



Role obnovitelných zdrojů energie na venkově
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. RNDr. Antonín Vaishar, CSc.

Vypracoval:
Žaneta Kejdová, DiS.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Žaneta Kejdová**
Studijní program: Zemědělská specializace
Obor: Agroekologie
Konzultant: Ing. Miloslava Ševelová, Ph.D.
Název tématu: **Role obnovitelných zdrojů energie na venkově.**
Rozsah práce: 35 stran + přílohy; minimálně 60 000 symbolů

Zásady pro vypracování:

1. Zhodnotit literaturu k obnovitelným zdrojům energie a jejich významu pro rozvoj venkova. Přitom využít dostupné domácí a zahraniční literatury v systému Google Scholar, Directory of Open Access Journal apod. včetně závěrečných prací na vysokých školách.
2. Pokusit se o o typologii a klasifikaci obnovitelných zdrojů energie z hlediska jejich významu pro venkov a jeho rozvoj jako alternativního oboru k produktivnímu zemědělství.
3. Vyhledat dva obnovitelné energetické zdroje v kraji Vysočina, zmapovat jejich fungování po stránce technické, ekonomické a environmentálních dopadů, provést rozhovory s vlastníky, představiteli dotčených obcí nebo jinými subjekty za účelem objasnění výhod a nevýhod fungování těchto vybraných zdrojů. Získané poznatky fotograficky případně jinak graficky zdokumentovat.
4. Pokusit se o zobecnění problematiky významu obnovitelných zdrojů energie pro český (moravský) venkov.

Seznam odborné literatury:

1. VAISHAR, A. – ŠŤASTNÁ, M. – VAVROUCHOVÁ, H. – ŽITŇÁKOVÁ, J. – KŘENOVSKÁ, I. – STONAWSKÁ, K. – ZÁKOUTSKÁ, K. – THONNOVÁ, P. – DOSKOČILOVÁ, V. – LINCOVÁ, H. – PETRÁKOVÁ, V. *Jihomoravský venkov jako prostor po výrobě energie z obnovitelných zdrojů*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. 134 s. ISBN 978-80-7509-112-3.
2. BERANOVSKÝ, J. *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: FCC PUBLIC s.r.o., 2001. 208 s. ISBN 80-901985-8-9.
3. QUASCHNING, V. *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2010. 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3.
4. MOTLÍK, J. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Praha: ČEZ, 2007. 181 s. ISBN 978-80-239-8823-9.
5. CETKOVSKÝ, S. – FRANTÁL, B. – ŠTEKL, J. a kol. *Větrná energie v České republice : hodnocení prostorových vztahů, environmentálních aspektů a socioekonomických souvislostí*. 1. vyd. Brno: Ústav geoniky Akademie věd ČR, 2010. 208 s. ISBN 978-80-86407-84-5.
6. TWIDELL, J. – WEIR, T. *Renewable energy resources*. 2. vyd. London: Taylor & Francis, 2005. 601 s. ISBN 0-419-25320-3.
7. KOZOWSKI, R. – ZAIKOV, G E. *Renewable resources : obtaining, processing, and applying*. New York: Nova Science Publishers, 2009. 341 s. ISBN 978-1-60692-534-8.


Datum zadání bakalářské práce: říjen 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2016


Žaneta Kejdová
Autorka práce




doc. RNDr. Antonín Vaishar, CSc.
Vedoucí práce


doc. Ing. Dr. Milada Šťastná
Vedoucí ústavu


doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Role obnovitelných zdrojů energie na venkově vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. RNDr. Antonínu Vaisharovi, CSc. za jeho odbornou pomoc a cenné rady. Dále moje poděkování patří i mé rodině a zejména mým přátelům, kteří mně podporovali celou dobu ve studiu a v psaní této práce.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce na téma Role obnovitelných zdrojů energie na venkově je rozdělena do tří částí. V první části se zabývá literárním přehledem obnovitelných zdrojů energie. Tato kapitola tvoří podstatnou část této bakalářské práce. Byly vybrány čtyři hlavní obnovitelné zdroje energie, které je možné situovat do venkovského prostoru. Jsou jimi biomasa, vodní, větrná a sluneční energii. Práce zahrnuje základní objasnění, historický vývoj, způsob fungování po stránce technické, vliv na životní prostředí a také využití těchto zdrojů v kraji Vysočina. V další části je popsán kraj Vysočina z hlediska jeho přírodních podmínek vhodných pro využití obnovitelných zdrojů. V poslední empirické části jsou zvoleny dva zdroje nacházející se v kraji Vysočina. Je popsána jejich technologie a využitelnost, následována zhodnocením těchto zdrojů z pohledu veřejnosti.

Klíčová slova: obnovitelné zdroje energie, elektrárna, venkov, životní prostředí

ABSTRACT

This bachelor thesis “The role of renewable energy in rural areas” is divided into three parts. The first part deals with the situation of waste management and a literary review of renewable sources of energy. This chapter is an essential part of this bachelor thesis. Four main renewable sources of energy were chosen – biomass, hydro energy, wind energy and solar energy. This thesis contains basic clarification, historical development, functioning in a technical way, environmental impact and the use of these resources in Vysočina region. In the next part, Vysočina region is described in terms of its natural conditions suitable for use of renewable sources. In the last, empirical, part two sources located in Vysočina region are chosen. Its technology and usability are described followed by evaluation of these sources from public view.

Keywords: renewable sources, power station, rural area, environment

OBSAH

1	ÚVOD.....	8
2	CÍL.....	9
3	Teoretická část.....	10
3.1	Obnovitelné zdroje.....	10
3.1.1	Historie.....	10
3.1.2	Charakteristika.....	10
3.1.3	Negativní stránky.....	11
3.2	Biomasa – obnovitelný zdroj z přírody.....	13
3.2.1	Historie.....	13
3.2.2	Definice biomasy.....	13
3.2.3	Technologické zpracování biomasy.....	15
3.2.4	Nejčastější využívání biomasy - přímé spalování.....	16
3.2.5	Bioplyn a bioplynové stanice.....	16
3.2.6	Vliv na životní prostředí.....	17
3.2.7	Využití biomasy v kraji Vysočina.....	18
3.3	Větrná energie.....	18
3.3.1	Historie.....	18
3.3.2	Výroba energie ze síly větru.....	19
3.3.3	Konstrukce větrných elektráren.....	20
3.3.4	Dopady výstavby větrných elektráren na životní prostředí.....	20
3.3.5	Výstavba větrných elektráren v kraji Vysočina.....	22
3.4	Vodní elektrárny.....	23
3.4.1	Historie.....	23
3.4.2	Využívání vodní energie.....	24
3.4.3	Zařízení a využití vodních elektráren.....	25
3.4.4	Rozdělení vodních elektráren.....	28
3.4.5	Vliv na životní prostředí.....	29
3.4.6	Využití vodní energie v kraji Vysočina.....	30
3.5	Sluneční energie.....	31
3.5.1	Historie využívání sluneční energie.....	32

3.5.2	Zařízení k získávání energie ze Slunce.....	32
3.5.3	Fotovoltaické články.....	33
3.5.4	Solární elektrárny.....	34
3.5.5	Vliv na životní prostředí	36
3.5.6	Využití solárních panelů v kraji Vysočina.....	36
4	Materiál a metody.....	38
4.1	Kraj Vysočina.....	38
4.1.1	Přírodní poměry	38
4.1.2	Produkce energie v kraji Vysočina	39
4.1.3	Zemědělství na Vysočině.....	40
5	Empirická část	42
5.1	Přečerpávací vodní elektrárna Dalešice	42
5.1.1	Vodní elektrárna Mohelno	45
5.1.2	Zhodnocení vodních elektráren z pohledu veřejnosti	46
5.2	Větrná elektrárna Pavlov.....	47
5.2.1	Zhodnocení větrných elektráren z pohledu veřejnosti.....	50
6	Závěr.....	51
7	Seznam použité literatury	52
7.1	Literární zdroje.....	52
7.2	Internetové zdroje.....	53

1 ÚVOD

V dnešní době je potřeba zaměřit se více na alternativní zdroje energie. Vlivem zvyšujícím se globálním problémům a výraznou změnou klimatu je potřeba urychleně hledat novou čistou energii nezatěžující životní prostředí. Tím můžou být právě obnovitelné zdroje energie. Planeta Země je nejenom pro nás, ale i pro spoustu dalších organismů domovem a je potřeba ji chránit a starat se o ni. Neúměrným využíváním přírodních zdrojů a drancováním naší krajiny, hrozí nenávratné zničení našeho životního prostředí.

Obnovitelné zdroje energie představují šetrnější způsob získávání energie vůči životnímu prostředí. Pro výrobu energie se využívá právě přírodních zdrojů, jimiž jsou slunce, voda, vítr a biomasa. Tyto zdroje mají schopnost částečné nebo úplné obnovy. A díky tomu se v současnosti stávají trendem společnosti.

V podmínkách České republiky má největší potenciál využití biomasy, dále pak vodní energie a energie větru a slunce. Následující kapitoly jsou věnovány právě těmto energetickým zdrojům. S ohledem vhodnosti jejich umístění do venkovského prostoru v kraji Vysočina.

Téma jsem si vybrala, protože mi není lhostejné naše životní prostředí a v obnovitelných zdrojích vidím východisko ve výrobě energie.

2 CÍL

Podstatným záměrem této práce je zhodnocení potenciálu obnovitelných zdrojů a jeho využití na území kraje Vysočina.

Zaměřuje se především na:

- Charakteristiku historického vývoje obnovitelných zdrojů
- Vymezení hlavních výhod a nevýhod
- Porovnání efektivního využití biomasy, větrných, vodních a fotovoltaických elektráren v rámci Kraje Vysočina
- Zjištění vlivu na životní prostředí
- Zmapování přírodních podmínek v kraji Vysočina
- Zhodnocení venkovského prostoru jako velkého potenciálu pro obnovitelné zdroje
- Popis vybraných obnovitelných energetických zdrojů v kraji Vysočina, posouzení jejich fungování po stránce technické, ekonomické a environmentálních odpadů

3 TEORETICKÁ ČÁST

3.1 Obnovitelné zdroje

3.1.1 *Historie*

Počátek obnovitelných zdrojů sahá hluboko do minulosti. Prvním z počínů využití tepelné energie bylo spalování dřeva. Později bylo vynalezeno vodní kolo, využívané pro zdroj mechanické práce. Zejména pro roztáčení mlýnských kamenů nebo pily. Tímto byla využívána energie vody. Energie větru našla své využití pro mletí obilovin v podobě větrných mlýnů.

Ještě v 19. století pokryly obnovitelné zdroje značnou část energetických potřeb lidstva. Přitom 20. století již můžeme nazvat stoletím fosilních zdrojů energie. Do první poloviny 20. století nahradila fosilní paliva ve spalovacích motorech téměř všechny používané tradiční obnovitelné zdroje energie. Jimiž jsou již zmíněné větrné mlýny, vodní kola nebo vozidla poháněná silou svalů. A spotřeba energie stále stoupala, zejména po druhé světové válce. Fosilní energetické zdroje své postavení dále posilují. V roce 2000 pokrývala fosilní paliva kolem 80 % celosvětové spotřeby primární energie, přičemž vodní a jaderná energie měly každá podíl po 6 % a biomasa kolem 8 %. Ostatní obnovitelné zdroje nepřekročily ani jedno procento, z toho měla největší podíl geotermální energie. Mírný nárůst nastává na začátku 21. století doposud, kdy obnovitelné zdroje energie jako např. větrná nebo sluneční energie, vykazují dvouciferný procentní nárůst. (Quaschnig, 2010)

3.1.2 *Charakteristika*

Vzhledem k tomu, že spotřeba energie a klimatické problémy spolu velice úzce souvisí. Zahrnují obnovitelné zdroje šetrnější získávání energie vůči životnímu prostředí. Quaschnig (2010) poukazuje, že spousta odborníků již dříve upozorňovala na neúměrný způsob získávání fosilních zdrojů a vyzývala k rychlé změně při způsobu získávání energie. V současné době, kdy je změna klimatu znatelná, se konečně problematika obnovitelné energie dostává do centra zájmu široké veřejnosti. Díky tomu se obnovitelné zdroje stávají trendem současnosti, jak uvádí Vaishar a kol. (2014). Tyto zdroje energie jsou velice

důležité pro svoji obnovitelnost. Zamezují nejen produkci škodlivin, vznikajících při spalování fosilních paliv, ale jsou i alternativním způsobem získávání energie namísto obav z provozu jaderných elektráren.

Neúměrný růst světové populace způsobil velký nárůst spotřeby energie. Z tohoto důvodu současné populaci hrozí nebezpečí, že se globální klima bude vyvíjet chaotickým způsobem. Následkem toho můžou nastat katastrofální problémy, které by mohly ohrozit další vývoj lidstva. Vedle klimatických změn dochází také k růstu cen ropy a zemního plynu. V důsledku stále se zvyšující spotřeby lidstva, který již fosilní zdroje nestačí pokrývat, musíme hledat co nejrychleji jiné alternativy těchto surovin. Řešení je podle Quaschninga (2010) jednoduché – jsou to obnovitelné zdroje energie.

Postupné začleňování obnovitelných zdrojů do produkce elektřiny může pomoci ke zpomalení vyčerpávání neobnovitelných zdrojů. Dále napomáhají ke snížení vypouštění oxidu uhličitého do atmosféry. S porovnáním s fosilními palivy nedochází u obnovitelných zdrojů ke vzniku odpadů, vytvoření emisí s produkcí oxidů síry, díky níž dochází k tvorbě „kyselých dešťů“ (Jakubeš, 2006, Ondrášek, 2014).

Jelikož výroba energie z obnovitelných zdrojů potřebuje relativně volný prostor, shledává Vaishar a kol. (2014) velký potenciál pro obnovitelné zdroje právě venkov. Tady vzniká velká část obnovitelných zdrojů energie, kde největší využití mají především bioenergetické zdroje, které se stávají součástí zemědělství, případně lesního hospodářství. Do venkovské prostorné krajiny jsou také budovány velké solární nebo větrné plochy.

3.1.3 Negativní stránky

Nesmíme však opomenout i negativní stránky obnovitelných zdrojů. Závislost zdrojů na aktuálních přírodních podmínkách je rozhodujícím faktorem. Především záleží na době slunečního svitu, síle a rychlosti větru a hydrologických podmínkách. K výrobě energie z obnovitelných zdrojů je potřeba větší technologická náročnost a vyšší prvotní vklad. (Jakubeš, 2006, Ondrášek, 2014).

Negativní stránky u jednotlivých druhů obnovitelných zdrojů energie:

- Biomasa
 - Nízká energetická účinnost vzniku biomasy
 - Vznik emisí znečišťujících látek díky spalování (PM10, NO₂)

- Větrná energie
 - Náročnost výroby zdroje, dlouhodobá návratnost
 - Narušení vzhledu krajiny, hluk
 - Vhodné pouze do lokalit, kde je častá a dostatečná rychlost větru

- Vodní energie
 - Závislost na počasí
 - Mění se lokální biosystém
 - Nutný potřebný spád a průtočné množství vody ve vodním toku
 - Vliv na klima v dané lokalitě
 - Dlouhá doba návratnosti investice
 - Zatopená údolí
 - Náročnost technické instalace

- Sluneční energie
 - Je potřeba dostatečná intenzita a doba slunečního záření
 - Zábor půdy
 - Náročnost výroby zdroje, dlouhodobá návratnost
 - Estetický vzhled, narušení krajiny

- Odpad
 - Spalovny jsou také zdrojem odpadu a nebezpečných emisí
 - Zápach bioplynových stanic (ČEZ, 2012).

3.2 Biomasa – obnovitelný zdroj z přírody

3.2.1 Historie

Od doby, kdy jeskynní člověk objevil oheň před 790 000 lety, využívá lidstvo energii hořícího dřeva. Proto se stala biomasa s velkým odstupem nejstarším používaným zdrojem energie. Až do 18. století byla biomasa celosvětově nejdůležitějším zdrojem energie. I v současnosti stále v některých zemích pokrývá více než 90 % primární spotřeby energie, například v Mozambiku a Etiopii. Do 20. století využíváním fosilních zdrojů v průmyslově vyspělých zemích se stala biomasa téměř bezvýznamnou. Vlivem růstu cen ropy na začátku 21. století se dostala biomasa zase na výši i v průmyslově vyspělých zemích. Vedle tradičního využití ve formě palivového dřeva se využívá i moderních forem využití biomasy. V moderních spalovacích zařízeních nebo elektrárnách lze biomasu využít k výrobě elektrické energie či k výrobě bioplynu (Quaschnig, 2010).

3.2.2 Definice biomasy

Biomasa se skládá z hmoty z organického materiálu. Řadíme sem živé organismy, odumřelé organizmy a organické produkty látkové výměny. Biomasa se vytvoří díky procesu fotosyntézy ve formě uhlovodíků. Právě tohoto procesu jsou schopny pouze rostliny, ty k tomu dostávají potřebnou energii od Slunce. Naproti tomu živočichové dokáží tvořit biomasu zase jen z jiné biomasy (Quaschnig, 2010).

Biomasou se také ve své publikaci zabýval Benda a kol. (2012). Biomasa je v širokém slova smyslu veškerá hmota biologického původu na planetě Zemi. Díky tomu se stává nejvýznamnějším obnovitelným zdrojem energie nejenom v České republice, ale i ve světě. Využívá se buď přímo jako pevná biopaliva, nebo jako surovina k výrobě kapalných a plyných biopaliv. Biopaliva mohou být vyrobená tuhá, plyná a kapalná. Celkově se biomasa rozděluje na dřevní (dendromasa), biomasa rostlin a zemědělských plodin (fytomasa) a biomasu živočišného původu (zoomasa). Biomasa jako surovina je využívána i ve stavebnictví, chemickém průmyslu a jinde.

Mareček a Koutný (2013) doplňují, že současná globální i národní environmentální politika popisuje biomasu jako energetický zdroj, určený k energetické transformaci. Z energetického pohledu je biomasa chápána jako soubor organických látek biologického původu, přičemž biomasou se rozumí pletiva rostlin, využívající energii slunečního záření díky fotosyntéze a hromadící ji v sobě. I v tomto případě jako u většiny obnovitelných zdrojů je využívána sluneční energie.

Podle vyhlášky MŽP ČR č. 482/2005 Sb. z hlediska energetického využití se biomasa dělí na zemědělskou, lesní a zbytkovou.

- Zemědělská biomasa zahrnuje zejména cíleně pěstované (energetické) byliny, některé klasické plodiny pro nepotravinářské účely, trvalé travní porosty, biomasu ze zahrad, ovocných sadů, chmelnic a vinic a rychle rostoucí dřeviny pěstované na zemědělské půdě.
- Lesní biomasa zahrnuje zejména palivové dřevo, zbytky z prořezávek a probírek lesních porostů, zbytky z lesní těžby a rychle rostoucí dřeviny pěstované na lesní půdě.
- Zbytková biomasa vzniká při výrobě a zpracování primární rostlinné a živočišné biomasy. Jsou to hlavně zbytky z papírenského, dřevozpracujícího a potravinářského průmyslu, odpady z rostlinné a živočišné výroby a ze zpracování plodin a biomasa v komunálních a jiných odpadech (Benda a kol., 2012).

Hlavní typy biomasy v ČR:

Biomasa jako látka biologického původu zahrnuje rostlinou biomasu pěstovanou v půdě a vodě, živočišnou biomasu organického původu a produkci organických odpadů.

V České republice tvoří biomasu hlavně:

- dřevní odpady – štěpky, piliny, hobliny, kůra, větve a pařezy,
- nedřevní fytohmota – zelená biomasa, obilná a řepková sláma, energetické plodiny

- průmyslové a komunální odpady rostlinného původu – např. papírenské odpady,
- produkty živočišné výroby – kejda, chlévská mrva,
- čistírenské kaly, skládky odpadů, tříděný komunální odpad,
- kapalná biopaliva (ČEZ, 2007).

3.2.3 *Technologické zpracování biomasy*

Akumulace energie v biomase slouží k přechovávání a využívání k výrobě tepla, elektřiny, ke kogeneraci nebo zpracování na hodnotnější biopaliva. Charakteristické vlastnosti biomasy jsou velmi rozdílné, závisí na druhu, podmínkách pěstování, obsahu vlhkosti apod. Každá technologie požaduje různé specifické vlastnosti biomasy (např.: obsah vlhkosti, rozměr částic, výhřevnost, obsah popelovin, soudržnost částic atd.). Přičemž podíl vody a sušiny je jeden z rozhodujících faktorů ovlivňující zpracování biomasy (ČEZ, 2007).

Biomasu lze přímo či nepřímo využít: Přímou energetickou transformací se rozumí její přímé spalování. Zatímco nepřímou energetickou transformací se biomasa technologicky přeměňuje do stavu plynného (např. bioplyn, pyrolýzní plyn, vodík apod.), kapalného (např. bioetanol, bionafta, pyrolýzní olej apod.), či tuhého paliva (např. biologický uhlík). Palivo je následně využíváno k termochemické konverzi oxidační exotermické reakci (Benda a kol., 2012).

Technologie pro zpracování biomasy rozděluje hranice mezi mokřými a suchými procesy obsah sušiny 50 %.

1. suché procesy – termochemické přeměny biomasy
 - spalování, zplyňování a pyrolýza
2. mokré procesy – biochemické přeměny biomasy
 - alkoholové kvašení, metanové kvašení
3. fyzikální a chemické přeměny biomasy

- mechanické (štipání, drcení, peletování atd.), chemické (esterifikace surových bioolejů)
4. získávání odpadního tepla při zpracování biomasy
- kompostování, čištění odpadních vod, anaerobní fermentace pevných organických zbytků (ČEZ, 2007)

3.2.4 *Nejčastější využívání biomasy - přímé spalování*

Biopaliva jsou rychle obnovitelné, regionálně přístupné a pokud se správně spalují, nenavysílají obsah oxidu uhličitého v atmosféře. To se o fosilních palivech říci nedá. Materiál pro tuhá biopaliva se v České republice používá především lesní biomasa, sláma obilnin a olejnin, odpadní a energetické obilniny a zbytkové rostlinné biomasy. Dřevní biomasa se spaluje ve formě palivového dříví nebo dřevní štěpky. Dále se může použít rozdrcená dřevní biomasa, dodávána v podobě lisovaných briket a pelet. Jsou vhodné zejména pro vytápění rodinných domů a menších objektů (Benda a kol., 2012).

Ke spalování biomasy se používají různé kotle, kterých je na trhu celá řada: roštové, pásové, posuvné, válcové, kotle s prohříváním, kotle se spodním hořením a zplyňovací kotle. Využití tepelné energie získané ze spalování biomasy se nejčastěji používá k vytápění domů a k ohřevu teplé užitkové vody (Mareček a Koutný, 2013).

3.2.5 *Bioplyn a bioplynové stanice*

Zařízení, ve kterých dochází k přeměně biomasy na bioplyn a digestát, se nazývají bioplynové stanice. Nositelem energie je bioplyn, který obsahuje metan (cca 50 – 75 %). Digestát obsahuje živiny a humus, které se dále nerozkládají a proto nezapáchají. Podle využívaného materiálu dělíme stanice na zemědělské, odpadové a bioplynové stanice čistíren odpadních vod. Celkově provoz stanice spotřebuje přibližně 7 % vyrobené elektrické energie a přibližně 30 % vyprodukovaného tepla.

Hlavní složkou bioplynu je metan, dále oxid uhličitý (25 – 50 %) a malé množství dalších příměsí. Vzniká anaerobní fermentací - za nepřístupu vzduchu dochází k

bakteriálnímu rozkladu organické hmoty. Nositel je zde pouze metan, CO₂ a ostatní příměsi jsou balastními plyny. Metan izolovaný z bioplynu se nazývá biometan – jedná se o ekvivalent zemního plynu, liší se pouze svým původem. Bioplyn o objemu 1 m³ obsahuje 0,60 m³ metanu, z něho vyrobíme asi 2,28 kWh elektrické energie a 2,7 kWh tepla.

Nejjednodušší využití bioplynu je jeho prosté spálení a přeměna energie na teplo. Použití bioplynu jako palivo spalovacího motoru vyrobíme mechanickou energii, kterou můžeme pomocí generátoru přeměnit na elektřinu a v kogeneraci je vyráběno i teplo. Jako obnovitelný zdroj skýtá využití bioplynu velký potenciál v dopravě. Biometan získaný odstraněním CO₂ z bioplynu má stejné vlastnosti jako zemní plyn a může být použit pro pohon do automobilů na CNG - stlačení zemní plyn (WWW 1, 2008).

3.2.6 *Vliv na životní prostředí*

Z hlediska vytápění biomasou je zvýšení oxidu uhličitého v atmosféře neutrální. Množství CO₂ uvolněné při spalování se vyrovná množství, které rostliny při svém růstu absorbují. Avšak při kácení, přepravě nebo dalším zpracování biomasy se vylučují tzv. nepřímé emise CO₂. Více než nepřímé emise jsou problematictější škodlivé látky vznikající při spalování. Velké elektrárny spalující biomasu jsou vybaveny chlazenými filtračními zařízeními, zatímco v rodinných domcích se spaluje bez jakékoliv filtrace. Při špatném spalování se může vypouštět do okolí určité množství škodlivých látek. Dokonale vyschlé dřevo nebo normalizované pelety v moderních kotlích mohou snížit emise oproti spalování v kamnech či krbech až o 90 % (Quaschnig, 2010).

Při správném spalování jsou emisní hodnoty ostatních škodlivých sloučenin velmi nízké. Dalšími škodlivinami se rozumí oxid uhelnatý, oxid siřičitý a oxid dusíku. Popel z biopaliv lze použít jako kvalitní minerální hnojivo obsahující mnoho důležitých látek: dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík, hydroxid draselný, kysličník křemičitý, kyselina fosforečná a důležité stopové prvky.

Energetické rostliny mohou být pěstovány na méně kvalitních půdách. Potenciál těchto půd mohou rostliny dobře využít. Nejenže zvyšují kvalitu půd, ale působí i protierozně. Bylo dokázáno, že některé energetické rostliny dokážou na sebe vázat škodlivé prvky z půd. Díky této vlastnosti mohou být energetické rostliny použity pro rekultivaci průmyslových a těžebních zón (Benda a kol., 2012).

3.2.7 *Využití biomasy v kraji Vysočina*

Biomasa vzhledem ke svému vysokému potenciálu využití znamená v České republice nejperspektivnější obnovitelný zdroj energie. V kraji Vysočina je z pevných paliv nejvíce využíváno dřevo a dřevní odpad následován spotřebou hnědého uhlí. Kapalná biopaliva se pro energetické účely v kraji nevyužívají (Energetická agentura Vysočiny, z. s. p. o., 2008).

Vedle velkého rozmachu solárních elektráren se na Vysočině budují i bioplynové stanice. Do roku 2011 stálo v kraji již 18 bioplynových stanic (Cihlář, 2011). V současnosti se v kraji nachází již 32 bioplynových stanic.

3.3 **Větrná energie**

3.3.1 *Historie*

Využití síly větru k vytvoření energie není žádnou novinkou. Větrná kola se využívala již v Orientu k zavlažování zahrad. Zato v Evropě se větrné mlýny začaly využívat k mletí obilí až ve 12. století. Postupem času se mlýny intenzivně technicky zdokonalovaly. Kromě mletí obilí se využívaly mlýny jako vodní čerpadla a pro pohon strojů. V polovině 19. století se v Evropě otáčelo na 200 000 větrných mlýnů. Avšak v první polovině 20. století větrné mlýny postupně zanikají a jsou nahrazeny parními stroji, spalovacími motory a elektromotory. Další rozvoj větrných mlýnů nastal díky ropné krizi koncem 70. let minulého století (Quaschnig, 2010). Vysoký nárůst cen ropy tehdy donutil státy

s omezenými vlastními energetickými zdroji hledat možnosti využití v obnovitelných zdrojích (Cetkovský et al., 2010).

3.3.2 Výroba energie ze síly větru

Přeměnit vítr na elektřinu lze poměrně snadno, na rozdíl třeba od energie biomasy nebo geotermální energie. Nerovnoměrným ohříváním povrchu země díky slunečnímu záření vzniká větrná energie. Vznikají tlakové rozdíly v atmosféře a ty se vyrovnávají právě prouděním vzduchu. Nejdůležitějším parametrem pro výstavbu větrných elektráren je rychlost větru v dané lokalitě. V České republice se projevuje problematické sezónní kolísání rychlosti větru. Díky svému kontinentálnímu klimatu není Česko pro větrnou energetiku zcela vhodnou oblastí. Vhodné oblasti jsou zejména v pohraničí (Krušnohorský, Jesenický) a Českomoravská vrchovina (Vaishar a kol., 2014).

Problematikou využití větrné energie v Česku se zabýval na příklad Cetkovský et al. (2010). Jak bylo již zmíněno výstavba VtE závisí na rychlosti proudění vzduchu. Proto výroba VtE nebude na celém území ČR stejnorodá. V různých geografických oblastech se bude chovat autonomně. Výroba energie závisí na větrných poměrech v daném místě, výkonové křivce větrné elektrárny a technických a dalších okolnostech. Výkonová křivka udává závislost výroby elektrické energie na rychlosti větru pro danou elektrárnu. Pro výrobu energie se využívá kinetická energie větru, která je přeměňována na energii elektrickou. Ta se udává v kWh, MWh, GWh a většinou se vztahuje k období jednoho roku.

Větrné elektrárny se dělí, v závislosti na průměru rotoru, na malé, střední a velké. K malým větrným elektrárnám zařazujeme turbíny s průměrem rotoru do 16 m a s nominálním výkonem menším než 60 kW, přičemž je můžeme rozdělit ještě do dvou podskupin. Do první podskupiny řadíme zařízení o průměru rotoru od 0,5 do 3 m, s výkonem do 2 až 2,5 kW. Tyto tzv. mikro zdroje slouží k napájení komunikačních systémů, radiových a televizních přijímačů, ledniček a dalších elektrických spotřebičů a k osvětlení. Druhou podskupinu tvoří zařízení s průměrem rotoru od 3 do 8 m s nominálním

výkonem 2,5 až 10 kW. Tato zařízení slouží k vytápění či temperování domů, pro ohřev vody apod.

Střední větrné elektrárny mají průměr rotoru od 16 do 45 m a s nominálním výkonem v rozsahu 60 – 750 kW. Velké větrné elektrárny mají průměr od 45 do 128 m s nominálním výkonem turbín od 750 do 6 400 kW. Účinnost konstrukčních jednotek větrných elektráren závisí na rotoru. Postupně se ustálily třílisté rotory, které jsou aerodynamicky a dynamicky vyvážené. Vaishar a kol. (2014) dodává, že v České republice se v současné době staví VtE o výkonu 2 až 3 MW na jednu elektrárnu.

Spotřeba energie nutná k výrobě větrné elektrárny s porovnáním s fotovoltaikou je nízká. Tato spotřeba se již za několik měsíců splatí. Bilance ochrany životního prostředí je velmi pozitivní. Větrná elektrárna stojící samostatně na příznivém místě o výkonu 5 MW dodá za 20 let kolem 200 milionů kWh, tím zabrání emisím 120 000 tun CO₂ (Quaschnig, 2010).

3.3.3 *Konstrukce větrných elektráren*

Základními prvky elektrárny jsou stožár, rotor obrácený vstříc proudění vzduchu a strojovna. Stožáry jsou z materiálu beton, v některých případech je to kombinace ocel – beton. Vyrábějí se po částech a smontují se až na místě. Rotor se skládá nejčastěji ze tří listů tvarově optimalizované pro maximální zisk energie z plynoucího proudění. Třílistý rotor má výhodu lepšího dynamického vyvážení. Při zvyšování rychlosti větru hrozí poškození generátoru, proto je potřeba snížit výkon od určité rychlosti. Tomu lze zabránit používáním různých způsobů regulace výkonu. Strojovna je umístěna v gondole. Při výstavbě větrných elektráren se musí zabezpečit dodávky elektrické energie v momentě výpadku VtE pomocí záložních zdrojů (Benda a kol., 2012).

3.3.4 *Dopady výstavby větrných elektráren na životní prostředí*

I větrné elektrárny, vedle svého ekologického přínosu, jsou doprovázeny řadou problémů. Do podvědomí se dostali především zjištěné kolize s ptáky a netopýry. Postupem

času přibývají znalosti o vlivu VtE na jednotlivé druhy a složky přírody. Vznikají různé ucelené projekty a publikace pro objasnění zjištěných vlivů a kolizí a především hledající řešení předcházení negativním vlivům. Cetkovský et. al. (2010) tyto vlivy rozdělil do tří základních skupin:

1. Rušení větrnými elektrárnami (hluk, samotná přítomnost mohutných konstrukcí), to může vést k přemístění nebo až k úplnému vymizení některých druhů. Musíme také poukázat na migrační bariéru, kterou VtE představují pro tažné druhy.
2. Mortalita ptáků způsobená kolizí nejen s lopatkami rotoru, ale i samotnými stožáry.
3. Ztráta, zničení či narušení prostředí a biotopů.

Nicméně ztráta prostředí nebo migrační bariéry nejsou považovány za příliš velké ohrožení. Velký význam má zejména rušení druhů, které je prokázáno u některých druhů ptáků a netopýrů. Nejpodstatnější otázkou a problémem při výstavbě VtE tak zůstává možná úmrtnost těchto druhů. Přestože k velkým objemům kolizí dochází jen ojediněle, řeší se hlavně otázka možných střetnutí některých vzácných druhů (Cetkovský et al., 2010).

Vaishar a kol. (2014) upozorňuje na kolize rotoru s ptáky, ke kterým dochází pouze v noci a za mlhy. Nebývají právě tak četné jako při smrtelných srážkách s dráty elektrického vedení a na silnicích. Větrná elektrárna by neměla nikdy stát v místě migračního tahu. Dále negativní ohlasy na hluk spojuje spíše k větrným elektrárnám starší konstrukce z první poloviny 90. let minulého století. Za současných moderních strojů je hlučnost poměrně nízká.

Větrné elektrárny budované v krajině se stávají její výškovou dominancí. Stavějí se na kopcích nebo otevřených rovin z důvodu využití větrného potenciálu.

Území, kde je výstavba větrných elektráren zcela nevhodná nebo zakázaná:

- zvláště chráněná území a jejich ochranná pásma,
- území přírodních parků a území soustavy NATURA 2000,
- území vojenských újezdů,
- okolí letišť a radarů,
- vzdálenost od dopravních komunikací minimálně 100 m,
- vzdálenost od vysokonapěťových vedení minimálně 150 m,
- území se zvýšenou hodnotou krajinného rázu (Calla, 2009a).

3.3.5 Výstavba větrných elektráren v kraji Vysočina

V kraji se nachází celkem 7 významných větrných elektráren. Přehled VtE je znázorněn v následující tabulce č. 1:

Tab. č. 1: Přehled větrných elektráren v kraji Vysočina

Název výrobní	Obec	Okres	Celkový instalovaný výkon (MWe)
VtE Kámen u Habrů	Kámen	Havlíčkův Brod	2
2x VtE 850 KW Pavlov	Pavlov	Jihlava	1,7
2x VtE 2000kW Pavlov	Pavlov	Jihlava	4
VtE Šeborov	Uhřínov	Žďár nad Sázavou	0,01
Malá VtE	Cikháj	Žďár nad Sázavou	0,005

V katastrálním území obce Pavlov, nacházející se v okrese Jihlava, se tyčí rovnou čtyři velké VtE, dvě o výkonu 2 MW a druhé dvě o menším výkonu 0,85 MW. Dále v okrese Havlíčkův Brod u obce Kámen byla vystavěna jedna VtE o výkonu 2MW. Je zde možné najít i několik menších větrných strojů profesionální nebo amatérské výroby s výkony do 1000 W.

V odborné literatuře se kraj Vysočina uvádí jako jedno z míst v ČR s dostatečnou větrnou kapacitou. Avšak na většině území je využití energie větru zcela nevhodné. Jde zejména o:

- zastavěná území,
- vodní plochy,
- zalesněná území,
- maloplošná chráněná území,
- CHKO,
- přírodní parky,
- památkově chráněná území,
- území sloužící k rekreaci, turistice a odpočinku,
- a další plochy jinak omezené pro výstavbu VtE.

Nejvíce vhodné lokality se nachází v partiích Žďárských vrchů a Železných hor, právě na území chráněných krajinných oblastí. Správa CHKO k výstavbě VtE na tomto území má jednoznačný negativní postoj. Vysočina svým zvlněným členitým terénem a četným zalesněním poskytuje málo míst vhodných pro postavení větrných elektráren (Energetická agentura Vysočiny, z. s. p. o., 2008).

3.4 Vodní elektrárny

3.4.1 Historie

Využívání vodní síly pomocí vodních strojů používali již v období před tisíci lety v Indii a Číně. Zde využívali vodní kola pro zvedání vody k závlahám a pro pohon mlýnů. Nejstarším rotačním vodním strojem jsou právě vodní kola, která se využívala po celá tisíciletí až do nedávné doby (Holata, 2002).

Vývoj využívání vodní energie má poměrně nerovnoměrný a pomalý vývoj. Rozmach techniky se prakticky na dlouhé období zastavil a pouze přetvořením velikostí vodních kol se měnila její efektivnost. Postupem času se objevovaly spousty vynálezů, ale jen pár z nich

se dalo skutečně využít. V roce 1827 byla sestrojena první přetlaková turbína, v roce 1847 se objevila Francisova turbína, Peltonova turbína v roce 1880 a Kaplanova turbína v roce 1918. Rozhodující v rozvoji hydroenergetiky byl přenos elektrické energie na větší vzdálenosti. V roce 1896 na Niagaře v USA byla uvedena do provozu první vodní elektrárna vyrábějící střídavý elektrický proud. Nerovnoměrné využívání energie, způsobené závislostí na měnícím se potenciálu vodních toků v jednotlivých ročních obdobích, vyrovnal rozvoj elektrizační soustavy. Ta umožnila rovnoměrné využití energie z velkých a z malých vodních zdrojů po celý rok (ČEZ, 2007).

3.4.2 *Využívání vodní energie*

Voda zabírá 71 % povrchu planety Země. Díky slunci je 98 % vody v tekutém stavu. Celkově je na Zemi 1,4 miliardy km³ vody, z toho je 97,4 % slaná voda a 2,6 % voda sladká, která je ze ¾ sloučená v polárním ledu a ledovcích. Zbytek tvoří podzemní voda a množství vody v řekách a jezerech představuje pouze 0,02 %. Na koloběh vody na Zemi je zapotřebí sluneční energie dopadající na povrch, té se spotřebuje téměř 22 %. Z 1 m² povrchu země se odpaří vlivem sluneční energie až 980 l vody, ta se ve formě srážek vrací na jiné místo (Quaschnig, 2010).

Koloběh vody v přírodě je neustále se obnovujícím zdrojem energie. Nejběžnějším využíváním vodního toku bývá přeměna jeho energie na energii elektrickou. Tento způsob výroby energie je ekologicky čistý a jeví se jako ekonomicky nejvýhodnější. Ve dvacátém století se objevovala velká vodní díla, která nenávratně poznamenala tvář přírody. V dnešní době se s ohledem na životní prostředí spíše obracíme zpět k „malým vodám“. Právě malé vodní elektrárny představují velký energetický zdroj, přičemž by mohly ušetřit mnoho tuhých, plyných a kapalných paliv škodících životnímu prostředí (ČEZ, 2007).

Česká republika je označovaná jako střecha Evropy. Rozkládá se na rozvodí tří řek. Prakticky všechny naše řeky zde pramení a všechna voda z území odtéká. V podstatě značná část vodní energie je na území rozptýlena ještě v malých tocích. (CALLA, 2009b).

Problematikou malých vodních elektráren se zabýval Holata (2002). V České republice je efektivní využívání vodní energie vzhledem k přírodním podmínkám značně omezené. I tak je v malých tocích velká část hydroenergetického potenciálu. Přitom u našich řek je využití tohoto potenciálu pouze asi 30%. Z disponibilního doposud nevyužitého potenciálu lze pouze využít asi třetinu ve středních a velkých vodních elektrárnách, zatímco v malých vodních elektrárnách je třeba zužitkovat tři čtvrtiny potenciálu o výkonu do 10 MW. V těchto elektrárnách lze postupně získat více než 600 MW výkonů a přibližně 2000 GWh elektrické energie ročně. To by přineslo značný přínos pro krytí energetické spotřeby. V ČEZu (2012) dodávají, že významným úkolem vodních elektráren v ČR je sloužit jako doplňkový zdroj výroby elektrické energie. Využití především její schopnosti rychlého naběhnutí na velký výkon a tedy operativního vyrovnání okamžité energetické bilance v elektrizační soustavě ČR.

3.4.3 *Zařízení a využití vodních elektráren*

Na přípravě, projekci, výstavbě a následném provozu vodních elektráren se podílejí odborníci různých profesí. Tím je vodní elektrárna ve své podstatě velmi komplikovaným inženýrským dílem. Náročnost celého procesu závisí na souboru přírodních, hydrologických, topografických, geologických a dalších podmínek v konkrétní lokalitě. Zejména je určována základními parametry průtoku a spádu, volba hydroenergetického schématu a konstrukce jednotlivých objektů (Benda a kol., 2012).

Vodní dílo se skládá ze:

- stavební část:
 - vzdouvací zařízení,

- rybí přechody,
 - příváděcí část – otevřený nebo krytý náhon, potrubí,
 - objekt elektrárny,
 - odpadní část – převážně otevřený odpadní kanál,
 - stavební část pro provedení elektro-připojení.
- technologická část:
 - strojní část – uzávěry, turbína, převodovka, technolog. příslušenství,
 - elektro-část – generátor, rozvaděč, elektro-vývody, připojení,
 - automatika – hladinová regulace, řídicí a zabezpečovací systém (Energetická agentura Vysočiny, z. s. p. o., 2008).

Tzv. turbogenerátor tvoří voda přitékající provodním kanálem, která roztáčí turbínu, ta je na společné hřídeli s generátorem elektrické energie. Na základě elektromagnetické indukce se mechanická energie proudící vody mění na energii elektrickou, ta se transformuje a odvádí do míst spotřeby. Na účelu a podmínkách celého vodního díla závisí výběr turbíny. Nejčastější jsou turbíny reakčního typu a to zejména Francisova nebo Kaplanova turbína. Z toho se Kaplanova turbína s nastavitelnými lopatkami používá nejčastěji u podmínek našich řek. Tato turbína je v podstatě reakční přetlakový stroj, který dosahuje několikanásobně vyšší rychlosti, než je rychlost proudění vody. Díky tomu je vhodná pro větší množství vody s menším spádem. Pro vysoké spád (až 500 metrů) se využívá Peltonova turbína. Je to rovnotlaký stroj s obvodovou rychlostí otáčení nižší než rychlost proudění. Voda nezahltí celý obvod, do turbíny vstupuje pouze v některých částech jejího obvodu. Francisova turbína se používá v přečerpávacích vodních elektrárnách. Při zpětném chodu tato turbína pracuje jako čerpadlo. Malá horizontální turbína Bánkiho spolu s upravenou jednoduchou turbínou Francisovou se užívá v malých vodních elektrárnách (ČEZ, 2012).

Podmíněním soustředěného spádu a průtoku v lokalitě vodní elektrárny můžeme docílit efektivního využívání vodní energie v určitém úseku vodního toku.

Toho můžeme dosáhnout umělým soustředěním spádu výstavbou:

- a) přehrady,
- b) jezy,
- c) beztlakové nebo beztlakově-tlakové přivaděče,
- d) tlakové přivaděče nebo přehrady s tlakovým přivaděčem.

Výstavba jednotlivých staveb závisí na přírodních předpokladech daného území.

Umělého soustředění průtoku lze docílit:

- a) zachycením (soustředěním) vody ve vlastním povodí řeky,
- b) přivedením vody z jiného povodí,
- c) umělé přečerpávání vody – přečerpávací vodní elektrárny, u nichž se uměle soustřeďuje průtok i spád.

Přírodní podmínky většinou poskytují množství mnoha rozmanitých variantních řešení výstavby vodních děl. Po stránce technické je lze rozdělit do čtyř základních skupin:

- 1) vzdouvací schémata – zde je spád i průtok soustředěn vzdouvacím zařízením (přehrada, jez),
- 2) derivační schémata – spád se soustřeďuje beztlakovou nebo tlakovou derivací,
- 3) přehradně-derivační schémata – spád se získává jak vzdouvacím zařízením (přehradou), tak i derivací (přivaděčem nebo i odpadem),
- 4) přečerpávací schémata – soustředění spádu a velikost využívaného toku nezávisí na vodnosti toku, ale jsou určovány výkonem v elektrizační soustavě a objemem přebytečné energie v denních a týdenních cyklech.

I zde závisí na přírodních podmínkách daného území, kde bude vodní stavba situována (Benda a kol., 2012).

3.4.4 *Rozdělení vodních elektráren*

Rozdělení podle velikosti instalovaného výkonu:

- malé VE s instalovaným výkonem do 10 MW,
- střední VE s výkonem od 10 do 200 MW,
- velké VE s výkonem nad 200 MW.

Rozdělení podle velikosti spádu:

- nízkotlakové – spád do 20 m,
- středotlakové – spád od 20 do 100 m,
- vysokotlakové – spád nad 100 m (Benda a kol, 2012).

Průtočné vodní elektrárny

Průtočnou neboli říční elektrárnu lze zřídit na místě říčního toku s velkým výškovým rozdílem. Vybudovaná hráz zadržívá vodu a vytvoří vzdutí. Na vzdouvacím stupni voda teče na turbínu, která pohání generátor. Proniknutí odpadků a naplavenin zabraňuje česlo na náhonu. Na generátoru mění transformátor napětí na požadované napětí v rozvodné síti. U větších elektrárnách se využívá hned několik paralelně běžících turbín.

Akumulační vodní elektrárny

Dosahují vyšších výkonů než průtočné VE. Zadržují větší množství vody. Voda je přiváděna tlakovým přívodním potrubím do strojovny. Díky vysokému spádu vzniká vysoký přetlak až 20 MPa. Ve strojovně pohání voda turbíny, ty pohánějí generátory a vyrábějí elektrický proud.

Přečerpávací elektrárny

Tyto elektrárny vyžadují geograficky příznivé podmínky. Pro vybudování VE je zapotřebí vystavět předem dvě nádrže s co největším spádovým rozdílem. Z horní nádrže přitéká voda přiváděcím, tlakovým potrubím k turbíně. Ta odebírá vodě energii a pohání generátor. Dále voda odtéká do spodní nádrže. Napětí generátoru převádí transformátor do elektrické sítě. Mají režim rezervní, čerpací při přebytku elektrické energie (Quaschnig, 2010).

Derivační elektrárny

Tento typ elektrárny se buduje na uměle vytvořeném kanálu. Po určitém úseku derivace se vrací voda do původního toku. Derivace mohou být vytvořeny otevřeným kanálem, nebo v uzavřeném potrubí jako tlakové, nebo s volnou hladinou (Vaishar a kol. 2014).

3.4.5 Vliv na životní prostředí

Vodní elektrárny přináší na rozdíl od fosilních a jaderných paliv energetiku čistou, nezávislou na dodávkách paliv z nestabilních zdrojů, energetiku, jejímž prvotním zdrojem je Slunce, které bude zářit ještě miliardy let. Zejména pak VE neprodukují skleníkové plyny, ale i přesto mají také negativní dopady na životní prostředí. Vodní elektrárny a jejich vzdouvací zařízení tvoří překážku pro vodní organismy a u nově budovaných děl zase může dojít k záplavě cenných biotopů. Již během plánování a později vlastního provozu VE je třeba myslet na ochranu přírody (CALLA, 2009b).

Změnou přírodních podmínek vybudováním vodních nádrží vyhynulo mnoho ryb a rostlin. Velkým rizikem pro ryby jsou samotné vodní turbíny. Česla by měla zabránit průniku větších ryb, avšak drobní živočichové pletivem česel projdou. Přehrady a jezy tvoří pro táhnoucí ryby často nepřekonatelnou bariéru, proto se budují přechody pro ryby.

Výstavbou velkých přehradních jezer byly zatopeny celé pásy krajiny a tím zničila životní prostředí lidem i živočichům. Konstrukce přehrad jsou odolná proti zemětřesení, ale i tak při protržení hráze hrozí velké riziko zatopení okolí (Quaschning, 2010).

3.4.6 Využití vodní energie v kraji Vysočina

V současné době je v kraji v provozu kolem 122 malých vodních elektráren. Přecherčpávací VE Dalešice je v kraji jediná vodní elektrárna s výkonem nad 10 MW s instalovaným výkonem ve se čtyřmi turbínami 450 MW.

Přehled VE v jednotlivých okresech Vysočiny znázorňuje následující tabulka č. 2:

Tab. č. 2: Přehled vodních elektráren v kraji Vysočina

Okres	Počet MVE	Celkový instalovaný výkon (kW)	Teoretická roční výroba (MWh)
Havlíčkův Brod	29	940	3 759
Pelhřimov	27	2 807	11 228
Žďár nad Sázavou	31	9 476	37 904
Třebíč	21	2 826	11 304
Jihlava	14	341	1 364
Celkem:	122	16 390	65 559

Počet malých vodních elektráren je v jednotlivých okresech kraje Vysočina téměř stejný jak ukazuje tabulka č. 2. Nejvíce se MVE nachází v okrese Žďár nad Sázavou s celkovým instalovaným výkonem 9 476 kW díky elektrárnám Vír I. a Vír II., které mají 7 100 kW a 724 kW instalovaného výkonu. Dále MVE Mostišť s instalovaným výkonem 400 kW. V okrese Třebíč je 1 760 kW instalováno v MVE Mohelno a v okrese Pelhřimov v MVE Želivka s instalovaným výkonem 2 160 kW. Nejméně MVE je v okrese Jihlava s celkovým instalovaným výkonem 341 kW. Celkový počet MVE na Vysočině je 122 s celkovým instalovaným výkonem 16 390 kW a teoretickou roční výrobou 65 559 MWh.

Významné řeky s velkým energetickým potenciálem v kraji Vysočina Sázava, Jihlava, Svratka, Oslava a další menší toky jsou z podstatné části využity. Zbývající toky mají potenciál výrazně menší, ale mohou být využity pro pokrytí vlastní spotřeby provozovatelů (Energetická agentura Vysočiny, z. s. p. o., 2008).

3.5 Sluneční energie

Slunce je od pradávna uctíváno téměř bez výjimky všemi civilizacemi na Zemi. Například u Egypťanů bylo Slunce uctíváno jako nejvyšší bůh Ra. Podle historických pramenů již v dobách vrcholné antiky považovali lidé Slunce za dárce energie nutné k životu. Moderní věda nás učí, že jaderné reakce jsou úzce spjaty se vznikem vesmíru, tyto reakce jsou zdrojem sluneční energie a díky tomu Slunci vděčíme za téměř všechny ostatní formy energie na naší planetě, jedná se o tzv. obnovitelné zdroje (Bacher, 2003).

Ve vnitru Slunce probíhá jaderná syntéza, což znamená přeměnu vodíku na hélium. Hmotnost jádra atomu vznikajícího helia je menší než hmotnost čtyř protonů v jádře atomů vodíku vstupující do reakce. Při reakci se tento rozdíl hmoty přetvoří na energii, která je ze Slunce uvolňována do kosmického prostoru.

Ze Slunce vyzařuje energie o $3,85 \times 10^{26}$ W. Na cestě k Zemi není sluneční záření ničím pohlceno a na hranici naší atmosféry přichází v původní podobě, ale se značně zmenšenou hustotou zářivého toku. Ten se vlivem s rostoucí vzdáleností rozptýlí na větší plochu (Benda a kol, 2012).

Z hlediska ochrany životního prostředí je přímé využití energie slunečního záření nejčistší a nejšetrnější způsob výroby elektřiny. Tento energetický zdroj v přírodě jen tak nedojde. Ve více než stovce zemí po celém světě se využívá elektřina ze slunečního záření. Celosvětový instalovaný výkon činil ke konci roku 2009 21 GW. Nejvíce se na tom podílely z téměř 90 % Německo, Japonsko a Spojené státy (ČEZ, 2012).

3.5.1 *Historie využívání sluneční energie*

K pokrytí části naší spotřeby tepla se již po staletí víceméně nevědomky využívá sluneční energie. Podnikatel z kovoprůmyslu z Baltimore Clarence M. Kemp získal v roce 1891 první celosvětově platný patent na solární termický systém. Jednalo se o velmi jednoduchý termický zásobník pro ohřev vody. Zdokonalenou konstrukci zařízení prezentoval v roce 1909 William J. Bailey z Kalifornie, sluneční kolektor a zásobník je již oddělený. Až do druhé světové války se solární tepelné systémy uplatňovaly na trhu v několika regionech. Později však stejně jako ostatní obnovitelné zdroje podlehly konkurenci úspěšnějších fosilních paliv.

V době ropné krize v 70. letech minulého století byla solární termika znovu nalezena. V dnešní době již existuje velké množství variant solárně-termických systémů na velmi technické úrovni (Quaschnig, 2010).

3.5.2 *Zařízení k získávání energie ze Slunce*

Ze sluneční energie lze získat elektřinu přímo i nepřímo. Přímá přeměna využívá fotovoltaického efektu, při kterém se v určité látce působením světla uvolňují elektrony, nepřímá je založena na získání tepla (ČEZ, 2012).

Zařízení, které se využívá k získávání energie ze Slunce, jsou různé. Jsou jimi solární kolektor, solární absorbér, fotovoltaické články nebo solární modul. Každé z těchto zařízení vyrábí něco jiného. Sluneční, neboli solární kolektor, je určen k získávání tepla ze slunečního záření. Sluneční kolektory se využívají k ohřevu pitné vody, vytápění nebo k technologickým procesům o vysoké teplotě. Kolektor vždy něco ohřívá. I zde lze využít slunečních kolektorů k výrobě tepelné energie a přeměnit ji na energii elektrickou. Oproti tomu solární fotovoltaické články energii ze Slunce přímo transformují na energii elektrickou. Z velkého počtu fotovoltaických článků sestává solární modul, ten slouží také k přímé přeměně sluneční energie na energii elektrickou (Quaschnig, 2010).

Aby se mohla elektrická energie ze solárních panelů využít, je potřeba k nim připojit kromě elektrických spotřebičů další technické prvky – např. akumulátorovou baterii, regulátor dobíjení, napěťový střídač, indikační a měřicí přístroje, případně systém automatického natáčení za Sluncem. Současné solární systémy umožňují získat přeměnou slunečního záření na elektřinu z jednoho metru aktivní plochy až 110 kWh elektrické energie za rok (ČEZ, 2007).

3.5.3 *Fotovoltaické články*

V roce 1877 byl vytvořen první fotovoltaický článek, sestavil ho Adams a Day. Fotovoltaický článek použitelný pro výrobu elektřiny byl vyroben v Bellových laboratořích v roce 1954. Použití článků pro zdroj elektřiny se začaly již od roku 1958 využívat na kosmických družicích, kde jsou používány dodnes. V průběhu let byla vedle původních článků z monokrystalického křemíku vytvořena celá řada nových typů fotovoltaických článků, a to jak krystalických, tak tenkovrstvých. Avšak dominantním materiálem ve fotovoltaice je stále křemík.

Větší zájem o fotovoltaiku byl vyvolán, stejně jako u ostatních obnovitelných zdrojů, ropnými krizemi v 70. letech minulého století. Od té doby probíhá intenzivní výzkum a vývoj, díky tomu roste účinnost, klesá cena a zvyšuje se životnost fotovoltaických článků a panelů. Snížením energetické náročnosti výroby se docílilo toho, že panel za dobu své životnosti vyprodukuje mnohonásobně více energie, než se spotřebovávalo na jeho výrobu. (Bechník, 2014).

Vývoj fotovoltaických článků se dělí do čtyř generací. První generace je v současnosti stále nejpoužívanějším typem. Je složen z monokrystalické destičky křemíku s velkoplošným p-n přechodem. Druhá generace je tvořena z polykrystalického, mikrokrystalického nebo amorfního křemíku. Na fotovoltaické články třetí generace se využívají jiný druh materiálu než polovodiče, např. organické polymery. Čtvrtá generace

představuje kompozitní vícevrstevné články pracující v různém světelném spektru (Murtinger, 2008).

Základem fotovoltaických článků je polovodičová dioda, která obsahuje dvě vrstvy příměsových polovodičů – polovodiče typu P – anoda a polovodiče typu N – katoda. Z jednotlivých fotovoltaických článků se skládá fotovoltaický panel.

Na fotočlánek dopadají fotony slunečního záření a vzniká tak vnitřní fotoelektrický jev. Při tomto jevu jsou z krystalové mřížky obou vrstev uvolňovány elektrony, které se hromadí ve vrstvě N a mezi oběma vrstvami vzniká elektrické napětí o hodnotě 0,5-0,6 V. Sériovým zapojením jednotlivých článků se docílí navýšení na požadované napětí, paralelní kombinací lze dosáhnout vyššího proudu. Dopadající foton musí mít minimální energii potřebnou pro překonání zakázaného pásu, tím může být elektron uvolněn z krystalové mřížky. Na vlnové délce záření závisí energie fotonů. (Vobořil, 2015).

Skupina ČEZ (2012) se věnovala výhodám a nevýhodám fotovoltaických článků. Mezi hlavní výhody fotočlánků uvádějí jejich schopnost fungovat jako zdroje energie na těžko přístupných místech, např. na ostrovech, v horách, oázách, nebo i v kosmu. Pokrývají se jimi fasády domů nebo se mohou dát na stožáry či mořské bóje. Mezi hlavní nevýhody uvádí poměrně vysokou cenu článků, dále závislost na denním a ročním období, nutnost průběžného čištění povrchů panelů.

3.5.4 *Solární elektrárny*

Solární neboli fotovoltaické elektrárny se v současné době těší velké oblibě. Díky nevyčerpatelnému zdroji energie a to slunečnímu záření při výrobě neprodukuje žádné emise. Tyto elektrárny nachází své uplatnění jak v malém měřítku, kdy jsou využity na střechách obytných domů, obchodů nebo továren pro vlastní spotřebu, tak i v měřítku energetických soustav. Velmocí v solární energetice se stalo Německo, na výrobě elektřiny

se zde podílí 1,4 milionu fotovoltaických elektráren. Přesto se i zde najdou nevýhody. Vzhledem k cenám panelů a jejich životnosti nejsou rentabilní.

Součásti fotovoltaické elektrárny:

- fotovoltaické panely,
- regulátor resp. MTTP měnič,
- střídač,
- propojovací vodiče,
- ochranné prvky,
- elektrocentrála – záložní zdroj a baterie,
- transformátor – připojení do přenosové soustavy.

Elektrárna je tvořena sério-paralelní kombinací panelů. Výkon panelů se udává v jednotkách Watt peak. Jedná se o maximální (peak) hodnotu výkonu za ideálních podmínek, tzn. nestíněné světelné záření směřující kolmo na panel, ideální teplotu a panel bez nečistot. Výkon se mění vlivem záření, při polojasnu klesá přibližně na 35 %, jestliže je zatažená obloha, klesá výkon na 10 % udávaného maximálního výkonu. Nominální napětí panelů bývá 12, nebo 24 V, méně často 48 V.

Panely jsou kryty speciálním tvrzeným sklem a vybaveny ochranným hliníkovým nebo duralovým rámem – panel chrání před povětrnostními podmínkami. Další vrstva se nachází mezi samostatnými články a tvrzeným sklem, tato vrstva chrání články před mechanickým poškozením, většinou se jedná o světlopropustný gel Ethylen-vinyl acetát. Ze zadní strany jsou chráněny dalším materiálem, například se využívá laminátová deska. Životnost panelů se udává na 25 let se zárukou, že účinnost po 10 letech neklesne pod 90 % a po 25 letech pod 80 % (Vobořil, 2015).

3.5.5 *Vliv na životní prostředí*

V ochraně klimatu a životního prostředí je přínos fotovoltaických zdrojů elektrické energie velmi významný. Přeměna sluneční energie v elektrickou je ekologicky čistá, fotovoltaická elektrárna neprodukuje žádný toxický odpad, plyn, popílek ani hluk. Jeden kilowatt instalovaného výkonu fotovoltaických systému ročně vyprodukuje 1000 kWh elektrické energie a ušetří ročně přibližně 850 kg emisí CO₂ (WWW 2, 2009).

Fotovoltaické elektrárny se umísťují zejména na budovy, ale také i na hospodářskou půdu, kde zabírají většinou plochu až několika hektarů. Na těchto plochách nalezneme po dobu provozu fotovoltaické elektrárny ve většině případů travní porost (Krýcha, 2012). Záběrem velkých ploch narušují elektrárny zejména krajinný ráz. Dále se stavějí na nejkvalitnějších zemědělských půdách, a tím by se mohla narušit potravinová bezpečnost státu (Vaishar a kol. 2014).

Při likvidaci fotovoltaických panelů je většina částí recyklovatelná. V České republice převažují křemíkové panely, u kterých většinu hmotnosti tvoří sklo a hliník. Pro recyklaci panelů bylo vyprojektováno hned několik metod, z nichž některé jsou univerzální, jiné pak vhodné pro určité typy panelů. Výstupem jsou ve většině případů drcené suroviny. Pouze při termické recyklaci můžeme získat použitelné polotovary (Krýcha, 2012).

3.5.6 *Využití solárních panelů v kraji Vysočina*

Na zemský povrch dopadá slunečními paprsky ročně mnohonásobně více energie, než spotřebujeme. V našich zeměpisných šířkách je celková doba slunečního svitu 1 400 až 1 700 hodin za rok. Na plochu 1 m² dopadne za rok průměrně 1 100 kWh energie.

Rozhodujícím faktorem pro využití solární energie je intenzita slunečního záření v daném místě. I na území České republiky lze podle rozboru našich klimatických podmínek využít energii slunečního záření (Energetická agentura Vysočiny, z. s. p. o., 2008).

Největších fotovoltaické elektrárny v České republice mají instalovaný výkon nad 3 MW. Energetický regulační úřad evidoval k 1. 1. 2014 celkem 27 956 elektráren o souhrnném instalovaném výkonu 2 126 MW, včetně malých zdrojů. V kraji Vysočina se žádné větší plochy se solárními elektrárnami s instalovaným výkonem nad 3 MW nevyskytují. Solární panely jsou zde využívány nejčastěji na střechách rodinných domů a podniků.

Dostupný potenciál sluneční energie kraje činí 224 893 GJ ročně. V kraji se nachází jedna solární elektrárna v okrese Žďár nad Sázavou - FVE Křižanov. Elektrárna zahájila výrobu v září roku 2009, její celkový výkon činí 1,031 MW. A během roku 2010 přinesla fotovoltaika 30,3 GWh elektrické energie do rozvodné sítě (Kmentová, 2011).

4 MATERIÁL A METODY

4.1 Kraj Vysočina

Kraj se rozkládá na podstatné části Českomoravské vrchoviny. Zaujímá nejuvýchodnější část Čech a nejzápadnější cíp Moravy. Rozprostírá se na území 6 925 km² a zaujímá 8,78 % plochy České republiky. Skládá se z území okresů Jihlava, Havlíčkův Brod, Pelhřimov, Třebíč a Žďár nad Sázavou. Počet obyvatel je kolem 520 000. Celkový počet obcí a měst činí 729, z toho se více než polovina nachází v nadmořské výšce větší než 500 m (Pergler, 2004).

Kraj Vysočina se vyznačuje nízkou hustotou osídlení a je jedním z největších krajů České republiky bez těžkého průmyslu. Díky tomu se stává krajem s nízkým znečištěním ovzduší, zdravou čistou vodou a rozsáhlými lesy (Rezničenková, 2010).

4.1.1 Přírodní poměry

V reliéfu převažují plošiny, ploché hřbety, úvalovitá údolí. Směrem k okrajům Českomoravské vrchoviny přecházejí do hluboce zaříznutých údolí. Největší tyčící se oblasti jsou hlavně Žďárské vrchy s řadou vrcholů přes 800 m n. m. a Jihlavské vrchy v Javořické vrchovině (Cenia, 2006).

Podnebí je zde ovlivněno vyšší nadmořskou výškou. Vysočina je řazena do oblasti mírně teplé. Výjimkou jsou vyšší polohy Žďárských a Jihlavských vrchů řazených do chladné oblasti. Průměrná roční teplota je 4° až 8 °C. Nestudenějším měsícem bývá zejména leden a nejteplejším červenec. Počet dní se sněhovou pokrývkou se udává mezi 60 a 100 a počet letních dnů mezi 20 až 40. Roční úhrn srážek se pohybuje od 500 mm do 800 mm. Téměř dvě třetiny srážek spadne v období duben až září, z toho nejvíce v červenci (Pohl, 1996).

V kraji pramení spousta významných českých a moravských řek. Protéká zde hlavní rozvodí řek Doubrava, Sázava, Želivka, Svratka, Oslava, Jihlava, Rokytná a Moravská Dyje. Na těchto řekách vzniklo několik vodních nádrží, významných pro zdroj pitné vody.

Přečerpávací vodní nádrž s nejvyšší hrází Dalešice byla vystavěna na řece Jihlavě sloužící jako vodní elektrárna. Mimo to se v kraji vyskytuje velký počet rybníků. Největší rybník Velké Dářko se nachází v okolí Žďáru nad Sázavou (Cenia, 2006).

Rozmanitost rostlinstva a živočišstva je díky pestrosti krajiny poměrně vysoká. Můžeme se zde setkat jak s teplomilnějšími druhy v nížinách, tak s druhy podhorskými až horskými. Významným krajinným prvkem Českomoravské vrchoviny jsou lesy pokrývající 30 % plochy. Na většině území se vyskytovaly bučiny a jedlobučiny. Ty byly nahrazeny v průběhu minulého století rychle rostoucími smrkovými monokulturami. Na odlesněných půdách se stálým zamokřením a vysokou hladinou spodní vody vznikaly rašeliniště a rašelinné louky. Vlivem hospodářské činnosti člověka vznikají kulturní louky, pastviny a orná půda.

Nejrozšířenějším půdním typem jsou zde hnědé půdy, převážně vytvořené na zvětralinách žul a rul. Tyto půdy najdeme od nadmořské výšky 400 metrů. Ve vyšších polohách a ve Žďárských a Jihlavských vrších jsou tyto půdy značně kyselé a přecházejí v podzolové půdy. Nejúrodnějšími půdami jsou zde hnědozemě. Vyskytují se v jihovýchodní části oblasti na Třebíčsku (Pohl, 1996).

Z mého pohledu je z obnovitelných zdrojů nejvhodnější alternativou biomasa. Kraj Vysočina svojí polohou v Českomoravské vrchovině a přírodními podmínkami přímo předurčuje k pěstování vhodných rostlin využívaných pro energetiku. Dále vzhledem k významným vodním tokům protékající krajem Vysočina shledávám možné využití i u malých vodních elektráren.

4.1.2 Produkce energie v kraji Vysočina

Kraj Vysočina zaujímá mezi kraji ČR druhé místo ve výrobě elektrické energie. Na celkové produkci elektřiny její podíl v roce 2006 činil 17,2 %. V kraji se nachází jaderná elektrárna Dukovany, v souvislosti s její výstavbou byla postavena právě Dalešická vodní

přehrada. Kraj spotřebovával podle Cenie (2006) 30,3 % zde vyrobené energie. Především Dukovany dodávají do sítě až 17 % elektrické energie vyrobené v České republice.

Z obnovitelných zdrojů energie by mohl kraj podle odhadů potencionálně vyprodukovat téměř polovinu ze své současné spotřeby energie. Podle odhadu by se mělo jednat o 4 561 GWh. S porovnáním s jadernou elektrárnou Dukovany je to asi 35 % její současné výroby.

Nejrozšířenější médium pro vytápění je v kraji zemní plyn. Dále se používá černé uhlí a nejméně pak vytápění elektřinou. Na vesnicích je spíše tradiční vytápění uhlím a dřevem (Cenia, 2006).

4.1.3 Zemědělství na Vysočině

Geografická poloha kraje Vysočina do jisté míry předurčuje jeho úroveň zemědělství. Tato poloha v souladu s přírodními podmínkami skýtá jen průměrné předpoklady pro rozvoj v rámci celé ČR. Celé území kraje se nachází v Českomoravské vrchovině, kde jsou podmínky pro intenzivní rozvoj zemědělství značně snižené. Výjimkou je jižní část okresu Třebíč, která se nachází v méně členité a teplejší oblasti Jevišovické pahorkatiny. Převážná část území přísluší do bramborářské výrobní oblasti. Jižní část okresu Třebíč a střední a severní část Havlíčkova Brodu přísluší do teplejší obilnářské oblasti. Naproti tomu severní část okresu Žďár nad Sázavou a jihozápadní část okresu Jihlava se nachází již v nejchladnější výrobní oblasti pícninářské (Energetická agentura Vysočiny, z. s. p. o., 2008).

Zemědělství představuje v kraji tradiční odvětví. Jak již bylo zmíněno, příznivou oblastí pro zemědělství je okres Třebíč s nejvyšším podílem orné půdy. Na jihovýchodě Vysočiny právě v tomto regionu je nejtepleji a převažuje zde úrodná hnědozem. Málo úrodné půdy se nacházejí v nejchladnější severní oblasti Žďárských a Jihlavských vrchů.

Asi 60 % rozlohy kraje tvoří zemědělská půda a jedná se o nejpočetnější podíl v rámci krajů. Z toho tvoří 77 % orná půda a necelých 20 % připadá na louky a pastviny. Největší procento zornění je v okrese Třebíč, nejnižší v okrese Žďár nad Sázavou.

Kolem 92 % náleží většina území do bramborářské zemědělské výrobní oblasti. Ve Žďárských vrších náleží nejvyšší partie do oblasti horské. Do řepařské oblasti náleží 1,9 % území.

Nejvíce jsou na Vysočině pěstované obilniny, především pšenice a ječmen, ve vyšších polohách i žito. Pěstování brambor v kraji má dlouhodobou tradici, zejména v okresech Pelhřimov a Havlíčkův Brod. Dále se zde pěstují píce, jako je jetel, vojtěška a krmná kukuřice. V kraji se pomalu zvětšují osevní plochy řepky a máku. Naproti tomu zde úplně vymizelo pěstování lnu vlivem malému zájmu.

Z živočišné výroby je hlavním odvětvím chov skotu. Díky tomu kraj dominuje v produkci mléka s porovnáním s ostatními kraji Česka. Zejména v nejvyšších oblastech kraje se v posledních letech zvýšil pastevecký chov skotu. Druhým významným odvětvím je chov prasat. Méně významný je zde chov drůbeže, jejichž stavy klesají. Stále oblíbenější se stává chov ovcí, jejichž stavy oproti chovu drůbeže neustále rostou (Bukáček, 2011).

5 EMPIRICKÁ ČÁST

5.1 Přečerpávací vodní elektrárna Dalešice

Vodní elektrárna Dalešice byla vybudována v katastru obce Kramolín v letech 1970 až 1978 na řece Jihlavě. Byla vybudována v souvislosti s výstavbou blízké Jaderné elektrárny Dukovany. Součástí vodního díla jsou nádrž v Dalešicích s objemem 127 mil. m³, vyrovnávací nádrž Mohelno, přečerpávací elektrárna Dalešice a průtočná vodní elektrárna Mohelno.

Vodní dílo Dalešice má svým výkonem a rychlostí najetí 60 sekund na plný výkon nenahraditelnou úlohu při regulaci výkonu celostátního energetického systému i jako okamžitá poruchová rezerva. Z hlediska instalovaného výkonu je přečerpávací vodní elektrárna Dalešice druhou největší vodní elektrárnou v České republice. Elektrárna je automatizována a dálkově ovládána přímo z centrálního dispečinku v Praze.

Na turbíny přivádí vodu 4 ocelová potrubí o průměru 6 200 mm a spojují vtokový objekt s elektrárnou. Turbínové uzávěry tvoří hydraulicky ovládané klapky. Elektrárna a rozvodna jsou umístěny u paty hráze. Vtoky a výtoky jsou vybaveny česlemi, hradidly a potřebnými zvedacími mechanismy. Po nedávných generálních opravách turbosoustrojí činí celkový výkon 480 MW (WWW 3, 2010). V roce 2009 vyrobila elektrárna 191,1 GWh elektřiny (Kmentová, 2011).

V přečerpávací vodní elektrárně jsou instalována 4 soustrojí s reverzními Francisovými turbínami pro spád 90 m. Pro výrobu energie i pro pohon v čerpadlovém provozu jsou použity synchronní generátory s napětím 13,8 kV a obousměrným točením. Pro transformaci napětí generátorů na napětí vývodů 420 kV slouží blokové transformátory. Nádrž u vodního díla Dalešice je tvořena sypanou rokfilovou hrází s jílovým těsněním o výšce 100 m a délce 350 m vodního díla Dalešice je nejvyšší svého druhu v ČR. Hráz je vybavena hydrotechnickými zařízeními pro převádění velkých vod a

vypouštění nádrže. Přehrada vytváří spád a užitečný objem vody pro práci přečerpávací vodní elektrárny a dlouhodobě vyrovnává průtok řeky Jihlavy pod vodním dílem. Snižuje povodňové špičky pod vodním dílem a zajišťuje sedimentaci nečistot z horního toku. Na kvalitu vody má kladný vliv přítomnost raků a pstruhů pod vyrovnávací nádrží Mohelno. Jezero o ploše 480 ha je využíváno i k rekreačním účelům. Délka jeho vzdutí dosahuje 22 km, největší hloubka až 84 m (WWW 3, 2010). Údaje vodní elektrárny jsou shrnuty v následující tabulce č. 3:

Tab. č. 3: Základní údaje o přečerpávací vodní elektrárně Dalešice

typ elektrárny	přečerpávací, špičková
rok uvedení do provozu	1978
objem horní nádrže	127 mil. m ³
spád	60,5 až 90,7 m
počet soustrojí	4
typ turbíny	reverzní Francisova
max. výkon soustrojí	112,5 MW
max. příkon při čerpání	115 MW
max. průtok reverzní turbínou při výrobě	150 m ³ /s
průtok vody reverzní turbínou při čerpání	137,5 m ³ /s
otáčky	136,4 ot./min.
průměr oběžného kola	6000 mm



Obrázek č. 1: Přečerpávací vodní elektrárna Dalešice

Zdroj: <https://www.cez.cz/cs/o-spolecnosti/kontakty-skupina-cez/informacni-centra/ic-dalesice.html>



Obrázek č. 2: pohled na hráz vodní elektrárny

Zdroj: <https://www.cez.cz/cs/o-spolecnosti/kontakty-skupina-cez/informacni-centra/ic-dalesice.html>

5.1.1 Vodní elektrárna Mohelno

Přehradní gravitační betonová hráz vodní elektrárny Mohelno s příslušným hydrotechnickým zařízením – přepadem a základovou výpustí, tvoří 7 km dlouhé jezero. Elektrárna Mohelno je plně automatizovaná a dálkově ovládaná z přečerpávací vodní elektrárny Dalešice. Využívá hydroenergetický potenciál pro výrobu ekologicky čisté elektřiny. Vlastní objekt elektrárny je umístěn přímo v tělese hráze. Přívod vody na Kaplanovu turbínu zajišťuje potrubí o průměru 1200 mm a délce 30 m. Napětí generátoru je 6,3 kV. Vtok i výtok je možné nahradit ocelovými tabulemi.

K Francisově turbíně se přivádí voda potrubím o průměru 800 mm a délce 12 m. Uspořádání soustrojí je horizontální, uložené ve speciálním ložisku. Napětí generátoru je 0,4 kV (WWW 4, 2010). V následující tabulce č. 4 jsou shrnuty technické údaje o vodní elektrárně Mohelno:

Tab. č. 4: Technická data elektrárny Mohelno

typ elektrárny	středotlaká, vyrovnávací
rok uvedení do provozu	1978
objem horní nádrže	17,1 mil. m ³
spád	21,6 a 35,7 m
počet soustrojí	2
typ turbíny	Kaplan / Francis
max. výkon soustrojí	1,2 / 0,6 MW
max. průtok turbínou	4,1 / 2,15 MW
otáčky	750 / 600 m ³ /s
průměr oběžného kola	800 / 650 mm



Obrázek č. 3: Vodní elektrárna Mohelno

Zdroj: <http://schwarmer.rajce.idnes.cz/Mohelno/>

5.1.2 Zhodnocení vodních elektráren z pohledu veřejnosti

Tak jako každá stavba zasazená do krajiny, tak i vodní elektrárny významně přetvářejí své okolí. Na většině řek v naší krajině jsou vystavěné malé vodní elektrárny. Jejich výstavba však negativně zasáhne do ekosystému v dané lokalitě, v závislosti na rozsahu a umístění stavby. Při výstavbě dochází k trvalému záboru půdy je nutná výstavba obslužných komunikací, přivaděčů, elektrorozvodná soustava a technické zázemí. Většina lidí vidí vodní elektrárny jako bezproblémové a rychle si na ně zvyknou (Sláčala, 2015).

Vodní elektrárna Dalešice umožňuje exkurze do provozních prostor elektrárny. Prohlídka trvá asi dvě hodiny a během této doby se o návštěvník stará profesionální průvodce (WWW, 3).

5.2 Větrná elektrárna Pavlov

Z pole u obce Pavlov na Vysočině se majestátně tyčí dvě větrné elektrárny typu VESTA V90-2,0 MW. Celkový výkon tedy činí 4 MW. Jedna elektrárna má výšku stožáru 105 metrů a vrtule opisuje kružnici celých 90 metrů. Zabírá plochu 6 362 m² v přepočtu je to čtverec 80x80 metrů. Váha stožáru je 231 tun, váha kabiny 68 a vrtule 36 tun.

Pro zapnutí elektrárny je potřeba rychlost větru 3,5 m/s, pro vypnutí je potřebná rychlost 25 m/s a pro nominální výkon musí být síla větru o rychlosti 13 m/s.

20letý provoz této soustavy zabrání spálení 180 000 tun uhlí v tepelných elektrárnách a nemusí být vytaženo 5 000 tun vápence, nutného k odsíření tepelných elektráren. Do ovzduší se nedostane více jak 200 000 tun kysličníku uhličitého (CO₂). Na odstranění takového množství kysličníku by muselo „pracovat“ 1 600 hektarů vzrostlého lesa.

Produkce těchto dvou větrných elektráren zcela pokryje spotřebu elektrické energie 6 200 lidí (Mithofer, 2008).

Tab. č. 5: Technická data V90-2,0 MW

nominální výkon	2 000 kW
výška stožáru	105 m
průměr rotoru	90 m
počet otáček	8 – 17 ot./min.
závěrová plocha	6 362 m ²
hmotnost rotoru	36 t
hmotnost gondoly	68 t
hmotnost stožáru	231 t
životnost	20 let
celkové náklady stavby	172 mil. Kč

Celkové náklady na výstavbu větrných elektráren o výkonu 2 MW činí 172 mil. Kč. Konstrukce se skládá z několik půlkruhů vysokých asi 2 m a svařejí se. Celý jeden stožár trvá postavit 2 dny. Po dostavění se všechny sváry kontrolují rentgenem pro případ objevení závadností (tzv. bublin), pokud se závada prokáže, musí se dané místo vybrousit a znovu svařit.

Ještě téhož roku se v obci na opačném konci louky vystavěli další dvě elektrárny typu VESTA V52, každá o výkonu 850 kW. Výška jednoho stožáru činí 74 metrů s průměrem rotoru 52 metrů. Stožár zabírá plochu 2 124 m². Technické údaje jsou shrnuty v následující tabulce č. 6:

Tab. č. 6: Technická data V52-850 kW

nominální výkon	850 kW
výška stožáru	74 m
průměr rotoru	52 m
počet otáček	14 – 31 ot./min.
záběrová plocha	2 124 m ²
hmotnost rotoru	10 t
hmotnost gondoly	22 t
hmotnost stožáru	77 - 111 t
životnost	20 let



Obrázek č. 4: Větrná elektrárna Pavlov

Zdroj: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/velka-energetika-vetrnych-elektraren/>



Obrázek č. 5: obec Pavlov

Zdroj: <http://jihlavsky.denik.cz/podnikani/20110914-ji-vetrniky-se-staly-novou-turistickou-at.html>

5.2.1 *Zhodnocení větrných elektráren z pohledu veřejnosti*

Jakmile se oznámí záměr o výstavbě větrných elektráren v blízkosti našich měst a obcí a poté se objeví potenciální investor, rozdělí se obyvatelé na dva nesmiřitelné tábory. První skupina vidí ve větrníku zdroj peněz pro místní pokladnu a zatraktivnění obce, druhá pochybuje o přínosu takové investice a poukazuje na negativní vlivy stavby na životní prostředí. Někteří obyvatelé upozorňují, že výstavbou větrných elektráren se naruší ráz krajiny a životního prostředí. Také mají obavy z nadměrného hluku a vlivu na jejich zdraví. Asi nejvíce vyvolaná otázka vlivu větrných elektráren je na ráz krajiny. Nejenže se staví v naší lokalitě stožáry vyšší než 30 metrů, ale je potřeba zde vybudovat i přístupovou komunikaci a stožár větrníku potřebuje mohutnou základovou betonovou desku.

Větrné elektrárny se vyznačují nízkou hustotou výkonu – větrná farma o celkovém výkonu 1000 MW zabere rozlohu 35 tisíc kilometrů čtverečních. Naproti tomu uhelná nebo jaderná elektrárna o stejném výkonu má rozlohu pouze několik kilometrů čtverečních. Je třeba vykupovat rozsáhlé pozemky pro výstavbu větrníků, což může být někdy i začátkem konce celého podnikatelského záměru.

Lidé si dále stěžují na nadměru hluku těchto zařízení. Při provozu větrníku vznikají dva druhy hluku:

- mechanický – jehož zdrojem je strojovna zařízení,
- aerodynamický – ten vzniká při obtékání vzduchu kolem listů rotoru a při procházení listů kolem stožáru.

Závažným problémem je periodičnost zvuku, která může neblaze působit na psychiku obyvatel v okolí. Přesto zastánci větrných elektráren v dnešní době argumentují tím, že větrné elektrárny jsou již modernější a problémy s hlukem mají vyřešený. Bohužel ne každý investor si může dovolit investovat několik desítek milionů korun do moderní technologie nové elektrárny (Burket, 2006).

6 ZÁVĚR

Z historického hlediska byly obnovitelné zdroje velmi využívány, do doby než se ve 20. století objevily fosilní zdroje energie. Díky nim obnovitelné zdroje ustoupily do pozadí. Právě fosilní paliva ničí naše životní prostředí, jsou to zdroje nenávratné a jejich neúměrným využíváním se brzy vyčerpají. Zatímco obnovitelné zdroje energie představují zdroj čistý, nevyčerpatelný a šetrný k přírodě. Vlivem ropné krize v 70. letech 20. století se obnovitelné zdroje dostaly zase do středu zájmu veřejnosti.

Při zpracování této bakalářské práce jsem si mohla doplnit znalosti o problematice obnovitelných zdrojů energie. Efektivní využívání obnovitelných zdrojů energie v určitém území závisí na místních přírodních podmínkách. Kraj Vysočina má z hlediska jeho přírodních podmínek velký potenciál ve využití biomasy jako obnovitelného zdroje energie, především se zde uplatňuje spalování dřevní štěpky a dalších rostlinných produktů lesního a zemědělského původu. Přičemž zemědělství v kraji má dlouholetou tradici a zejména lesnictví zde získalo velký význam.

Využití vodní energie je v kraji omezeno pouze na výstavbu malých vodních elektráren. Ale právě tyto malé vodní elektrárny představují velký energetický potenciál, který by mohl ušetřit mnoho fosilních paliv. Díky tomu jsou významné řeky v kraji z velké části již využity. Potenciál pro větrné elektrárny je v kraji také značně omezen. Jak z práce vyplývá, k výstavbě větrníků je potřebná určitá rychlost proudění větru. Vysočina svým zvláště členitým terénem a četným zalesněním poskytuje jen málo míst pro výstavbu větrných elektráren. Vhodné oblasti se nacházejí v chráněné krajinné oblasti, kde je výstavba větrníků zcela vyloučená. Solární elektrárna se v kraji využívají na střechách rodinných domů a podniků. Větší solární elektrárna se nachází pouze v okrese Žďár nad Sázavou.

Obnovitelné zdroje jsou vhodnou alternativou ve výrobě energie, avšak i zde najdeme řadu negativních stránek. Přesto by mohly do budoucna z velké části nahradit využívání fosilních zdrojů.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

7.1 Literární zdroje

- [1] BACHER, Pierre. *Energie pro 21. století*. Praha: Krigl, 2003. ISBN 80-902403-7-2.
- [2] BENDA, Vítězslav. *Obnovitelné zdroje energie*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2012. ISBN 978-80-86726-48-9.
- [3] CETKOVSKÝ, Stanislav, Bohumil FRANTÁL a Josef ŠTEKL. *Větrná energie v České republice: hodnocení prostorových vztahů, environmentálních aspektů a socioekonomických souvislostí*. 1. vyd. Brno: Ústav geoniky Akademie věd ČR, 2010. Studia geographica. ISBN 978-80-86407-84-5.
- [4] HOLATA, Miroslav, GABRIEL, Pavel (ed.). *Malé vodní elektrárny: projektování a provoz*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0828-4.
- [5] MAREČEK, Jan. *Environmentální techniky - obnovitelné zdroje energie z biomasy: odborný kurz*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013. ISBN 978-80-7375-887-5.
- [6] MURTINGER, Karel, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. 2008. *Fotovoltaika: elektřina ze slunce*. 2. Vyd. Praha: EkoWATT. 2008. ISBN 978-80-7366-133-5.
- [7] PERGLER, Jan. *Kraj Vysočina. Průvodce po české republice*. Vyd. 1. Praha: Kartografie Praha, 2004. ISBN 80-7011-735-4.
- [8] POHL, Milan. *Vysočina*. Vyd. 1. Žďár nad Sázavou: Informační a metodické centrum, 1996.
- [9] QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

[10] VAISHAR, Antonín a Milada ŠŤASTNÁ. *Jihomoravský venkov jako prostor pro výrobu energie z obnovitelných zdrojů*. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-112-3.

7.2 Internetové zdroje

[11] BECHNÍK, Bronislav. *Stručná historie fotovoltaiiky* [online]. 2014 [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <<http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaiika/11652-strucna-historie-fotovoltaiiky>>

[12] BUKÁČEK, Miloš. *Zemědělství kraje Vysočina* [online]. 2011 [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <<http://gynome.nmm.cz/gisvysociny/index.php?ln=cz&id=9&cat=c&typ=menu>>

[13] BURKET, Daneš. *EKOLOGIE: Větrné elektrárny v české kotlině* [online]. 2006 [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://neviditelnypes.lidovky.cz/ekologie-vetrne-elektrarny-v-ceske-kotline-fko-/p_veda.aspx?c=A060212_123346_p_veda_wag>

[14] CALLA – sdružení pro záchranu prostředí. *Větrné elektrárny a životní prostředí* [online]. 2009a [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: <<http://www.calla.cz/data/energetika/ostatni/VitraZP.pdf>>

[15] CALLA – sdružení pro záchranu prostředí. *Malé vodní elektrárny a životní prostředí* [online]. 2009b [cit. 2016-04-04]. Dostupné z: <<http://www.calla.cz/data/energetika/ostatni/VodaaZP.pdf>>

[16] CENIA. *Stav životního prostředí v jednotlivých krajích České republiky. Kraj Vysočina* [online]. 2006 [cit. 2016-03-04]. Dostupný z: <[http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/CENMSFNFVFN5/\\$FILE/vysocina_06_final_eb%5B1%5D.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/CENMSFNFVFN5/$FILE/vysocina_06_final_eb%5B1%5D.pdf)>

- [17] CIHLÁŘ. *Vysočina zažívá rozmach bioplynových stanic* [online]. 2011 [cit. 2016-04-19]. Dostupný z: <<http://www.denik.cz/ekonomika/vysocina-zaziva-rozmach-bioply20110217.html>>
- [18] ČEZ. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice* [online]. 2007 [cit. 2016-03-04]. Dostupný z: <<https://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/oze-cr-all-17-01-obalka-in.pdf>>
- [19] ČEZ. *Obnovitelné zdroje energie a skupina ČEZ* [online]. 2012 [cit. 2016-04-02]. Dostupný z: <<https://www.cez.cz/edee/content/file/pro-media-2012/03-brezen/obnovitelne-zdroje-energie-a-skupina-cez.pdf>>
- [20] JAKUBEŠ, Jaroslav a Josef PIKÁREK. *Obnovitelné zdroje energie*. In: Příručka [online]. Enviros, 2006 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <<http://www.komora.cz/DownloadHandler.aspx?method=GetFileDownload&fileID=1486&DontParse=true>>
- [21] KMENTOVÁ, Andrea. *Využití vybraných obnovitelných zdrojů energie v regionech České republiky: Diplomová práce* [online]. Brno. Masarykova univerzita v Brně, Ekonomicko-správní fakulta, 2011 [cit. 2016-04-20]. Vedoucí diplomové práce Doc. RNDr. Milan Víturka, CSc. Dostupný z: <is.muni.cz/th/207041/esf_m/Diplomova_prace_finalni_verze.doc>
- [22] KRÝCHA, Marek. *Hodnocení vlivu fotovoltaických elektráren na životní prostředí: Bakalářská práce* [online]. České Budějovice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2012 [cit. 2016-04-14]. Vedoucí bakalářské práce Dr. Ing. Lubomír Bodlák. Dostupný z: <http://theses.cz/id/kclrcs/Krycha_BP_kompletni.pdf>

[23] MITHOFER, Martin. *Pavlov: Větrné elektrárny nehlučí!* [online]. 2008 [cit. 2016-04-19]. Dostupný z: <<http://www.blesk.cz/clanek/zpravy-udalosti-zajimavosti/96646/pavlov-vetrne-elektrarny-nehlucci.html>>

[24] ONDRÁŠEK, Petr. *Obnovitelné zdroje elektrické energie : Bakalářská práce* [online]. Brno. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, 2014 [cit. 2016-03-04]. Vedoucí bakalářské práce Dr. Ing. Kukla Radovan. Dostupný z: <http://is.mendelu.cz/zp/portal_zp.pl?prehled=vyhledavani;podrobnosti=56704;zp=40861;download_prace=1>

[25] REZNIČENKOVÁ, Irena. *Produkční schopnost zemědělské půdy v kraji Vysočina – možnosti dotací: Diplomová práce* [online]. Brno. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, 2010 [cit. 2016-04-12]. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Jan Křen, CSc. Dostupný z: <http://is.mendelu.cz/zp/portal_zp.pl?prehled=vyhledavani;podrobnosti=22437;download_prace=1>

[26] SLÁČALA, Petr. *Environmentální aspekty vodních elektráren v České republice: Bakalářská práce* [online]. Olomouc. Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta, 2015 [cit. 2016-04-20]. Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Monika Morris, PhD. Dostupný z: <https://theses.cz/id/odzo35/Bakalsk_prce_Petr_Slala_2015.pdf>

[27] VOBOŘIL, David. *Fotovoltaická elektrárna – princip funkce a součásti* [online]. 2015 [cit. 2016-04-16]. Dostupný z: <<http://oenergetice.cz/technologie/obnovitelne-zdroje-energie/fotovoltaicka-elektrarna-princip-funkce-a-soucasti/>>

[28] WWW 1, 2008. *Technologie bioplynových stanic* [online]. 2008 [cit. 2016-04-19]. Dostupný z: <<http://www.bioplynovestanice.cz/technologie-bps/>>

[29] WWW 2, 2009. *Proč fotovoltaické elektrárny?* [online]. 2009 [cit. 2016-04-18]. Dostupný z: <<http://www.zlutaenergie.cz/proc-fotovoltaicke-elektrany>>

[30] WWW 3, 2010. Dalešická přehrada. *Vodní elektrárna Dalešice* [online]. 2010 [cit. 2016-04-18]. Dostupný z: <<http://www.dalesickaprehrada.cz/vodni-elektrarna-dalesice/>>

[31] WWW 4, 2010. . Dalešická přehrada. *Vodní elektrárna Mohelno* [online]. 2010 [cit. 2016-04-18]. Dostupný z: <<http://www.dalesickaprehrada.cz/vodni-elektrarna-mohelno/>>

Seznam tabulek

Tab. č. 1: Přehled větrných elektráren v kraji Vysočina

Tab. č. 2: Přehled vodních elektráren v kraji Vysočina

Tab. č. 3: Základní údaje o přečerpávací vodní elektrárně Dalešice

Tab. č. 4: Technická data elektrárny Mohelno

Tab. č. 5: Technická data V90-2,0 MW

Tab. č. 6: Technická data V52-850 kW

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Přečerpávací vodní elektrárna Dalešice

Obrázek č. 2: pohled na hráz vodní elektrárny

Obrázek č. 3: Vodní elektrárna Mohelno

Obrázek č. 4: Větrná elektrárna Pavlov

Obrázek č. 5: obec Pavlov