

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Technická
fakulta**

ZDROJE ENERGIE V RODINNÝCH DOMECH

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Jan Sedláček, Ph.D.

Autor práce: Lucie Brožová

Praha 2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lucie Brožová

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Zdroje energie v rodinných domech

Název anglicky

The energy sources in the family houses

Cíle práce

Z dostupné literatury popsat fyzikální principy zdrojů energie v rodinných domech. Charakterizovat jednotlivé druhy zdrojů energie, porovnat jejich výhody a nevýhody a ekonomicky zhodnotit.

Metodika

Na základě studia dostupných materiálů vypracovat bakalářskou práci dle předložené osnovy. Předpokládá se rešeršní práce bez vlastních experimentů.

Doporučený rozsah práce

25 – 30 stran

Klíčová slova

Zdroje energie, fyzikální principy, druhy zdrojů, charakteristika zdrojů, náklady, přínosy.

Doporučené zdroje informací

HALLIDAY, D. – RESNICK, R. – WALKER, J. – VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, – OBDRŽÁLEK, J. *Fyzika : vysokoškolská učebnice obecné fyziky*. Brno: Vutium, 2000. ISBN 80-214-1869-9.

HALPERN, A.: 3000 Solved Problems in Physics. McGraw-Hill, New York, 1988, 751 pp. ISBN 0-07-025734-5

JARDINE, J.: Physics through Applications. Oxford University Press, Oxford, 1991, 247 pp. ISBN 0-19-914280-7

KOŠTÁL, K. – MECHLOVÁ, E. *Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz*. Praha: Prometheus, 1999. ISBN 80-7196-151-5.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – TF

Vedoucí práce

RNDr. Jan Sedláček, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra fyziky

Elektronicky schváleno dne 20. 12. 2017

prof. Ing. Martin Libra, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2018

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2019

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Zdroje energie v rodinných domech“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědoma, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědoma že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala RNDr. Janu Sedláčkovi, Ph.D. za vstřícnost, cenné rady a věcné připomínky, které mi poskytl při zpracování této bakalářské práce.

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na zdroje energie v rodinných domech. Cílem práce bylo provést rešerši v oblasti fyzikálních principů zdrojů energie a vyhodnotit jejich klady a zápory.

Práce je rozdělena do několika částí. V první části jsou vysvětleny základní pojmy spojené s daným problémem a lehce přiblížené téma obnovitelných a neobnovitelných zdrojů. V další části jsou vybrané zdroje energie detailně popsány a zhodnoceny. V závěru práce je finanční zhodnocení probraných zdrojů energie.

Na základě prostudované literatury a finančního zhodnocení se jako nejpříjemnější zdroj jeví fotovoltaická elektrárna. A to hlavně díky poměrně levné počáteční investici, která lze regulovat počtem instalovaných fotovoltaických panelů. Zároveň je velice vhodná díky podmínkám, které nabízí Česká republika.

Klíčová slova

Zdroje energie; fyzikální principy; druhy zdrojů; charakteristika zdrojů; náklady; přínosy.

The energy sources in the family houses

Summary

The bachelor thesis is focused on the energy sources in the family houses. The purpose of this work was to do a literature search on the physical principle of energy sources and to evaluate their pros and cons.

The work is divided into several parts. In the first part there are briefly defined basic terms associated with the problem and slightly closer topic of renewable and non-renewable sources. In the next part there are detail description of chosen sources and their evaluation. In conclusion of this work there is an economic evaluation of the chosen energy sources.

Based on studied literature and financial appreciation, the photovoltaic power plant appears to be the most acceptable source due to the relatively cheap initial costs that can be regulated by the number of photovoltaic panels installed. At the same time, it is very suitable for the conditions offered by the Czech Republic.

Key words

Energy sources; physical principle; types of sources; characteristic of sources; costs; benefits.

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Cíl práce.....	2
3.	Metodika práce	2
4.	Energie.....	3
5.	Zdroje energie.....	5
5.1	Neobnovitelné zdroje	5
5.1.1	Fosilní paliva	5
5.1.2	Jaderné palivo	6
5.2	Obnovitelné zdroje.....	6
5.2.1	Větrná energie.....	6
5.2.2	Sluneční energie	6
5.2.3	Vodní energie	7
5.2.4	Geotermální energie	7
5.2.5	Biomasa	8
6.	Fosilní paliva	9
6.1	Vznik fosilních paliv.....	9
6.2	Rozmístění fosilních paliv	9
6.3	Uhlí	10
6.3.1	Uhelné elektrárny	11
6.3.2	Využití v domácnostech	12
6.3.3	Výhody a nevýhody využití uhlí	13
7.	Větrná energie.....	14
7.1	Vítr jako energetický zdroj	14
7.2	Princip větrných elektráren	14
7.2.1	Horizontální turbíny	14
7.2.2	Vertikální osa rotace	15
7.3	Využití v rodinných domech.....	16
7.4	Umístění větrných elektráren.....	17
7.5	Výhody a nevýhody větrných elektráren	17
8.	Sluneční energie	19
8.1	Vznik sluneční energie.....	19
8.2	Princip funkce fotovoltaického článku	20

8.3	Nepřímá přeměna.....	20
8.4	Využití sluneční energie v rodinných domech	20
8.4.1	Ostrovní fotovoltaický systém.....	21
8.4.2	Mikrozdroj.....	21
8.4.3	Výroba elektřiny pro vlastní spotřebu	22
8.5	Výhody a nevýhody sluneční energie	22
9.	Vodní energie	24
9.1	Vodní elektrárny	24
9.1.1	Princip vodní elektrárny	25
9.1.2	Malé vodní elektrárny.....	25
9.2	Vodní elektrárny v České republice.....	26
9.3	Výhody a nevýhody vodních elektráren	27
10.	Finanční zhodnocení zdrojů	28
11.	Závěr.....	30
12.	Seznam použitých zdrojů.....	31
13.	Seznam obrázků.....	33
14.	Seznam příloh.....	34
	Přílohy	35

1. Úvod

Předmětem bakalářské práce jsou zdroje energie v rodinných domech. Na dané téma se dá pohlížet z několika možných pohledů. Ve své bakalářské práci bych se ráda více zaměřila na vysvětlení principu elektráren, které mohou do domu elektřinu dodávat a zároveň popsat možnosti domácí výroby a spotřeby dané energie.

Toto téma je již po několik let velice aktuální, jelikož se neustále hledají nové alternativy, které by nahradily neekologické zdroje energie. Zdroje energie můžeme rozdělit do dvou základních skupin na obnovitelné a neobnovitelné. V dnešní době se v domácnostech více využívají neobnovitelné zdroje, které však nejsou nekonečné a musí se za ně hledat alternativy, a to právě v podobě obnovitelných zdrojů. V České republice byl v roce 2017 podíl obnovitelných zdrojů na výrobě elektrické energie podle Eurostatu 13%.

Již podle názvu je patrné, v čem se dané zdroje energie liší. I přes fakt, že i neobnovitelné zdroje se mohou časem obnovit, řadí se mezi neobnovitelné, jelikož jejich obnova trvá řádově několik milionu let. Kdežto obnovitelné zdroje můžeme obnovovat a jsou nevyčerpatelné.

V bakalářské práci bych ráda zhodnotila různé typy zdrojů energie a zjistila, které zdroje jsou pro rodinný dům vhodnější a které méně.

Ve své práci se tedy chci zaměřit jak na neobnovitelné tak na obnovitelné zdroje energie, které jsou budoucností v energetice. Nejprve bych ráda upřesnila, co si pod pojmem energie vůbec můžeme představit a jaké druhy energií máme. Dále bych chtěla čtenářům přiblížit typy neobnovitelných a obnovitelných zdrojů a krátce je charakterizovat. V dalších kapitolách se budu detailněji zabývat vybranými zdroji energie a popíšu jejich principy. Na konci vždy zhodnotím daný energetický zdroj a napíšu jeho výhody a nevýhody. Na konci bakalářské práce finančně zhodnotím vybrané zdroje energie.

Toto téma jsem si vybrala, jelikož je důležité si uvědomit, jak probíhají procesy při výrobě energie a jaké možnosti máme, pokud chceme snižovat procento emisí, které fosilní paliva při svém spalování vypouští do ovzduší.

2. Cíl práce

Cílem práce bylo popsat fyzikální principy zdrojů energie v rodinných domech, charakterizovat jednotlivé druhy zdrojů energie, porovnat jejich výhody a nevýhody a ekonomicky zhodnotit.

3. Metodika práce

Na základě studia dostupných materiálů byla napsána rešeršní bakalářská práce bez vlastních experimentů.

4. Energie

Energie je veličina, která popisuje schopnost hmoty konat práci. Z toho vyplývá, že těleso, nebo pole, které nemá energii, není schopné konat práci. Energie je pouze jedna, ale projevuje se v různých formách, které mají různé využití. Zákon zachování energie tvrdí, že energii nelze vytvořit ani zničit, ale jedinečně změnit na jiný druh energie. Z fyzikálního hlediska lze energii rozdělit následovně:

- Mechanická energie – energie vyjadřující schopnost tělesa vykonávat mechanickou práci (působit silou na jiné těleso a posouvat ho po určité dráze). Dělí se na energii kinetickou a potenciální. Prakticky se projevuje vždy, když se těleso pohybuje, případně může odněkud spadnout.
- Elektrická energie – projevuje se pohybem elektronů dané látky. Jedná se o schopnost elektromagnetického pole konat práci.
- Magnetická energie – jedná se o působení kovového materiálu a magnetického pole. Jedná se o silové pole vznikající pohybem elektrických nábojů.
- Energie záření – energie, kterou do okolí vyzařuje zdroj záření.
- Energie pole – projevuje se změnami elektrického, elektromagnetického nebo gravitačního pole.
- Vnitřní energie – jedná se o celkový obsah energie daného tělesa při definovaných podmínkách. [1, 4]

Nositelem energie může být částice, těleso, nebo i pole.

Jednotkou energie podle mezinárodní soustavy SI je joul, který odpovídá energii vynaložené ke zvednutí 1 kg tělesa do výšky 10 cm, jelikož se jedná o velice malou veličinu, většinou se používají její násobky (kJ, MJ, apod.). Pro vyjádření energie se však používají také jiné jednotky jako například „elektronvolt“, kde $1\text{eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}\text{ J}$. Pro stanovení spotřebované energie v rodinných domech se nejčastěji používá watt. Působením výkonu jednoho Wattu po dobu jedné vteřiny dostaneme energii jednoho Joule (= Wattsekunda). V rodinných domech potom konkrétněji používaná „watt hodina“ (Wh), případně „kilowatt hodina“ (kWh), kdy platí převod $1\text{ kWh} = 3,6\text{ MJ}$. Je potřeba upozornit na spojitost mezi vytvořenou energií a výkonem. Pokud známe hodnotu vyprodukované energie za hodinu v kWh, její číselná hodnota souhlasí s výkonem zařízení v kW. [1,4]

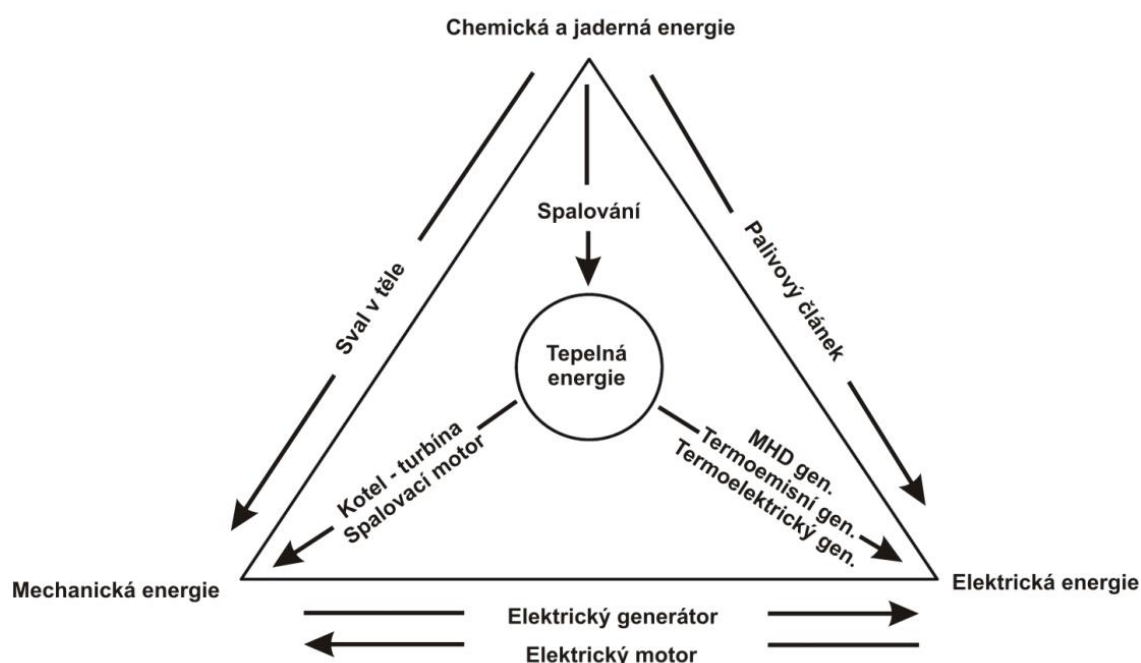
Pro člověka je velice užitečná přeměna jedné formy energie v druhou. V některých případech je velice složité zužitkovat přímo energii, kterou máme k dispozici. Obvykle

energii zušlechťujeme podle požadavků využití. Základní přeměny, ke kterým nejčastěji dochází, jsou znázorněny na obrázku 1.

V energetice dochází nejčastěji k přeměně chemické energie na energii elektrickou.

„Chemická energie paliva (uhlí, zemní plyn atd.) se při jeho spalování v parním kotli přeměňuje na teplo, které se při ohřevu vody, vypařování vody a přehřívání páry transformuje na entalpii páry. Nositel tepla v tomto procesu jsou spaliny, které odevzdávají tepelnou energii v parním kotli vodě. Voda se tak stává při zvýšení teploty novým nositelem tepelné energie. Entalpie páry se v turbíně mění na energii mechanickou, a ta v generátoru na elektrickou energii.“ (Janalík 2012)

Následné využití elektrické energie může být ve formě tepelné energie, světelné energie, atd.



Obrázek 1 Přeměny energie

5. Zdroje energie

Bez zdrojů energie by si současnost těžko mohla představit život. Většina zdrojů je však neobnovitelných a zásoby jsou konečné. Nejčastěji jsou tedy zdroje energie rozděleny podle obnovitelnosti na obnovitelné a neobnovitelné.

Zdroje energie lze rozdělit dle několika kritérií:

- dle obnovitelnosti
- dle místa v procesu přeměny
- dle rozsahu využití

Energetické zdroje, které má lidstvo k dispozici, rozděluje Janalík (2012) takto:

- primární zdroje energie – jedná se o všechny zdroje energie, jejichž původ je v přírodních silách.
- sekundární zdroje energie – energie, která je získávána z primárních zdrojů energie její transformací ve výhodnější formu.

5.1 Neobnovitelné zdroje

Za neobnovitelné zdroje energie označujeme takové zdroje, u nichž předpokládáme jejich vyčerpání v průběhu několika stovek let. Mezi tyto zdroje patří především uhlí, ropa, zemní plyn, rašelina a zdroje jaderné energie. I když se tyto zdroje obnovují, zařazují se do neobnovitelných zdrojů, jelikož například fosilní paliva vznikají přibližně desítky miliónů let.

5.1.1 Fosilní paliva

Za fosilní paliva považujeme nerostné suroviny, které vznikla přeměnou odumřelých rostlinných těl za nedostatku vzduchu. Mezi nejdůležitější zástupce fosilních paliv patří uhlí, zemní plyn a ropa. Lze je rozdělit na pevná, kapalná a tuhá. Do tuhých paliv zařazujeme „klasické“ uhlí, koks a rašelinu. Kapalná paliva zahrnují ropu a ropné produkty. Mezi plynná paliva řadíme především zemní plyn a další plyny, které jsou vyrobeny z tuhých nebo kapalných zdrojů. [1]

Fosilní paliva se nejčastěji využívají jako zdroj energie uvolňované při spalování ve spalovacích motorech a kotlích. Výroba fosilní paliv velice negativně ovlivňuje životní prostředí plynnými emisemi a tuhými emisemi. Zároveň je produkováno velké množství odpadu.

5.1.2 Jaderné palivo

Jedná se o palivo, které se během jaderných reakcí přeměňuje část jaderné energie na teplo. V současnosti je používáno štěpení jader těžkých prvků, jako například uranu. S dobrými vyhlídkami do budoucnosti se však setkává energetické využití termojaderné reakce. Jde o slučování lehkých jader v těžší jádro. Při tomto procesu dochází k uvolnění velkého množství energie, proto vysoké energie, aby byla překonána elektrostatická odpudivost jader. [1]

5.2 Obnovitelné zdroje

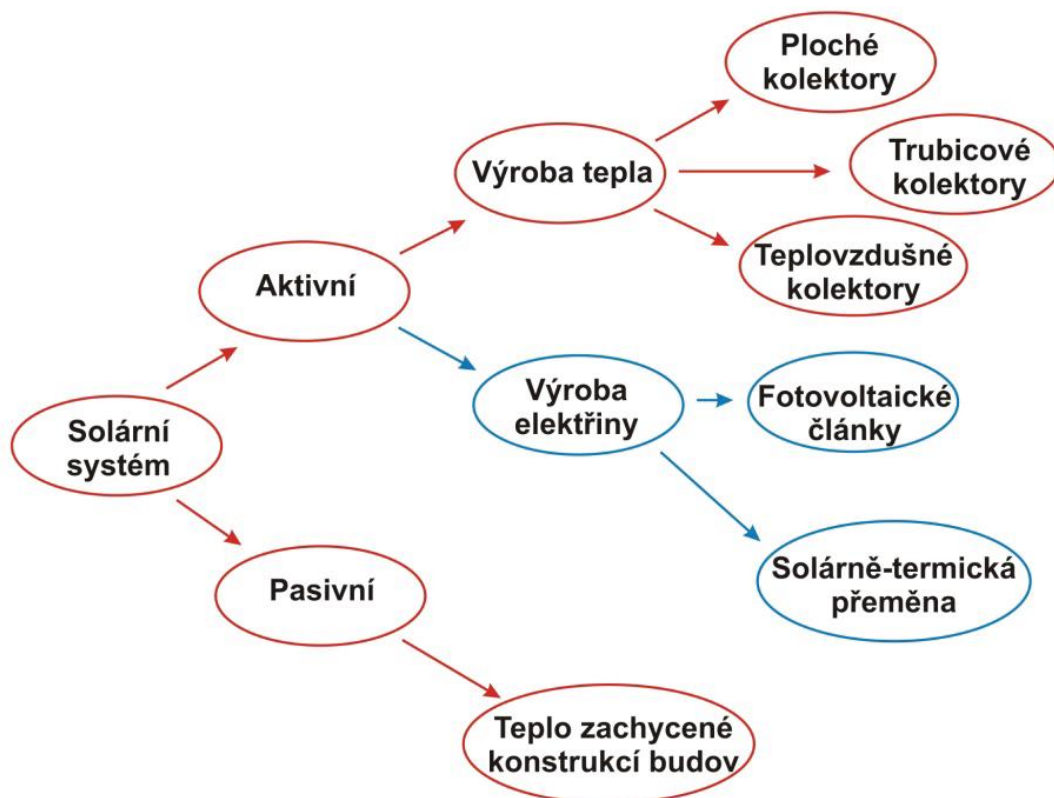
Tyto zdroje energie se nazývají obnovitelné, jelikož mají schopnost se díky sluneční energii a dalším procesům částečně nebo úplně obnovovat a tudíž je můžeme nazvat nevyčerpatelnými. Zároveň mají velice nízký dopad na životní prostředí. Velká část má původ v procesech, které probíhají v jádru Slunce, další souvisejí s geofyzikálními pochody na Zemi. Mezi formy obnovitelné energie patří energii větru, energii slunečního záření, energii vody, geotermální energii, energii biomasy a další.

5.2.1 Větrná energie

Větrná energie je člověkem využívána už po několik století. Společně s vodní energií je jednou z nejstarších a nejrozšířenějších forem obnovitelné energie. Využití energie je založeno na jednoduchém principu. Proudění větru roztáčí lopatky rotoru, které jsou připojeny přes převody na elektrický generátor. Tato energie však není konzistentní. Jak víme, síla i směr větru se neustále mění. Odpůrci větrné energie argumentují narušením vzhledu krajiny a zvýšeným hlukem, který elektrárny vytváří. Jednou z největších výhod větrné energie je jejich bezemisní provoz. [2,4]

5.2.2 Sluneční energie

Sluneční neboli solární energii můžeme využívat na výrobu elektřiny, ohřev vody nebo pro vytápění. Využití solární energie přímo závisí na intenzitě a délce záření. V České republice jde dobře využít solární energii, jelikož celková doba slunečního svitu je od 1 400 do 1 700 hodin za rok. Na sluneční energii jsou napojeny všechny obnovitelné zdroje, kromě energie přílivu a odlivu moře a geotermální energie. Pro využití sluneční energie je potřeba minimální pracovní síla a zároveň nezatěžuje životní prostředí. Využití sluneční energie můžeme rozdělit následovně: [1,20]



Obrázek 2 Rozdělení solárních systémů dle způsobu využití

5.2.3 Vodní energie

Vodní energie je ve světě i v České republice nejvíce využívaným obnovitelným zdrojem. Zároveň se jedná o nejdéle využívaný zdroj. Vodní energii využívá lidstvo už přibližně 2000 let. Tato energie se nejčastěji používá k výrobě elektřiny ve vodních elektrárnách. Ty se dělí podle výkonu na malé (do 10 MW) a velké (nad 10 MW). [30]

5.2.4 Geotermální energie

Slovo geotermální má původ v řečtině, kde „*geos*“ znamená země a „*termos*“ teplo. Geotermální energie tedy využívá teplo z povrchu země, většinou za použití tepelného čerpadla. Ve skutečnosti je zdrojem energie radioaktivní rozpad izotopů v zemském magmatu. Tuto energii můžeme využít jako většinu obnovitelných zdrojů na vytápění nebo k přeměně na energii elektrickou.

Pro výrobu geotermální energie se používají geotermální elektrárny, které se nejčastěji staví na okrajích tektonických desek. Zde totiž dochází k častějším sopečným projevům a tektonické aktivitě. Nevýhodou je však právě nerovnoměrné rozdělení elektráren na základě tektonických desek.

5.2.5 Biomasa

Podle webové stránky oenergetice.cz lze biomasou označit souhrn látek tvořících těla všech organismů, jak rostlin, bakterií, sinic a hub, tak i živočichů. Při vhodné termochemické přeměně můžeme z biomasy získat energii. Ve spojitosti s energetikou se jedná nejčastěji o dřevo, dřevní odpad, slámu a jiné zemědělské zbytky.

6. Fosilní paliva

Mezi nejrozšířenější zdroje energie řadíme bezesporu fosilní paliva. Nynější energetik využívá především ložiska uhlí, ropy a zemního plynu. V celém světě se nyní z uhlí vyrábí přibližně 44% spotřebované energie. Při dané spotřebě by měly zásoby uhlí vydržet na dalších několik stovek let, u zemního plynu se předpokládá spotřeba v průběhu 70 až 90 let a u ropy 40 až 50 let. [1]

6.1 Vznik fosilních paliv

Fosilní paliva vznikla přeměnou odumřelých rostlin a částí těl za nepřístupu vzduchu z doby prvohor a třetihor.

Fosilní paliva můžeme dělit podle Janulíka (2012) do dvou základních skupin:

- Tuhá fosilní paliva
- Živce

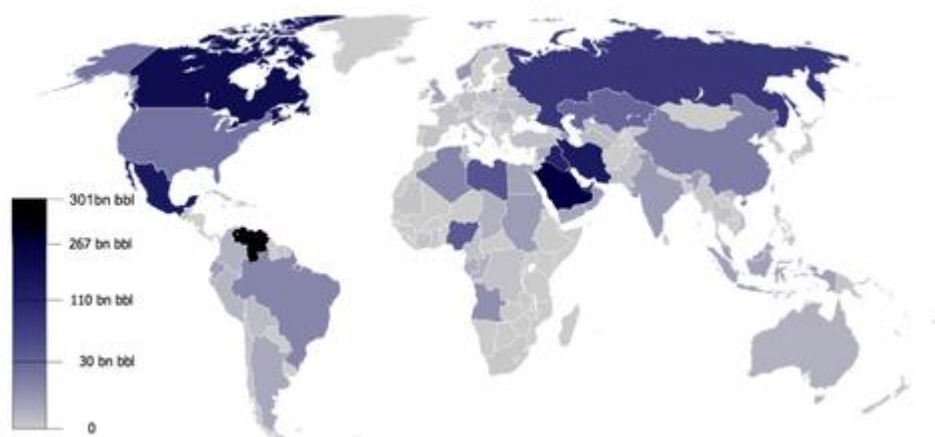
Živec, jinak také bitumen, je velice viskózní organická kapalina černé barvy, která je plně rozpustná v sirouhlíku. Termín živice se velice často používá ve stavebnictví k souhrnnému pojmenování organických pojiv vyrobených z ropy – dehet, asphalt. Živec můžeme následně rozdělit do těchto skupin:

- tuhý (přírodní asphalt)
- Kapalný (ropa)
- Plynný (zemní plyn)

6.2 Rozmístění fosilních paliv

Jak můžeme vidět na obrázku 3, největší zásoby ropy se nachází na Blízkém východě a v Jižní Americe, konkrétněji v šelfových mořích Mexického zálivu. Mezi významné producenty ropy patří také Ruská federace, která předběhla v roce 2016 Saudskou Arábii, když v srpnu 2016 vytěžila 10,34 mbd. Významnou pozici v těžbě ropy zastává Saudská Arábie, Irák nebo Kanada. I v České republice můžeme najít naleziště ropy, převážně v oblasti vídeňské pánve. V posledních letech je počet ropných ložisek v ČR konstantní, avšak těžba každý rok klesá. V současné době se k těžbě ropy využívají ropné vrty. Razící hrot je zpravidla osazen diamanty, nebo ocelovými hroty a koná rotační pohyb. Rychlost kolísá podle

tvrdosti horniny od 30 cm/hod. až po 60 m/hod. [1,5]



Obrázek 3 Rozmístění ropy

Zemní plyn se dělí na dva druhy – naftový a karbonský. Těžbu ropy často provází i těžba naftového zemního plynu. Může se tedy těžit jak na pevnině, tak i na dně oceánu pomocí vrtů. Největší zásoby nalezneme v Ruské federaci. Dle údajů vlastnilo Rusko k 4. 1. 2018 největší zásobu zemního plynu, konkrétně 690,5 miliardy m³. Karbonský zemní plyn se nalézá v uhelných ložiscích. Kvůli bezpečnostním důvodům se odtěžuje při těžbě uhlí. Jak již bylo psáno výše, těžba zemního plynu je v místech, kde se těží také ropa. Stejně je tomu i v České republice. Těžbu zemního plynu bychom tedy mohli na našem území hledat hlavně na jihu Moravy. [1]

Uhlí je po ropě druhou nejvyužívanější energetickou surovinou na světě. Celkově se ve světě za jeden rok spotřebuje asi 7,8 miliardy tun. Největším producentem uhlí je bezesporu Čína, která v roce 2015 vytěžila 3747,5 miliard tun uhlí. Její ověřené zásoby se pohybují kolem 111 miliard tun. V České republice se těží černé uhlí, hnědé uhlí a také lignit, nejmladší druh hnědého uhlí. V České republice se ročně vytěží přibližně 1500 milionu tun černého uhlí a 3000 milionu tun uhlí hnědého. Hlavní ložiska jsou v Ostravsko-karvinském regionu a ve dvou pánvích pod Krušnými horami. [1]

6.3 Uhlí

V následujících kapitolách bych se chtěla věnovat převážně uhlí, jelikož se jedná o nejvyužívanější zdroj energie v rodinných domech z oblasti fosilních paliv. Uhlí se začalo využívat už ve 4. století, rozmach uhlí jako zdroje energie však přišel až koncem 18. století, kdy byl vynalezen parní stroj. Následné využití parních strojů na železnicích, ve strojním a potravinářském průmyslu způsobilo pozvolnou náhradu dřeva jako

zdroje energie za uhlí. Nynější spotřeba uhlí je nejvíce v elektrárnách a teplárnách, kde dochází k přeměně na teplo a energii. [5]

6.3.1 Uhelné elektrárny

V uhelné elektrárně dochází k přeměně tepelné energie na energii mechanickou a z té následně na elektrickou energii.

V uhelných elektrárnách se spalováním uhlí získává tepelná energie, která se předává vodě. Do uhelných elektráren se palivo dopravuje pásovými dopravníky do zásobníku. Uhlíky ze zásobníku odebírají pásové přepravníky, poté padají šikmými svody na dno fluidního kotle. Teplota spalování ve fluidním kotli dosahuje až 900°C. Fluidní kotel je tvořen deskou z ohnivzdorného betonu, ve které je přibližně 3000 trubiček. Ty přivádějí do kotle primární vzduch. Pod dnem kotle je umístěna skříň primárního vzduchu, do které se vhání vzduch o teplotě kolem 200°C. [5]

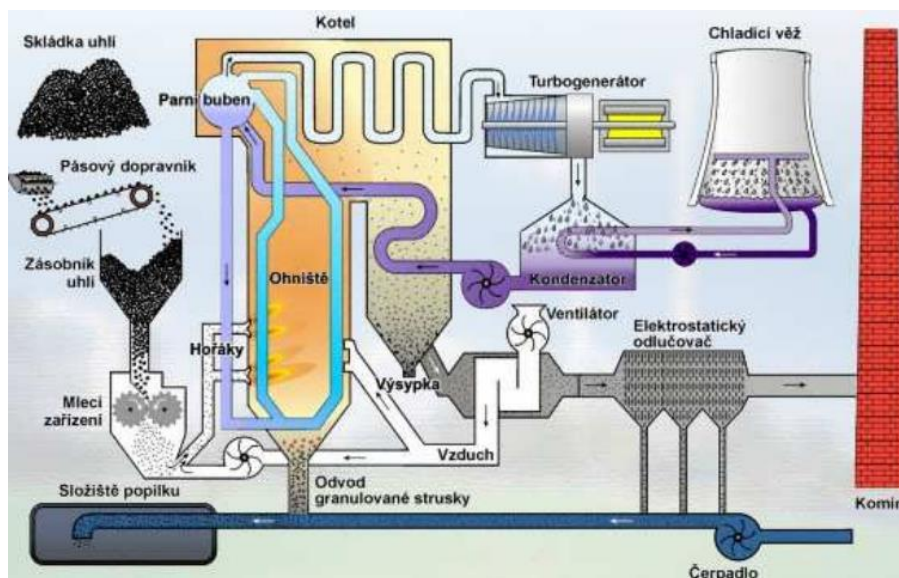
Prouděním vzduchu z trubiček se vrstva uhlí a popela udržuje ve vznosu. K dokonalému spálení paliva je třeba dostatek vzduchu, a proto je do kotle vháněn ještě sekundární vzduch. Při spalování předává uhlí energii vodě v trubkách. Ta se tedy přeměňuje na vodní páru, která je vedena parovodem do turbíny, roztáčí její lopatky a mění svou vnitřní energii na kinetickou energii. Turbína je na stejné hřídeli s elektrickým generátorem, v němž pomocí elektromagnetické indukce vzniká elektrická energie. Následně se přes generátory dostává do elektrické sítě. [5,6]

Pára, která v turbíně vykonává práci, odchází do kondenzátoru, kde se ochlazuje, zkondenzuje zpět na vodu a vrací se zpět do trubek kotle. Kondenzátor prochází přes chladicí věže. V chladicích věžích se rozstříkuje teplá voda a chladí protitahem venkovního vzduchu. Odtah spalin z kotle unáší také nespálené částice paliva do cyklonu, kde se odlučují pevné částice ze spalin. Zde se rotací oddělí nespálené palivo, které pak padá dolů a vrací se zpět do topeniště. [5]

Spaliny z cyklonu vstupují do dodatkových ploch kotle, kde odevzdávají své teplo, které slouží k přehřívání páry a ohřevu napájení vody a vzduchu pro spalování. Tím se kouřové plyny ochladí a vstupují do elektro odlučovače, který má účinnost přibližně 99%. Tady se oddělují pevné částice od kouřových plynů. Stlačený vzduch žene odloučený popílek do sil, kde bude uskladněn k dalšímu použití. Na konci spalovacího traktu jsou sací ventilátory, které odsávají vyčištěné spaliny z kotle a vání je do komína.

Mezi hlavní nevýhody uhelné elektrárny řadíme produkci velkého objemu škodlivých emisí, například oxidu siřičitého či oxidů dusíku. Další velkou nevýhodou je poškození

přírody při těžbě uhlí a vzniku velkého množství odpadů. Oproti tomu je však výroba v uhelných elektrárnách stabilizujícím faktorem ekonomiky většiny zemí, jelikož se ve většině států nacházejí naleziště uhlí, které je možno pro výrobu energie použít. [5]



Obrázek 4 Princip uhelných elektráren

6.3.2 Využití v domácnostech

Ročně se v České republice prodá přibližně 40 tisíc kotlu na pevná paliva, z čehož uhlí představuje většinu. V domácnostech se nejčastěji používá zplyňovací kotel na uhlí, který uhlí zplyňuje. Jedná se o jeden z nejčistších způsobů jak chemickou energii, která je vázána v uhlí přeměnit na teplo. Zplyňovací kotel je tvořen dvěma komorami a vyroben z ocelových plechů o tloušťce 3 – 6 mm. [3]

Zplyňovací kotle jsou konstruovány tak, aby v nich při hoření paliva vznikala pyrolytická reakce, při které se všechny spalitelné složky paliva zplyňují. Zplyňování spočívá v tepelném rozkladu organických a anorganických látek probíhající v zásobníku kotle. Vše začíná spalováním paliva a jeho vysoušením, při kterém se uvolňuje plyn. Plyn je následně hnán k trysce a smíchán se sekundárním vzduchem, který je dopředu zahříván. Ve spalovacím prostoru se tedy tvoří směs plynů. Horké spaliny se odvádějí přes trubkový výměník do kotle. Tímto spalováním je možno dosáhnout účinnost přes 90%, což ovšem záleží také na vlhkosti uhlí. K nejefektivnějšímu spalování dochází při vlhkosti mezi 15 – 20 %. [3]

6.3.3 Výhody a nevýhody využití uhlí

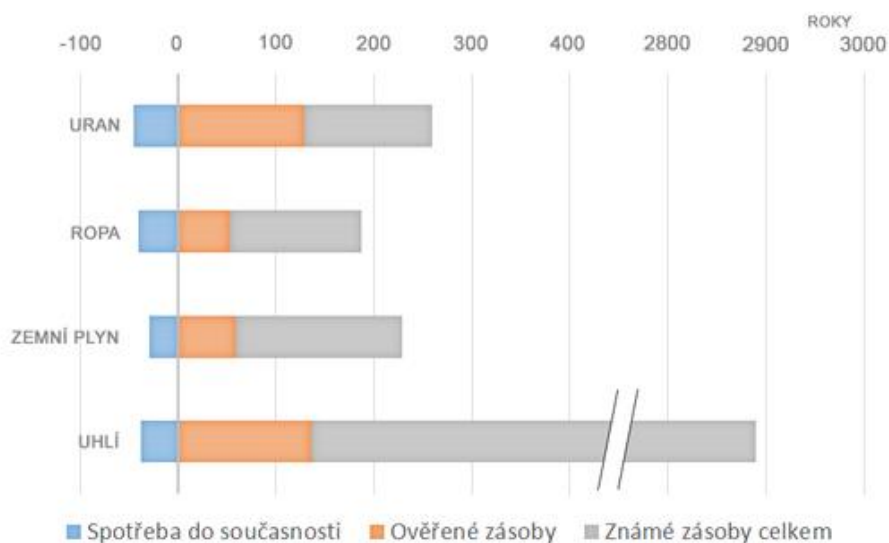
Ráda bych nyní zhodnotila celkové klady a zápory využití uhlí jako zdroj energie v rodinných domech.

Nejprve bych začala klady. I když se jedná o neobnovitelný zdroj, ve světě jsou ještě velké zásoby. Ze všech fosilních paliv se nejvíce v přírodě objevuje právě uhlí. V Česku se nalézá přibližně 1 500 milionů tun černého uhlí a 3 000 milionů tun uhlí hnědého. Na obrázku č. 3, který vydala Mezinárodní energetická společnost „Energy Outlook 2014“, je vidět, jaká část fosilních paliv byla využita a jaká nám zbývá z dosud známých ložisek. Číslovkou 0 je na grafu znázorněn rok 2018. Podle zmíněné agentury by mělo uhlí při nynější spotřebě vydržet ještě přibližně 2900 let. [7,8]

Další výhodou jsou provozní náklady, pokud zahrneme vysoké dotace, které poskytuje Česká republika od roku 2012. Když budeme počítat náklady na běžný rodinný dům o velikosti 200 m² a tepelné ztrátě 15 kW, vyjdou nám celkové náklady na přibližně 15 000 korun ročně. [7,9]

Hlavní nevýhodou uhlí je, že se jedná o neobnovitelný zdroj energie. Trvá tedy miliony let, než uhlí vznikne.

Při spalování uhlí dochází k uvolňování škodlivých látek, jako například oxidu uhličitého, oxidu siřičitého a mnoha dalších, kteří jsou hlavními zdroji emisí skleníkových plynů. Zároveň se jedná o silné karcinogeny a zvyšuje se koncentrace ozonu, sulfátů a nitrátů v ovzduší. Ekologové také tvrdí, že spalování uhlí přispívá ke kyselým dešťům. [7,8]



Obrázek 5 Životnost zásob fosilních paliv

7. Větrná energie

Větrná energie je člověku známa již odnepaměti. První zmínky o větrném motoru s vodorovnou osou jsou ze 3. století př.n.l. z Egypta. V Evropě se větrné mlýny poprvé objevily ve 13. století. Velký rozmach zaznamenalo ve 14. století Holandsko, které se dostalo na první místo využívání větrné energie. V té době se větrná energie používala převážně na mletí obilí, čerpání vody nebo zpracování dřeva. První aplikace, která přeměňovala větrnou energii na energii elektrickou, byla zrealizována Poul la Courem na počátku 19. století. Vítr je proudění vzduchu v atmosféře, které je vyvoláno rotací Země a nerovnoměrnými tlaky vzduchu, které jsou způsobeny nestejným rozdělením slunečního tepla. Vyrovnáním tlakových rozdílů vzniká vír, který vždy vane od tlakové výše k tlakové níži. [4,10]

7.1 Vítr jako energetický zdroj

Větrná energie patří mezi jednu z nejčastěji používaných energií z obnovitelných zdrojů, i když je lehce nekonzistentní. Energie větru je velice přerušovaná jelikož se směr i síla proudění neustále mění. Nejdůležitějším faktorem z hlediska využívání větru jako zdroje energie je síla větru, která je měřena podle Beaufortovy stupnice. Rychlost větru se s rostoucí výškou nad zemským povrchem zvyšuje, protože poblíž zemského povrchu je ovlivňován třením a zpomalován. [4]

7.2 Princip větrných elektráren

Větrná elektrárna přeměňuje kinetickou energii větru na elektrickou energii. V dnešní době se větrné elektrárny dělí podle osy otáčení rotoru na vertikální a horizontální a také podle druhu větrných turbín na odporové a vztlakové.

Větrná turbína převádí sílu proudícího vzduchu na energii mechanickou, která se pomocí rotoru stává elektrickou energií. Listy rotoru mají speciálně tvarovaný profil a pracují na principu buď vztlakové, nebo odporové síly. [11,12]

7.2.1 Horizontální turbíny

Jedná se o nejrozšířenější turbíny, které pracují na vztlakovém principu. Musí vždy směřovat protisměru větru. Vítr obtéká lopatky s profilem podobným letecké vrtuli. Při stejném průměru rotoru v zásadě platí přímá úměrnost mezi počtem lopatek a frekvencí otáčení. Nejčastěji tyto elektrárny mají tři lopatky, ale používají se i rotory s jednou lopatkou. Jejich výhodou je, že u nich nedochází k nežádoucímu rozkmitání velkých větrných generátorů. Při otáčení listu je rozdíl v rychlosti větru v horní a spodní části krutu, který

opisuje dvoulistá vrtule. Ty mohou dosahovat až 2,8 m/s. Na každou polovinu pak působí jiné síly, které turbínu rozkmitají. Jednolistou vrtuli lze navíc dokonale vyvážit protizávažím. [12,13]

7.2.2 Vertikální osa rotace

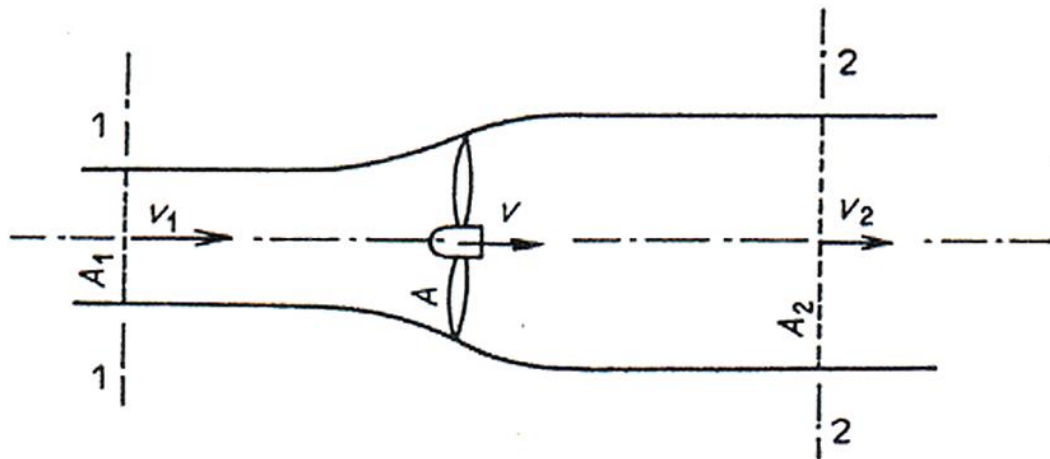
Elektrárny se svislou osou otáčení nejsou moc rozšířené, jelikož u nich dochází k mnohem vyššímu dynamickému namáhání snižující jejich životnost. U turbín s vertikálně uloženým rotorem nenastávají problémy s odstavením rotoru při velké rychlosti větru. Vertikální turbíny mají dva typy - Darrierova turbína a Savoniova turbína. Darrierova turbína pracuje na vztlakovém principu a vyznačuje se vejcovitým tvarem rotoru. Její účinnost dosahuje 35-38%, což je nejvyšší účinnost mezi vertikálními turbínami, zároveň však potřebuje vyšší rychlost větru pro start. Darrierova turbína disponuje vyšší stabilitou konstrukce zapříčiněnou tím, že technické zařízení se nachází nízko pod rotorem. Savoniova turbína pracuje na odporovém principu a lopatky mají polokruhovitý tvar. Kvůli nízké účinnosti se používá pouze zřídka, je však velice jednoduchá na sestavení. Modifikací je turbína se šroubovitým tvarem lopatek, která se využívá například na lodích. Mohou pracovat na dvojím principu, vztlakovém nebo odporovém. [12,17]

- **Odporové turbíny**

Jedná se o starší a jednodušší typ turbín. Jejich výkonost dosahuje maximálně 20%, proto jsou v dnešní době málo používané a do budoucnosti se s nimi nepočítá. Využívají různého odporu vůči proudícímu vzduchu a tím i rozdílu sil působících na lopatky. Toho je docíleno buď různým tvarem lopatek, nebo jejich natočením, kdy je plocha lopatek natačena s ohledem na pozici rotoru a směru větru. [12,13,14]

- **Vztlkové turbíny**

Nyní jsou nejpoužívanějším typem a jejich účinnost dosahuje k 60%. Vztlkové motory není třeba natačovat do směru převládajícího větru. Využívá síly, které vznikají na rotorovém listu při obtékání vzduchem, tzv. aerodynamické vztlkové síly. Tato síla vzniká díky speciálně tvarovanému profilu lopatek, podobně jako na křídlech letadla. Princip funkce vychází z rovnice kontinuity. Obecné schéma přeměny kinetické energie na výkon je vidět na obrázku 4. V prostoru omezeném proudovými plochami se nepřenáší hmota ani energie a proto můžeme tento stav popsat rovnicí kontinuity: $v_1 \times A_1 = v \times A = v_2 \times A_2$.



Obrázek 6 Princip funkce vztlakové turbíny

Z obrázku 4 můžeme také odvodit axiální sílu působící na listy větrného motoru, pro tu platí rovnice: $F_a = \rho \times A \times v \times (v_1 - v_2)$ [4]

7.3 Využití v rodinných domech

Podle výkonu lze rozdělit větrné elektrárny na malé (do 60 kW), střední a velké. Výkony malých elektráren slouží především k využití přímo v místě instalace elektrárny, tudíž bez zapojení do veřejné sítě. Podkategorií malých větrných elektráren mohou být mikro zdroje, tedy elektrárny s kapacitou do 3 kW a průměrem vrtule 3 m. Tyto elektrárny jsou vhodné pro napájení domácích elektrospotřebičů. Pro vytápění či ohřev vody v rodinném domě se nejčastěji využívají malé větrné elektrárny s kapacitou mezi 2,5 až 10 kW. Aby větrné elektrárny pro rodinné domy zachytily více větru, mají více lopatek. Díky více lopatkám mohou zachytit i lehký vánek. Pro instalaci větrné elektrárny, která bude alespoň z části přínosná, je potřeba přibližně 25 000 pouze na samotnou elektrárnu. Profesionální řešení, maximálně spolehlivé a funkční, přijde asi na 75 000 Kč. Domácí větrná elektrárna může vyrobit ročně 1500 až 1800 kWh elektrické energie, což závisí hlavně na tom, v jaké lokalitě a výšce se nachází. [15,16]

Pro výstavbu malé větrné elektrárny je potřeba se řídit zákonem č. 183/2006 Sb.. Dle §79 nejsou malé větrné elektrárny stavby, které potřebují rozhodnutí o umístění stavby. Týkají se jich pouze územní řízení a vyjádření stavebního úřadu o vydání stavebního povolení. Pro vydání stavebního povolení si může úřad vyžádat posudky o hlučnosti a dalších parametrech spojených s provozem větrné elektrárny. Na získání elektřiny z energie větru není poskytována žádná dotace. Jelikož domácí větrné elektrárny nedosahují 15 metrů, není nutné vyjádření Úřadu pro civilní letectví. [15,17]

7.4 Umístění větrných elektráren

Větrné elektrárny se musí umísťovat hlavně do míst, kde fouká vítr. V České republice najdeme nejvíce větrných elektráren ve výšce 500 m n. m. a výše, protože zde bývá dostatečná síla větru. Požadovaná průměrná roční rychlost větru pro výstavbu elektrárny je minimálně 6 m/s. Ideální rychlost větru je však nad 10 m/s. Pokud však bude rychlost větru příliš velká, je nutno rotory brzdit či zastavovat, aby nedošlo k poškození vnitřních součástí elektrárny. Vhodné lokality v České republice jsou v horských pohraničních pásmech Krušných hor a Jeseníků. Celkově je v České republice 192 větrných elektráren s výkonem nad 100 kW. Nevhodné lokality pro výstavbu větrných elektráren jsou zvláště chráněná území, přírodní parky či registrované významné krajinné prvky.

Větrné elektrárny bývají stavěny vedle sebe po více kusech a tvoří takzvané větrné farmy. Celkově může být větrná farma tvořena několika desítkami až stovkami turbín, které mohou vyprodukovat výkon přibližně stejně velký jako velká tepelná elektrárna. Výstavba větrných farem bývá často diskutovaným tématem, jelikož se kritizuje narušení krajinného rázu, jelikož se jedná o vysokou stavbu, která může zakrývat část výhledů a celkově hyzdí krajinu. Velké větrné elektrárny jsou dobře viditelné ještě ze vzdálenosti 10 km. [11]

7.5 Výhody a nevýhody větrných elektráren

Hlavní výhodou větrných elektráren je bezesporu to, že se jedná o obnovitelný zdroj energie, protože vítr zde vždy byl a také vždy bude.

Zároveň se jedná o velice ekologický zdroj energie. Větrná elektrárna po sobě nezanechává zplodiny, ani nebezpečné vyhořelé palivo, odpadem je pouze samotná konstrukce větrné elektrárny po konci své životnosti.

Odpůrci větrné elektrárny argumentují, že větrná elektrárna znehodnocuje a narušuje krajinný ráz. Přitom se nejedná pouze o narušení horizontu, ale také o ukotvení stožáru, který musí být zabudován do mohutné betonové desky. Větrné elektrárny také svými rotory zahubí mnoho ptáků a netopýrů, kteří hynou po srážkách s listy rotorů.

Další nevýhodou je vysoká hlučnost elektráren. Při provozu elektrárny vznikají dva typy hluku. První je způsoben strojovnou zařízením a nazývá se mechanický. Druhým hlukem je aerodynamický vznikající obtékáním vzduchu kolem listů rotoru a při procházení listů kolem stožáru. Hlavní problém tohoto zvuku je jeho pravidelnost. Ta může špatně působit na psychiku obyvatel blízkých měst.

Další problém spojený s hlukem je široký rozsah frekvence. Příznivci větrných elektráren argumentují tím, že po kolaudaci je nutné zařídit měření hluku, které musí splňovat

hygienické podmínky. Problémem jsou však infrazvuky, které jsou pro lidské ucho neslyšitelné, ale mají také vliv na lidskou psychiku. Infrazvuky však nepůsobí pouze na obyvatele žijící v okolí, ale také na zvířata. Zvířata může zároveň znepokojovat opakující se světelné efekty, které vytváří rotory elektráren podobě odlesků nebo stínů způsobovaných listy rotorů.

U větrných elektráren je také potřeba zálohovat výkon jiným zdrojem. Důvodem jsou výkyvy v síle větru, protože pokud fouká málo, větrná elektrárna energii nedodává a v případě, že je vítr příliš silný, musí být elektrárna odpojena, aby nedošlo k přetížení sítě a poškození elektrárny. [11]

8. Sluneční energie

Sluneční energie je základním a nezastupitelným činitelem podmiňujícím existenci lidstva. Solární energii můžeme rozdělit do dvou skupin dle formy jejího využití. Prvním formou je využití pasivní, kdy se jedná o princip solární architektury, které napomáhají k úspoře energie. Jedná se o efekt, kdy sluneční paprsky procházejí okny do našeho domu, kde jsou pohlcovány předměty, a teplota v pokoji roste. Důležitými faktory ovlivňující pasivní využití jsou hlavně orientace prosklených ploch a tepelně akumulacních stěn a řádná tepelná izolace. [18,19]

Druhou formou je aktivní využití, které je uskutečňováno pomocí přídavných technických zařízení, která se nazývají sluneční konektory. Ty mohou být dvojího typu. K ohřevu vody se využívají termické kolektory. Dalším typem jsou fotovoltaické kolektory, které jsou momentálně více využívané a slouží k přímé přeměně slunečního záření na elektrickou energii. Solární energie se může použít ve velkém, v případě solárních elektráren, nebo samostatně v rodinných domech. Využití solární energie je přímo úměrné hlavně na dvou hodnotách, a to na době slunečního záření a jeho intenzitě. Doba slunečního záření se uvádí v hodinách za určité časové období. Intenzita slunečního záření je denní, popřípadě měsíční, suma globální záření na jednotku vodorovné plochy. [18,19]

První fotovoltaické panely jako zdroj energie byly použity v kosmonautice, jelikož se jedná o ideální zdroj pro napájení satelitů. Pro klasické použití se jako první začaly přidávat do miniaturní elektroniky, např. kalkulačky, hodinky. Impulsem, který rozpoutal rozvoj fotovoltaické energetiky, byla ropná krize v roce 1973, kdy se začala zkoumat efektivnější výroba a využití obnovitelných zdrojů energie. Velkou podporou pro rozvoj solární energie jsou dotační programy, které zapříčinily nebývalý zájem investorů. [4]

8.1 Vznik sluneční energie

Ke vzniku sluneční energie dochází v jeho nitru, které se skládá ze tří částí, konkrétněji z jádra (kde dochází k termionukleární reakci), oblasti atmosféry (zde vzniká elektromagnetické záření) a slunečního větru. [4]

Sluneční energie vzniká na základě jaderných procesů při slučování jader vodíku na jádra helia, ke kterým dochází za vysokých teplot v jádře Slunce. První krok v řetězci jaderných reakcí, které vedou ke vzniku helia, je syntéza dvou protonů na jádro deuteria a vznikne jeden pozitron. V následujícím kroku sloučením jádra deuteria a jádra vodíku vznikne jádro tritia (proton a dva neutrony). V posledním kroku ze dvou jader tritia vznikne jádro helia (dva protony a dva neutrony) a dvě jádra vodíku. V průběhu tohoto procesu přeměny

vodíku na helium dojde ke zmenšení celkové klidové hmotnosti a k uvolnění energie podle Einsteinovy rovnice: $Q = \Delta m \times c^2$. [2]

8.2 Princip funkce fotovoltaického článku

Princip funkce fotovoltaického článku funguje na základě fotovoltaického jevu, jedná se tedy o přímou přeměnu. Fotovoltaický článek je v podstatě polovodičová dioda. Článek je tvořen z monokrystalického či polykrystalického plátku křemíku, který je doplněn dalšími prvky a má vodivost typu P, pozitivní. Při výrobě se na daném plátku vytvoří tenká vrstva polovodiče s vodivostí typu N, negativní. Křemičitý plátek je oddělen od polovodiče přechodem P-N. Pokud daný článek osvětlíme, dojde v polovodiči k fotoefektu a z krystalové mřížky se začnou uvolňovat záporné elektrony. Díky danému efektu se na přechodu P-N začne tvořit elektrické napětí, které může dosáhnout u křemíkových článků přibližně 0,5 V. Tím pádem se dopadající světlo mění v elektrickou energii. Pokud připojíme k článku spotřebič pomocí vodičů, začne obvodem procházet elektrický proud díky vyrovnávání kladného a záporného náboje. Potřebujeme-li větší napětí, zapojují se fotovoltaické články za sebou, pro větší proud se zapojují články vedle sebe. Pokud poskládáme více slunečních článků vedle sebe a zároveň za sebou dostaneme fotovoltaické panely. Rozměry jednoho článku jsou asi 10×10 cm, spojují se do panelů o výkonech od 10 do 300 W. [20,21]

8.3 Nepřímá přeměna

Nepřímá přeměna pracuje s pomocí tepelných sběračů. Do ohniska sběrače je umístěn termočlánek, který přeměňuje teplo na elektrickou energii. Tato přeměna spočívá v Seebeckově jevu. Tento jev říká, že pokud mají dva spojené kovy tvořící termočlánek různé teploty, je i kontaktní napětí na obou kovech různé. Výsledné napětí mezi danými rozhraními je tedy nenulové a termočlánek se může využít jako zdroj elektrického napětí. Účinnost daného termoelektrického článku závisí na vlastnostech obou kovů, z nichž jsou vodiče vyrobeny, a na rozdílu teplot mezi teplým a studeným spojem. Větší množství těchto článků spojených dohromady nazýváme termoelektrický generátor.

8.4 Využití sluneční energie v rodinných domech

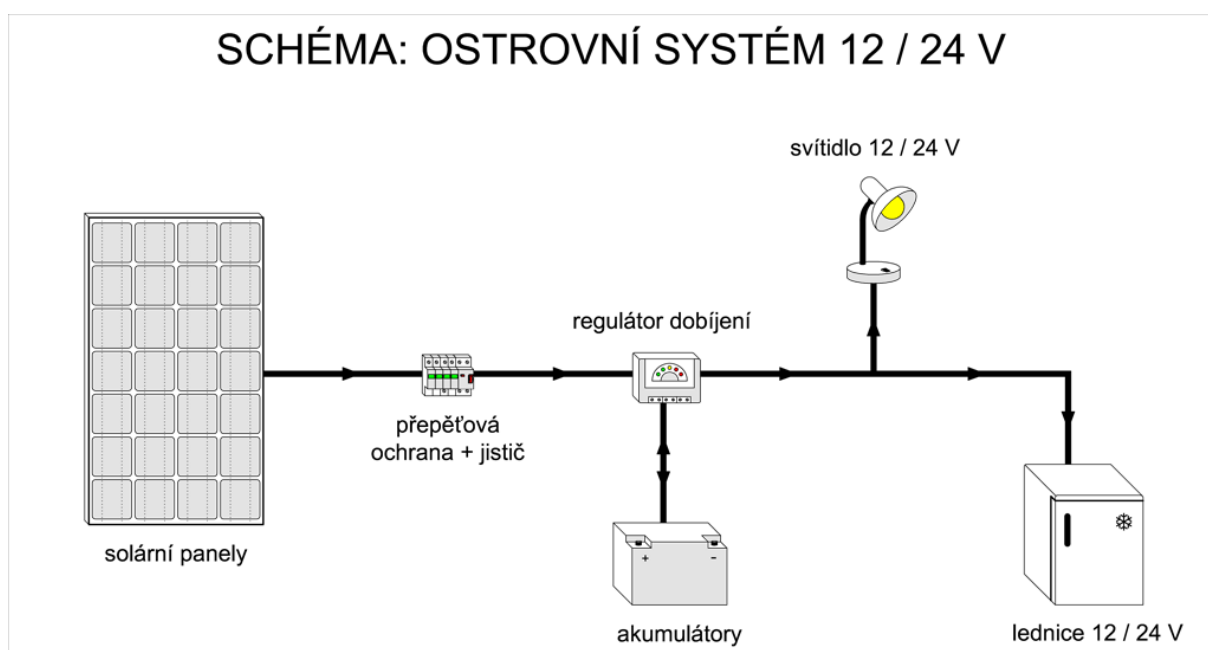
Pokud chceme využít sluneční energii v rodinném domě, musíme si prvotně uvědomit, jak chceme vytvořenou energii využít. Domácnost si může fotovoltaickou elektrárnu pořídit ve třech režimech.

8.4.1 Ostrovní fotovoltaický systém

Ostrovní fotovoltaický systém se jinak také nazývá off-grid. Od ostatních systémů se odlišuje zejména tím, že není připojen do sítě a má v sobě akumulátor. Vyrobena elektrina je celá spotřebována majitelem a nedochází k prodeji vyrobené energie.

Tento systém je zároveň výhodný v oblastech, kde není přístup k rozvodné síti, nebo kde by pořízení elektrické přípojky provázely vysoké náklady. Nejmenší ostrovní systémy můžeme vidět na dopravních značkách, ve větším provedení můžou napájet celé vesnice, kde není zavedena elektrina.

Daný systém, který můžeme vidět na obrázku 6, pracuje s regulátorem dobíjení. Ten je připojen na baterii či na soubor více baterií a řídí dobíjecí napětí a proud z fotovoltaického panelu, aby souhlasil s doporučenými hodnotami nabíjení baterie. Zároveň jsou na regulátor napojeny spotřebiče, které fungují na stejnosměrném proudu na hladině 12 nebo 24 V. Pokud by došlo k přebití baterie je na regulátor připojen akumulátor, který by v daném případě sluneční panel od regulátoru odpojil, v opačném případě, tedy pokud by docházelo k vybití baterie, akumulátor odpojí veškeré připojené spotřebiče. Na regulátor jsou napojeny všechny komponenty ostrovního fotovoltaického systému a řídí přísun energie. [4,22]



Obrázek 7 Off grid

8.4.2 Mikrozdroj

Od roku 2016 je umožněn nový způsob připojování mikrozdrojů. Podle vyhlášky č. 16/2016 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě musí mikrozdroj splnit následující podmínky:

- Výrobní je určena pro paralelní provoz s distribuční soustavou nízkého napětí.
- Jmenovitý střídavý fázový proud nepřesahuje 16 A na fázi.
- Celkový instalovaný výkon výroby nepřesahuje 10 kW; celkovým instalovaným výkonem se v daném případě rozumí součet jmenovitých hodnot všech instalovaných panelů.

Hlavní výhodou mikrozdroje je snadné registrační řízení, u mikrozdrojů také není potřeba vlastnit licenci. Malá elektrárna se nainstaluje a spustí, následně musí majitel požádat poskytovatele elektřiny o změnu smlouvy o připojení. Po uzavření této smlouvy může majitel elektrárny uvést mikrozdvoj do provozu. Mikrozdvoj má však také své nevýhody. Když připojíte sluneční elektrárnu do sítě jako mikrozdvoj, nesmíte do dané sítě pouštět nespotřebované přebytky elektrické energie. Pokud tak děláte, hrozí vysoké pokuty. [23]

8.4.3 Výroba elektřiny pro vlastní spotřebu

Posledním systémem je systém, který umožňuje inkasovat za přetoky tržní cenu, kterou si domluví provozovatel s obchodníkem. Příjem se pak daní podle § 10 zákona o daních z příjmů. Pokud majitel vlastní fotovoltaickou elektrárnu do 10 kW, nepotřebuje k provozu licenci, ale jako u mikrozdroje, potřebuje smlouvu o připojení s provozovatelem sítě a dohodu s obchodníkem s elektřinou. [23]

8.5 Výhody a nevýhody sluneční energie

Hlavní předností využití sluneční energie je, že se jedná o nevyčerpatelný a obnovitelný zdroj energie. Zároveň je Slunce velice stabilní reaktor, u kterého se nemusíme bát havárie nebo změny funkce. Dalším kladem sluneční energie je fakt, že sluneční svit je zadarmo a dostupný prakticky kdekoliv. [24]

Sluneční energie je velice ekologická, jelikož sluneční energie je čistá, což znamená, že neprodukuje žádné zplodiny, toxické odpady či zápach. Solární elektrárny mají také vysokou životnost. [24]

Výrobci fotovoltaických panelů garantují až několik desítek let funkčnosti. V panelech nejsou zabudovány žádné pohyblivé součásti, proto se jedná o technologii s nízkou poruchovostí. Obsluha je velice nenáročná a je pouze potřeba pravidelných servisních kontrol.

Na vybudování fotovoltaických elektráren můžou provozovatelé požádat o dotaci z programu „Nová zelená úsporám“, která podporuje danou výstavbu příspěvkem od 35 000 do 100 000 korun. Výše příspěvku záleží na náročnosti a druhu fotovoltaického systému.

I když se dají solární panely vybudovat prakticky všude, může být výkon systému

ovlivněn stínem sousedních budov, stromů nebo sloupů. Navíc, pokud je ovlivněn i pouze jeden solární panel, dochází k negativnímu ovlivnění celého řetězce panelů. Fotovoltaické panely fungují logicky nejefektivněji, když na ně míří přímé sluneční záření, což znamená, že čím více je obloha zamračená, tím nižší je jejich výkon. Jelikož se Česká republika nachází v pásmu, kde jsou časté výkyvy počasí, je množství vyprodukované energie nestálé.

Další nevýhodou jsou vysoké počáteční náklady na vybudování daného systému. I přes vysoké dotace zůstávají pořizovací náklady kvůli sofistikované technologii stále vysoké.

[24,25]

9. Vodní energie

Vodní energie patří společně s větrnou k nejdéle využívaným zdrojům energie, která vzniká přeměnou sluneční energie. Vodní energie využívá hydrologický cyklus planety, tedy přirozený koloběh vod. První vodní kola byla použita již před rokem 600 př. n. l. pro zavlažování. V roce 210 př. n. l. popsal Filón z Byzancie sirénu, která byla poháněna vodním kolem s vrchním přívodem vody. Během průmyslové revoluce se začala prosazovat Francisova turbína, Peltonova rovnotlaká turbína a na začátku 20. století Kaplanova přetlaková turbína. [26]

Vodní energetika má velice důležité postavení ve většině států, jelikož napomáhá k nastolení rovnováhy v technickém i ekonomickém sektoru díky tomu, že většina vodních turbín je schopna během velmi krátké doby najet na plný výkon. [4,26]

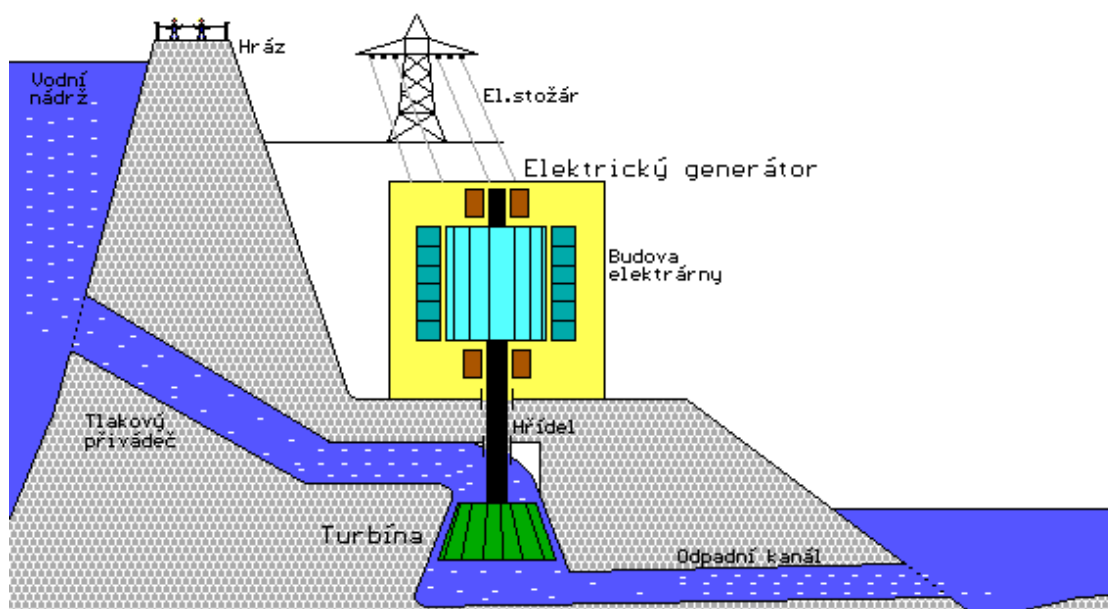
9.1 Vodní elektrárny

Vodní elektrárny můžeme rozdělit podle několika kritérií, jak uvádí web oenergetice.cz:

- Podle instalovaného výkonu:
 - malé (do 10 MW)
 - střední (do 100 MW)
 - velké (nad 100 MW)
 - Podle využívaného spádu:
 - nízkotlaké (spád do 20 m)
 - středotlaké (spád od 20 do 100 m)
 - vysokotlaké (nad 100 m)
 - Podle využití vodního toku:
 - průtočné vodní elektrárny – využívají přirozeného toku řeky, který nejde ovlivnit
 - akumulární vodní elektrárny – akumulace a spád je obstarán přehrazením řeky hrází, bývají pod vodní přehradou
 - přečerpávací vodní elektrárny – využívají dvou různě výškově položených vodních nádrží a akumulují energii v podobě potenciální energie vody.
 - slapové vodní elektrárny – využívají slapové energie způsobující příliv a odliv
- [6]

9.1.1 Princip vodní elektrárny

Vodní elektrárny fungují na principu přeměny mechanické energie, pomocí elektromagnetické indukce, na energii elektrickou. Na obrázku 7 můžeme vidět, že je voda přiváděna přívodním kanálem a dále pak roztáčí turbínu, která tvoří společně s hřídelí a generátorem turbogenerátor. Elektřina je dále transformována a posílá se dále do míst spotřeby.[15,27]



Obrázek 8 Princip vodní elektrárny

Turbíny mohou být několika typů, jejich výběr je podmíněn účelem použití a podmínkami celého komplexu vodní elektrárny. Nejčastěji využívané turbíny jsou přetlakové neboli reakční turbíny (Kaplanova a Francisova) a turbíny rovnotlaké (Peltonova a Bánkiho). Hlavní rozdíl u těchto dvou typů turbín je velikost tlaku. Zatímco u reakčních turbín je tlak před oběžným kolem vyšší než za ním, u rovnotlakých je tlak všude stejný. V našich podmínkách je nejvíce využívána Kaplanova turbína. Je vhodná pro velké množství vody a pro menší spády, zároveň dokáže dosáhnout rychlosti mnohonásobně vyšší než je rychlost proudění vody. Od Francisovy turbíny se liší hlavně počtem lopatek a možností regulovat náklon lopatek, tím pádem má i vyšší účinnost, je také ale složitější a dražší. [27]

9.1.2 Malé vodní elektrárny

Malé vodní elektrárny se většinou budují na menších tocích, kde závisí průtok na ročním období a průměrných srážkách. Stavba malých elektráren musí být přizpůsobena okolí, kde je postavena, jelikož by se ekonomicky nevyplatilo stavět vysoké hráze, které

zabezpečují neustálý spád a stálou zásobu vody. Avšak při vhodném umístění a konstrukci je můžeme zařadit mezi nejekologičtější a nejekonomičtější zdrojům energie ze všech. Oproti slunečním nebo větrným elektrárnám není tento zdroj závislý na střídání dne a noci a náhlým změnám počasí. Malé vodní elektrárny jsou provozovány v místech, kde je většina vyrobené energie spotřebována. [29,30]

Jedna z mála negativ výstavby malé vodní elektrárny může být špatný vliv na ekosystém vodních toků, jejichž vodu elektrárny využívají. Zároveň se zasahuje do okolní přírody a brání se přirozené migraci ryb a vodních živočichů. Pokud se však při výstavbě dodržují podmínky, které byly ustanoveny při vodoprávním a stavebním řízení, neměla by výstavba tímto způsobem ohrozit přírodní podmínky. Když se tyto podmínky nedodrží, hrozí majiteli nemalé pokuty. [29,30]

Malé vodní elektrárny se mohou postavit nebo zakoupit. Nejlehčí formou, jak získat vodní elektrárnu, je si koupit již provozovanou, u kterých je však riziko, jelikož nikdy přesně ne zjistíme, v jakém stavu se nachází. Rekonstruovat starou elektrárnu bývá finančně náročnější než postavit novou, jelikož se za léta provozu mohl změnit tok, na kterém je elektrárna postavena. [2,4]

Pozor si však musí dát i majitel, který se rozhodne postavit zcela novou elektrárnu. Důležitým faktorem je lokalita, kde bude elektrárna postavena. Výkon závisí na využitelném průtoku a na spádu vodního toku. Pro představu: výkon elektrárny vybavené Kaplanovou turbínou využívající spád 3 metry může při průtoku 1 m³/s dosahovat cca 25 kWe. Výběr místa ale nezáleží pouze na vodním toku, kde bude elektrárna vystavena, ale také na dopravní dostupnosti a možnosti využití vyrobené elektrické energie. [29,30]

9.2 Vodní elektrárny v České republice

V České republice patří vodní elektrárny k nejvíce používaným obnovitelným zdrojům. Na celkové výrobě elektřiny se podílí 3 %, v rámci obnovitelných zdrojů se potom jedná o celých 54 %. Nejstarší vodní elektrárna na naše území byla vybudována v roce 1888 v Písku. Počátkem 20. století jsme dokonce měli dvě vodní elektrárny. Štvanická vodní elektrárna je i dnes díky rekonstrukci provozuschopná. [25,31]

V České republice jsou nejvyužívanější dva typy vodních elektráren – přehradní a přečerpávací. Přehradní se dále dělí na průtočné a akumuláční. Česká republika má na svém území 10 velkých hydroelektráren převážně situovaných na Vltavě, kde tvoří vltavskou kaskádu. Naše nejstarší velké vodní elektrárny jsou Vrané a Střekov. Tyto elektrárny byly spuštěny v roce 1936 a mají nejnižší výkon. Oproti tomu největší výkon má přečerpávací

vodní elektrárna z roku 1996 Dlouhé Stráně I. [25, 31]

I malé vodní elektrárny mají na našem území místo. Před 2. světovou válkou se v České republice nacházelo přes 11 500 malých vodních elektráren. Po přechodu větší zdroje však byla většina zlikvidována a nyní jich máme něco málo přes 1 300. [31]

9.3 Výhody a nevýhody vodních elektráren

Podstatnou výhodou vodní energie je, že se jedná o obnovitelný zdroj energie a nevytváří žádné emise ani odpad. Vodní elektrárny nepotřebují častou údržbu, ani nejsou časově náročné na obsluhu.

Vodní elektrárny dodávají mnohem více energie než fotovoltaické elektrárny a větrné elektrárny a přitom nejsou závislé na zdroji, který nelze regulovat. Také mohou začít pracovat během krátké chvíle a je možné je využít jako špičkový zdroj k pokrytí okamžitých nároků na výrobu elektrické energie.

Přehradní hráz může také zabránit menším povodním, velké katastrofální povodně však ovlivňuje velmi málo. Také je vhodná jako rekreační středisko nebo jako zdroj pitné nebo užitkové vody.

Mezi nevýhody můžeme řadit závislost na velikosti průtoku, a to převážně u malých vodních elektráren. Malé elektrárny mají také problémy při hledání vhodného místa na jejich výstavbu.

Na druhou stranu při budování velké vodní elektrárny je potřeba postavit také přehradní nádrž, což je velice nákladná stavba. Zároveň se při její stavbě musí zatopit velké území, což ovlivňuje ekosystém a přírodní ráz krajiny. [29,32]

10. Finanční zhodnocení zdrojů

V této kapitole bych se ráda věnovala finančnímu zhodnocení probraných zdrojů energie v předchozích kapitolách.

Pokud budeme používat jako zdroj energie uhlí v rodinném domě o rozloze 160 m² a kotel s automatickým nebo s ručním přikládáním, vyjdou nám průměrné náklady na kotle s ručním přikládáním 36 715,- Kč, s automatickým se nám náklady sníží na 25 235,-Kč. Při výpočtu jsme uvážili cenu uhlí 3500,- Kč za tunu. Spotřeba při použití kotle s ručním přikládáním je 10,5 tuny, automatický kotel ušetří přibližně 3 tuny. Spotřeba energie nezáleží pouze na velikosti vytápěné plochy, ale také na tepelné ztrátě domu, klimatických podmínkách a chování obyvatel daného objektu, jako například časté větrání. [33]

Při výpočtu návratnosti domácí větrné elektrárny se musí brát v potaz pořizovací náklady, reálný výkon a hodnota prodané, nebo ušetřené energie. Domácí větrné elektrárny budou výhodné v Krušných horách, na Jesenicku nebo Českomoravské vrchovině. Domácí větrné elektrárny většinou slouží pouze ke snížení spotřebované energie. Pokud bychom zaplatili specializované firmě, mohou se náklady na pořízení pohybovat od 50 000,- Kč do 100 000 Kč,- . Návratnost investice můžeme vypočítat pomocí vzorce pro kumulovaný diskontovaný cash – flow.

$$KDCF = -Investice + \sum DCF (rok)$$

Kde DCF je diskontní cash – flow s výpočtem:

$$DCF = \frac{Cash-flow}{(1+diskontní\ sazba)^{rok}}$$

Při využití fotovoltaické elektrárny se k výpočtu potřebuje plocha střechy, kde můžou být sluneční panely položeny a budou plně využívány. Střecha by měla být orientována jižně a ideálně pod úhlem k zemi asi 30-40 stupňů. Při 15 m² vhodné plochy na střeše by byl instalovaný výkon 2 kWp, s celkově 8 fotovoltaickými panely. Celkové náklady by tedy byly 78 000,- Kč. Vyrobena energie se bude přímo spotřebovávat v objektu, pouze přebytek přejde automaticky do distribuční sítě. Pokud budeme počítat cenu energie 4 Kč/ 1 kWh, bude úspora při 100% spotřebě vlastní výroby z fotovoltaické elektrárny mezi 7 600 – 8 800 Kč a návratnost 8 až 10 let. Při 75% spotřebě vlastně vyrobené energie ušetříme 5 700 – 6 600 Kč a investice se nám vrátí za 11 až 13 let. Pokud bychom původně topili uhlím, ročně bychom ušetřili až 4,5 tuny a 2 574 kg CO². [34]

Jako poslední zdroj energie jsem uvedla vodní elektrárny. Je velice těžké zhodnotit návratnost a počáteční investice do vodní elektrárny, jelikož je každé řešení velice individuální. Rozdílné mohou být náklady na technologické vybavení. Elektřinu můžeme vyrábět s použitím repasovaných částí porízeného s minimálními náklady, pro stejnou elektrárnu si ale můžeme objednat i moderní turbíny za několik set tisíc korun. V obou případech však může být množství vyrobené energie velice podobné. Jako příklad lze uvést, že elektrárna s Kaplanovou turbínou, která bude využívat spád 3 metry a průtok 1 m³/s může dosáhnout výkonu až 25 kWe. Při využití výkonu na 80% většinu roku vyrobí elektrárna 100 MWh, který lze prodat za 300 000 Kč. Návratnost investice se následně odvíjí podle výše pořizovacích nákladů, které mohou být od několika stovek tisíc po několik milionu. [4]

11. Závěr

Tato práce měla za cíl popsat a charakterizovat fyzikální principy zdrojů energie v rodinných domech. Na toto téma jsem pohlížela z pohledu dodávání energií z velkých elektráren do rodinných domů a případnému postavení menší elektrárny u rodinného domu.

Dnešní společnost převážně využívá zdroje energie, které vypouští do ovzduší vysoké množství emisí, které mají dopad na celý ekosystém. Ve své bakalářské práci jsem tedy chtěla ukázat společně s neobnovitelnými zdroji také jejich možné náhrady a zhodnotit jaké mají výhody a nevýhody. Ve své práci jsem vycházela z několika internetových a knižních zdrojů společně se statistikami ukazujícími, že převážná většina české populace stále více využívá fosilní paliva před obnovitelnými zdroji.

Jak můžeme vidět ve finančním zhodnocení, návratnost využívání obnovitelných zdrojů je v řádu několika let, avšak prvotní náklady mohou případné zájemce odradit. Pohybují se od několika desítek tisíc po miliony, kde už však spíše mluvíme o profesionálních elektrárnách, které by mohly zabezpečit menší vesnici.

Na základě prostudované literatury a finančního zhodnocení je vidět, že v České republice mají velkou perspektivu převážně fotovoltaické elektrárny, a to zejména díky přírodním podmínkám. Sluneční svit dosahuje ročně až 1 700 hodin. Zároveň se dá počáteční investice dobře regulovat. Je pouze na nás kolik fotovoltaických panelů si necháme nainstalovat. I samotná instalace je velice lehká a není zapotřebí častých kontrol.

Jak je vidět, do budoucna máme několik možností při nahrazování nynějších zdrojů energie.

12. Seznam použitých zdrojů

1. JANALÍK, Radim. Zdroje energie. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. 2012
2. KADRNOŽKA, Jaroslav. Energie a globální oteplování. 1.vyd. Vysoké učení technické Brno: Vutium, 2006, ISBN 80-214-2919-4.
3. KOLONIČNÝ, Jan, Jiří HORÁK a Silvie PETRÁNKOVÁ ŠEVČÍKOVÁ. Kotle malých výkonů na pevná paliva. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2011. ISBN 978-80-248-2542-7.
4. MASTNÝ Petr, DRÁPEL Jiří, MIŠÁK Stanislav, MACHÁČEK Jan, PTÁČEK Michal, RADIL Lukáš, BARTOŠÍK Tomáš, PAVELKA Tomáš. Obnovitelné zdroje elektrické energie. 1. vydání. České vysoké učení technické v Praze. 2011 ,ISBN 978-80-01-04937-2
5. Skupina ČEZ. Jak funguje uhelná elektrárna. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/flash-model-jak-funguje-uhelna-elektrarna.html>
6. Energyweb.cz. Uhelne elektrárny. Dostupné z: http://www.energyweb.cz/web/index.php?display_page=2&subitem=1&ee_chapter=2.3.1
7. UHLÍ: Výhody a nevýhody | iUHLI.cz. iUHLI.cz [online]. Copyright ©2018 pHmedia Czech Republic, s.r.o. Dostupné z: <http://iuhli.cz/uhli-vyhody-a-nevyhody/>
8. Česká peleta, z.s.p.o.. 5 důvodů proč netopit uhlím. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/16580-5-duvodu-proc-netopit-uhlim-uz-nikdy>
9. Česká peleta, z.s.p.o.. 5 důvodů proč topit uhlím. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/16990-5-duvodu-proc-topit-uhlim>
10. Jak vzniká vítr | In-počasí. Počasí - předpověď počasí, aktuální informace | In-počasí [online]. Copyright © 2017 [cit. 20.03.2019]. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/jak-vznika-vitr/>
11. Větrná energie a její využití v České republice | Nazeleno.cz. Nazeleno.cz - Chytrá řešení pro každého [online]. Copyright © 2018 [cit. 20.03.2019]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/vetrna-energie-a-jeji-vyuziti-v-ceske-republice.aspx>
12. VOBOŘIL, David. Větrné elektrárny - princip, rozdělení, elektrárny v ČR. [online]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/typy-elektraren/vetrne-elektrarny-princip-cinnosti-zakladni-rozdeleni/>
13. KOČ, Břetislav. Větrné elektrárny V. – Malé větrné elektrárny v ČR. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/vetrna-energie/14174-vetrne-elektrarny-v-male-vetrne-elektrarny-v-cr>
14. Větrné elektrárny | Eduportál Techmania. Eduportál | Eduportál Techmania [online]. Copyright © Techmania Science Center, o.p.s. [cit. 20.03.2019]. Dostupné z:

<https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/tekutiny/proudeni-realne-tekutiny/vetrne-elektrarny>

15. Vyplatí se pořídit si domů větrnou elektrárnu? | ecoFuture. ecoFuture | ecoFuture [online]. Copyright © 2019 E.ON [cit. 20.03.2019]. Dostupné z: <https://www.ecofuture.cz/clanek/vyplati-se-poridit-si-domu-vetrnou-elektrarnu>
16. Malá větrná elektrárna v praxi. Kolik vydělá? | Nazeleno.cz. Nazeleno.cz - Chytrá řešení pro každého [online]. Copyright © 2018 [cit. 20.03.2019]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/mala-vetrna-elektrarna-v-praxi-kolik-vydela.aspx>
17. Vánek, čerstvý vítr nebo vichr? Domácí větrná elektrárna využije každý z nich. Chytré bydlení - rekonstrukce, koupelny, design interiéru... [online]. Copyright © 2011 [cit. 20.03.2019]. Dostupné z: <http://www.chytre-bydleni.cz/vanek-cerstvy-vitr-nebo-vichr-domaci-vetrna-elektrarna-vyuzije-kazdy-z-nich>
18. Solární energie – sluneční paprsky jsou zadarmo! | Nazeleno.cz. Nazeleno.cz - Chytrá řešení pro každého [online]. Copyright © 2018 [cit. 20.03.2019]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/solarni-energie-%E2%80%93-slunecni-paprsky-jsou-zadarmo/>
19. Solární energie.info. Využití solární energie Dostupné z: <https://www.solarni-energie.info/vyuziti.php>
20. Profi elektrika. Princip fotovoltaického článku. Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/princip-fotovoltaickeho-clanku>
21. VOBOŘIL, David. Fotovoltaické elektrárny - princip funkce a součásti, elektrárny v ČR. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/fotovoltaicka-elektrarna-princip-funkce-a-soucasti/>
22. Jak funguje ostrovní solární systém? | Solární Experti. Solární Experti | Vše o solárních panelech [online]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/jak-funguje-ostrovní-off-grid-fotovoltaicky-system/>
23. DOUCHA, Pavel. Možnosti připojení domácí elektrárny v roce 2016. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/13918-moznosti-pripojeni-domaci-elektrarny-v-roce-2016>
24. Solární energie.info. Výhody a nevýhody solární energie. Dostupné z: <https://www.solarni-energie.info/vyhody.php>
25. Skupina ČEZ. Solární (fotovoltaické) články. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k32.htm>
26. Vítejte na Zemi. Historie využívání energie. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=historie_vyuzivani_energie&site=energie

27. Skupina ČEZ. Princip fungování vodních elektráren. Dostupné z:
<https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/flash-model-jak-funguje-vodni-elektrarna.html>
28. VOBORŮIL, David. Vodní elektrárny - princip, rozdělení, elektrárny v ČR. [online] Dostupné z:
<https://oenergetice.cz/elektrina/vodni-elektrarny-princip-a-rozdeleni/>
29. BUKAČ, Petr. Malá vodní elektrárna: Kolik elektřiny vyrobí? Vyplatí se? [online]. Dostupné z:
<http://www.nazeleno.cz/energie/vodni-energie/malavodni-elektrarna-kolik-elektriny-vyrobi-vyplati-se.aspx>
30. Vodní elektrárny - mikro, malé i velké - druhy, principy, provedení | Automatizace.HW.cz. *Automatizace.HW.cz | Elektronika v automatizaci* [online]. Copyright © 1997 Dostupné z:
<https://automatizace.hw.cz/clanek/2006121301>
31. Vodní elektrárny v České republice: Kolik vyrobí elektřiny? | Nazeleno.cz. Nazeleno.cz - Chytrá řešení pro každého [online]. Copyright © 2018 [cit. 20.03.2019]. Dostupné z:
<https://www.nazeleno.cz/energie/vodni-energie/vodni-elektrarny-v-ceske-republice-kolik-vyrobi-elektriny.aspx>
32. CIHLÁŘ, Jan. Investice do decentralních zdrojů energie – 3. díl: Malá vodní elektrárna. [online] Dostupné z: <https://oenergetice.cz/ekonomicke-analyzy/investice-do-decentralnich-zdroju-energie-3-dil-mala-vodni-elektrarna/>
33. TOP PALIVO – TEPLLO. Dostupné z: http://www.top-pro.cz/kalkulacka?typ=kalkulacka&zdroj_tepla=3&spotreba=7.21&cena=3000#form
34. Česká solární. Kalkulačka solární elektrárny. Dostupné z: <http://www.ceska-solarni.cz/kalkulacka2011.php#>

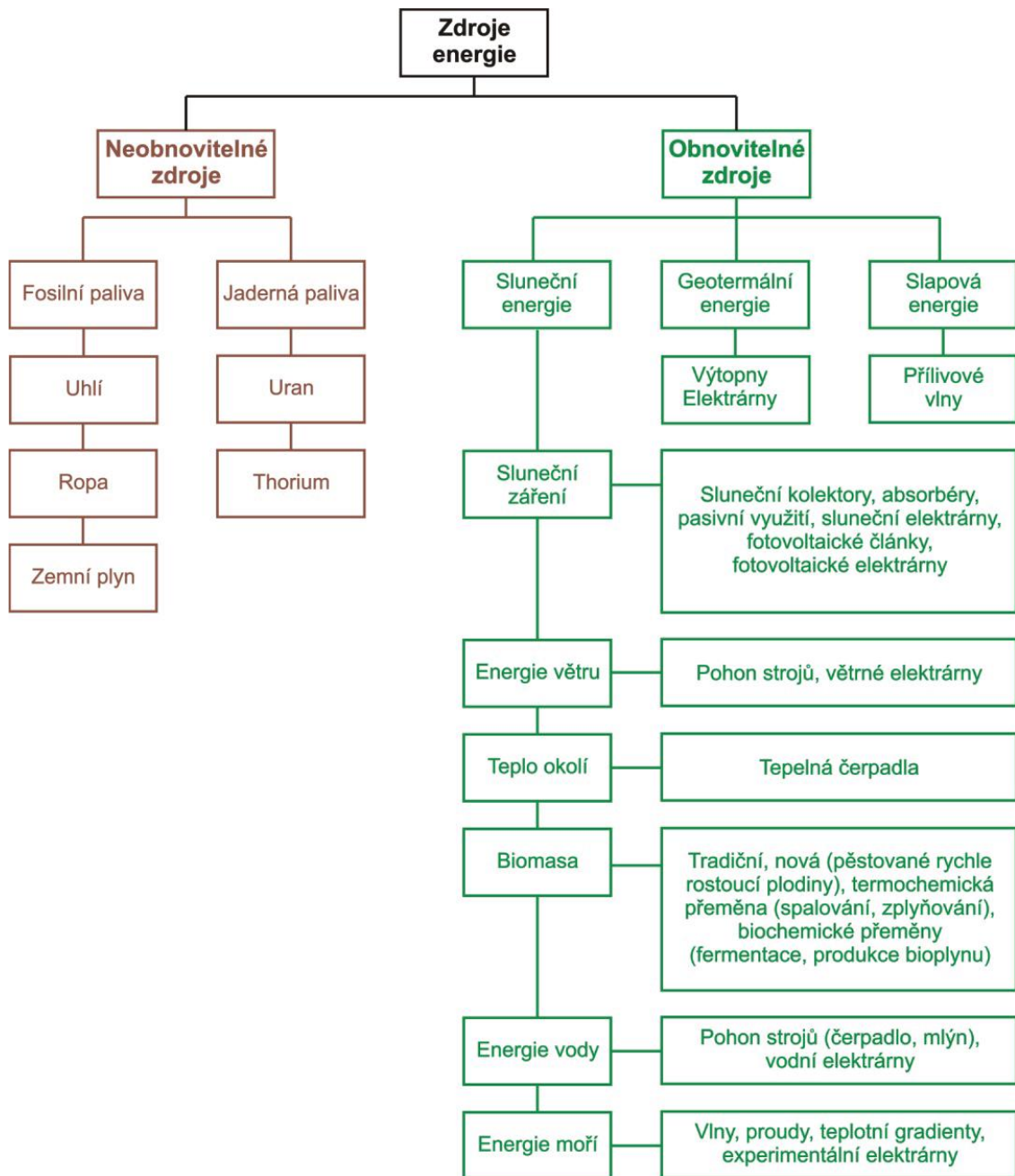
13. Seznam obrázků

Obrázek 1 Přeměny energie.....	4
Obrázek 2 Rozdělení solárních systémů dle způsobu využití	7
Obrázek 3 Rozmístění ropy	10
Obrázek 4 Princip uhelných elektráren	12
Obrázek 5 Životnost zásob fosilních paliv	13
Obrázek 6 Princip funkce vztlakové turbíny	16
Obrázek 7 Off grid.....	21
Obrázek 8 Princip vodní elektrárny	25

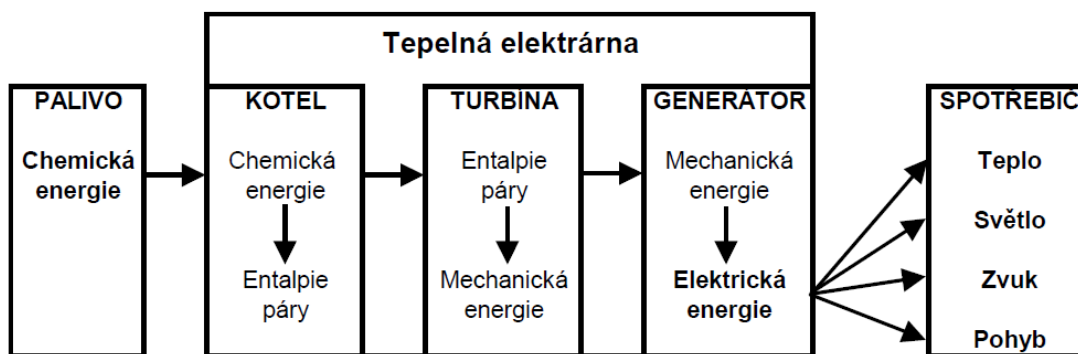
14. Seznam příloh

Příloha 1 Rozdělení zdrojů energie	35
Příloha 2 Procesy v tepelné elektrárně	36
Příloha 3 Beaufortova stupnice	36
Příloha 4 Příklad domácí větrné elektrárny	37
Příloha 5 Preference zdrojů energie.....	37

Přílohy



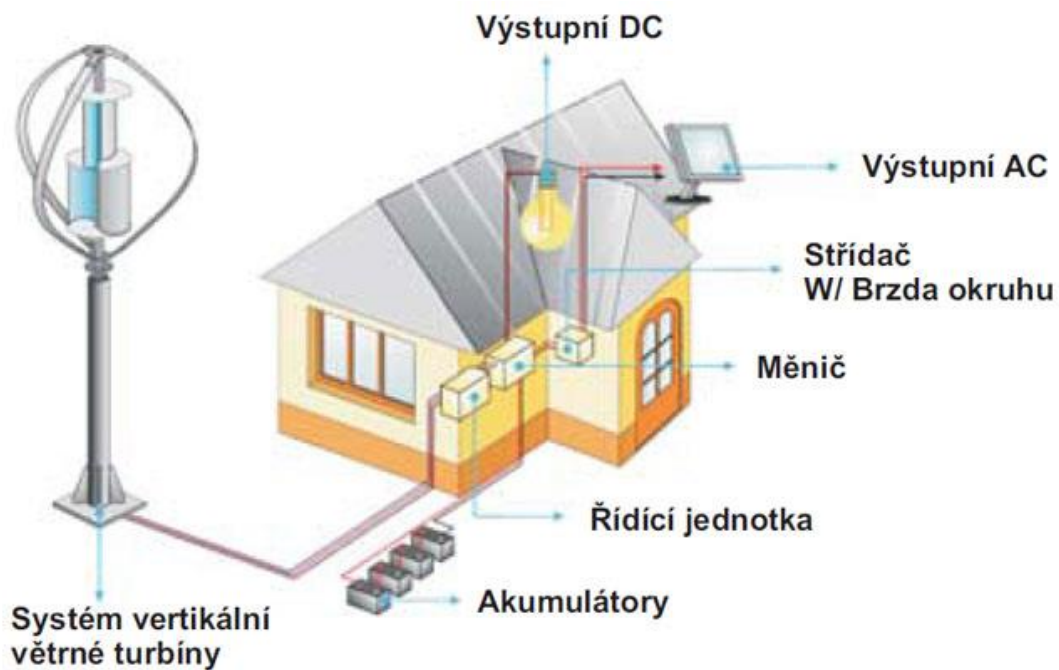
Příloha 1 Rozdělení zdrojů energie



Příloha 2 Procesy v tepelné elektrárně

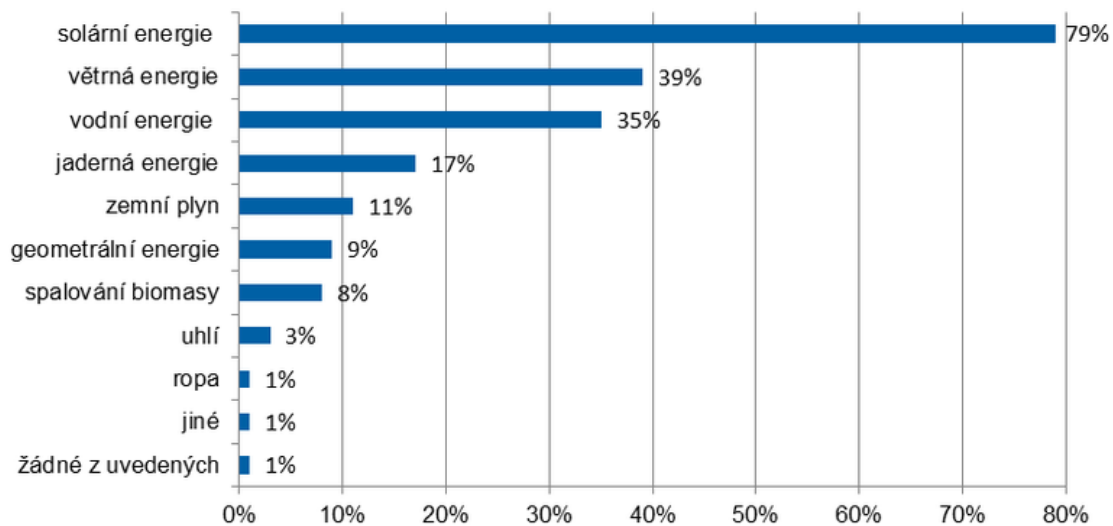
Beaufortovo číslo	Rychlost větru ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	Označení	Popis
0	0,0 – 0,4	Klid	Kouř stoupá kolmo vzhůru
1	0,5 – 1,5	Lehký větřík	Směr větru vychyluje kouř
2	2,0 – 3,0	Lehký vítr	Je cítit ve tváři, listí stromů šelestí
3	3,5 – 5,0	Mírný vítr	Vítr napíná praporky, čeří hladinu vody
4	5,5 – 8,0	Střední vítr	Zvedá prach a útržky papíru, pohybuje slabšími větvemi stromů
5	8,1 – 10,9	Čerstvý vítr	Keře se hýbou
6	11,4 – 13,9	Silný vítr	Pohybuje tlustými větvemi, dráty sviští, obrací deštník
7	14,1 – 16,9	Téměř bouře	Pohybuje celými stromy, nesnadná chůze
8	17,4 – 20,4	Bouře	Ulamuje větve, znemožňuje chůzi
9	20,5 – 23,9	Silná bouře	Menší škody na stavbách, strhává střešní krytinu
10	24,4 – 28,0	Vichřice	Vyvrací stromy, škody na obydlích
11	28,4 – 32,5	Prudká vichřice	Rozsáhlé škody
12	32,6 – 35,9	Hurikán	Odnáší střechy, demoluje těžké předměty

Příloha 3 Beaufortova stupnice



Příloha 4 Příklad domácí větrné elektrárny

Preference dodávky elektřiny z různých zdrojů energie při srovnatelných cenách



Příloha 5 Preference zdrojů energie