimální provozní náklady a jsou relativně nenáročné na obsluhu. Není třeba je čistit, mají samočistící schopnost. Vcelku dlouhá je i životnost současných fotovoltaických článků, a to cca 15-25 let (což bývá garantováno výrobcem). Je možné je využít i přímo v domácnostech (vlastní solární elektrárna na domě) jako zdroj tepla a elektřiny, čímž se mohou domácnosti stát alespoň částečně nezávislé na síti. Stejně jako u vodních elektráren nepotřebují k provozu žádná fosilní paliva, nevytváří žádné emise, které by znečišťovaly ovzduší. Mezi aktuální výhody patří i různé bonusy od státu na jejich provoz i zařízení. Vzhledem k neustálému vývoji technologií se dá v budoucnu předpokládat zvýšení efektivnosti.⁴⁰

Nevýhody

Mezi hlavní nevýhody fotovoltaické elektrárny patří přímá závislost na slunečním záření, kdy se efektivita mění během dne i ročního období a tím výrazně kolísá množství dodávané energie do sítě. Současná účinnost využití slunečního záření se pohybuje mezi 10-25 %. Některé zdroje uvádí hodnotu až cca 65 %, avšak jedná se o několikavrstvé články, jež jsou pro běžnou potřebu velmi drahé. Dále dochází ke ztrátě elektrické energie při převodu stejnosměrného proudu na střídavý proud. Významným problémem je regulovatelnost výkonu fotovoltaické elektrárny v závislosti na potřebě elektřiny v distribuční síti, vyrábí totiž elektřinu, i když není potřeba a naopak ji nevyrábí, když potřeba je. Zatím není zcela technologicky ani ekonomicky možné uchovávat velké množství elektřiny. Velkokapacitní baterie sice

³⁹ Oenergetice.cz. *Deset největších solárních elektráren světa*. [online]. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrarny-svet/deset-nejvetsich-solarnich-elektraren-sveta/>

⁴⁰ QUASCHNING, V. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3

již existují, avšak jsou velmi drahé, vyžadují častou údržbu a obsahují nebezpečné látky jako třeba olovo, rtuť, lithium a další. Mezi další negativa patří vysoké počáteční náklady na výstavbu elektrárny. Velmi vážným problémem je otázka, co dělat s vyřazenými, starými, rozbitými panely, které obsahují látky, jež mohou velmi výrazně negativně ovlivnit životní prostředí. Představují nebezpečný odpad, například jsou jejich součástí plasty, které po dlouhé době vystavení venkovním podmínkám uvolňují škodlivé (toxické) plyny. Podle různých průzkumů obsahují kolem 50 škodlivých látek, např. rtuť. Jde tedy o energii, kterou nelze nazvat zcela „čistou“ energií, i když by o takovou energii mělo jít.⁴¹ Není zcela jisté, jak dlouho budou tyto elektrárny podporovány zmíněnými bonusy. V zimě je nutné odklízet z panelů sněh. Časem se postupně snižuje výkon v závislosti na stárnutí panelů. Nelze pominout ani jejich rušivý vliv na ráz krajiny a snižování výměry zemědělsky obhospodařovatelných ploch. Současně rozvoj fotovoltaických elektráren představuje pro obyvatele České republiky také růst cen elektřiny pro koncové spotřebitele.⁴²

Důležitým ukazatelem, jež určuje výkon fotovoltaické elektrárny, je její efektivita, která závisí na dvou hlavních ukazatelích, a to na době a intenzitě (síle) slunečního záření. Hlavní nevýhodou solární elektrárny je, že není možné ji provozovat 24 hodin denně na plný výkon. Tím, že jsou fotovoltaické elektrárny v provozu především přes den, způsobují komplikace v distribuční síti.

Solární elektrárny lze rozdělit podle různých hledisek.

Dle způsobu přeměny energie slunečního záření:

- fotovoltaická elektrárna – přímá přeměna slunečního záření na elektrickou energii,
- solárně-termální elektrárna – nepřímá přeměna slunečního záření, ohřívá kapalinu, která může dále sloužit jako výsledný produkt, nebo dále vyrábět elektřinu obdobně jako tepelná elektrárna.

⁴¹ Fotogaleriedomy.cz. *Nevýhody solární energie*. [online]. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://www.fotogaleriedomy.cz/projekty-domu/nevyhody-solarni-energie/>

⁴² QUASCHNING, V. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3

Dle velikosti, umístění a výkonu:

- malé střešní – umístěné především na rodinných domech, konstrukcích střech budov, jejich výkon je okolo několika kWp,
- velké střešní – umístěné na průmyslových objektech, halách atd., jejich výkon je přes 10 kWp až po řády MWp,
- volně stojící – umístěné na volných prostranstvích, jejich součástí bývají konstrukce spojené pevně se zemí a výkon je ve stovkách kWp až po desítky či dokonce stovky MWp.⁴³

Dle připojení k síti:

- přímé připojení do sítě a prodej provozovateli distribuční sítě – veškerá vyrobená elektřina putuje za výkupní cenu do distribuční sítě,
- přímé připojení do sítě a prodej obchodníkovi s elektrickou energií – veškerá vyrobená elektřina putuje obchodníkovi s elektřinou za sjednanou cenu,
- připojení do rozvodů v objektu – velkou část vyrobené elektřiny spotřebuje objekt, v případě, že vyrobí více, než je potřeba, je elektřina prodávána distribuční společnosti,
- „off grid“ připojení – nezávislé nebo ostrovní připojení se používá tam, kde není možné, anebo chtěné napojení na distribuční síť, veškerá vyrobená elektřina putuje do akumulátorů a je spotřebovávaná místně.⁴⁴

Fotovoltaické elektrárny lze dále dělit např. i podle použité technologie, nosných konstrukcí.

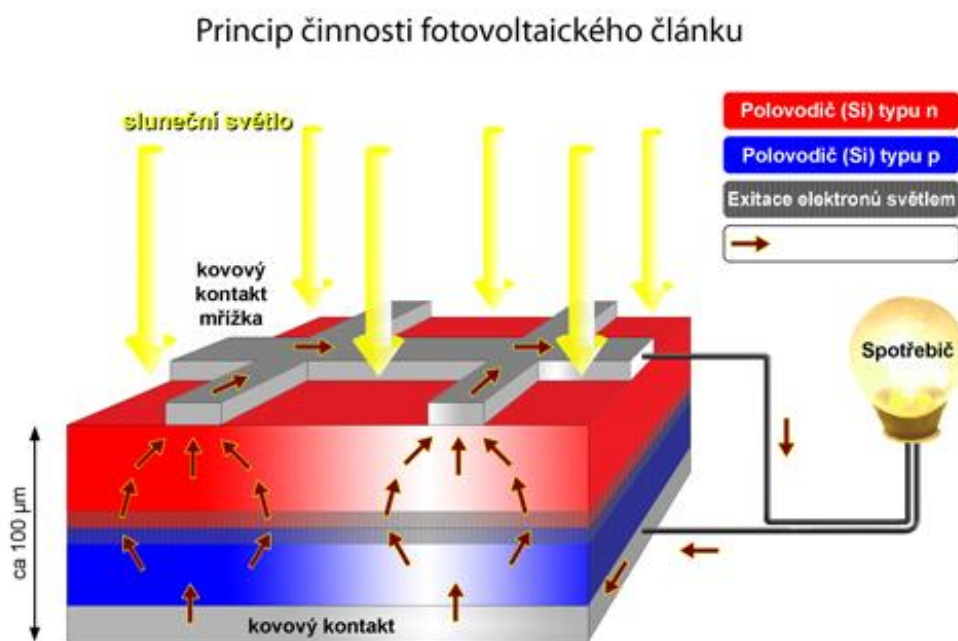
⁴³ Isofenenergy.cz. *Fotovoltaická elektrárna*. [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz/fotovoltaicka-elektrarna.aspx/>

⁴⁴ Isofenenergy.cz. *Fotovoltaická elektrárna*. [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz/fotovoltaicka-elektrarna.aspx/>

Elektrickou energii ze slunce získáváme díky fotovoltaickému jevu, kdy fotony ze slunečního záření dopadají na polovodičový materiál, kde jsou vysráženy elektrony vytvářející potřebné elektrické napětí. Polovodičový materiál je tvořen nejčastěji krystaly křemíku.

Na obrázku je možné vidět princip činnosti fotovoltaického článku a jeho strukturu.

Obr. č. 5: Schéma - princip činnosti (fungování) fotovoltaického článku a jeho struktura

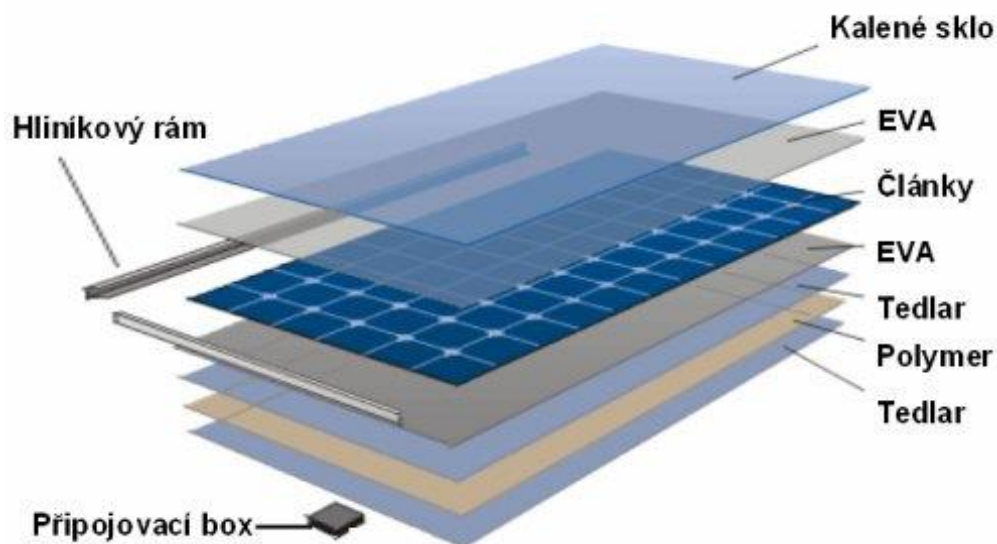


Zdroj: ⁴⁵

⁴⁵ Nemačej.cz. *Fotovoltaické-systémy*. [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://www.nemačej.cz/fotovoltaicke-systemy/princip-fotovoltaickeho-clanku.jpg/>

Na dalším obrázku je možné vidět složení a uložení fotovoltaických článků v panelu.

Obr. č. 6: Ukázkové složení a uložení fotovoltaických článků v panelu (s krystalickými křemíkovými články)



Zdroj: ⁴⁶

EVA (ethylen-vinyl-acetát) slouží jako vrstva oddělující kalené nebo jiné tvrdé sklo od křehkých křemíkových článků. Tedlar a polymer slouží jako krycí fólie (laminátová kompoziční vrstva).

Fotovoltaické články a panely mohou být:

- krystalické – krystalické články (nejrozšířenější),
- tenkovrstvé – články nanášené rovnou na sklo.⁴⁷

⁴⁶ Oze.tzb-info.cz. *Historie a perspektivy OZE - fotovoltaika, technologie krystalického křemíku.* [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/docu/clanky/0054/005470o1.jpg/>

⁴⁷ Oze.tzb-info.cz. *Nejpoužívanější pojmy ve fotovoltaice.* [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/11772-nejpouzivanejsi-pojmy-ve-fotovoltaice/>

Dle typu fotovoltaických článků:

- monokrystalické – jediný krystal,
- polykrystalické – mnoho odlišně orientovaných krystalů,
- amorfní – základem je amorfni křemíková vrstva.⁴⁸

Další dělení je možné podle účinnosti, odolnosti atd.

Energie slunečního záření je atraktivním zdrojem energie, a to zvláště do budoucna. Téměř s jistotou půjde vývoj stále kupředu a bude se zvyšovat účinnost fotovoltaických článků i kapacita a životnost baterií včetně snižování nákladů na jejich samotnou výrobu.⁴⁹

⁴⁸ Solarni-energie.info. *Fotovoltaické solární panely a kolektory*. [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://www.solarni-energie.info/fotovoltaicke-solarni-panely-kolektory.php/>

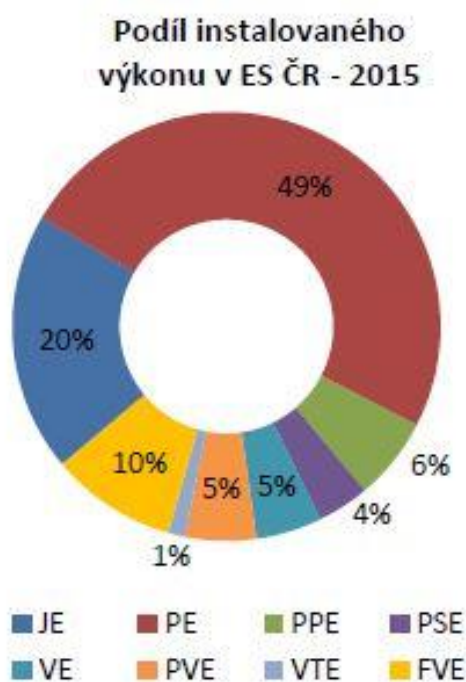
⁴⁹ Euractiv.cz. *Nové cíle a baterky: co čeká obnovitelné zdroje v ČR a EU*. [online]. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://euractiv.cz/clanky/energetika/nove-cile-a-baterky-co-ceka-obnovitelne-zdroje-v-cesku-a-v-eu/>

3. Vodní elektrárny v České republice

Vodní elektrárny, a to velké i malé, v České republice nevyrobí sice takové množství elektrické energie jako například elektrárny spalující uhlí nebo jaderné elektrárny, avšak nelze je opomíjet a je třeba brát je jako další, velmi efektivní a především čistý zdroj energie.

Na grafu z roční zprávy o provozu z roku 2015, kterou vydává Energetický regulační úřad, je možné vidět podíl instalovaného výkonu v elektrizační soustavě České republiky za rok 2015. Z něho vyplývá, že všechny vodní elektrárny na území České republiky zaujímají 5 % podíl zmíněného instalovaného výkonu v elektrizační soustavě České republiky za rok 2015.

Obr. č. 7: Podíl instalovaného výkonu v elektrizační soustavě České republiky za rok 2015

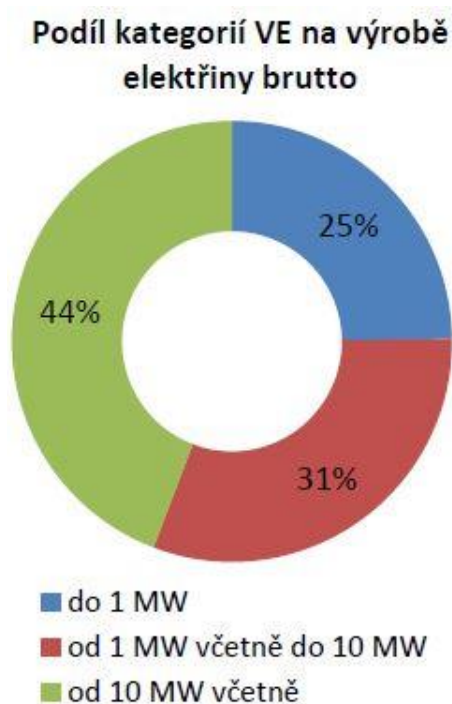


Zdroj: ⁵⁰

⁵⁰ ERÚ.cz. *Roční zpráva o provozu ES ČR pro rok 2015*. [online]. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2015.pdf/3769f65b-3789-4e93-be00-f84416e1ca03/

Na dalším grafu je srovnání vodních elektráren v České republice podle výroby elektřiny brutto, ze kterého vyplývá, že nejvíce elektřiny vyrobí elektrárny od 10 MW včetně. Přičemž brutto znamená tzv. „hrubou výrobu elektřiny“ – kvantita elektrické energie, které bylo celkově vyrobeno a navíc kvantita elektrické energie potřebné pro její samotnou výrobu.

Obr. č. 8: Podíl kategorií VE na výrobě elektřiny brutto v České republice za rok 2015

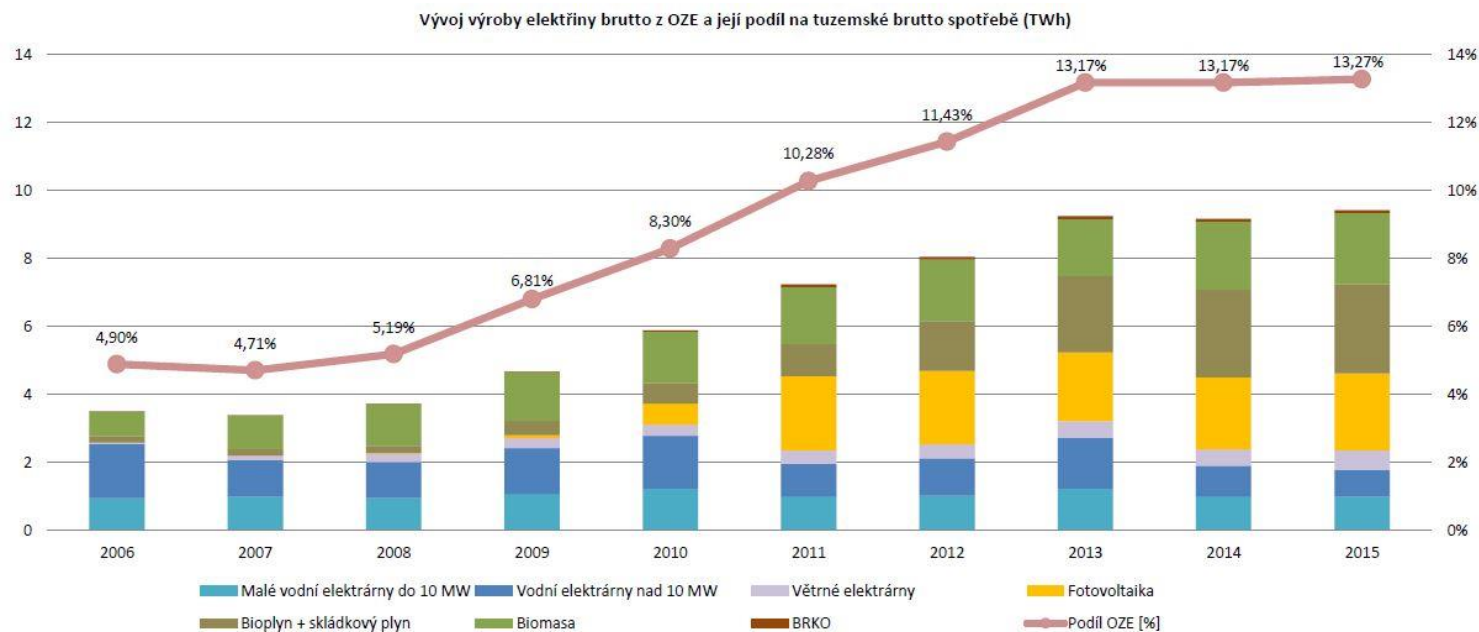


Zdroj: ⁵¹

⁵¹ ERÚ.cz. *Roční zpráva o provozu ES ČR pro rok 2015*. [online]. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2015.pdf/3769f65b-3789-4e93-be00-f84416e1ca03/

Další graf ukazuje vývoj výroby elektřiny brutto z OZE a její podíl na tuzemské brutto spotřebě (TWh). Z grafu vyplývá, že vývoj výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů stále stoupá. Hodnota podílu všech vodních elektráren na tuzemské spotřebě v roce 2015 je něco pod 2 TWh (viz graf).

Obr. č. 9: Vývoj výroby elektřiny brutto z OZE a její podíl na tuzemské brutto spotřebě (TWh)



Zdroj: ⁵²

⁵² ERÚ.cz. *Roční zpráva o provozu ES ČR pro rok 2015.* [online]. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2015.pdf/3769f65b-3789-4e93-be00-f84416e1ca03/

Další hodnoty, statistiky a grafy k problematice energetiky (statistiky elektroenergetiky) VE i samotných OZE je možné nalézt v ročních zprávách o provozu ES ČR, které vydává každoročně Energetický regulační úřad. Je zde také uvedena metodika vykazování palivových i nepalivových zdrojů energie, kde je možné zjistit, že vykazování (veškerá statistická data) nepalivových zdrojů energie (POZE – malé vodní, větrné a fotovoltaické elektrárny) od 1. ledna 2014 přebírá společnost OTE, a. s.

Vodní toky, kterými disponuje Česká republika, nemají potřebné množství vody ani potřebný spád. Přesto se v České republice nachází několik velkých vodních děl, jejichž elektrárny jsou využívány zejména pro výrobu špičkové elektrické energie, což znamená, že jsou jakýmsi doplňkovým zdrojem elektřiny ve chvílích její vysoké potřeby. Využívání vodních zdrojů energie na území České republiky může být vzhledem k potenciálu vodních toků stále zajímavé. V budoucnu je možné využívání zefektivnit modernizací stávajících elektráren či výstavbou malých vodních elektráren.

3.1 Velké vodní elektrárny v České republice

Většina velkých vodních elektráren, které jsou součástí vodních děl (vodních nádrží a přehrad) v České republice, pokud se neberou v potaz přečerpávací vodní elektrárny, a to PVE Dlouhé stráně, PVE Dalešice, PVE Štěchovice II, jsou zmíněné velké vodní elektrárny posazené především v údolí jedné z našich největších řek – Vltavy. Soustava velkých vodních nádrží utváří tzv. Vltavskou kaskádu, která tvoří dlouhý kaskádový systém s několika hlavními funkcemi (vodohospodářská, energetická, částečná ochrana před povodněmi, turistika a rekreace).

Vltavská kaskáda se skládá z těchto vodních děl (seřazeno od pramene, tj. směrem k Praze):

- Lipno I, Lipno II, Hněvkovice, Kořensko, Orlík, Kamýk, Slapy, Štěchovice, Vrané.

Vodní díla Lipno II a Kořensko jsou brána jako malé vodní elektrárny, když jejich instalovaný výkon je nižší než 10 MW.

Tab. č. 1: Přehled velkých vodních elektráren v České republice, jejich instalovaný výkon a rok uvedení do provozu

Elektrárna	Instalovaný výkon (MW)	Rok uvedení do provozu
Akumulační a průtočné elektrárny		
Lipno I	120,00	1959
Orlík	364,00	1961 - 1962
Kamýk	40,00	1961, 2008
Slapy	144,00	1954 - 1955
Štěchovice I	22,50	1943 - 1944
Vrané	13,88	1936, 2007
Střekov	19,50	1936
Vranov nad Dyjí	18,90	1934
Nechranice	10,00	1968
Přečerpávací vodní elektrárny		
Štěchovice II	45,00	1948, 1996
Dalešice	475,00	1978, 2008
Dlouhé Stráně I	650,00	1996

Zdroj: ⁵³

Většinu z výše zmíněných elektráren spravuje a provozuje společnost ČEZ, a. s., a její dceřiné společnosti. Mohl by následovat dlouhý seznam malých vodních elektráren, avšak to není součástí této práce.

3.1.1 Význam vodních děl a elektráren v České republice

Vodní díla a jejich elektrárny v České republice jsou využívány zejména v energetice jako špičkový zdroj elektrické energie, a to právě díky schopnosti velmi rychlé reakce na vyšší potřebu elektřiny. Jedná se o obnovitelný zdroj energie nevytvářející žádný odpad, který by mohl negativně zatěžovat životní prostředí. Znamená to, že se nemusí velmi nákladně vybudovávat další skládky při získávání energie z vody.

⁵³ ČEZ.cz. *Informace o vodní energetice*. [online]. [cit. 2017-03-10] Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/informace-o-vodni-energetice.html> / a Oenergetice.cz. *Vodní elektrárny – princip, rozdělení, elektrárny v ČR* [online]. [cit. 2017-02-03] Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/obnovitelne-zdroje-energie/vodni-elektrany-princip-a-rozdeleni/>

„Podle metodiky EU se přečerpávací vodní elektrárny a malé vodní elektrárny s instalovaným výkonem nad 10 MW mezi zařízení vyrábějící elektřinu z obnovitelných zdrojů nepočítají, nicméně z hlediska jejich významu pro elektroenergetiku ČR a především pro svůj přínos k zachování životního prostředí jsou i ony předmětem zájmu Skupiny ČEZ. Koncem roku 2014 činil instalovaný výkon všech vodních elektráren Skupiny ČEZ v České republice 1 960,2 MW.“⁵⁴

Vodní díla jsou v současné době využívána jako víceúčelová. Jedná se především o hospodaření s vodou k různým účelům. Kromě výroby elektřiny mají za úkol zajistit stálý průtok vody, fungují jako zásobárna vody, jako vodní cesty, slouží k rekreaci a turistice. Nelze opomenout využití vodních děl (nádrží) z hlediska ochrany před povodněmi.

Státní podnik Povodí Vltavy například spravuje území o celkové rozloze 28 708 km². Na tomto území se nachází více než 22 000 km vodních toků, a to nejen v hydrologickém povodí řeky Vltavy, ale i v dalších povodích. Jedná se o 5 520 km významných vodních toků, 12 000 km drobných vodních toků a 4 600 km neurčitých drobných vodních toků. S právem hospodařit má tento podnik pod sebou 9 poldrů, 20 plavebních komor nacházejících se na Vltavské vodní cestě, 49 pohyblivých a 295 pevných jezů a 19 malých vodních elektráren. Dále hospodaří se 110 vodními nádržemi, přičemž z tohoto počtu je 31 významných⁵⁵ o celkovém objemu přibližně 1 767 mil. m³ ovladatelného retenčního prostoru. Lipno I a Orlík, ležící na řece Vltavě, mají celkový objem přibližně 1 026 mil. m³. V oblasti zásobování pitnou vodou má tento podnik právo hospodařit na jedné z nejvýznamnějších nádrží (vodní dílo Švihov na Želivce), která se nachází v povodí Vltavy a její celkový objem činí 309 mil. m³.⁵⁶

⁵⁴ ČEZ.cz. *Informace o vodní energetice*. [online]. [cit. 2017-03-10] Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/informace-o-vodni-energetice.html> /

⁵⁵ Pvl.cz. Povodí Vltavy. *Vodní díla*. [online]. [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/vodohospodarske-informace/vodni-dila/>

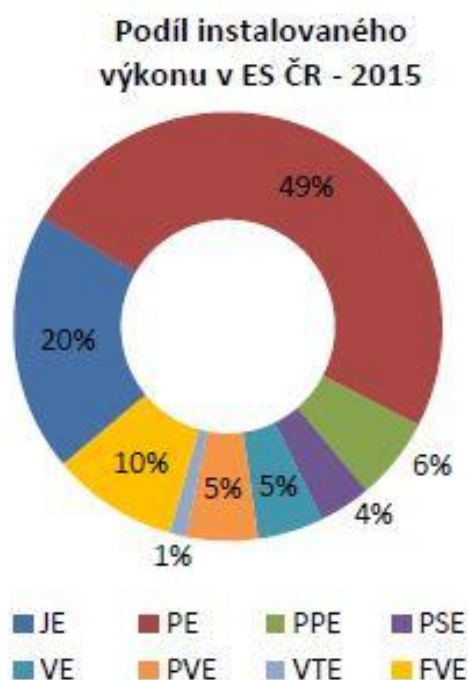
⁵⁶ Pvl.cz. Povodí Vltavy. *Profil*. [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/profil-statniho-podniku/>

4. Fotovoltaické elektrárny v České republice

Co se týká fotovoltaických elektráren v České republice a podmínek pro jejich výstavbu, je nutné brát v úvahu, že Česká republika nedosahuje ideálních hodnot doby slunečního záření a jeho intenzity. Přes tento fakt je v České republice fotovoltaika využívána ve velké míře a bylo zde vybudováno velké množství těchto elektráren. Podobně jako vodní elektrárny jsou fotovoltaické elektrárny obnovitelným zdrojem energie.

V grafu z roční zprávy o provozu z roku 2015, kterou vydává Energetický regulační úřad, je možné vidět podíl instalovaného výkonu v elektrizační soustavě České republiky za rok 2015. Z něho vyplývá, že všechny fotovoltaické elektrárny na území České republiky zaujímají 10 % podíl zmíněného instalovaného výkonu.

Obr. č. 10: Podíl instalovaného výkonu v elektrizační soustavě České republiky za rok 2015

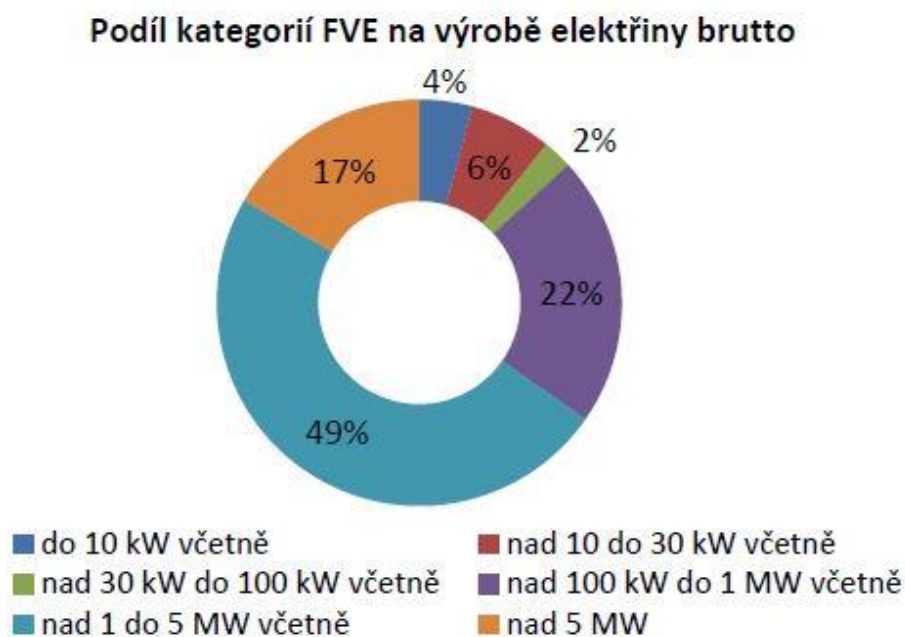


Zdroj: ⁵⁷

⁵⁷ ERÚ.cz. Roční zpráva o provozu ES ČR pro rok 2015. [online]. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2015.pdf/3769f65b-3789-4e93-be00-f84416e1ca03/

Na dalším grafu je srovnání fotovoltaických elektráren v České republice podle výroby elektřiny brutto, ze kterého vyplývá, že nejvíce elektřiny vyrobí elektrárny nad 1 a do 5 MW včetně.

Obr. č. 11: Podíl kategorií FVE na výrobě elektřiny brutto v České republice za rok 2015

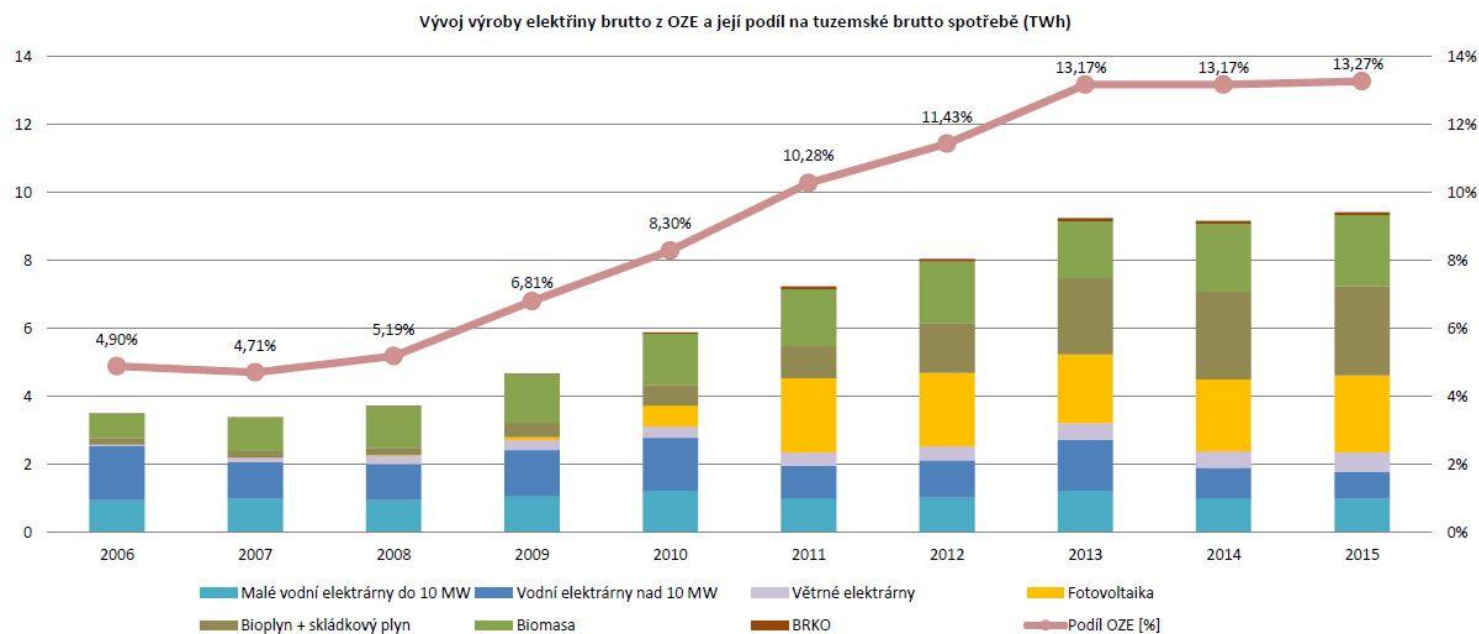


Zdroj: ⁵⁸

⁵⁸ ERÚ.cz. *Roční zpráva o provozu ES ČR pro rok 2015*. [online]. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2015.pdf/3769f65b-3789-4e93-be00-f84416e1ca03/

Z dalšího grafu vyplývá, že vývoj výroby elektřiny i její podíl na tuzemské spotřebě stále stoupá, i když ne tak výrazně, jako tomu bylo v letech 2008-2013. Pravděpodobně je to vliv fotovoltaických elektráren a využívání biopaliv, které růstu výroby elektřiny velmi napomohly. V případě fotovoltaických elektráren jde o hodnotu podílu na tuzemské brutto spotřebě něco málo přes 2 TWh v roce 2015.

Obr. č. 12: Vývoj výroby elektřiny brutto z OZE a její podíl na tuzemské brutto spotřebě (TWh)



Zdroj: ⁵⁹

⁵⁹ ERÚ.cz. *Roční zpráva o provozu ES ČR pro rok 2015.* [online]. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2015.pdf/3769f65b-3789-4e93-be00-f84416e1ca03/

4.1 Velké fotovoltaické elektrárny v České republice

V České republice se fotovoltaické elektrárny začaly objevovat ve větším měřítku teprve nedávno. V současnosti je jich na našem území velké množství, i když zde nejsou zcela ideální podmínky pro jejich výstavbu. Nejlepší podmínky jsou na jižní Moravě, kde je nejvíce slunečních dní a nejdéle svítí slunce. Přesto se fotovoltaické elektrárny nacházejí téměř na celém území České republiky. Samozřejmě se jedná o velmi rozdílné elektrárny, co se výkonu a velikosti týká.

Tab. č. 2: Přehled velkých fotovoltaických elektráren v České republice, jejich instalovaný výkon a rok uvedení do provozu

Elektrárna	Instalovaný výkon (MW)	Rok uvedení do provozu
Ralsko	55,76	2010
Czech Vepřek	35,10	2010
Ševětín	29,90	2010
Vranovská Ves	16,03	2010
Solar Stříbro, s.r.o.	13,61	2009
ŽV – Sun, s.r.o.	12,98	2010
Uherský brod	10,21	2010
Klenovka	8,43	2010
Letiště Tuřany	8,12	2009
Oslavany	7,99	2010

Zdroj: ⁶⁰

Nyní se v České republice nalézají necelých 30 000 fotovoltaických elektráren s celkovým instalovaným výkonem přes 2 100 MW. Největší fotovoltaické elektrárny v České republice provozuje společnost ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.⁶¹

Největší fotovoltaická elektrárna leží u města Ralsko (okres Česká Lípa), nese tedy stejné jméno jako nedaleké město. Skládá se z pěti menších zdrojů nedaleko od sebe.

⁶⁰ Oenergetice. *Fotovoltaické elektrárny – princip funkce a součásti, elektrárny v ČR.* [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/obnovitelne-zdroje-energie/fotovoltaicka-elektrarna-princip-funkce-a-soucasti> a Elektrarny.pro. *Seznam solárních elektráren v ČR.* [online]. [cit. 2017-03-14]. <http://www.elektrarny.pro/seznam-elektraren.php/>

⁶¹ Oenergetice.cz. *Fotovoltaické elektrárny – princip funkce a součásti, elektrárny v ČR.* [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/obnovitelne-zdroje-energie/fotovoltaicka-elektrarna-princip-funkce-a-soucasti>

Fotovoltaická elektrárna Vepřek leží u obce Nová Ves – Vepřek (okres Mělník) a má celkový počet 186 960 panelů, zabírá plochu 82,5 ha a její výstavba stála 2,7 miliardy korun.⁶²

4.1.1 Význam fotovoltaických elektráren v České republice

Fotovoltaické elektrárny v České republice jsou využívány převážně velkými firmami, které elektrickou energii dále prodávají a vydělávají tak nemalé finanční prostředky, a to i díky zeleným bonusům (forma státní dotace, kdy vyrobená elektrická energie je prodávána komukoliv – nutnost vlastního zajištění odběratele, bonus je inkasován za veškerou vyrobenou energii, a to i spotřebovanou, výkupní cena není stanovena) a garantované výkupní ceně (vyrobená elektrická energie je prodávána jednomu z hlavních distributorů elektřiny, který má povinnost odkoupit elektřinu za stanovenou výkupní cenu – jistota příjmu, vlastní spotřeba energie je placena standardně). I když nutno říci, že v posledních letech vzniklo velké množství malých fotovoltaických elektráren, jež využívají i domácnosti pro okamžitou spotřebu, někdy také prodej do sítě či kombinaci těchto možností. V domácnostech solární panely slouží nejčastěji pro ohřev vody. Základním problémem zůstává efektivita (doba a intenzita svitu slunce). Nelze stanovit množství vyráběné elektřiny vzhledem k přímé závislosti na slunečním svitu. To vede k zatěžování energetické sítě a je nutné ji stále přizpůsobovat změnám ve výkonu. Není zde tedy možné jako u vodní elektrárny spoléhat na schopnosti velmi rychlé reakce na změny potřeby elektřiny. Stále se však jedná o obnovitelný zdroj energie, který je šetrnější k životnímu prostředí více než například tepelné elektrárny spalující uhlí.

Podle zjištěných údajů mají fotovoltaické elektrárny na území České republiky svůj nemalý podíl na výrobě elektřiny. Budoucnost však není zcela jistá, silně závisí například na zmiňovaných podporách. V současné době jsou oproti vodním dílům fotovoltaické elektrárny využívány pouze jako energetický zdroj. Plochu pokrytou kolektory nelze zatím jinak využívat, jako je tomu u vodních ploch. I když existují pokusy, které by tento fakt mohly změnit, například silnice, jejíž povrch pokrývají

⁶² Fotovoltaickepanely.eu. *Největší české elektrárny*. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.fotovoltaickepanely.eu/fotovoltaika/nejvetsi-ceske-elektrarny>

panely. Technologie se nezastavitelně vyvíjí, možná tak přinese zajímavý objev i v této problematice.

5. Vodní dílo a vodní elektrárna Slapy

Vodní dílo Slapy s elektrárnou se nalézá na nejdelší a druhé největší řece z hlediska velikosti území v České republice – Vltavě. Tuto majestátní stavbu je možné vidět přibližně 40 km na jih od našeho hlavního města Prahy. Konkrétně leží na 91,694 říčním kilometru řeky Vltavy. Místo, kde je toto vodní dílo postaveno, se nachází přímo na začátku bývalých Svatojánských proudů. Vltavskou kaskádu lze rozdělit na jakési stupně, co stupeň, to přehrada. Ta Slapská byla stupněm v pořadí třetím a v současnosti se jedná o stupeň jedenáctý. Jde o velkou akumulaci nádrž, která je podle rozlohy vodní plochy šestou největší přehradou v České republice. Vodní dílo Slapy zadržuje na 270 milionů metrů krychlových vody na ploše cca 14 kilometrů čtverečních (1 392 ha) a v celkové délce toku 44 kilometrů.⁶³

Přehradním tělesem je přímá, tížná betonová hráz, která je založena na pevném skalním podloží, koruna hráze je dlouhá 260 m a její výška činí 67,5 m nad základy, je na ní umístěn portálový jeřáb s nosností 50 t (víceúčelové zařízení). Po hrázi vede silnice II. třídy. Korunový přepad se skládá ze čtyř hrazených, zdvižných, uzávěrových polí a jeden pár spodních výpustí je umístěn v krajních blocích. Elektrárna je osazena třemi turbínami typu Kaplan, samotná elektrárna je situována v patě hrázového tělesa.⁶⁴

Historie Slapské přehrady začíná již rokem 1933, kdy bylo rozhodnuto o jejím vybudování, mělo se jednat o jednu z tzv. štěchovických přehrad, ale došlo k odložení její výstavby. To však dalo možnost vytvoření podrobné studie a více stavebních variant. Roku 1949 došlo k vypracování nového projektu a k oficiálnímu schválení finální stavby. Vyhrála varianta, kde mělo vodní dílo stát mezi strmými svahy úzkého koryta a mělo jít v tu dobu o jedinečnou přelévanou elektrárnu. Její jedinečnost byla v tom, že se jednalo v Evropě o ojedinělé dílo, kde byla elektrárna umístěna v tělese hráze přímo pod jejími přelivy. Příprava stavby začala v červenci roku 1949 ražením štoly určené pro obtokový tunel, tento tunel je možné pod hrází vidět ještě dnes. Úvodní projekt byl schválen v roce 1952 a v tomtéž roce započaly stavební práce na samotné stavbě. Dokončení stavby a uvedení elektrárny do zkušebního provozu

⁶³ Pvl.cz. Povodí Vltavy. *Vodní dílo Slapy*. [online]. [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/vodohospodarske-informace/vodni-dila/vltavska-vodni-cesta/vodni-dilo-slapy>

⁶⁴ Kol. autorů. *Vodní dílo Slapy*. Praha: Povodí Vltavy, 2005. 47 s.

bylo v roce 1955, tedy po třech letech od zahájení stavby. Při stavbě tělesa hráze bylo použito 374 320 m³ betonu a současně bylo odstraněno 300 000 m³ materiálu z původního řečiště Vltavy a z okolních straní.⁶⁵

Toto vodní dílo je součástí takzvané Vltavské vodní cesty (České Budějovice – Praha), která ale není do dnešní doby zcela dobudována, a to z důvodu malých či chybějících plavebních komor (plavební zařízení), jako je tomu právě u vodního díla Slapy. Zde chyběly finance a nebyl dostatek času i přes fakt, že bylo vypracováno několik studií možné realizace.

V současnosti je schválen plán a územní rozhodnutí, které umožní napojení na Evropskou vodní cestu. V období mezi roky 2016 a 2025 by měla být zahájena stavba plavebního zařízení (šikmé lodní zdvihadlo s tunelem), jež by mělo být schopno přepravit mezi hladinou Štěchovické a Slapské nádrže lodě do délky 44 m, šířky 5,6 m a výtaku 300 t (parníky, plachetnice atd.).⁶⁶ Finanční náklady na tuto stavbu by se měly vyšplhat vzhledem k technické náročnosti přibližně na 3 miliardy korun. Dnes plavidla menších rozměrů a do maximální váhy 4 tun jsou mezi horní a spodní vodou na Slapech převáženy z tzv. náplavek přes vodní dílo na vlecích tažených traktorem.⁶⁷

Již v dávných dobách byly řeky jakými cestami, sloužily pro přepravu různého materiálu, zboží a osob. Jinak tomu nebylo ani u řeky Vltavy. Ta k podobným účelům sloužila minimálně od 7. století, kdy šlo zejména o dopravu soli, dřeva a kamene. Lepší podmínky splavnění pomohli vytvořit například Karel IV. či Marie Terezie.

Přes vodní hladinu nádrže Slapy v současnosti vedou tři silniční mosty, jedná se o most u Živohoště, Cholína a Vestce. Vodní dílo Slapy, stejně jako většina vodních děl na území České republiky, slouží jako víceúčelové vodní dílo a je využíváno vícero způsoby.

⁶⁵ Kol. autorů. *Vodní dílo Slapy*. Praha: Povodí Vltavy, 2005. 47 s.

⁶⁶ Youtube.com. *Lodní zdvihadlo Slapy*. [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=dnrHe-uJPt4>

⁶⁷ Kol. autorů. *Vodní dílo Slapy*. Praha: Povodí Vltavy, 2005. 47 s.

Účely využití vodního díla Slapy podle manipulačního řádu:

1. minimální průtok na Vltavě v profilu Vrané 40 m³/s (po dohodě s různými orgány 35 m³/s) ve spolupráci s vodními díly Lipno I. a Orlická a v součinnosti s dalšími vodními díly Vltavské kaskády;
2. využití odtoku z nádrže k výrobě elektrické energie ve špičkové vodní elektrárně, která je součástí vodního díla;
3. dodávky povrchové vody pro odběratele;
4. snížení velkých vod na Vltavě a částečná ochrana území pod vodním dílem před dopady povodní (se zvláštním zřetelem na ochranu Prahy);
5. nalepšování průtoků ve Vltavě, případně Labi, pro zlepšení plavebních podmínek;
6. vypouštění zvýšených průtoků pro zlepšení hygienických podmínek a kvality vody na Vltavě (zejména v oblasti Prahy a k likvidaci čistotářských havárií);
7. ovlivnění zimního průtokového režimu pod vodním dílem a omezení nežádoucích ledových jevů;
8. rekreace a vodní sporty;
9. plavba nádrží;
10. rybní hospodářství.⁶⁸

Pro tuto práci je stěžejní bod č. 2, a to využití odtoku z nádrže k výrobě elektrické energie ve špičkové vodní elektrárně, která je součástí vodního díla. Akumulační vodní elektrárna Slapy je obnovitelný zdroj energie, jež neznečišťuje životní prostředí. Díky spádu a průtoku vody z řeky Vltavy je schopno vodní dílo Slapy vyrábět především špičkovou elektrickou energii, podobně jako u dalších vodních děl v České republice, které leží na větších řekách.

⁶⁸ Rozhovor s vedoucím hrázným vodního díla Slapy, panem Petrem Pávem (3. 4. 2015) a manipulační a provozní řád VD Slapy.

Elektrárna vodního díla Slapy je plně automatizována. Má také obdivuhodnou schopnost dosáhnout plného výkonu za pouhých 136 sekund.

Samotná vodní elektrárna je osazena třemi vodními turbínami typu Kaplan ve vertikálním uspořádání, jejichž výrobcem je ČKD Blansko. Turbína se skládá z šestilopátkového oběžného kola o průměru 3 700 mm a dosahuje 230,8 otáček za minutu, rozvaděče turbíny o 24 lopatách a výšce 1 232 mm, které jsou ovládány dvěma přímočarými servomotory.⁶⁹ Průtočná kapacita turbíny je 110 m³/s. Každá z turbín má výkon 48 MW, to znamená, že celkový instalovaný výkon elektrárny je 144 MW. Výkon této špičkové elektrárny je ovládán na dálku z centrálního dispečinku, který se nalézá nedaleko vodního díla Slapy ve Štěchovicích. Odtud je výkon elektrárny regulován dle aktuální potřeby celostátní energetické soustavy.⁷⁰ Nedílnou součástí vodního díla Slapy je i společný vodohospodářský a energetický vývar (v toku pod přehradou), jehož délka je 95 m a hloubka 5 m.⁷¹

Odtoky z elektrárny Slapy a jejich rozdíly vyrovnává Štěchovické vodní dílo. Manipulace se stavy vody v nádrži Slapy za normálních stavů řídí společnost ČEZ, a. s. Tato společnost elektrárnu spravuje a provozuje.

Slapská elektrárna má opravdu originální řešení své konstrukce. Jde o fakt, že se nachází přímo v tělese hráze, a to pod čtyřmi přelivy, přičemž každý z nich má rozměry 15 x 8 m a kapacitu průtoku 3 000 m³/s (s možností mírného navýšení o cca 800 m³/s). Nachází se tam i dvě základové výpusti (2 x 380 m³/s, tj. 760 m³/s), administrativní místnosti, pomocné provozy, samotná strojovna elektrárny, vnitřní rozvodna 110 kV, rozvodna 22 kV a potřebné transformátory.⁷²

Po výše zmíněném zkušebním provozu byla vodní elektrárna Slapy zcela uvedena do provozu v letech 1955 až 1956. Elektrárna je osazena třemi soustrojími s vodními turbínami Kaplanova typu, určenými pro spád vody od 27 metrů do 56 metrů (v době výstavby to byl pro tento typ turbíny největší spád). K turbínám vedou tělesem hráze vodu tři zabetonovaná příváděcí potrubí z oceli o průřezu 20 m², jejich vtokové části

⁶⁹ Kol. autorů. *Vodní dílo Slapy*. Praha: Povodí Vltavy, 2005. 47 s.

⁷⁰ Rozhovor a prohlídka objektu s hrázným VD Slapy, panem Janem Jankou (3. 4. 2015).

⁷¹ Pvl.cz. Povodí Vltavy. *Vodní dílo Slapy*. [online]. [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/vodohospodarske-informace/vodni-dila/vltavska-vodni-cesta/vodni-dilo-slapy>

⁷² Kol. autorů. *Vodní dílo Slapy*. Praha: Povodí Vltavy, 2005. 47 s.

jsou vybaveny ocelovými rychlouzávěry a provizorním hrazením. Zajímavým údajem je také výstupní průřez betonové savky, který činí 36,2 m².

Vyrobený elektrický proud z generátorů o napětí 10,5 kV je skrz blokové transformátory vyváděn do rozvodny 110 kV. Následně je elektřina vyvedena pomocí šikmé šachty hráze plné kabelů až nad úroveň hladiny horní vody na portály a dále je distribuována do energetické sítě. Obdobně je to i s umístěním rozvodny pro 22 kV, která napájí elektrárnu samotnou (vlastní potřebu elektrické energie elektrárny) a její blízké okolí.⁷³

Pro zajímavost, při povodních v roce 2002 protékalo Slapskou přehradou okolo 3 300 m³/s. Přehrada by zvládla i více, protože betonové gravitační hráze vydrží i přelití a podle měření během povodní to jsou velmi bezpečné hráze. Vodní díla na Vltavské kaskádě dokáží bezpečně zadržet desetiletou povodeň. V tomto ohledu jsou přehrady postaveny dokonale, kdyby se dnes stavěly nové, lépe by postaveny nebyly.⁷⁴

⁷³ Kol. autorů. *Vodní dílo Slapy*. Praha: Povodí Vltavy, 2005. 47 s.

⁷⁴ Rozhovor s vedoucím hrázným vodního díla Slapy, panem Petrem Pávem (3. 4. 2015).

6. Fotovoltaická elektrárna Dobré pole u Mikulova

Vybraná fotovoltaická elektrárna je vystavěna na okraji obce Dobré Pole, která se nachází v Jihomoravském kraji, v okrese Břeclav, přibližně osm kilometrů od města Mikulov, které leží nedaleko hranice s Rakouskem.

Fotovoltaická elektrárna se nachází v regionu, kde je v průměru 1 715 hodin slunečního svitu ročně a jde o nejvyšší počet slunečních dní v České republice. Tato lokalita je jedním z nejvhodnějších míst pro stavbu fotovoltaických elektráren.

Historie této elektrárny spadá v podstatě do současnosti, protože byla postavena a uvedena do provozu v roce 2010. Technologicky ani administrativně nebyla tato stavba tak složitá jako stavba vodního díla Slapy.

Celkový výkon této fotovoltaické elektrárny činí 4 MWp, což představuje 4017 Wp. O tento výkon se stará neuvěřitelných 18 216 kusů fotovoltaických panelů umístěných na fotovoltaických konstrukcích od firmy Avex. Byly použity polykrystalické typy solárních panelů Suntech STP220/225. Výrobce je přední světový výrobce fotovoltaických modulů z krystalického křemíku, které splňují nejvyšší mezinárodní standardy, certifikace a normy včetně shody podle CE. Zaručuje 0-5 W pozitivní výkonové tolerance, antireflexní, hydrofobní povlak zlepšující absorpci světla a snižující usazování povrchového prachu, three bus-bar konstrukce zvyšující spolehlivost článků a snižující sériový odpor k velkému plnicímu faktoru, vynikající výkon za špatných světelných podmínek (ráno, večer a v zamračených dnech), celé moduly jsou certifikovány, aby vydržely vysoké zatížení větrem (2400 Pa) a zatížení sněhem (5400 Pa), 4 mm tlusté tvrzené sklo zlepšující modulům trvanlivost. Garantuje záruku výstupního výkonu 25 let, a to do 5 let 95 %, do 12 let 90 %, do 18 let 85 % a do 25 let 80 %. Dále nabízí nadstandardní záruku 5 let na materiál a zpracování. Elektrárnu je možné rozdělit na dvě části podle použité technologie, a to na části VN (22 kV) a NN. Do části VN se počítá například betonová distribuční stanice 22 kV (pochozí betonová trafostanice 22 kV typu ETSvo 1x50/SM6-M-24), rozvaděče 22 kV (kovově kryté rozvaděče typu 8DH10 ozn. R22 – sestava osmi polí) a transformátory T5 s vlastní spotřebou (olejové hermetizované transformátory, výrobce AREVA TNOSN 50 kVA). Do části NN se počítá například betonová stanice (pochozí

betonová trafostanice typu ETSvo 2x1000), transformátory T1 – T4 (olejový hermetizovaný transformátor, výrobce AREVA TNOSN 1000 kVA), střídače (Sinvert 2000 MS TL), AJB, GJB box (Array Junction Box, Generator Junction Box), ŘS (Fujitsu Primergy TX150 S7 MONO - Socekt Intel/PC Anywhere), CCTV (kamery CCDA1445-DN36/perimetrický systém GE Force II) a samotné fotovoltaické panely a jejich konstrukce.⁷⁵

Nedílnou součástí elektrárny je řídicí systém WinCC, který je jedním ze specifíků této elektrárny. Tento systém byl vyvinut přímo na monitoring FVE firmou Siemens, díky němu je možné sledovat okamžité údaje: stavy spínacích prvků VN a střídačů; dále shromažďuje a archivuje veškerá naměřená data: sluneční svit, teplotu vzduchu, teplotu panelů, vyprodukovanou energii, a to i v minutových intervalech a přes rok vzad. Díky těmto údajům je možné vyčíslit účinnost elektrárny a následně ji graficky zobrazit. Napojením systému na internet je možné sledovat elektrárnu téměř kdekoliv, například při poruše je dokonce vysíláno upozornění pomocí e-mailové zprávy.⁷⁶

Investiční náklady, tj. pořizovací náklady, realizovaného díla bez dodatků činily 288 853 129 Kč. Výstavba zahrnovala například: montáž a zprovoznění technologických prvků elektrárny – sduřovací skříně, měniče, kioskové trafostanice, vyvedení výkonu i monitorovací, kamerový a zabezpečovací systém celé elektrárny, ale také terénní úpravy, sanaci přístupové cesty, montáž oplocení, zbudování panelových cest pro přístup hasičského sboru atd. Součástí dokončení projektu bylo také vyřízení např. stavebního řízení, zajištění připojení k síti a distribuci elektřiny, různých dalších povolení, žádostí, licencí, zkušebního provozu, kolaudace atd.⁷⁷ Majitelem této fotovoltaické elektrárny je firma D.P.E.S s.r.o.

⁷⁵ Ladislav Leština – e-mailová komunikace [cit. 2017-03-13] a [cit. 2017-03-03]

⁷⁶ Ladislav Leština – e-mailová komunikace [cit. 2017-03-13] a [cit. 2017-03-03]

⁷⁷ Ladislav Leština – e-mailová komunikace [cit. 2017-03-13] a [cit. 2017-03-03]

PRAKTICKÁ ČÁST

7. Získávání informací

Získané informace k problematice obnovitelných zdrojů energie se zaměřují především na porovnání potenciálu získávání elektrické energie z vody a slunečního záření, konkrétně u dvou elektráren – vodní elektrárny Slapy a fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova. Získat konkrétní informace ohledně množství skutečně vyrobené energie, její ceny nebo nákladů na provoz elektráren jako takových nebylo vůbec jednoduché. Získat dále použité informace znamenalo mnoho e-mailů, telefonické i osobní komunikace se soukromými osobami i zástupci různých úřadů a firem. I přes počáteční potíže se získáváním dat se podařilo potřebné informace získat. Hlavními zdroji informací byli dva odborníci z oboru. První z nich byl pan Ing. Petr Maralík – ředitel OJ Vodní elektrárny z firmy ČEZ, a. s., který poskytl informace o vodní elektrárně Slapy během osobního setkání a následně prostřednictvím telefonického rozhovoru a e-mailů. Druhým byl pan Ladislav Leština, který poskytl informace o fotovoltaické elektrárně Dobré Pole u Mikulova prostřednictvím telefonických rozhovorů a e-mailů. Dalšími zdroji byla odborná literatura, odborné články z internetových zdrojů, rozhovory s hráznými a osobní prohlídka vodního díla Slapy (těleso hráze a vodní elektrárna) domluvená s hlavním hrázným, panem Petrem Pávem, a uskutečněná pod vedením hrázného pana Jana Janky.

8. Porovnání informací

Dále budou porovnávány informace získané z výše uvedených zdrojů. Půjde především o tabulkové a grafové výstupy porovnávající výsledné hodnoty (např. výroba elektrické energie v MWh a v korunách). Je nutné podotknout, že porovnatelnost získaných dat je diskutabilní s ohledem na různé technologie, zabraný prostor atd.

V prvních dvou tabulkách jsou uvedena základní data, ze kterých bude dále vycházeno. Představují získané hodnoty výroby elektrické energie („relativně surová data“) za období pěti let, tj. od roku 2011 do 2015, obou elektráren. U vodní elektrárny Slapy se jedná o výrobu energie ze zabrané plochy 1 392 ha a u fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova ze zabrané plochy 10 ha. Pro lepší orientaci a přehlednost jsou data uvedena po měsíčních krocích.

Tab. č. 3: Výroba elektrické energie v MWh vodní elektrárny Slapy za období (2011-2015)

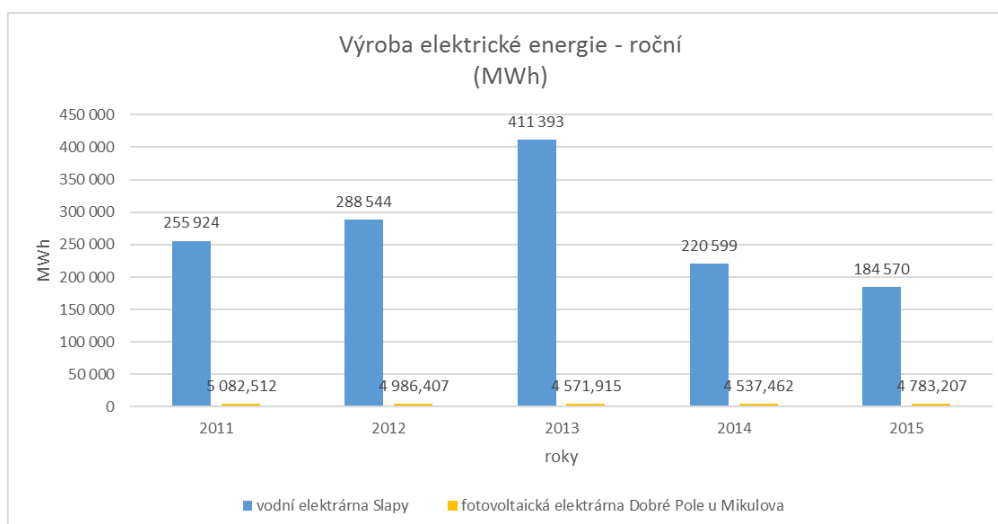
Vodní elektrárna Slapy					
(MWh)					
Rok					
Měsíc	2011	2012	2013	2014	2015
1.	45 870	33 459	59 007	13 828	32 320
2.	32 398	32 560	69 115	9 501	20 364
3.	24 857	37 649	46 294	8 208	11 110
4.	25 174	16 520	33 342	9 905	26 412
5.	11 950	17 114	33 734	16 579	15 576
6.	14 298	20 280	63 158	14 677	10 586
7.	16 835	16 211	26 415	12 095	12 754
8.	17 243	22 588	14 609	15 513	11 982
9.	12 376	21 392	16 406	36 105	12 762
10.	22 963	24 220	22 059	38 391	11 668
11.	14 266	22 459	14 608	28 650	10 230
12.	17 694	24 092	12 646	17 147	8 806
ROK	255 924	288 544	411 393	220 599	184 570

Tab. č. 4: Výroba elektrické energie v MWh fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015)

Fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova					
(MWh)					
Měsíc	Rok				
	2011	2012	2013	2014	2015
1.	125,916	193,689	91,783	131,933	133,826
2.	302,918	300,431	187,200	241,837	277,497
3.	522,444	497,233	350,509	496,582	387,119
4.	572,411	525,23	508,806	526,769	618,987
5.	691,564	665,34	525,279	549,610	513,107
6.	609,279	563,209	549,454	641,278	608,557
7.	500,739	537,435	734,893	590,399	600,366
8.	619,378	622,23	585,692	482,963	610,944
9.	534,776	483,016	401,031	367,779	462,951
10.	339,521	317,614	347,653	242,149	231,090
11.	157,824	145,974	174,876	116,944	221,947
12.	105,742	135,006	114,739	149,219	116,816
ROK	5 082,512	4 986,407	4 571,915	4 537,462	4 783,207

Z výše uvedených dat vychází následující grafické a slovní porovnání obou elektráren. První graf vychází ze „surových dat“ a porovnává roční výrobu elektrické energie obou elektráren.

Obr. č. 13: Roční výroba elektrické energie v MWh za období (2011-2015)



Vzhledem k rozdílnosti velikosti využívané plochy vyrobí vodní elektrárna Slapy za rok mnohonásobně více elektrické energie. Aby bylo možné elektrárny reálně porovnávat, bylo třeba nastavit jednotnou metriku (společnou jednotku).

Pro následující reálné porovnání byla vybrána metrika plochy – jeden hektar. Proto byly hodnoty o výrobě elektrické energie vyděleny plochou zabírající území jednotlivých elektráren. Tyto plochy byly zjištěny u vodního díla Slapy z internetových stránek Povodí Vltavy, s. p., a pro fotovoltaickou elektrárnu Dobré Pole u Mikulova od pana Leštiny.

V případě vodní elektrárny Slapy se jedná o plochu 1 392 ha, je třeba ji zahrnout celou, protože plocha nádrže je součástí vodního díla stejně jako vodní elektrárna. U fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova jde o hodnotu 10 ha, což je mnohem menší plocha, kterou zabírají solární panely, tj. plocha využitá pro výrobu elektrické energie.

V následujících tabulkách a grafech je již vycházeno z přepočítaných hodnot na jeden ha. Tato porovnání jsou již mnohem reálnější.

Tab. č. 5: Výroba elektrické energie v MWh/ha vodní elektrárny Slapy za období (2011-2015)

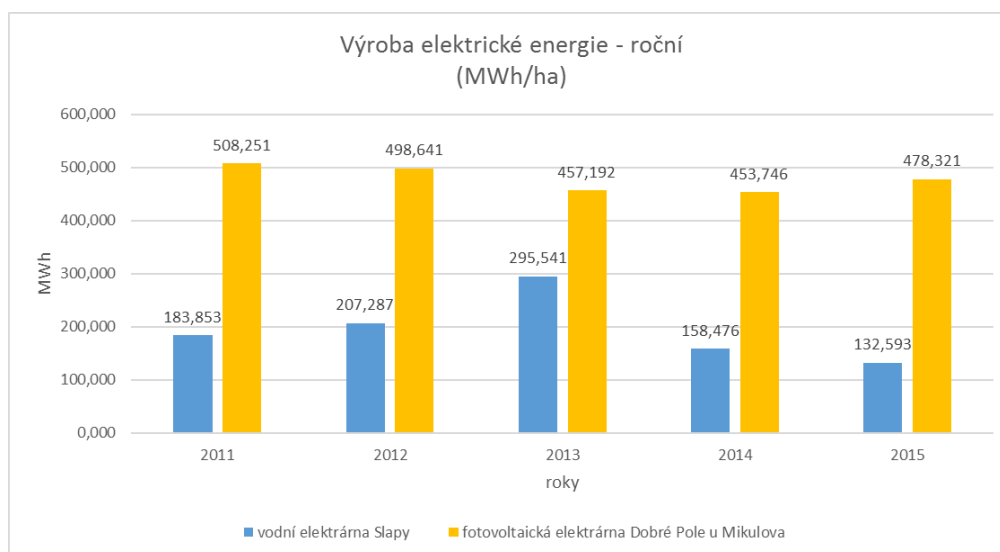
Vodní elektrárna Slapy					
(MWh/ha)					
Rok					
Měsíc	2011	2012	2013	2014	2015
1.	32,953	24,037	42,390	9,934	23,218
2.	23,274	23,391	49,652	6,825	14,629
3.	17,857	27,047	33,257	5,897	7,981
4.	18,085	11,868	23,953	7,116	18,974
5.	8,585	12,295	24,234	11,910	11,190
6.	10,272	14,569	45,372	10,544	7,605
7.	12,094	11,646	18,976	8,689	9,162
8.	12,387	16,227	10,495	11,144	8,608
9.	8,891	15,368	11,786	25,938	9,168
10.	16,496	17,399	15,847	27,580	8,382
11.	10,249	16,134	10,494	20,582	7,349
12.	12,711	17,307	9,085	12,318	6,326
ROK	183,853	207,287	295,541	158,476	132,593

Tab. č. 6: Výroba elektrické energie v MWh/ha fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015)

Fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova					
(MWh/ha)					
Měsíc	Rok				
	2011	2012	2013	2014	2015
1.	12,592	19,369	9,178	13,193	13,383
2.	30,292	30,043	18,720	24,184	27,750
3.	52,244	49,723	35,051	49,658	38,712
4.	57,241	52,523	50,881	52,677	61,899
5.	69,156	66,534	52,528	54,961	51,311
6.	60,928	56,321	54,945	64,128	60,856
7.	50,074	53,744	73,489	59,040	60,037
8.	61,938	62,223	58,569	48,296	61,094
9.	53,478	48,302	40,103	36,778	46,295
10.	33,952	31,761	34,765	24,215	23,109
11.	15,782	14,597	17,488	11,694	22,195
12.	10,574	13,501	11,474	14,922	11,682
ROK	508,251	498,641	457,192	453,746	478,321

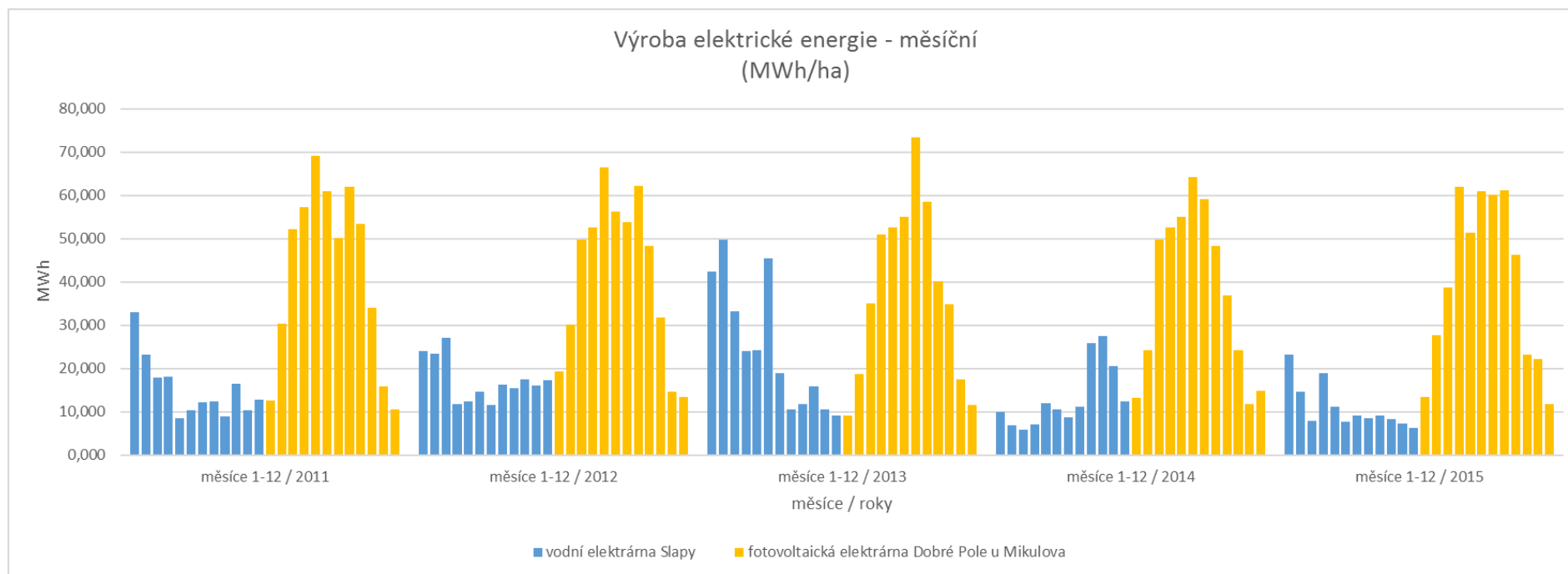
Na dalším grafu je patrný značný rozdíl mezi zprvu porovnávanými hodnotami roční výroby elektrické energie z porovnávaných obnovitelných zdrojů energie. Vychází z něj, že fotovoltaická elektrárna vyrobí o více než polovinu větší množství energie na hektar než vodní elektrárna. Výsledné hodnoty je možné interpretovat jako směrodatný výsledek.

Obr. č. 14: Roční výroba elektrické energie v MWh/ha za období (2011-2015)



V následujícím grafu je porovnávána měsíční výroba elektrické energie v obou elektrárnách za časové období 2011-2015. Vyplývá z něj, že fotovoltaická elektrárna má během roku velké výkyvy ve výrobě elektřiny oproti vodní elektrárně, ale při přepočtu množství energie na hektar, vyrobí fotovoltaická elektrárna mnohem více elektrické energie.

Obr. č. 15: Měsíční výroba elektrické energie v MWh/ha za období (2011-2015)



V dalších dvou tabulkách je u obou elektráren porovnávána výroba elektrické energie po čtvrtletích pro jednotlivé roky, které jsou následně zobrazeny v grafu.

Tab. č. 7: Výroba elektrické energie v MWh/ha vodní elektrárny Slapy za období (2011-2015) – čtvrtletní

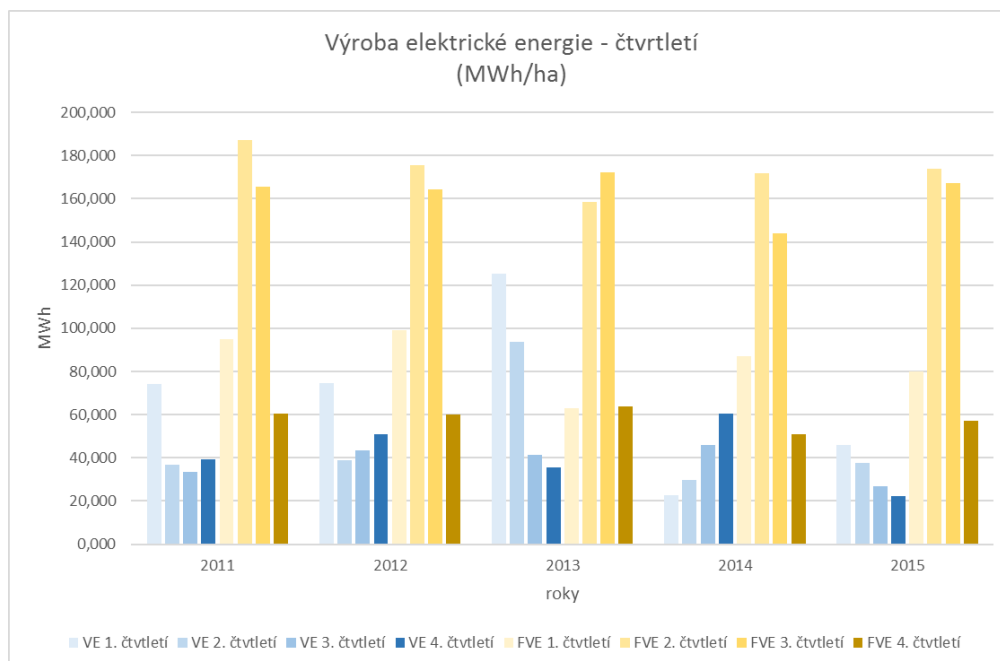
Vodní elektrárna Slapy					
(MWh/ha)					
Měsíc	Rok				
	2011	2012	2013	2014	2015
1.	32,953	24,037	42,390	9,934	23,218
2.	23,274	23,391	49,652	6,825	14,629
3.	17,857	27,047	33,257	5,897	7,981
1. čtvrtletí	74,084	74,474	125,299	22,656	45,829
4.	18,085	11,868	23,953	7,116	18,974
5.	8,585	12,295	24,234	11,910	11,190
6.	10,272	14,569	45,372	10,544	7,605
2. čtvrtletí	36,941	38,731	93,559	29,570	37,769
7.	12,094	11,646	18,976	8,689	9,162
8.	12,387	16,227	10,495	11,144	8,608
9.	8,891	15,368	11,786	25,938	9,168
3. čtvrtletí	33,372	43,241	41,257	45,771	26,938
10.	16,496	17,399	15,847	27,580	8,382
11.	10,249	16,134	10,494	20,582	7,349
12.	12,711	17,307	9,085	12,318	6,326
4. čtvrtletí	39,456	50,841	35,426	60,480	22,057
ROK	183,853	207,287	295,541	158,476	132,593

Tab. č. 8: Výroba elektrické energie v MWh/ha fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015) – čtvrtletní

Fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova
(MWh/ha)

Měsíc	Rok				
	2011	2012	2013	2014	2015
1.	12,592	19,369	9,178	13,193	13,383
2.	30,292	30,043	18,720	24,184	27,750
3.	52,244	49,723	35,051	49,658	38,712
1. čtvrtletí	95,128	99,135	62,949	87,035	79,844
4.	57,241	52,523	50,881	52,677	61,899
5.	69,156	66,534	52,528	54,961	51,311
6.	60,928	56,321	54,945	64,128	60,856
2. čtvrtletí	187,325	175,378	158,354	171,766	174,065
7.	50,074	53,744	73,489	59,040	60,037
8.	61,938	62,223	58,569	48,296	61,094
9.	53,478	48,302	40,103	36,778	46,295
3. čtvrtletí	165,489	164,268	172,162	144,114	167,426
10.	33,952	31,761	34,765	24,215	23,109
11.	15,782	14,597	17,488	11,694	22,195
12.	10,574	13,501	11,474	14,922	11,682
4. čtvrtletí	60,309	59,859	63,727	50,831	56,985
ROK	1270,628	1246,602	1142,979	1134,366	1195,802

Obr. č. 16: Čtvrtletní výroba elektrické energie v MWh/ha za období (2011-2015)



V následujících tabulkách je u obou elektráren porovnávána výroba elektrické energie ve vztahu k ročním obdobím v jednotlivých sledovaných letech. Česká republika se nachází v mírném klimatickém pásu, ve kterém lze rozlišit čtyři roční období – jaro, léto, podzim a zima. Roční období bývala charakteristická svým pravidelným opakováním, kvůli globálnímu oteplování však dochází ke stírání teplotních rozdílů mezi jednotlivými obdobími. Střídání ročních období v mírném pásu je přímo závislé na natočení planety Země ke Slunci. Jarní měsíce se vyznačují teplejšími a delšími dny, letní měsíce nejteplejšími a nejdelšími dny, podzimní měsíce chladnějšími a kratšími dny, zimní měsíce nejchladnějšími a krátkými dny. Z meteorologického hlediska je jaro v měsících březnu, dubnu a květnu, léto v červnu, červenci a srpnu, podzim v září, říjnu a listopadu, zima v prosinci, lednu a únoru. Astronomická a jiná hlediska nebyla vzata v úvahu kvůli nedostatku denních dat. Základní měsíční hodnoty přepočítané na jeden hektar jsou rozděleny na měsíce ve výše zmíněných obdobích, jsou sumarizovány a přehledně znázorněny v grafu.

Tab. č. 9: Výroba elektrické energie podle ročního období v MWh/ha vodní elektrárny Slapy za období (2011-2015)

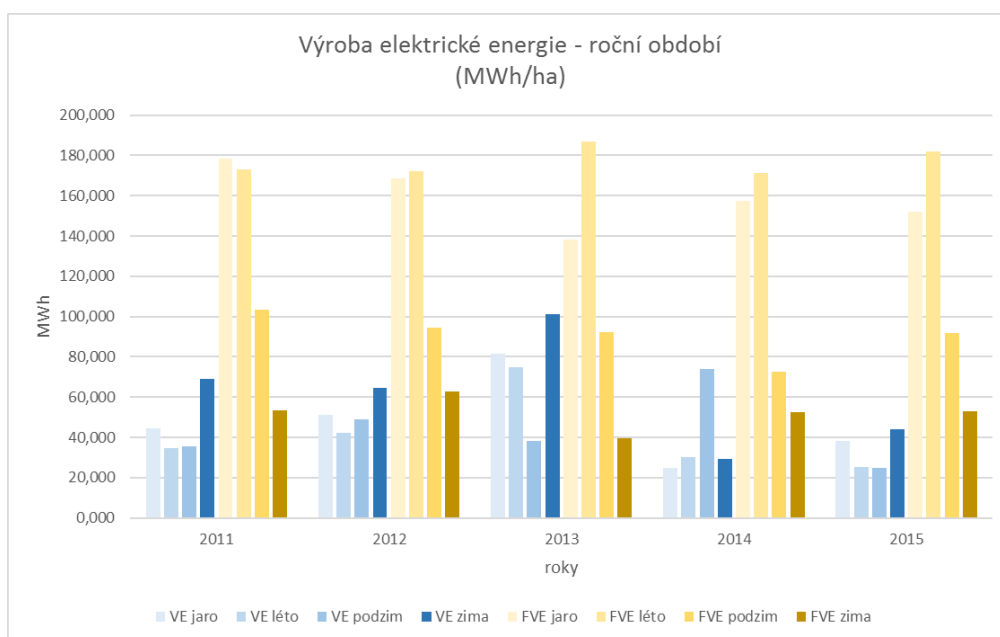
Vodní elektrárna Slapy					
(MWh/ha)					
Měsíc	Rok				
	2011	2012	2013	2014	2015
3.	17,857	27,047	33,257	5,897	7,981
4.	18,085	11,868	23,953	7,116	18,974
5.	8,585	12,295	24,234	11,910	11,190
jaro	44,527	51,209	81,444	24,922	38,145
6.	10,272	14,569	45,372	10,544	7,605
7.	12,094	11,646	18,976	8,689	9,162
8.	12,387	16,227	10,495	11,144	8,608
léto	34,753	42,442	74,843	30,377	25,375
9.	8,891	15,368	11,786	25,938	9,168
10.	16,496	17,399	15,847	27,580	8,382
11.	10,249	16,134	10,494	20,582	7,349
podzim	35,636	48,902	38,127	74,099	24,899
12.	12,711	17,307	9,085	12,318	6,326
1.	32,953	24,037	42,390	9,934	23,218
2.	23,274	23,391	49,652	6,825	14,629
zima	68,938	64,735	101,126	29,078	44,174
ROK	183,853	207,287	295,541	158,476	132,593

Tab. č. 10: Výroba elektrické energie podle ročního období v MWh/ha fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015)

Fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova
(MWh/ha)

Měsíc	Rok				
	2011	2012	2013	2014	2015
3.	52,244	49,723	35,051	49,658	38,712
4.	57,241	52,523	50,881	52,677	61,899
5.	69,156	66,534	52,528	54,961	51,311
jaro	178,642	168,780	138,459	157,296	151,921
6.	60,928	56,321	54,945	64,128	60,856
7.	50,074	53,744	73,489	59,040	60,037
8.	61,938	62,223	58,569	48,296	61,094
léto	172,940	172,287	187,004	171,464	181,987
9.	53,478	48,302	40,103	36,778	46,295
10.	33,952	31,761	34,765	24,215	23,109
11.	15,782	14,597	17,488	11,694	22,195
podzim	103,212	94,660	92,356	72,687	91,599
12.	10,574	13,501	11,474	14,922	11,682
1.	12,592	19,369	9,178	13,193	13,383
2.	30,292	30,043	18,720	24,184	27,750
zima	53,458	62,913	39,372	52,299	52,814
ROK	1270,628	1246,602	1142,979	1134,366	1195,802

Obr. č. 17: Výroba elektrické energie podle ročního období v MWh/ha za období (2011-2015)



Z předchozího grafu je patrné, že u vodní elektrárny je vyšší výroba elektrické energie v zimních měsících a v letních naopak nejnižší. Proti tomu u fotovoltaické elektrárny je výroba elektřiny nejvyšší v letních měsících a nejnižší v zimních. Důvodem je, že v zimě bývá více vody než v létě a letní měsíce mají více slunečných dní a především delších dní než zimní měsíce.

Následující tabulky a graf se věnují výdělům za vyrobenou elektrickou energii, kdy byla porovnávána roční výroba elektrické energie sledovaných elektráren. Pro vodní elektrárnu Slapy bylo vycházeno z výsledků měsíční průměrné marginální ceny denního trhu od OTE, a. s., tj. tržní ceny – postup jejího stanovení je popsán v příloze (Příloha č. 5), a pro fotovoltaickou elektrárnu Dobré Pole u Mikulova z hodnot získaných od pana Leštiny, tj. skutečně fakturované peníze za výrobu elektřiny.

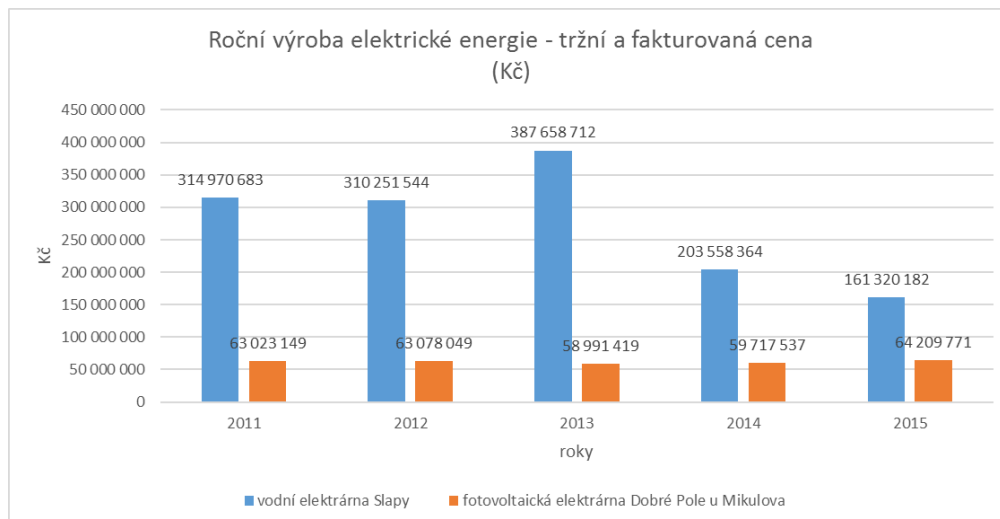
Tab. č. 11: Výroba elektrické energie v Kč vodní elektrárny Slapy za období (2011-2015) - tržní cena

Vodní elektrárna Slapy					
(Kč)					
Měsíc	Rok				
	2011	2012	2013	2014	2015
1.	53 688 271	34 639 737	62 449 452	13 690 231	26 555 212
2.	39 309 324	45 565 927	75 094 027	8 687 039	20 319 872
3.	32 221 327	36 363 758	43 830 223	7 012 732	9 332 864
4.	32 035 274	16 812 830	31 581 778	8 693 593	21 580 732
5.	16 486 640	16 633 192	24 884 305	14 316 945	10 843 518
6.	18 194 475	20 118 232	43 918 722	12 825 765	8 854 581
7.	19 120 521	16 763 933	25 222 528	10 912 791	12 683 807
8.	20 534 074	25 613 304	14 344 503	12 195 709	10 588 353
9.	15 809 304	23 877 812	17 974 927	34 058 855	11 544 635
10.	29 160 150	26 586 798	21 041 695	36 172 911	12 357 377
11.	19 909 295	25 231 446	14 702 606	28 998 820	9 813 690
12.	18 502 025	22 044 575	12 613 946	15 992 972	6 845 541
ROK	314 970 683	310 251 544	387 658 712	203 558 364	161 320 182

Tab. č. 12: Výroba elektrické energie v Kč fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015) - fakturovaná cena

Fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova					
(Kč)					
Měsíc	Rok				
	2011	2012	2013	2014	2015
1.	1 561 358	2 450 166	1 184 276	1 736 370	1 796 480
2.	3 756 183	3 800 452	2 415 442	3 182 817	3 725 120
3.	6 478 306	6 289 997	4 522 618	6 535 516	5 196 685
4.	7 097 896	6 644 160	6 565 124	6 932 807	8 309 281
5.	8 575 394	8 416 551	6 777 675	7 233 417	6 887 948
6.	7 555 060	7 124 594	7 089 605	8 439 860	8 169 269
7.	6 209 164	6 798 553	9 482 324	7 770 241	8 059 313
8.	7 680 287	7 871 210	7 557 184	6 356 276	8 201 312
9.	6 631 222	6 110 152	5 174 503	4 840 339	6 214 654
10.	4 210 060	4 017 817	4 485 767	3 186 923	3 102 152
11.	1 957 018	1 846 571	2 256 425	1 539 100	2 979 417
12.	1 311 201	1 707 826	1 480 477	1 963 871	1 568 138
ROK	63 023 149	63 078 049	58 991 419	59 717 537	64 209 771

Obr. č. 18: Roční výroba elektrické energie v Kč za období (2011-2015) - tržní a fakturovaná cena



Pro možnost porovnání byly výdělky za vyrobenou energii u obou elektráren přepočítány na hektar. Zjištěné hodnoty jsou zpracovány v následujících tabulkách a grafu.

Tab. č. 13: Výroba elektrické energie v Kč/ha vodní elektrárny Slapy za období (2011-2015) - tržní cena

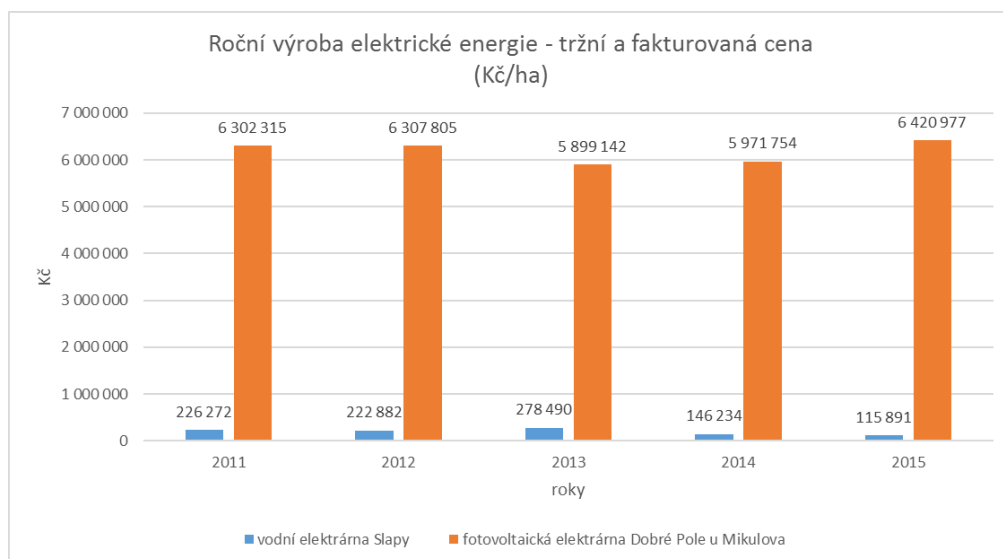
Vodní elektrárna Slapy					
(Kč/ha)					
Měsíc	Rok				
	2011	2012	2013	2014	2015
1.	38 569	24 885	44 863	9 835	19 077
2.	28 239	32 734	53 947	6 241	14 598
3.	23 148	26 123	31 487	5 038	6 705
4.	23 014	12 078	22 688	6 245	15 503
5.	11 844	11 949	17 877	10 285	7 790
6.	13 071	14 453	31 551	9 214	6 361
7.	13 736	12 043	18 120	7 840	9 112
8.	14 751	18 400	10 305	8 761	7 607
9.	11 357	17 154	12 913	24 468	8 294
10.	20 948	19 100	15 116	25 986	8 877
11.	14 303	18 126	10 562	20 832	7 050
12.	13 292	15 837	9 062	11 489	4 918
ROK	226 272	222 882	278 490	146 234	115 891

Tab. č. 14: Výroba elektrické energie v Kč/ha fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015) - fakturovaná cena

Fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova					
(Kč/ha)					
Měsíc	Rok				
	2011	2012	2013	2014	2015
1.	156 136	245 017	118 428	173 637	179 648
2.	375 618	380 045	241 544	318 282	372 512
3.	647 831	629 000	452 262	653 552	519 669
4.	709 790	664 416	656 512	693 281	830 928
5.	857 539	841 655	677 767	723 342	688 795
6.	755 506	712 459	708 960	843 986	816 927
7.	620 916	679 855	948 232	777 024	805 931
8.	768 029	787 121	755 718	635 628	820 131
9.	663 122	611 015	517 450	484 034	621 465
10.	421 006	401 782	448 577	318 692	310 215
11.	195 702	184 657	225 643	153 910	297 942
12.	131 120	170 783	148 048	196 387	156 814
ROK	6 302 315	6 307 805	5 899 142	5 971 754	6 420 977

Z následujícího grafu vyplývá, že fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova „vydělá“ při roční výrobě elektrické energie na jeden hektar nesrovnatelně více finančních prostředků než vodní elektrárna Slapy.

Obr. č. 19: Roční výroba elektrické energie v Kč/ha za období (2011-2015) - tržní a fakturovaná cena

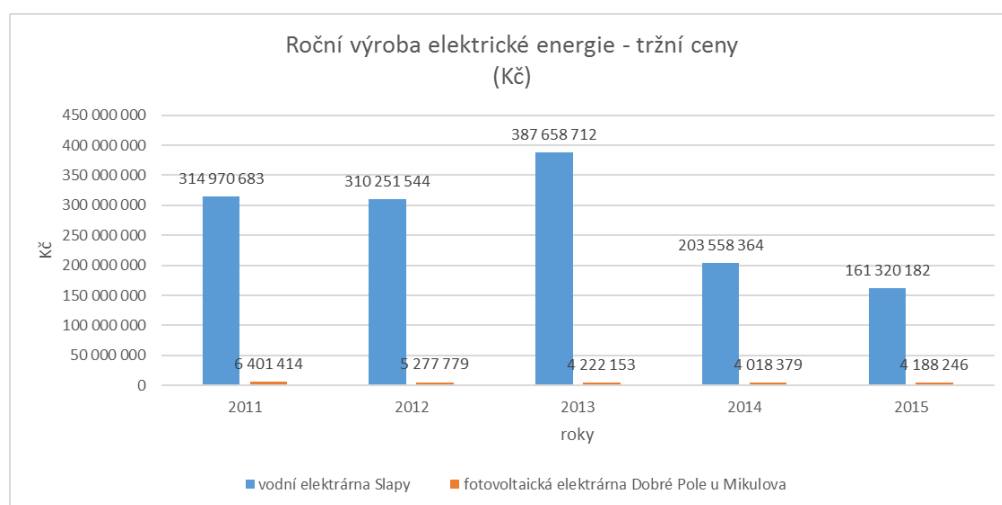


Další tabulka ohledně fotovoltaické elektrárny ukazuje cenu za MWh podle OTE, a. s., tj. výši výsledků měsíční průměrné marginální ceny denního trhu v Kč. Hodnoty této tabulky a již uvedené tabulky ohledně vodní elektrárny Slapy (Tab. č. 11) jsou zpracovány do dalšího grafu, ze kterého je patrný propastný rozdíl v roční výrobě, pokud by fotovoltaické elektrárny nebyly podporovány různými bonusy.

Tab. č. 15: Výroba elektrické energie v Kč fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015) – tržní ceny

Fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova					
(Kč)					
Rok					
Měsíc	2011	2012	2013	2014	2015
1.	147 378	200 524	97 138	130 619	109 956
2.	367 538	420 437	203 394	221 119	276 896
3.	677 227	480 259	331 855	424 269	325 196
4.	728 424	534 540	481 945	462 344	505 762
5.	954 106	646 648	387 479	474 621	357 209
6.	775 319	558 716	382 079	560 392	509 023
7.	568 719	555 766	701 717	532 691	597 062
8.	737 595	705 568	575 088	379 686	539 884
9.	683 132	539 144	439 382	346 936	418 790
10.	431 149	348 652	331 620	228 159	244 743
11.	220 255	163 994	176 009	118 368	212 915
12.	110 571	123 533	114 448	139 176	90 810
ROK	6 401 414	5 277 779	4 222 153	4 018 379	4 188 246

Obr. č. 20: Roční výroba elektrické energie v Kč za období (2011-2015) – tržní ceny

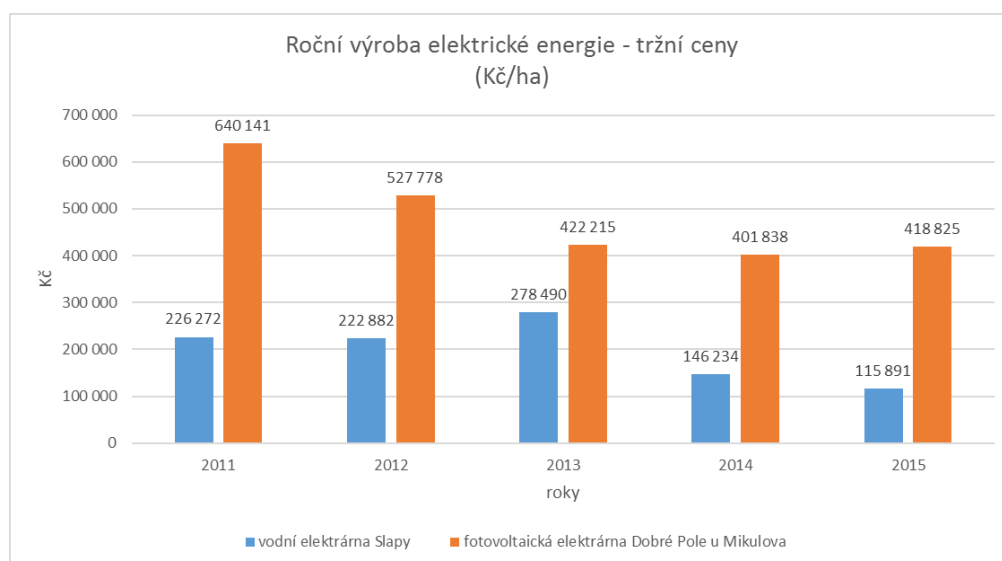


Následující tabulka ukazuje cenu za MWh podle OTE, a. s., u fotovoltaické elektrárny přepočtenou na hektar plochy. Spolu s hodnotami v již uvedené tabulce (Tab. č. 13) pro vodní elektrárnu jsou zpracovány do dalšího grafu, ze kterého je patrné, že fotovoltaická elektrárna vyrobila stále více energie za méně finančních prostředků.

Tab. č. 16: Výroba elektrické energie v Kč/ha fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015) – tržní ceny

Fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova					
(Kč/ha)					
Měsíc	Rok				
	2011	2012	2013	2014	2015
1.	14 738	20 052	9 714	13 062	10 996
2.	36 754	42 044	20 339	22 112	27 690
3.	67 723	48 026	33 185	42 427	32 520
4.	72 842	53 454	48 194	46 234	50 576
5.	95 411	64 665	38 748	47 462	35 721
6.	77 532	55 872	38 208	56 039	50 902
7.	56 872	55 577	70 172	53 269	59 706
8.	73 760	70 557	57 509	37 969	53 988
9.	68 313	53 914	43 938	34 694	41 879
10.	43 115	34 865	33 162	22 816	24 474
11.	22 026	16 399	17 601	11 837	21 291
12.	11 057	12 353	11 445	13 918	9 081
ROK	640 141	527 778	422 215	401 838	418 825

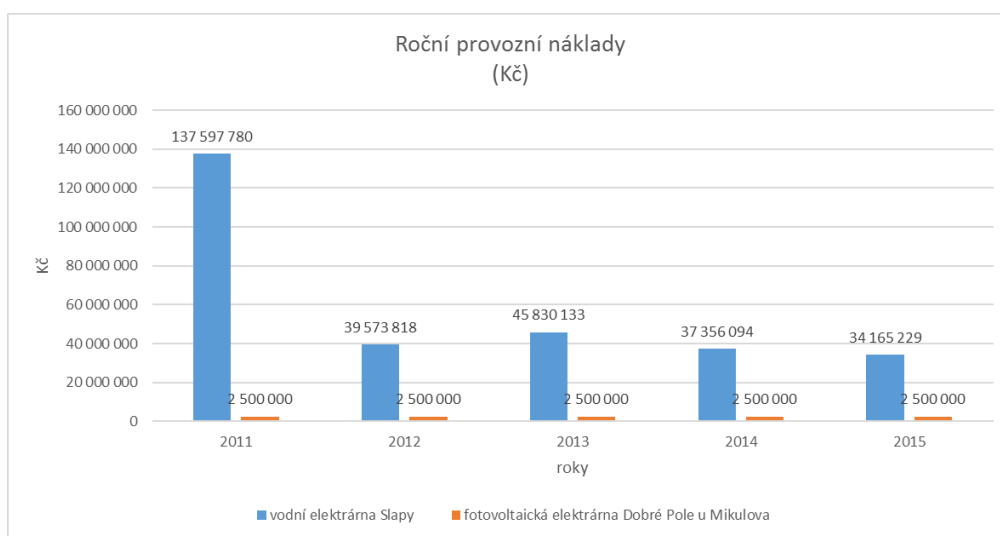
Obr. č. 21: Roční výroba elektrické energie v Kč/ha za období (2011-2015) – tržní ceny



Dalším údajem pro porovnání jsou roční náklady na provoz jednotlivých elektráren v daném období 2011-2015. Provozní náklady vodní elektrárny Slapy byly získány od pana Ing. Petra Maralíka a měly by odpovídat skutečnosti. Je třeba vzít v úvahu, že v roce 2011 byla provedena generální oprava jednoho ze tří soustrojí TG3 v hodnotě přesahující 100 000 000 Kč. Tento výkyv nelze brát jako směrodatný a je třeba vycházet z průměru ostatních let. Uvedená generální oprava umožnila zvýšit účinnost tohoto soustrojí až o 5 %.

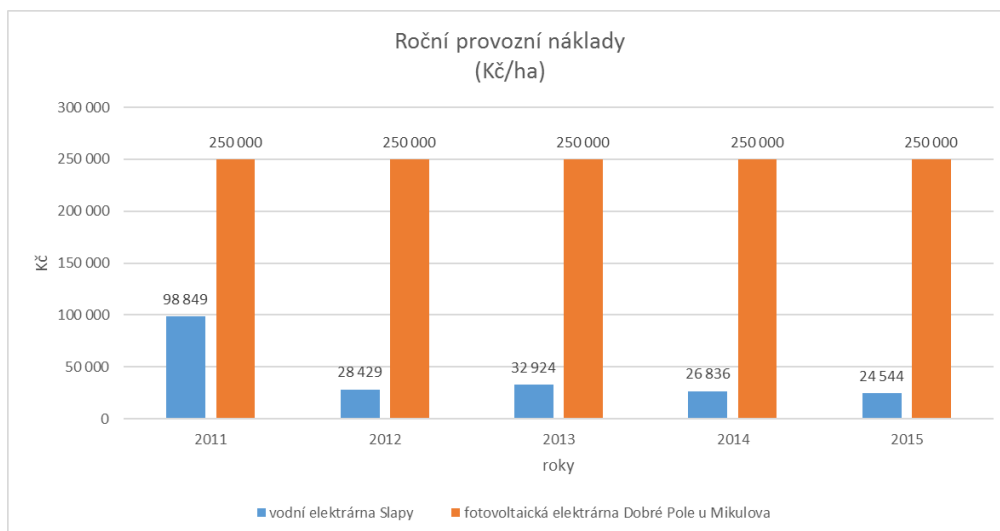
Provozní náklady fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova jsou orientační podle odhadu pana Leštiny. Skládají se z pevné a pohyblivé složky. Pevná složka je servis a údržba (pravidelná servisní činnost), pohyblivá je „bonus“, tj. částka placená za funkčnost elektrárny a provozní náklady majitele FVE, to je například pojištění, banka, mzdy atd.

Obr. č. 22: Roční provozní náklady v Kč za období (2011-2015)



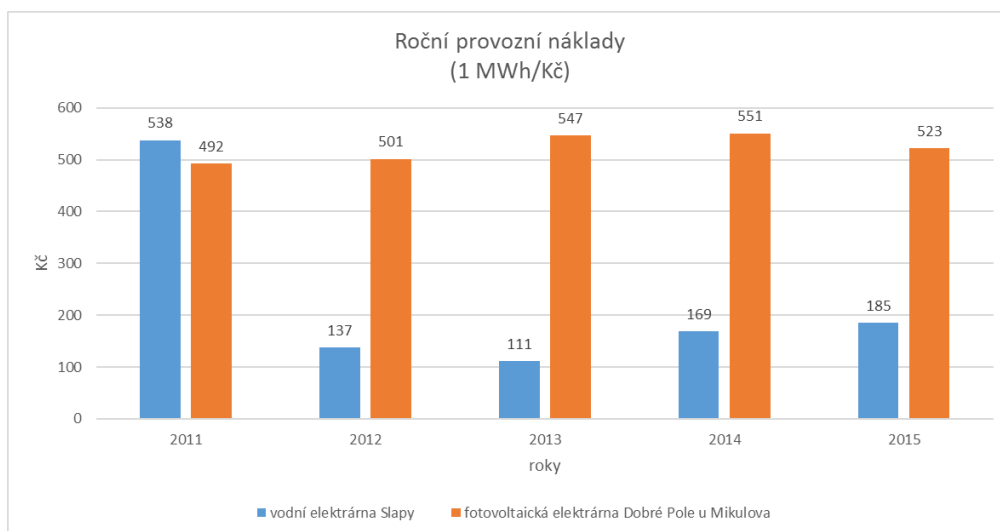
Na dalším grafu je vidět srovnání elektráren po přepočítání nákladů na jeden hektar plochy.

Obr. č. 23: Roční provozní náklady v Kč/ha za období (2011-2015)



Poslední graf porovnává obě elektrárny podle ročních provozních nákladů vynaložených na výrobu jedné MWh.

Obr. č. 24: Roční provozní náklady na 1 MWh/Kč za období (2011-2015)



Ze srovnání je jasné patrné, že vodní elektrárna Slapy má méně než poloviční náklady na výrobu 1 MWh oproti fotovoltaické elektrárně Dobré Pole u Mikulova.

9. Diskuse a závěr

Na začátku této diplomové práce byly stanoveny cíle a úkoly, jež měly být v práci splněny, blíže rozebrány a popsány.

Cílem této diplomové práce bylo stručně a celistvě obeznámit s pojmy vážícími se k tématu obnovitelných zdrojů energie, potenciálu vody, vodním dílům, elektrárnám, turbínám, potenciálu slunečního záření, fotovoltaickým elektrárnám, panelům (čládkům), informacím o zmíněných pojmech v České republice a historii těchto pojmů. Dále byly tyto pojmy konkretizovány a blíže rozebrány u dvou vybraných elektráren – VE Slapy a FVE Dobré Pole u Mikulova. Stěžejní částí práce bylo pokusit se o porovnání výše zmíněných elektráren tak, aby bylo možné v závěru specifikovat výhody i nevýhody využívání dvou konkrétních obnovitelných zdrojů energie.

U provedeného porovnání vybraných elektráren – VE Slapy a FVE Dobré Pole u Mikulova – je nutné mít stále na paměti, že porovnatelnost získaných dat je diskutabilní s ohledem na různé technologie či zabraný prostor.

Z výsledků porovnání roční výroby elektrické energie v MWh vyplývá, že obě elektrárny jsou přímo závislé na počasí, potažmo na ročním období, což je dobře vidět na grafu výše (Obr. č. 15). Díky velké ploše, kterou zabírá vodní dílo Slapy spolu s vodní elektrárnou, dokáže vyrobit nesrovnatelně více elektrické energie oproti fotovoltaické elektrárně Dobré Pole u Mikulova. Při zohlednění plochy (výroba/plocha) zabrané pro potřeby elektrárny se čísla výrazně změnila. Fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova byla v průběhu roku schopna vyrobit o polovinu více elektrické energie než vodní elektrárna Slapy.

Z porovnání roční výroby elektrické energie v Kč (fotovoltaická elektrárna – fakturovaná cena a vodní elektrárna – tržní cena) vyplývá, že vodní elektrárna Slapy dokáže „vydělat“ svému provozovateli mnohem více finančních prostředků než fotovoltaická elektrárna Dobré pole u Mikulova. Po přepočtu na jeden hektar fotovoltaická elektrárna „vydělá“ svému provozovateli mnohonásobně více finančních prostředků, a to především díky garantované výkupní ceně. V případě porovnání roční výroby elektrické energie v Kč (fotovoltaická elektrárna – tržní cena a vodní elektrárna

– tržní cena) vyplývá, že vodní elektrárna Slapy „vydělá“ více prostředků ještě s větším rozdílem. Když i tyto hodnoty přepočítáme na jeden hektar, tak fotovoltaická elektrárna vyrobí stále více energie a výsledek je již srovnatelnější s vodní elektrárnou, než tomu bylo u fakturované ceny.

Přesto, že jsou celkové provozní náklady vodní elektrárny Slapy na rok mnohonásobně vyšší, po zohlednění plochy (náklady/plocha) zabrané pro potřeby elektrárny se čísla výrazně mění. Lze říci, že vodní elektrárna Slapy má nesrovnatelně menší náklady na výrobu elektřiny oproti fotovoltaické elektrárně Dobré Pole u Mikulova. V případě přepočtu nákladů v Kč na jednu vyrobenou MWh má vodní elektrárna také mnohem menší náklady.

Z rozebíraných obecných i specifických informací z hlediska ekologie, ekonomiky, energetiky či sociálních aspektů lze usoudit, že každá z analyzovaných elektráren má své výhody i nevýhody. Lze říci, že vodní elektrárny jsou na tom v současné době lépe než fotovoltaické elektrárny.

Potenciál budování velkých vodních elektráren je na území České republiky v současné době prakticky vyčerpán. Zůstává zde prostor pro modernizaci stávajících elektráren a budování malých vodních elektráren na menších tocích. Potenciál budování fotovoltaických elektráren na území České republiky stále je. Budoucnost fotovoltaiky je především ve vývoji velkokapacitních baterií, zvyšování účinnosti panelů a využívání solárních panelů přímo v domácnostech především pro vytápění, ohřev vody a příp. pro výrobu elektrické energie s využitím baterií.

Ze statistik ve výročních zprávách zveřejněných Energetickým regulačním úřadem vyplývá, že celkový objem energie vyrobené z obnovitelných zdrojů rok od roku stoupá, ale již nikoli tak rychle, jako tomu bylo v nedávné minulosti.

Výsledek víceméně potvrzuje předem vyslovené hypotézy autora práce, a sice ty, že obnovitelné zdroje energie, mezi které patří i vodní dílo Slapy s elektrárnou a fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova, jsou v dnešním světě nedílnou součástí fungování společnosti. Komplexní problematika obnovitelných zdrojů energie je rozporuplná a diskutabilní, lze na ni nahlížet z více úhlů pohledu. Nelze také opomenout fakt, že technologie se nezastavitelně vyvíjí, je možné, že v dohledné době dojde k vyvinutí technologie či k objevu, které vše změní.

Získané informace nezměnily názor autora na postavení vodních děl s elektrárnami, které umožňují mnohostranné využití. Jsou příkladem toho, kdy je možné je využít nejen pro energetiku, ale i vodohospodářství (částečná protipovodňová ochrana), ekologii (minimální dopad výroby energie na životní prostředí) či sociální sféru (rekreace obyvatel).

Na úplný závěr je třeba znovu vyzdvihnout důležitost všech obnovitelných zdrojů energie, a to v globálním měřítku. Každé smysluplné využití kteréhokoliv obnovitelného zdroje energie znamená lepší budoucnost nás všech.

10. Přehled literatury a použitých zdrojů

Literatura:

- AITKEN., D., W. *Bílá kniha ISES: Přejchod k obnovitelným zdrojům energie budoucnosti*. Freiburg: Mezinárodní společnost solární energetiky - ISES, 2003. [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: http://www.czrea.org/files/pdf/zakony/bila_kniha_cz.pdf
- Conergy.cz. *Historie využití solární energie*. [online]. [cit. 2012-07-02]. Dostupné z: http://conergy.cz/PortalData/1/Resources/master/images/about_us/presse/2011-09_AZeлектро_5_2011_Historie_vyuziti_solarni_energie.pdf
- ČEZ.cz. *Encyklopedie energetiky - Elektřina*. [online]. [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/pro-media-2014/05-kveten/encyklopedie_eletrina_e.pdf
- ČEZ.cz. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Odborná studie. [online]. [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/oze-cr-all-17-01-obalka-in.pdf>
- GUPTA, M., K. *Power Plant Engineering*. New Delhi: PHI Learning, 2012. 348 s. ISBN 8120346122
- JOHANSSON, T., B.; BURNHAM, L. *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity*. Washington, D.C.: Island Press, 1993. 1160 s. ISBN 9781559631389
- Kol. autorů. *Vodní dílo Slapy*. Praha: Povodí Vltavy, 2005. 47 s.
- QUASCHNING, V. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3
- RAJA, A., K.; SRIVASTAVA, A., P.; DWIVEDI, M. *Power Plant Engineering*. New Delhi: New Age International, 2006. 492 s. ISBN 8122418317
- RICHARDS, J. *Water energy*. Tarrytown. NY: Marshall Cavendish, 2009. 32 s. ISBN 9780761444299
- Zbp.univie.ac.at. *Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt - Einstein*. [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <http://www.zbp.univie.ac.at/dokumente/einstein1.pdf>

Internetové stránky:

- ČEZ.cz. *Informace o vodní energetice*. [online]. [cit. 2017-03-10] Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/informace-o-vodni-energetice.html>
- Eagri.cz. *Obnovitelné zdroje energie*. [online]. [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/obnovitelne-zdroje-energie>
- Eagri.cz. *Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) § 55 Vodní díla*. [online]. [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100053111.html>
- Ekobydleni.eu. *Indie má největší solární elektrárnu na světě – 600 MW*. [online]. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: www.ekobydleni.eu/solarni-elektrarny/indie-ma-nejvetsi-solarni-elektrarnu-na-svete-600-mw
- Elektrarny.pro. *Seznam solárních elektráren v ČR*. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.elektrarny.pro/seznam-elektraren.php>
- ERÚ.cz. *Roční zpráva o provozu ES ČR pro rok 2015*. [online]. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2015.pdf/3769f65b-3789-4e93-be00-f84416e1ca03
- Euractiv.cz. *Denková, A. Nové cíle a baterky: co čeká obnovitelné zdroje v ČR a EU*. [online]. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://euractiv.cz/clanky/energetika/nove-cile-a-baterky-co-ceka-obnovitelne-zdroje-v-cesku-a-v-eu>
- Fotogaleriedomy.cz. *Nevýhody solární energie*. [online]. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://www.fotogaleriedomy.cz/projekty-domu/nevyhody-solarni-energie>
- Fotovoltaickepanely.eu. *Největší české elektrárny*. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.fotovoltaickepanely.eu/fotovoltaika/nejvetsi-ceske-elektrarny>
- Isofenenergy.cz. *Fotovoltaická elektrárna*. [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz/fotovoltaicka-elektrarna.aspx>
- Janczochralski.com. *Discovery of the Czochralski method*. [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <http://www.janczochralski.com/en/biografia-wstep/discovery-of-the-czochralski-method>

- Oenergetice.cz. Majling, E. *Deset největších solárních elektráren světa*. [online]. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrarny-svet/deset-nejvetsich-solarnich-elektaren-sveta>
- Oenergetice.cz. Budín, J. *Eurostat: 9 členských států včetně ČR již dosáhlo národního cíle pro OZE*. [online]. [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/podil-oze-eu>
- Oenergetice.cz. Vobořil, D. *Fotovoltaické elektrárny – princip funkce a součásti, elektrárny v ČR*. [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/obnovitelne-zdroje-energie/fotovoltaicka-elektarna-princip-funkce-a-soucasti>
- Oenergetice.cz. Vobořil, D. *Vodní elektrárny – princip, rozdělení, elektrárny v ČR*. [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/obnovitelne-zdroje-energie/vodni-elektarny-princip-a-rozdeleni>
- Oze.tzb-info.cz. Bechník, B. *Nejpoužívanější pojmy ve fotovoltaice*. [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/11772-nejpouzivanejsi-pojmy-ve-fotovoltaice>
- Physics.muni.cz. *Alternativní zdroje*. [online]. [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: http://www.physics.muni.cz/~blazkova/dp/Alternativni_zdroje1.htm
- Pvl.cz. Povodí Vltavy. *Profil*. [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/profil-statniho-podniku>
- Pvl.cz. Povodí Vltavy. *Vodní díla*. [online]. [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/vodohospodarske-informace/vodni-dila>
- Pvl.cz. Povodí Vltavy. *Vodní dílo Slapy*. [online]. [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/vodohospodarske-informace/vodni-dila/vltavska-vodni-cesta/vodni-dilo-slapy>
- Solarni-energie.info. *Fotovoltaické solární panely a kolektory*. [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://www.solarni-energie.info/fotovoltaicke-solarni-panely-kolektory.php>
- Solarni-energie.info. *Solární elektrárna*. [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://www.solarni-energie.info/solarni-elektarny.php>
- Vitejtenazemi.cz. *Historie využívání energie*. [online]. [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=historie_vyuzivani_energie&site=energie

- Vitejtenazemi.cz. *Obnovitelné zdroje energie*. [online]. [cit. 2016-09-21]. Dostupné z: http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=obnovitelne_zdroje_energie&site=energie
- Vosvdf.cz. Vyšší odborná škola a Střední škola Varnsdorf. *Malé vodní elektrárny*. [online]. [cit. 2014-11-26]. Dostupné z: <http://www.vosvdf.cz/cmsb/userdata/489/obnovitelne-zdroje/Male%20vodni%20elektrarny.pdf>
- Youtube.com. *Lodní zdvihadlo Slapy*. [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=dnrHe-uJPt4>
- Zakonyprolidi.cz. *Zákon č. 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů*. [online]. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-165>
- Zelena-energie.org. *Vývoj fotovoltaiky*. [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <http://www.zelena-energie.org/vyvoj-fotovoltaiky>

Obrázky:

- Mve.energetika.cz. *S-turbína*. [online]. [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/pretlakoveturbiny/kaplan-s.gif>
- Nemakej.cz. *Fotovoltaické-systémy*. [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://www.nemakej.cz/fotovoltaicke-systemy/princip-fotovoltaickeho-clanku.jpg>
- Oze.tzb-info.cz. *Historie a perspektivy OZE - fotovoltaika, technologie krystalického křemíku*. [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/docu/clanky/0054/005470o1.jpg>
- Solarniexperti.cz. *Jak funguje fotovoltaická elektrárna? | Solární Experti*. [online]. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/wp-content/uploads/schema-zapojeni-fotovoltaicke-elektrarny.png>
- Tzb-info.cz. *Teplo vody a její pohybová energie*. [online]. [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/docu/clanky/0041/004184o4.gif>
- Veoliawater2energy.com. *Reference*. [online]. [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: <http://www.veoliawater2energy.com/cz/data/images/CZ%20schema-microhydro-cs.jpg>

Články:

- Profipress.cz. *SKÁCEL, D. Vývoj fotovoltaiky ve světě a v ČR. Časopis Alternativní energie. 2000. roč. 3, č. 3. [online]. [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: <http://profipress.cz/archiv/alternativni-energie-032000>*
- SIVEK., M. et al. *Czech republic and indicative targets of the European Union for electricity generation from renewable sources. Energy Policy 44 (2012) 469-475. [online]. [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/czech-republic-and-indicative-targets-of-the-european-union-for-IgeAOTGkfv?shortRental=true>*

Ostatní:

- Osobní polostrukturovaný rozhovor s vedoucím hrázným VD Slapy panem Petrem Pávem (3. 4. 2015), rozhovor a prohlídka VD Slapy s hrázným Janem Jankou (3. 4. 2015).
- Osobní polostrukturovaný rozhovor s ředitelem OJ Vodní elektrárny z firmy ČEZ, a. s., panem Ing. Petrem Maralíkem (20. 9. 2016).
- Přednáška na Povodí Vltavy [cit. 2016-11-01] (exkurze s předmětem Prevence hydrologických extrémů a Správa povodí. 1. 11. 2016 od 9:00 v zasedací síni Orlík budovy B generálního ředitelství státního podniku Povodí Vltavy. Adresa: Holečkova 8, Praha 5).
- Telefonické a e-mailové komunikace s panem Ladislavem Leštinou.

Přílohový materiál:

- ČEZ.cz. *Vodní elektrárna Slapy. [online]. [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/slapy.html>*
- iDNES.cz. *Cestování. Slapská přehrada slaví 60 let. I kvůli ní zmizel přírodní klenot Česka. 7. 11. 2014 [online]. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: http://cestovani.idnes.cz/foto.aspx?r=po-cesku&c=A141105_175335_po-cesku_tom&foto=JB5711ea_StavbapehradySlapy01_15_3_1954.jpg*
- Ladislav Leština – e-mailová komunikace [cit. 2017-03-13]
- Ing. Petr Maralík – e-mailová komunikace [cit. 2017-03-16]

- Oenergetice.cz. Budín, J. *Krátkodobé trhy s elektřinou v ČR*. [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrina/trh-s-elektrinou/kratkodobe-trhy-s-elektrinou-v-cr-zakladni-statistiky-a-vyvoj>
- Pvl.cz. Povodí Vltavy. *VD Slapy* (výřez z dokumentu). [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/vodni-dila-a-nadrze/slapy.pdf>
- Zsodrypohorska.cz. *Průmysl*. [online]. [cit. 2011-11-15]. Dostupné z: http://image.dashofer.cz/e-noviny/enbp_obr1.jpg?wa=WWW1115+TP

11. Seznam zkratk a jednotky

Seznam zkratk

OZE = obnovitelné zdroje energie
POZE = podporované zdroje energie
VD = vodní dílo
VE = vodní elektrárna
PVE = přečerpávací vodní elektrárna
FVE = fotovoltaická elektrárna
JE = jaderná elektrárna
PE = parní elektrárna
PPE = paroplynová elektrárna
PSE = plynová a spalovací elektrárna
VTE = větrná elektrárna
BRKO = biologicky rozložitelná část komunálního odpadu
ERÚ = Energetický regulační úřad
ČHMÚ = Český hydrometeorologický ústav
ČEZ = České energetické závody
OTE = Operátor trhu s elektřinou
ČR = Česká republika
ČKD = Českomoravská-Kolben-Daněk (firma)
VN = vysoké napětí (1000 V až 52 kV)
NN = nízké napětí (50 V až 1000 V)
OJ = organizační jednotka
ŘS = řídicí systém (server WinCC)
CCTV = Closed Circuit Television neboli uzavřený televizní okruh
AJB, GJB boxy = boxy s jištěním kabelů od stringů do střídačů včetně komunikace a měření

Jednotky

W – watt (výkon)
kW – kilowatt – 10^3 W = 1 000 W
MW – megawatt – 10^6 W = 1 000 000 W
TW – terawatt – 10^{12} W = 1 000 000 000 000 W
* Wp – watt-peak (nominální, jmenovitý, špičkový výkon fotovoltaické elektrárny/panelu – instalovaný výkon za testovacích podmínek, nikoli skutečných)
h – hodina

12. Seznam tabulek

Tab. č. 1: Přehled velkých vodních elektráren v České republice, jejich instalovaný výkon a rok uvedení do provozu.....	40
Tab. č. 2: Přehled velkých fotovoltaických elektráren v České republice, jejich instalovaný výkon a rok uvedení do provozu.....	45
Tab. č. 3: Výroba elektrické energie v MWh vodní elektrárny Slapy za období (2011-2015).....	56
Tab. č. 4: Výroba elektrické energie v MWh fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015).....	57
Tab. č. 5: Výroba elektrické energie v MWh/ha vodní elektrárny Slapy za období (2011-2015).....	58
Tab. č. 6: Výroba elektrické energie v MWh/ha fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015).....	59
Tab. č. 7: Výroba elektrické energie v MWh/ha vodní elektrárny Slapy za období (2011-2015) – čtvrtletní.....	61
Tab. č. 8: Výroba elektrické energie v MWh/ha fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015) – čtvrtletní.....	62
Tab. č. 9: Výroba elektrické energie podle ročního období v MWh/ha vodní elektrárny Slapy za období (2011-2015).....	63
Tab. č. 10: Výroba elektrické energie podle ročního období v MWh/ha fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015).....	64
Tab. č. 11: Výroba elektrické energie v Kč vodní elektrárny Slapy za období (2011-2015) - tržní cena.....	65
Tab. č. 12: Výroba elektrické energie v Kč fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015) - fakturovaná cena.....	66
Tab. č. 13: Výroba elektrické energie v Kč/ha vodní elektrárny Slapy za období (2011-2015) - tržní cena.....	67
Tab. č. 14: Výroba elektrické energie v Kč/ha fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015) - fakturovaná cena.....	67
Tab. č. 15: Výroba elektrické energie v Kč fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015) – tržní ceny.....	69
Tab. č. 16: Výroba elektrické energie v Kč/ha fotovoltaické elektrárny Dobré Pole u Mikulova za období (2011-2015) – tržní ceny.....	70

13. Seznam obrázků

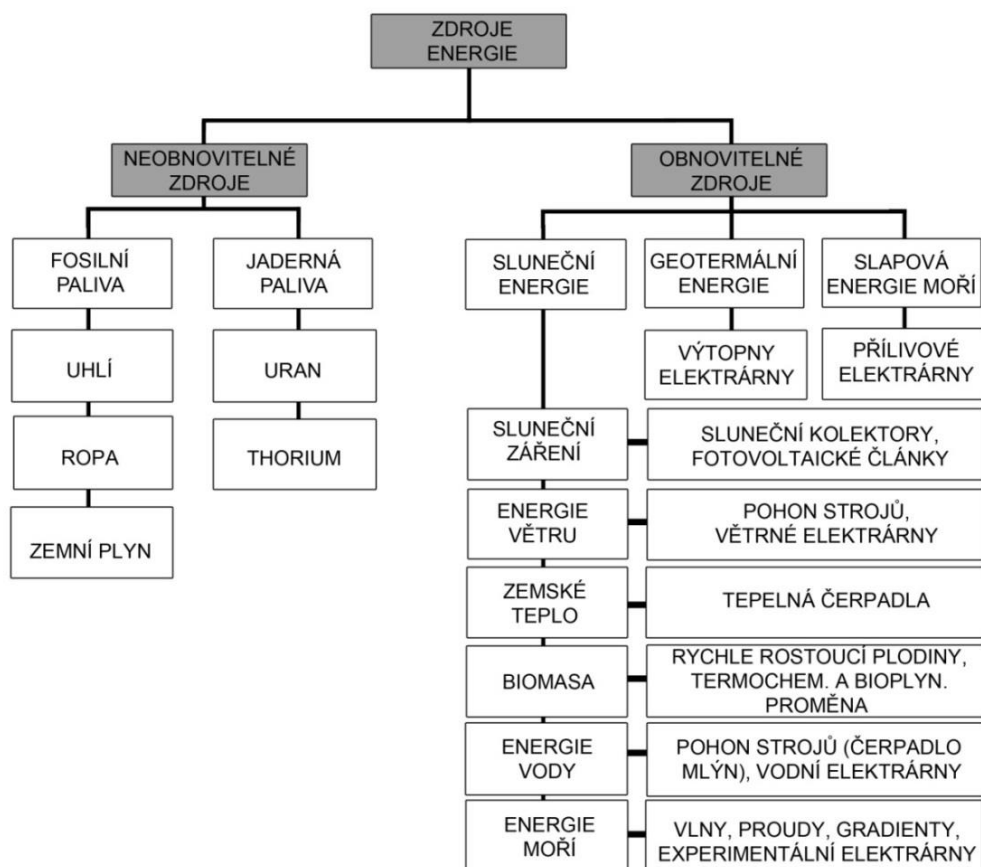
Obr. č. 1: Schéma - řez vodním dílem (přehradou).....	17
Obr. č. 2: Schéma představující obecný princip fungování vodní elektrárny.....	18
Obr. č. 3: Schéma uspořádání vodní turbíny (Kaplanova S-turbína).....	24
Obr. č. 4: Schéma - fotovoltaická elektrárna (domácí).....	27
Obr. č. 5: Schéma - princip činnosti (fungování) fotovoltaického článku a jeho struktura.....	33
Obr. č. 6: Ukázkové složení a uložení fotovoltaických článků v panelu (s krystalickými křemíkovými články).....	34
Obr. č. 7: Podíl instalovaného výkonu v elektrizační soustavě České republiky za rok 2015.....	36
Obr. č. 8: Podíl kategorií VE na výrobě elektřiny brutto v České republice za rok 2015.....	37
Obr. č. 9: Vývoj výroby elektřiny brutto z OZE a její podíl na tuzemské brutto spotřebě (TWh).....	38
Obr. č. 10: Podíl instalovaného výkonu v elektrizační soustavě České republiky za rok 2015.....	42
Obr. č. 11: Podíl kategorií FVE na výrobě elektřiny brutto v České republice za rok 2015.....	43
Obr. č. 12: Vývoj výroby elektřiny brutto z OZE a její podíl na tuzemské brutto spotřebě (TWh).....	44
Obr. č. 13: Roční výroba elektrické energie v MWh za období (2011-2015).....	57
Obr. č. 14: Roční výroba elektrické energie v MWh/ha za období (2011-2015).....	59
Obr. č. 15: Měsíční výroba elektrické energie v MWh/ha za období (2011-2015).....	60
Obr. č. 16: Čtvrtletní výroba elektrické energie v MWh/ha za období (2011-2015).....	62
Obr. č. 17: Výroba elektrické energie podle ročního období v MWh/ha za období (2011-2015).....	64
Obr. č. 18: Roční výroba elektrické energie v Kč za období (2011-2015) - tržní a fakturovaná cena.....	66
Obr. č. 19: Roční výroba elektrické energie v Kč/ha za období (2011-2015) - tržní a fakturovaná cena.....	68
Obr. č. 20: Roční výroba elektrické energie v Kč za období (2011-2015) – tržní ceny.....	69
Obr. č. 21: Roční výroba elektrické energie v Kč/ha za období (2011-2015) – tržní ceny.....	70
Obr. č. 22: Roční provozní náklady v Kč za období (2011-2015).....	71
Obr. č. 23: Roční provozní náklady v Kč/ha za období (2011-2015).....	72
Obr. č. 24: Roční provozní náklady na 1 MWh/Kč za období (2011-2015).....	72

14. Seznam příloh

Příloha č. 1: Zdroje energie – jednoduché přehledné rozdělení.....	86
Příloha č. 2: Příčný řez vodním dílem a elektrárnou Slapy s popisky.....	87
Příloha č. 3: Vodní dílo Slapy ve fotografiích.....	88
Příloha č. 4: Fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova ve fotografiích.....	90
Příloha č. 5: Postup výpočtu tržní ceny.....	94

Přílohy

Příloha č. 1: Zdroje energie – jednoduché přehledné rozdělení

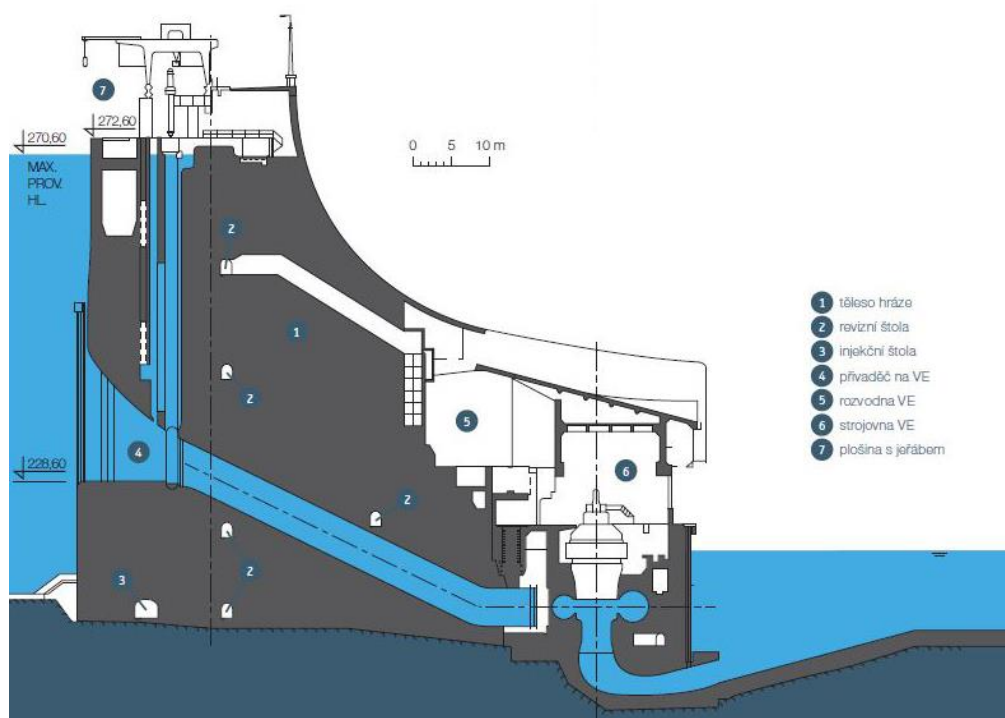


Zdroj: ⁷⁸

⁷⁸ Zsodrypohorska.cz. *Průmysl*. [online]. [cit. 2011-11-15]. Dostupné z: http://image.dashofer.cz/e-noviny/enbp_obr1.jpg?wa=WWW11I5+TP

Příloha č. 2: Příčný řez vodním dílem a elektrárnou Slapy s popisky

VD Slapy – příčný řez MVE



Zdroj: ⁷⁹

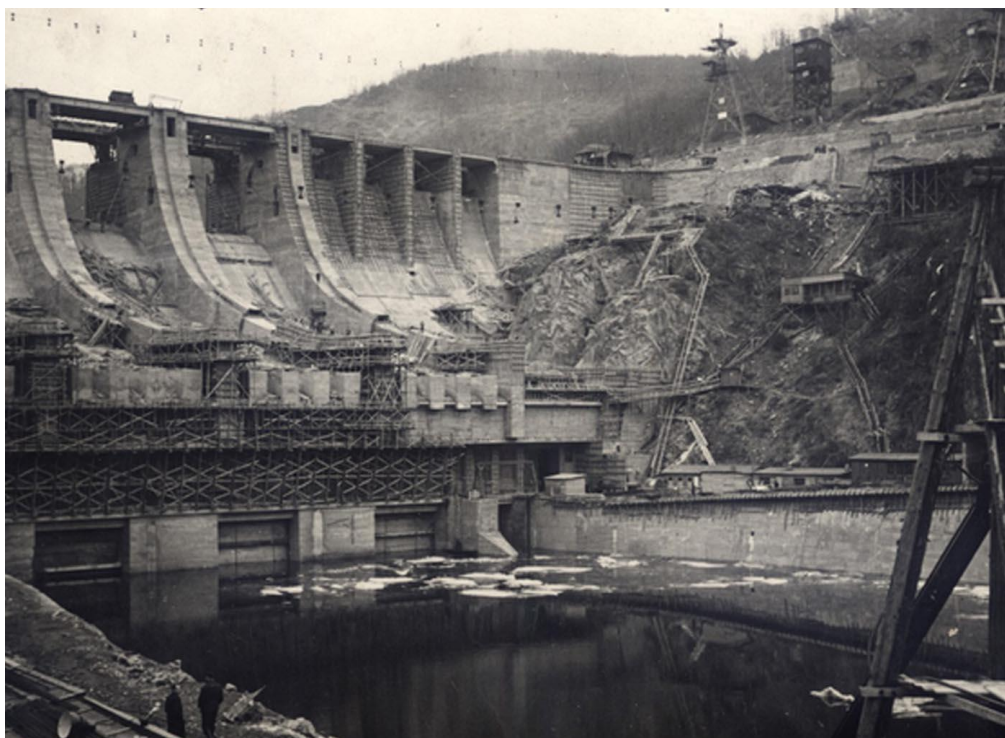
⁷⁹ Pvl.cz. Povodí Vltavy. *VD Slapy* (výřez z dokumentu). [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/vodni-dila-a-nadrze/slapy.pdf> /

Příloha č. 3: Vodní dílo Slapy ve fotografiích



Zdroj:⁸⁰

⁸⁰ ČEZ.cz. *Vodní elektrárna Slapy*. [online]. [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elekriny/obnovitelne-zdroje/voda/slapy.html> /

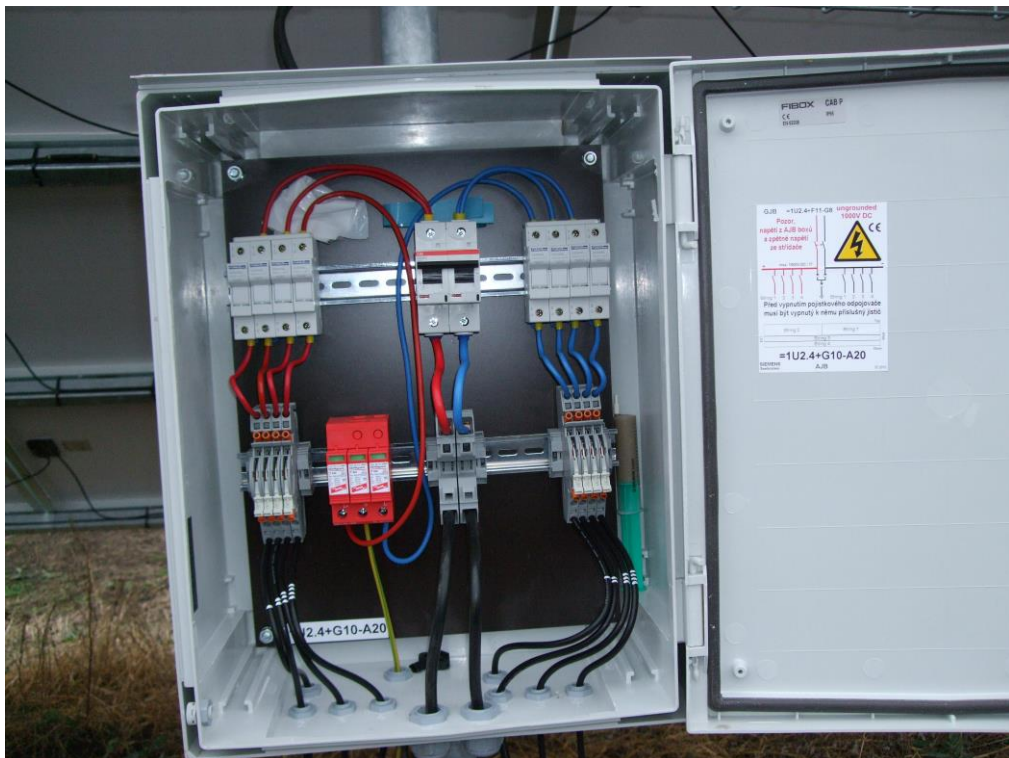


Zdroj: ⁸¹

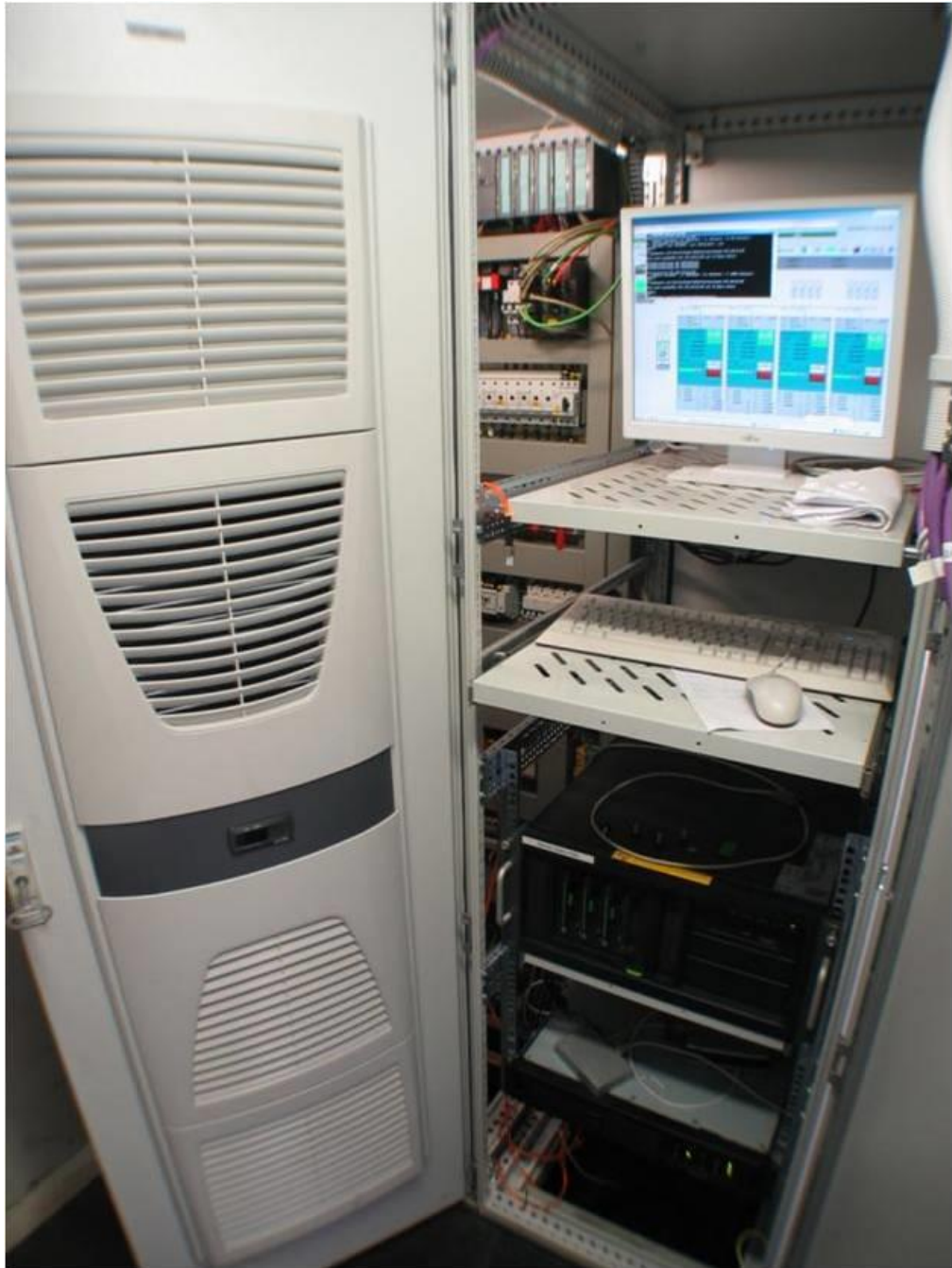
⁸¹ iDNES.cz. Cestování. *Slapská přehrada slaví 60 let. I kvůli ní zmizel přírodní klenot Česka.* 2014-11-07. [online]. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: http://cestovani.idnes.cz/foto.aspx?r=po-cesku&c=A141105_175335_po-cesku_tom&foto=JB5711ea_StavbapehradySlapy01_15_3_1954.jpg/

Příloha č. 4: Fotovoltaická elektrárna Dobré Pole u Mikulova ve fotografiích









Zdroj: ⁸²

⁸² Ladislav Leština – e-mailová komunikace [cit. 2017-03-13]

Příloha č. 5: Postup výpočtu tržní ceny

Postup výpočtu tržní ceny

Doporučený postup stanovení ceny od pana Ing. Petra Maralíka, ředitele OJ Vodní elektrárny ze společnosti ČEZ, a. s.:

„Elektrárna Slapy je stejně jako všechny velké akumulární elektrárny Vltavské kaskády elektrárnou špičkovou. Vyrábí elektřinu pouze několik provozních hodin denně dle aktuálního stavu vody ve Vltavě a v době nejvyšší ceny energie. Stanovení přesné ceny za takto dlouhé období by pro nás bylo složité. Z důvodu zařazení zdroje do skupiny ČEZ (elektrárna vykřívá nejen špičky ceny na trhu, ale např. i nenadále odstávky uhelných zdrojů, aby společnost neplatila operátoru trhu za odchylku), poskytování služeb pro ČEPS (držení zálohy výkonu) nepovažují skutečné ceny, za které jsme realizovali prodej pro účely diplomové práce, za vypovídající.“⁸³

„Stanovení denní doby provozu doporučuji spočítat z celkové výroby za měsíc (počítejte současný provoz tří turbín). Cenu bych průměroval za dané období, nebo je možné jednoduše kalkulovat v Excelu cenu špičkové energie v daném dnu, najdete na odkazu <http://www.ote-cr.cz/kratkodobe-trhy/elektrina/denni-trh> každý den.“⁸⁴

Z výše zmíněného odkazu byla stažena tato data:

Denní trh s elektřinou a marginální cena – „Na denním trhu s elektřinou jsou obchody uzavírány den před uskutečněním dodávky elektrické energie. Aukce jsou vyhlašovány zvlášť pro každou hodinu a po sesouhlasení křivky nabídky a křivky poptávky je určena tzv. marginální cena. V praxi to znamená, že jsou akceptovány všechny nabídky s nižší nabízenou cenou, než je cena marginální, a všechny poptávky, které vstoupily do aukce s cenou vyšší než marginální.“⁸⁵

- roční zprávy o trhu – OTE, a. s. (2011-2015)
- kurzovní lístky ČNB – EUR (2011-2015)

⁸³ Ing. Petr Maralík – e-mailová komunikace [cit. 2017-03-16]

⁸⁴ Ing. Petr Maralík – e-mailová komunikace [cit. 2017-03-16]

⁸⁵ Oenergetice.cz. *Krátkodobé trhy s elektřinou v ČR.* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrina/trh-s-elektrinou/kratkodobe-trhy-s-elektrinou-v-cr-zakladni-statistiky-a-vyvoj/>

Nejdříve bylo nutné u kurzovních lístků ČNB spočítat měsíční průměry, tj. průměrnou cenu za jedno euro v jednotlivých měsících a v daných letech (2011-2015). Tento krok byl proveden v MS Excel pomocí vzorců (průměr). Tyto hodnoty byly dále seřazeny podle po sobě jdoucích měsíců a let.

Dále v ročních zprávách o trhu od OTE, a. s., bylo vycházeno z dat a listu „DT“, tj. výsledky denního trhu v EUR, a to v měsíčních intervalech. Zde se vycházelo z „průměrné marginální ceny (EUR/MWh)“. Protože se jednalo o EUR/MWh, byl nutný přepočet, který byl proveden pomocí hodnot získaných z kurzovních lístků. Jednalo se o vynásobení dvou hodnot stejného měsíce [průměrná marginální cena (EUR/MWh) * průměrná hodnota měsíční ceny za jedno euro (Kč)], díky tomuto kroku byla získána „průměrná marginální cena Kč/MWh“.

Výsledné hodnoty byly doplněny do již známých tabulek, a to opět pomocí násobení dvou hodnot stejného měsíce [průměrné marginální ceny (Kč/MWh) * množství vyrobené energie (MWh)], poté vznikly hodnoty uvedené v tabulkách, ze kterých vycházejí i grafy.

(Všechny operace byly prováděny v kancelářském balíku MS Office – Excel.)