



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta elektrotechnická**

**Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**

**Obnovitelné zdroje a jejich náklady**

**Renewable Sources and their Costs**

Bakalářská práce

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Elektrotechnika a management

Vedoucí práce: Doc. Ing. Jiří Vašíček, Csc.

**Iuliia Demchenko**

**Praha 2015**

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Demchenko Iuliia**

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Obor: Elektrotechnika a management

*Název tématu:*

### **Obnovitelné zdroje a jejich náklady**

*Pokyny pro vypracování:*

1. Přehled obnovitelných zdrojů elektřiny v ČR (a ve světě).
2. Popište vlastnosti a technické parametry OZE.
3. Ekonomické parametry současně používaných technologií.
4. Na vybraných příkladech posuďte ekonomiku obnovitelných zdrojů elektřiny.

*Seznam odborné literatury:*

1. Kolektiv autorů: Obnovitelné zdroje energie. ČEZ, 2010.
2. Kislíngorová E. a kol: Manažerské finance, Beck 2007.

Vedoucí bakalářské práce: Doc.Ing. Jiří Vašíček, CSc.

Platnost zadání: do konce letního semestru 2015/2016

L.S.

*Doc.Ing. Jaroslav Knápek, CSc.*

vedoucí katedry

*Prof.Ing. Pavel Ripka, CSc.*

děkan

V Praze dne 10.2.2015

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu Doc. Ing. Jiřímu Vašíčkovi, CSc. za odborné vedení, trpělivost, metodickou pomoc týkající se zvolené problematiky, podporu při tvorbě bakalářské práce a podnětné rady.

V Praze dne 20. 5. 2015

Iuliia Demchenko

## **Prohlášení**

“Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu v souladu s Metodickým pokynem č. 1/2009 o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám žádný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon)“

V Praze dne 20. 5. 2015

.....  
Iuliia Demchenko

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce představuje přehled obnovitelných zdrojů energie a možnost jejich uplatnění. Po úvodním slovu následuje rozbor současného stavu problematiky v České republice a pohled na vývoj výroby elektřiny z OZE. Dále je uveden teoretický popis každého obnovitelného zdroje a jeho technické parametry. Následující kapitola ukazuje podrobné výpočty projektů malé vodní elektrárny a fotovoltaických elektráren pro domácnost. Po zjištění potřebných údajů je rozhodnuto, zda se vyplatí investiční náklady resp., jestli jsou projekty ekonomicky výhodné. Na závěr jsou shrnuty všechny výsledky.

## **Klíčová slova**

Obnovitelné zdroje, OZE, elektrárna, energetika, fotovoltaika, biomasa, bioplyn, zařízení, investice, výhodnost.

## **Abstract**

This thesis presents an overview of renewable sources of energy and the possibility of their use. After the introduction is succeed an analysis of the current issue in the Czech Republic and a look at the development of electricity from the RSE. Further, there is a theoretical description of each renewable source and its technical parameters. The next following chapter shows the detailed calculations of projects of the small hydro and photovoltaic power stations. After finding the necessary data it is decided whether the investment costs are worth paid, resp. if the project is economically profitable or not. The conclusion summarizes all the results.

## **Key words**

Renewable sources of energy, RSE, electric power station, electric engineering, photovoltaics, biomass, biogas, equipment, investments, profitability.

# Obsah

<b>Poděkování.....</b>	<b>3</b>
<b>Prohlášení .....</b>	<b>4</b>
<b>Abstrakt .....</b>	<b>5</b>
<b>Klíčová slova .....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>5</b>
<b>Key words.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Úvod.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Cíle bakalářské práce.....</b>	<b>8</b>
<b>3. Podpora obnovitelných zdrojů v České republice.....</b>	<b>9</b>
3.1. Vývoj výroby elektřiny z OZE.....	11
3.2. Grafický přehled vývoje.....	12
3.3. Rozvojové aktivity společnosti ČEZ .....	12
<b>4. Biomasa .....</b>	<b>13</b>
4.1. Zdroje biomasy .....	13
4.2. Technické parametry biomasy .....	14
4.2.1. Výhody a nevýhody použití biomasy:.....	15
<b>5. Bioplyn .....</b>	<b>17</b>
5.1. Energetické využití bioplynu .....	17
<b>6. Větrné elektrárny.....</b>	<b>19</b>
6.1. Schéma větrné elektrárny .....	19
6.2. Popis komponentů .....	19
6.2.1. Výkon.....	20
6.2.2. Malé a velké elektrostanice .....	21
6.3. Přínos větrné elektrárny.....	21
<b>7. Sluneční energie.....</b>	<b>22</b>
7.1. Výhody a nevýhody použití solárních elektráren.....	22
7.2. Komplex zařízení pro solární elektrárnu .....	23
<b>8. Energie vody .....</b>	<b>25</b>
8.1. Konstrukce vodní elektrárny .....	26
8.3. Vliv hydroenergetických objektů na životní prostředí a ochrana přírody.....	28
8.4. Výhody a nevýhody elektrárny .....	29

8.5. Největší VE v Česku a ve světě.....	30
<b>9. Popis konkrétních projektů a výpočet ekonomické efektivity.....</b>	<b>31</b>
9.1. Koncepce výstavby malé vodní elektrárny.....	31
9.2. Výstavba fotovoltaické elektrárny na střeše rodinného domku.....	37
<b>Z tabulku je možné posoudit, že projekt je výhodný jedině při hodnotě diskontu 4%. .....</b>	<b>43</b>
<b>10. Závěr .....</b>	<b>44</b>
<b>11. Seznam použité literatury.....</b>	<b>45</b>
<b>12. Seznam použitých obrázků a schémat. ....</b>	<b>48</b>
<b>13. Seznam použitých zkratk .....</b>	<b>49</b>

## **1. Úvod**

Energie je dnes jedním z nejčastěji diskutovaných pojmů. Kromě jejího základního, fyzikálního, a v širším slova smyslu i přírodovědného charakteru, má energie četné ekonomické, politické, technické a další aspekty. Lidstvo potřebuje energii a její nezbytnost se každoročně zvyšuje. Kromě problému s růstem cen přicházejí problémy týkající se dovozu energetických surovin a tranzitních přenosů elektřiny.

Nicméně dodávky tradičních přírodních paliv jako ropy, plynu, uhlí a jiných nekonečné nejsou. Prakticky nevyčerpatelné jsou zásoby termojaderného paliva – vodíku, ale kontrolované termojaderné reakce dosud nejsou ovládnuté a není známo, kdy budou používány pro průmyslový zisk energie v čisté formě, čili bez účasti štěpných reaktorů. Navíc, širšímu využití jaderné energie brání nedůvěra vůči provozu těchto zařízení.

Existují dva způsoby řešení problému ubývajících zásob klasických energetických zdrojů – buď úsporná opatření při spotřebě energie, nebo využívání obnovitelných zdrojů energie. Alternativní energetika je souhrn perspektivních způsobů získávání elektrické energie. Není zatím tak přístupná jako tradiční energetické zdroje, ale je stejně zajímavá díky výhodnosti použití a nízkému riziku poškození životního prostředí.

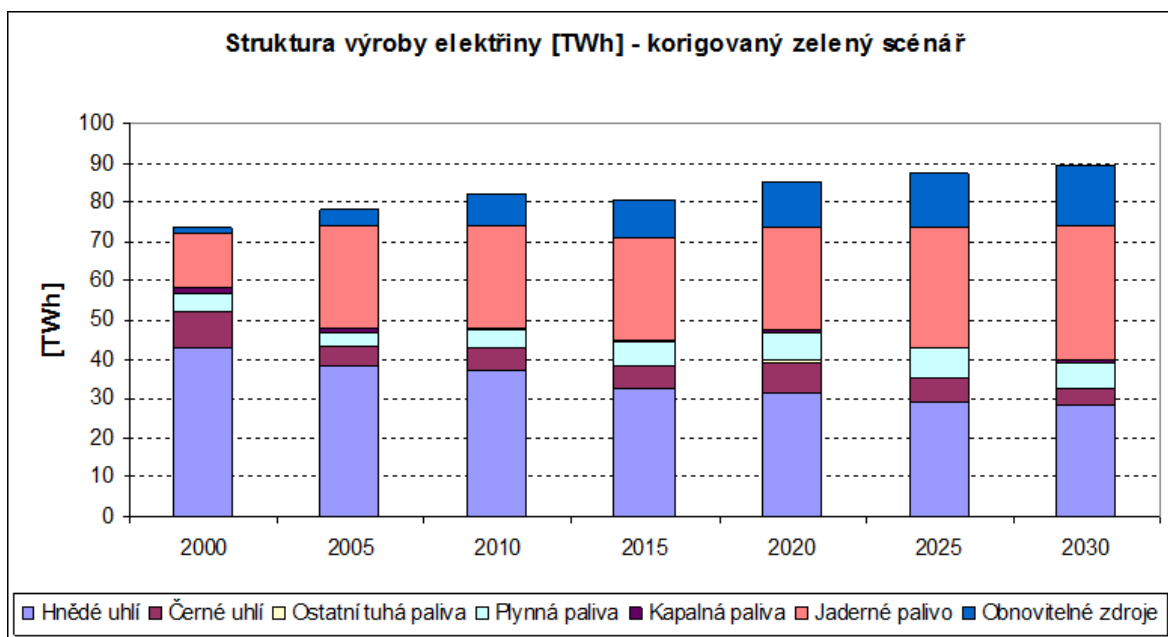
## **2. Cíle bakalářské práce**

Tato bakalářská práce se zaměřuje především na vypracování přehledu současného stavu problematiky v České republice a provedení ekonomické analýzy výroby elektřiny vybranými technologiemi za využití obnovitelných zdrojů energie. Cílem práce je získání znalosti v oblasti obnovitelných zdrojů a výpočet výhodnosti investic do konkrétních projektů.



### 3. Podpora obnovitelných zdrojů v České republice

Mnohé již bylo řečeno o ekologii a ochraně životního prostředí. Nicméně zatímco někteří zůstávají pouze u řeči, jiní dělají v tomto směru rozhodné kroky. V posledních letech se v České republice stává velice aktuálním použitím obnovitelných zdrojů energie. Na přiloženém obrázku je vidět dosavadní rozvoj použití a předpokládaný budoucí scénář.



Obr. 1. Podíl elektřiny, vyrobené z obnovitelných zdrojů na celkové výrobě. [31]

Podle směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2009/28/ES ze dne 23. dubna 2009 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů byl pro Českou republiku Evropskou Komisí stanoven minimálně 13% podíl energie z obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě energie a minimálně 10% podíl obnovitelných zdrojů v dopravě.

Národní akční plán České republiky pro energii z obnovitelných zdrojů byl zpracován tak, aby předpokládal v roce 2020 dosažení 14% podílu energie z obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě energie a 10,8% podílu energie z obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě v dopravě. Tento návrh je sestaven tak, aby překročil požadované cíle a aby byl zároveň v souladu se Státní energetickou koncepcí a zákonem o podporovaných zdrojích energie. [6]

Obnovitelné zdroje energie jsou v civilizovaném světě v současnosti zvyhodňovány vůči převládajícím tradičním fosilním zdrojům energie (uhlí, ropa). Podporou obnovitelných

zdrojů energie má dojít v blízké budoucnosti ke zmírnění globálního oteplování a ke snížení emisí skleníkových plynů.

Obnovitelné zdroje mohou být podporovány různými způsoby, jako např. zvýhodněná výkupní cena energie nebo dotace. V České republice je elektřina z obnovitelných zdrojů částečně podporována garantovanou výhodnou **výkupní cenou** nebo **zeleným bonusem**. Zbytek platí zákazníci v cenách elektřiny jako příplatek na OZE.

Výši **zelených bonusů a výkupních cen** stanovuje každoročně Energetický regulační úřad (dál jen ERÚ), který při tom vychází ze zákona č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie.

“Česká legislativa implementovala požadavky Směrnice 77/2001/ES do zákona č. 180/2005 Sb., jehož cíle lze shrnout do následujících bodů:

- Zvýšit podíl výroby elektřiny v zařízeních na bázi obnovitelných energetických zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v takovém rozsahu, aby ČR splnila indikativní cíl ve výši 8 % v roce 2010.
- Přispět odpovídajícím snížením emisí skleníkových plynů k ochraně klimatu.
- Přispět odpovídajícím snížením emisí ostatních škodlivin do prostředí k ochraně životního prostředí.
- Přispět ke snížení závislosti na dovozu energetických surovin.
- Přispět ke zvýšení diverzifikace a decentralizace zdrojů energie a tím ke zvýšení bezpečnosti dodávek energie.
- Přispět ke zvýšení podnikatelské jistoty investic do obnovitelných zdrojů energie.
- Podpořit vytvoření institucionálních podmínek pro zavádění nových technologií a k jejich proniknutí na trh jak v tuzemsku, tak v zahraničí.
- Využíváním biomasy přispět k péči o krajinu.
- Podporou využívání OZE přispět k vyšší zaměstnanosti v regionech.“ [1]

Principem **výkupní ceny** je připojení k veřejné rozvodné síti samostatnou přípojkou a prodej veškeré vyrobené elektřiny do sítě. Tato forma je výhodná tam, kde je minimální nebo žádná spotřeba elektřiny. Výkup probíhá za cenu určenou ERÚ pro daný rok.

Od roku 2013 vyplácí **Zelený bonus** společnost OTE řídicí se cenovým rozhodnutím ERÚ. Bonus je vhodný především u výrobce, který je schopen v době výroby elektrické energie

vyrobenou energii současně alespoň z části spotřebovat. Nevyužité přebytky je pak možné prodat do distribuční sítě a navíc dostat tzv. zelený bonus. Výhodou je v porovnání s principem výkupní ceny úspora za zřízení nové přípojky (připojení do stávajícího rozvodu). Nevýhodou je nižší výkupní cena za 1 kWh, která je ovšem kompenzována faktem, že při současné výrobě a spotřebě je pak spotřebovaná energie zcela zdarma.

### 3.1. Vývoj výroby elektřiny z OZE

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Vodní elektrárny do 10 MW</b>	903	1071	964	1002	967	1083	1239	1018	1026	1237
<b>Vodní elektrárny nad 10 MW</b>	1116	1309	1586	1077	1057	1347	1550	945	1103	1498
<b>Větrné elektrárny</b>	9,9	21,2	49,4	125	245	288	335	397	416	480
<b>Fotovoltaika</b>	0,1	0,068	0,17	1,75	12,9	88,8	616	2182	2149	2033
<b>Bioplyn + skládkový plyn</b>	37,4	85,4	173	183	214	414	599	932	1472	2241
<b>Biomasa</b>	533	552	728	993	1231	1437	1512	1683	1803	1670
<b>BRKO</b>	10	10,6	11,3	11,3	11,7	11	35,6	90	87	84
<b>Celkem OZE [GWh]</b>	2 610	3 049	3 513	3 393	3 738	4 668	5 887	7 247	8 055	9 243

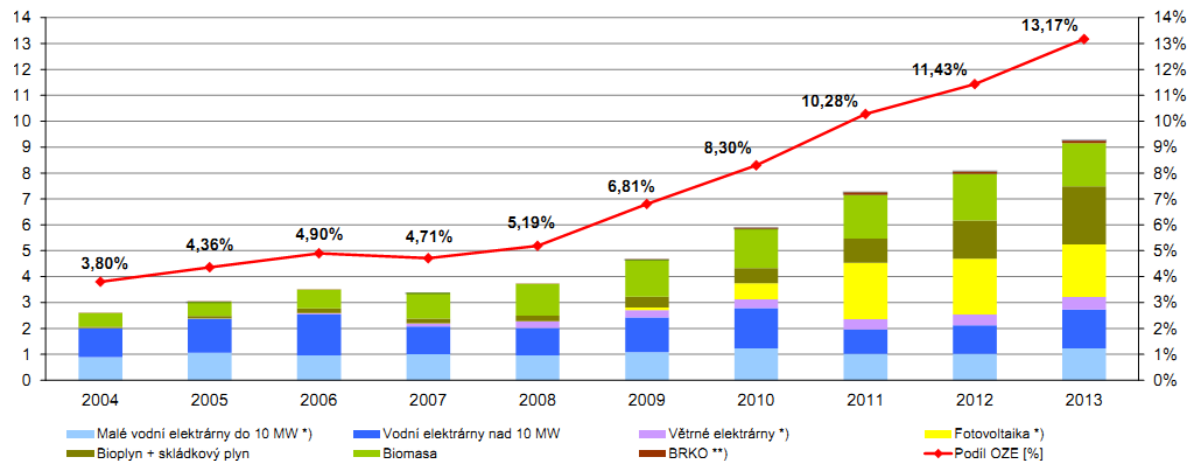
Tab. 1. Vývoj výroby elektřiny z OZE

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Tuzemská spotřeba elektřiny brutto [GWh]</b>	68 616	69 944	71 729	72 045	72 049	68 600	70 962	70 516	70 453	70 177
<b>Podíl OZE [%]</b>	3,80	4,36	4,90	4,71	5,19	6,81	8,30	10,28	11,43	13,17

Tab.2. Podíl OZE na celkové spotřebě

\*Nejaktuálnější údaje jsou převzaty z „Roční zprávy o provozu ES ČR pro rok 2013“ [3]

## 3.2. Grafický přehled vývoje



Obr. 2. Vývoj výroby elektřiny z OZE a její podíl na hrubé domácí spotřebě [TWh] [32]

## 3.3. Rozvojové aktivity společnosti ČEZ

### Větrná energie:

- Vyhledávání nových lokalit pro výstavbu parků VtE
- Jednání s místní vládou o pozemcích
- Příprava projektů, výběr dodavatelů technologie
- Finanční a zařizovací podpora výstavby kompletních větrných parků
- Dodávka elektrické energie do sítě

### Malé vodní elektrárny

- Vylepšování účinnosti technologie výroby elektřiny
- Vyhledávání nových lokalit pro výstavbu MVE
- Dodávka elektrické energie do sítě, provozování technologie
- Financování

### Biomasa

- Vyhledávání lokalit pro spalování lesních štěpek
- Příprava projektu spaloven na biomasu
- Vytvoření návrhů cíleného pěstování rostlin pro energetické využití
- Finanční zajištění

## Bioplynové stanice

- Projektování bioplynových stanic
- Jednání se zemědělskými podniky o spolupráci
- Tvorba projektů pro využití komunálního odpadu
- Financování

## **4. Biomasa**

Již odedávna lidé používali pro výrobu tepla spalování organické hmoty, kterou bylo možné nalézt kdekoli kolem sebe, a to především trávy, suchého dřeva a zbytků potravy. V souvislosti s růstem životní úrovně a technickým rozvojem byly tyto ekologické zdroje vytěsněny fosilními palivy z důvodu jednoduchosti a dostupnosti. Ale vzhledem k tomu, že jsou ložiska ropy a uhlí postupně vytěžována, a zejména z důvodu zhoršujícího se životního prostředí by se biomasa mohla stát jedním z nejpoužívanějších obnovitelných zdrojů energie.

Pojem biomasa obvykle označuje hmotu biologického (rostlinného nebo živočišného) původu, jako je rostlinná biomasa pěstovaná v půdě nebo ve vodě, živočišná biomasa, bakterie, sinice a huby a vedlejší organické produkty nebo organické odpady. Vzniká díky dopadající sluneční energii. Pro energetické účely se využívá cíleně pěstovaná nebo tzv. odpadní biomasa (např. zbytky ze zemědělské, lesní nebo potravinářské výroby).

Při spalování biomasy vzniká oxid uhličitý, který nenavšuje skleníkový efekt kvůli tomu, že rostliny při svém růstu odebírají kyslík ze vzduchu, a při spalování ho vracejí zpátky.

### **4.1. Zdroje biomasy**

Zdroje biomasy lze rozdělit např. následujícím způsobem:

- odpad při zpracování dřeva
- odpad z těžby dřeva v lesích;
- cíleně pěstované plodiny pro energetické využití.

V posledním případě jde o rychle rostoucí dřeviny (topoly, vrby), sloní tráva, len, proso, atd.

Některé druhy biomasy musí být nejdříve upraveny sekáním a štěpováním před vlastním energetickým zpracováním. Dále je možné biomasu využít spalováním nebo transformovat na kapalná nebo plynná biopaliva.

## 4.2. Technické parametry biomasy

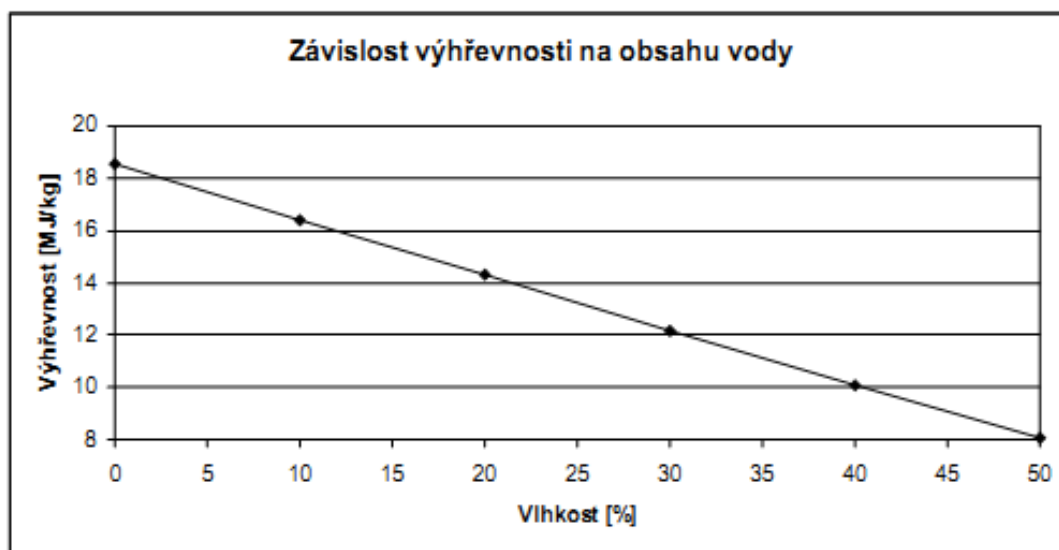
Jednou z nejdůležitějších vlastností paliv je **výhřevnost** - teplo, které se uvolní spálením jednotkového množství paliva, potom voda vzniklá spalováním, která zůstává v plynném stavu. [12] V tabulce jsou uvedeny výhřevnosti některých druhů biomasy a porovnány s jinou látkou. Údaje výhřevnosti byly použity ze zdroje uvedeného v seznamu použité literatury.

Druh paliva	Výhřevnost H[MJ.kg <sup>-1</sup> ]
Dřevo	18,5-21,0
Rašelina	20,0-21,0
Uhlík	23,3-24,9
Ropa	40,0-42,3

Tab. 3. Porovnání hodnot výhřevnosti u různých druhů paliv. [2]

**Vlhkost.** Hlavním cílem je získat biomasu s co nejnižším obsahem vody.

Výhřevnost se mění v závislosti na druhu použité biomasy a množství vlhkosti v palivu obsaženém. Vlhkost závisí na tom, z jakého zdroje biomasy bylo palivo vyrobeno.



Obr. 3. Závislost výhřevnosti biomasy na obsahu vody.[3?]

Vzorec pro výpočet energetické vlhkosti [13]:

$$W_{abs} = \frac{m_w - m_o}{m_w} \cdot 100\%$$

$m_w$ ...hmotnost vlhkého vzorku

$m_o$ ...hmotnost suchého vzorku.

*Poznámka: toto je Gravimetrická metoda, která vychází z definičního vzorce vlhkosti.*

*Metoda je referenční a je celosvětově uznána.*

Dalším důležitým parametrem biomasy je **obsah popela, respektive jeho teplota tání**. Je-li teplota tání popela nižší než teplota plamene při hoření, pak dochází k zalepování roštu ohniště, což působí problémy. Zalepování roštu nízkotajícím popelem lze zabránit namícháním paliva, které obsahuje popel o nižší teplotě tání s palivem, než má vysokotající popel. Nízkotající popel bude při spalování tzv. obalen popelem vysokotajícím a rošt nezalepí.

**Chemické složení hořlaviny.** Biomasa obecně obsahuje 50% C, 43% O a 6% H v hořlavině. [14] Velkou výhodou složení je minimální nebo žádné množství síry. Kvůli tomu při spalování nedochází ke vzniku nebezpečných sloučenin, které způsobují korozi kotle. Teplota spalin odcházejících od komína je nižší.

#### 4.2.1. Výhody a nevýhody použití biomasy:

##### Výhody:

- Snížení emisí skleníkových plynů - důležité pro zachování života na Zemi
- Lepší život lidí v kvalitnějším životním prostředí
- Úspora prostředků placených zatím za fosilní paliva
- Nová pracovní místa, zajímavý program pro zemědělství a průmysl
- Údržba kulturní krajiny

Všechny výhody jsou přínosem nejen z ekonomického hlediska, ale i z hlediska morálního. Značné prostředky vynakládané za fosilní paliva mohou sloužit lépe k oživení regionů, tím pádem zásadně přispět k rozvoji problémových oblastí.

### **Nevýhody:**

- Nižší výhřevnost ve srovnání s ostatními palivy
- Je nutný dostatečný prostor pro úschovu biomasy
- Nedostatečná podpora státu
- Vliv vlhkosti na spalovací procesy
- Složitější manipulace s biomasou (např. likvidace pozůstalého popela)

Přístup domácností je zatím nejistý a zkušeností s biopalivy je málo, protože jiná paliva jsou dosud levnější. Pro přehlednost je dále uvedena tabulka největších provozovaných elektráren České republiky a nejaktuálnější údaje (rok 2013)

<b>Elektrárna</b>	<b>Výroba (MWh)</b>	<b>Spotřeba biomasy (tuny)</b>
Hodonín	177 348	208 749
Poříčí	92 418	100 988
Tisová	45 956	47 265
Dvůr Králové (teplárna)	11 944	6 277

Tab. 4. Největší provozované elektrárny pro biomasu v ČR



## **5. Bioplyn**

Pod pojmem bioplyn se rozumí směs plynů. Jeho hlavními složkami jsou metan (CH<sub>4</sub>), 55 až 70%, oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>), 28 až 43%, a také ve velmi malém množství další plyny jako je např. sirovodík (H<sub>2</sub>S). Průměrné spalné teplo bioplynu obsahujícího 60% metanu je 22 MJ\*m<sup>-3</sup>. Ze 100% přivedené energie v bioplynu lze v kogeneraci vyrobit 36% elektrické energie a 49% tepelné energie. Celková účinnost je minimálně 85% při 100% zatížení jednotky.[11]

Bioplyn se získává pomocí anaerobní fermentace (probíhá bez přístupu vzduchu) organických látek. Metanová fermentace probíhá při rozkladu organické hmoty v důsledku vitální aktivity dvou hlavních skupin mikroorganismů. První skupina tvoří kyselinu a štěpí složité organické sloučeniny, jako např. vlákno a bílkovinu na jednodušší. Tyto slouží jako zdroj potravy pro druhou skupinu mikroorganismů, která přeměňuje organické kyseliny v požadovaný metan. Obě skupiny bakterií se vyskytují všude v přírodě, zejména v živočišných exkrementech.

### **Anaerobní proces fermentace můžeme rozdělit na 4 fáze:**

- 1 fáze – Hydrolyza. Dochází k hydrolytickému štěpení látek na jednodušší sloučeniny. Při tomto procesu se uvolňuje rovněž vodík (H<sub>2</sub>) a oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>).
- 2 fáze – Acidogeneze. Dochází k přeměně organických sloučenin na organické kyseliny.
- 3 fáze – Acetogeneze. Další rozklad kyselin a alkoholů. Hlavním produktem je kyselina octová.
- 4 fáze – Methanogeneze. Z kyselin, vodíku a oxidu uhličitého vzniká metan (CH<sub>4</sub>).

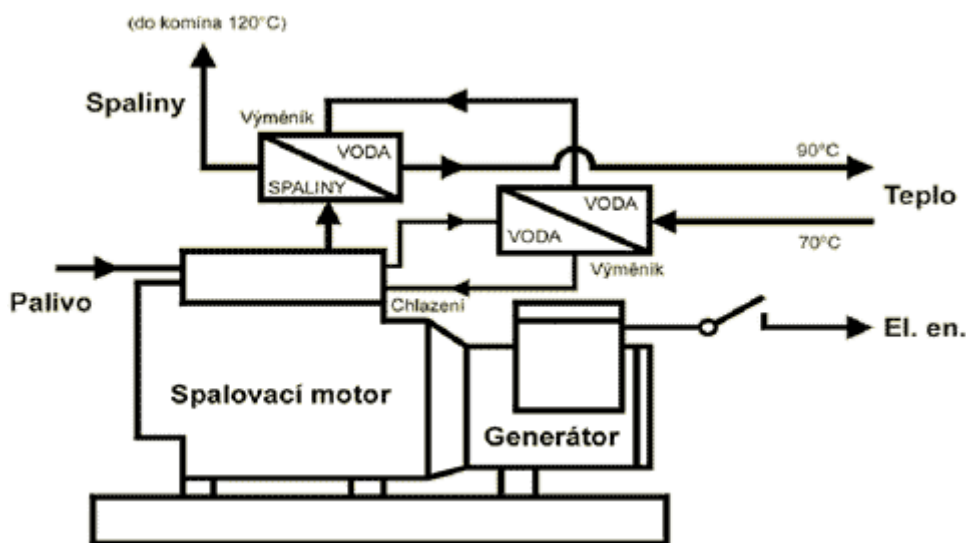
### **5.1. Energetické využití bioplynu**

Pro zařízení na výrobu bioplynu se nejčastěji užívá názvu „bioplynová stanice (BPS)“.

#### **Použití bioplynu:**

- Výroba tepla v parních kotlích
- Výroba elektrické energie a tepla (kogenerace)
- Výroba elektrické energie, tepla a chladu (trigenerace)
- Využití bioplynu v dopravě (bioplynové pohony motorových vozidel)

Z hlediska aktuálních podmínek v ČR se bioplyn nejčastěji využívá pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla v tzv. kogeneračních jednotkách (KJ) s pístovým spalovacím motorem.



Obr. 5. Princip kogenerační jednotky s pístovým spalovacím motorem. [34]

*Poznámka: Pístové motory jsou spalovací motory odvozené od běžných automobilových motorů.*

Každá kogenerační jednotka je schopna samostatného provozu v rozsahu 50 – 100% jmenovitého výkonu. Skládá se z vlastního motoru, synchronního generátoru vyrábějícího elektřinu a zařízení pro výrobu tepla a chlazení směsí. KJ jsou umístěny v prostoru strojovny, spaliny jsou vedeny mimo tento prostor.

#### **Výhoda kogenerace:**

- Využití tepla z kogenerace umožňuje ušetření paliva a finančních prostředků na nákup jiného zdroje tepla
- Snížení emise skleníkových plynů
- Vysoká účinnost

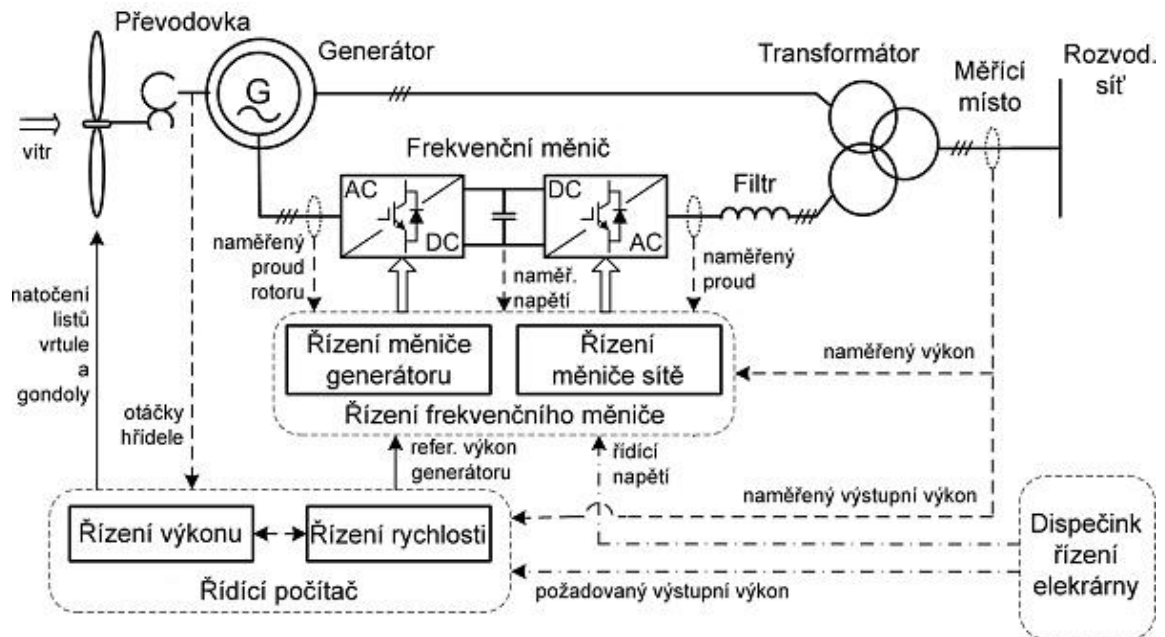
Kogenerace se vyplatí tam, kde je zajištěn odběr tepla, příp. chladu, a to je například v hotelech, nemocnicích, školách, obchodních domech a kancelářích.

## 6. Větrné elektrárny

Větrnou energii označujeme technologií založenou na využití větru. Nepatří k nějakým módním ekologickým výstřelkům, naopak – řadí se mezi nejstarší kmety z rodu obnovitelných zdrojů. Než se větru začalo využívat k výrobě elektřiny, sloužil po staletí jako zručný a silný manuální pomocník. S jeho pomocí se například mlelo obilí nebo čerpala voda.

Pro zapřáhnutí větrné energie se používají různé konstrukce v různých provedeních. Jsou to mnohoplastové "Daisy" a šrouby, jako vrtule se třemi, dvěma nebo dokonce jednou lopatkou. Svislé konstrukce jsou dobré proto, že mohou chytit vítr v libovolném směru.

### 6.1. Schéma větrné elektrárny



Obr. 6. Schéma větrné elektrárny [30]

### 6.2. Popis komponentů

Vítr fouká jen zřídka při konstantní rychlosti. Změna rychlosti znamená zpomalení či zrychlení rotačního pohybu kola a příslušného hřídele, přes který se otáčení kola přenáší na elektrický generátor. Aby se otáčení provádělo s konstantní frekvencí, používají se různá zařízení.

Nosným zařízením je věž, na které je umístěn generátor elektrického proudu s vrtulí a příslušenstvím. Generátor elektrického proudu může být stejnosměrný nebo střídavý. Na

obrázku je znázorněna první varianta. Regulátor upravuje napětí vyrobeného elektrického proudu. Rozváděč řídí výstup vyrobeného proudu k dalšímu užití a propojuje vlastní systém větrné elektrárny s náhradním zdrojem. Měníč slouží ke změně stejnosměrného proudu na střídavý, který je potřebný pro pohon běžných spotřebičů. Standardní částí systému je elektrický akumulátor zajišťující dodávku energie pro kratší období bezvětrí. Pro případ dlouhodobého bezvětrí je k větrné elektrárně připojen náhradní zdroj energie, kterým je zpravidla elektrický generátor se spalovacím motorem. Platí to ovšem jen pro případ ostrovního provozu v lokalitě izolované od sítě. Elektrárna, která je připojena do sítě, akumulátor mít nebude. [26]

Nejběžnějším typem větrné turbíny je turbína s vodorovnou hřídelí a počtem lopatek od 1 do 3. Multiplikátor turbíny a generátoru se nachází v gondole, instalované na vrcholu stožáru. V nejnovějších modelech větrných turbín se používají asynchronní generátory s proměnnou rychlostí a klimatizace.

Větrné elektrárny jsou použitelné většinou v oblastech, kde je roční průměrná rychlost větru 6 metrů za vteřinu a výše, a v zemích, které jsou na využití jiných zdrojů energie příliš chudé, stejně také oblastech, kde je dodávka paliva velmi nákladná. Nicméně existují už i vysokorychlostní větrné turbíny zahraničních firem, pracující hlavně při rychlosti větru 5 metrů za vteřinu. Speciální konstrukce lopatek a zvláštní prostředky umožňují "Konvetu-1E" začít efektivně pracovat i při rychlosti větru až 4 metry za sekundu.

### **6.2.1. Výkon**

Pro maximální dosažitelný výkon větrného motoru je z teorie o působení proudu tekutiny na pohybující se desku možno odvodit výraz:

$$P_{max} = 0,08 \cdot p \cdot v^3 \cdot D^2$$

$p$ ... hustota vzduchu

$D$ ... průměr kružnice opsané vnějším okrajům vrtule

$v$ ... rychlost větru

V současné době se vyrábějí větrné generátory o výkonu několika stovek W užívané domácnostmi, a až několika MW, které jsou zapojeny jako součást celé rozvodné sítě.

### 6.2.2. Malé a velké elektrostanice

**Malé větrné elektrárny** (výkon menší než 100 kW) jsou obvykle určeny pro samostatný provoz. Systémy, kterým dodávají elektrickou energii, jsou vybíravé a vyžadují napájení vyšší kvality. Tyto systémy mohou zabránit přerušení provozu elektrostanice, ke kterému například dochází v období bezvětří. Proto potřebují "zdvojovače", tj. záložní zdroje energie jako jsou dieselové motory stejné výkonnosti jako ony větrné elektrárny stejného nebo menšího výkonu.

Pokud jde o **velké větrné elektrárny** a silnější turbíny (až 100 kW), tyto jsou obecně zahrnuty do napájecího systému. Obvykle se na stejném místě nashromáždí dostatečně velký počet větrných turbín, a dochází ke vzniku tzv. větrných farem. Zatímco na jednom okraji "farmy" fouká vítr, na druhém je během tohoto období klid. Větrné turbíny nelze dát příliš blízko k sobě, aby se navzájem neomezovaly v pohybu. Z tohoto důvodu větrná farma zabírá tolik místa. [24]

**Největší větrná elektrárna v České republice** se nachází v Kryštofových Hamrech v Ústeckém kraji. Tato elektrostanice byla uvedena do provozu v roce 2007. Má 21 turbín (každá o výkonu 2 MW) a celkový instalovaný výkon 42 MW. Podle údajů pro rok 2011 [16] roční výroba dosáhla 99,1 GWh, což je velmi dobrý výsledek na takovou relativně malou zemi a kopcový reliéf.

Kryštofovy Hamry, které patří německé firmě Ecoenerg, by se měly do budoucna rozšířit o další 4 stroje.

*Poznámka: Rok uvedení do provozu znamená postavení první elektrárny v dané lokalitě. Počet turbín označuje, kolik větrných turbín (větrných generátorů) se nachází ve větrné farmě, nebo se nacházelo v době ukončení provozu. Údaje jsou převzaty ze seznamu České společnosti pro větrnou energii.*

### 6.3. Přínos větrné elektrárny

- Předpokládaný potenciál VTE (větrných elektráren) v ČR je na úrovni 800 kusů s roční výrobou 6 TWh.
- V roce 2012 bylo v ČR vyrobeno 416 GWh elektřiny ve VTE, což představuje ušetření více než 407 000 tun hnědého uhlí (téměř 8 000 vagonů uhlí), tím pádem ušetření více než 500 000 tun CO<sub>2</sub> a několika tisíc tun oxidů síry a dusíku.

- Větrná energetika má dnes nejnižší výrobní náklady ze všech nových zdrojů elektřiny.
- Za svoji životnost VTE vyrobí 50x více energie, než je potřeba pro její výrobu a likvidaci. [23]

### **Ekonomické aspekty:**

Rozvoj větrné energetiky, který podmiňuje investorská činnost, je závislý na ekonomické rentabilitě podnikání. Pokud budeme vycházet ze zásad ekonomického hodnocení projektů, pak rozvoj větrné energetiky ovlivňuje:

- výše výkupních cen elektřiny vyrobené VTE, které stanovuje ERÚ
- výše investičních prostředků, kde nejvyšší položku představuje cena VTE
- režim půjček, splácení úvěrů, daní
- Z makroekonomického hlediska zvýhodnění výkupní ceny elektřiny a případné druhotné náklady spojené s rozvojem a provozem elektrizační soustavy jsou nákladem na provoz větrných elektráren.

## **7. Sluneční energie**

Instalace fotovoltaických elektráren se stává více trendová z důvodu, že sluneční baterie nemají žádný špatný vliv na životní prostředí. Jde o energetický zdroj, kterého bude dlouho v přírodě dostatek. Tento druh elektráren se objevil v České republice v roce 2006, po přijetí zákona č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie v roce 2005.

### **7.1 Výhody a nevýhody použití solárních elektráren.**

Přestože existuje opozice, která je proti rozšíření tohoto typu elektráren (hlavním argumentem je růst cen energie pro koncového spotřebitele), budeme se podrobně zabývat výhodami sluneční energie:

- Ekologické. Snížení emisí CO<sub>2</sub> a toxických emisí.
- Zdroj energie je decentralizovaný. Energie se spotřebovává na stejném místě, kde se vyrábí. Neztrácí se v distribučních sítích. Maximum výroby této energie činí zhruba maximum spotřeby. Během dne, kdy je spotřeba energie největší a zároveň

je elektřina nejdražší na trhu, mají právě fotovoltaické stanice maximum své výroby

- Doba životnosti. Fotovoltaický panel má dlouhodobou záruku- min. 25 let. Během použití se exploatační charakteristiky zhoršují o 0,8% ročně (údaje výrobců)
- Nehlučnost.
- Solární panely nepotřebují palivo, což umožňuje nezáviset na jeho cenách.

I přes značné množství výhod jsou nicméně solární panely používány jenom jako pomocné zdroje, tj. nemohou úplně nahradit elektřinu vyrobenou klasickým způsobem z neobnovitelných zdrojů.

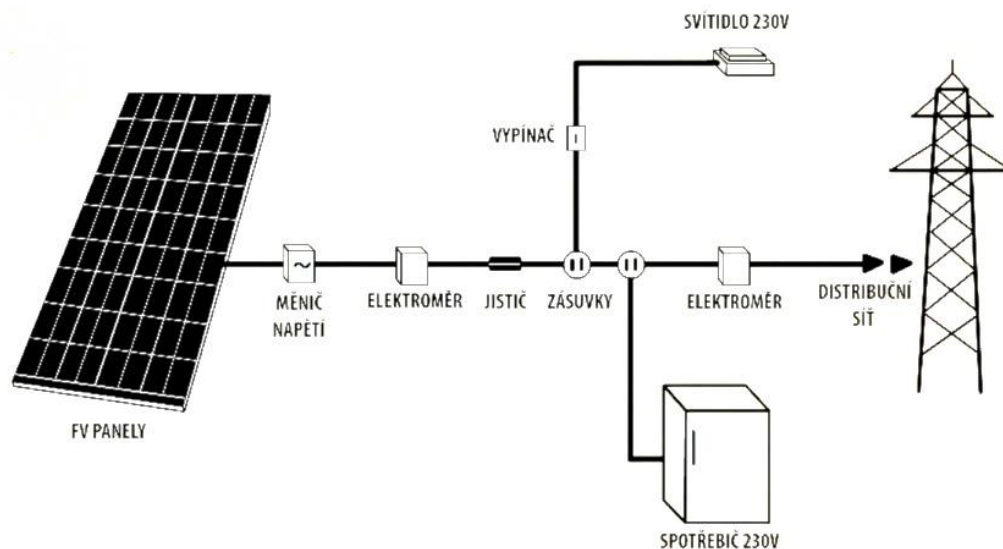
#### **Nevýhody:**

- Poměrně vysoké náklady a malá účinnost
- Dlouhá doba návratnosti investic
- Nejsou užitečné pro přístroje, které spotřebovávají velké výkony

## **7.2. Komplex zařízení pro solární elektrárnu**

Strukturu typického komplexu představují:

- Sada solárních panelů
- Regulátor nabíjení akumulátorů
- Akumulátory
- Měnič napětí (střídač)
- Elektroměr



Obr. 7. Schéma fotovoltaického systému. [36]

Moderní transformační zařízení umožňují kompletní vybavení elektrárny pro konkrétní úkol s optimálními technickými a cenovými vlastnostmi. Solární elektrárna ve své čisté formě může fungovat pouze v režimu průmyslové výroby. Proto vybudování systému zásobování energií v soukromém domě pouze na jednom zdroji není moc výhodné. [25]

Při výpočtu prvků solárních elektráren se musí brát v úvahu následující faktory:

- Úroveň slunečního záření (osvětlení) v této oblasti
- Typ zátěže (počet spotřebitelů)
- Rozložení zátěže během dne
- Plánovaná doba autonomní práce při nedostatku slunce.

Doba provozu závisí na některých faktorech. Z důvodu, že fotovoltaická elektrárna nemá pohyblivé části a všechny prvky jsou vyrobené z inertních materiálů, jsou solární moduly velmi silné. Většina komponentů je v provozu po dlouhou dobu. Výměna solárních modulů může být potřebná za 25-50 let, akumulátorů a měničů napětí za 10-12 let.

### **Fotovoltaické elektrárny na vodě.**

Novinkou v oblasti fotovoltaiky je elektrárna postavená na vodě. Momentálně se v indickém státě Kérala staví největší plovoucí solární elektrárna na světě. Instalovaný výkon



činí 50 MW. V Japonsku se po jaderné havárii také objevily dvě menší elektrárny s celkovým instalovaným výkonem 2,9 MW. [10]

## **8. Energie vody**

Vodní energie patří k nejméně využívaným obnovitelným zdrojům v České republice.

Vodní elektrárny se na celkové výrobě elektřiny podílejí 3 %, což představuje 2 376,3 GWh/rok, přičemž technicky využitelný potenciál řek v ČR činí 3 380 GWh/rok. Z tohoto množství je zhruba 40,7 % vyrobeno v elektrárnách o výkonu do 10 MW, 44,5 % v elektrárnách o výkonu nad 10 MW a 14,8 % v přečerpávacích vodních elektrárnách. [7]

Jedná se o vodní potenciální energii, která se přeměňuje na mechanickou práci a elektrickou energii. Tato transformace se provádí ve vodních elektrárnách. Udržování stálého tlaku vody se realizuje pomocí přehradní hráze nebo jezů, tj. vodního díla, které zadržuje vodu.

U jezů lze dosáhnout spádů jen 10 až 20 m. Vodním elektrárnám konstruovaným pro tyto malé spády se říká nízkotlaké průtočné.

Přehradou lze vzdout vodu až do výše 100 m. V České republice je dnes většina vodních elektráren postavena právě při přehradách.

V této souvislosti musí být při výstavbě elektrárny splněny určité požadavky na reliéf krajiny, který by měl umožnit organizování nádrže a vytvoření požadovaného tlaku ze strany přehrady. Tohle všechno vyžaduje značné náklady, a výdaje na výstavbu mohou přesáhnout cenu za zařízení. Nicméně cena za elektřinu vygenerovanou pomocí vodní elektrárny je relativně nízká. Doba návratnosti například malé vodní elektrárny je zpravidla 10 let.

*Poznámka: Jako malé vodní elektrárny se označují elektrárny s instalovaným výkonem do 10 MW včetně.*

## 8.1. Konstrukce vodní elektrárny

Pro transformaci energie vody v mechanickou práci se používají turbíny. Existují akční (Peltonova) a reakční turbíny (Francisova nebo Kaplanova). Výběr závisí na podmínkách a účelu vodního díla.

V turbínách reakčního typu jsou nastavitelné lopatky, celý stroj funguje jako přetlakový. Dosahuje vyšší rychlosti, než je rychlost proudění vody. Turbína je vhodná pro velká množství vody a pro menší spady.

*Poznámka: Kaplanovy turbíny je možné použít i pro velmi malé spady okolo 0,6 metrů na těch nejmenších jezích.*

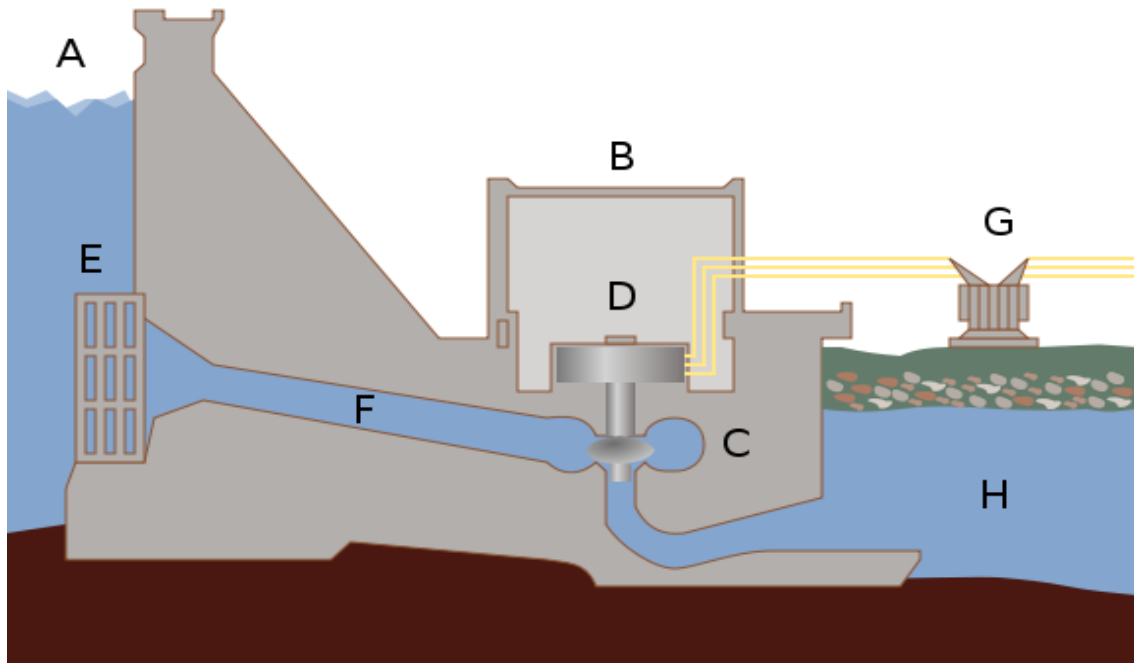
Akční turbíny mají obvodovou rychlost otáčení menší, než je rychlost proudění. Stroj funguje jako rovnotlakový. Voda vstupuje do turbíny pouze v některých částech a na lopatky ji převádějí trysky.

### Vodní elektrárny se dělí na:

- Jezové (průtočné). Spád je vytvořen jezem. Využívají přirozený průtok vody a odebírají vodu v závislosti na momentální spotřebě energie. Pracují bez akumulace.
- Derivační (náhonové). Spád je vytvořen převážně derivačním kanálem, který vodu odvádí. Nejnižší hodnoty spádu v derivačních elektrárnách bývají 10 m, nejvyšší jsou kolem 200 m.
- Přehradní (akumulační). Odebírají vodu v závislosti na momentální spotřebě energie, ale pracují i s možností akumulace. Spád je vytvořen pomocí přehrady.
- Přečerpávací. Nejčastěji slouží jako zásobárna elektrické energie. Toto skladování umožňuje řešit problém různé spotřeby energie během dne a vyvažovat energetické špičky v rozvodné síti. Elektrárna má dvě nádrže položené nad sebou. V době energetických špiček elektrárna vyrábí energii tím, že se voda z horní nádrže pouští do spodní nádrže. Naopak v době přebytku energie se voda ze spodní nádrže čerpá zpět do horní nádrže. Tím je vytvořena zásoba vody pro výrobu ve špičce. Tento způsob umožňuje skladovat vyrobenou elektrickou energii ve velkém měřítku po delší dobu.
- Přilivové. Používá se energie mořského přílivu a odlivu, a zároveň s tím kinetická energie rotace Země. Může fungovat i jako přečerpávací elektrárna. V současné

době nejsou přílivové elektrárny masově využívány. Přínos je velmi malý, protože existuje jen omezený počet míst, kde je lze stavět. Ale výhodou je, že příliv a odliv jsou lépe předpověditelné než např. chování větru nebo svit slunce. [27]

## 8.2. Schéma vodní elektrárny:



Obr. 8. Schéma vodní elektrárny[33]

### Popis schéma

- A - hladina přehradní nádrže
- B - budova elektrárny
- C - turbína, kolem ní rozváděcí kolo a pod ní odtokový kanál
- D - generátor na společné ose s turbínou
- E - česle a uzavěr
- F - přívodní kanál
- G - transformátor, napojující elektrárnu do rozvodné sítě
- H – odtok

### **8.3. Vliv hydroenergetických objektů na životní prostředí a ochrana přírody**

Vodní zařízení mají významný vliv na životní prostředí, který bývá pouze lokální.

Nicméně výstavba kaskády velkých vodních nádrží a elektráren by mohla změnit přírodní podmínky v regionálním měřítku. Při posuzování tohoto vlivu je třeba rozlišovat dobu výstavby objektu a dobu jeho provozu.

První období je poměrně krátké. Trvá jen několik let. V tuto dobu se v oblasti výstavby narušuje přírodní krajina. Zvyšuje se úroveň hluku. Voda, použita pro různé stavební práce, se vrací do řeky s příměsí- s částicemi písku, hlíny apod.

Druhé období trvá po celou dobu životnosti vodní elektrárny.

**Během provozu je vliv vodních objektů mnohostranný. Nejvýraznější působení:**

Potopení. Výstavba vodní nádrže může přivést oblast k zatopení. Do zóny rizika se dostávají zemědělská půda, ložiska surovin, průmyslové stavby, silnice. Proto výstavba v horních lokalitách, které jsou méně přizpůsobeny pro hospodářství, přináší podstatně menší škody, než na rovinách.

Přetvoření břehů. Kvůli zvýšení a snížení vodní hladiny při regulaci průtoku vzniká přetvoření břehu. To spočívá v erozi a vymletí. Velikost poškození závisí na geologické struktuře břehu, hloubce nádrže a síle působení větru. Poměrná stabilizace pobřeží přichází za 5-10 let po naplnění nádrže.

Kvalita vody. Vzhledem ke snížení rychlosti proudění vody a zmenšení pohybu v hloubce se ve vodě výrazně mění chemické charakteristiky. Kvalitu zhoršují průmyslové a komunální odpadní vody a organické látky ze zemědělských půd. Pro jižní oblasti je nepříjemným důsledkem přesycení vody těmito látkami (zejména dusíkem a fosforem) vznik vodních řas. Proto musí být přijata potřebná opatření pro udržení kvality vody. Mělo by se provádět důkladné čištění odpadních vod. V zemědělství se mají používat moderní technologie, které omezují vynášení umělého hnojiva za hranice půdy.

Vliv vodních nádrží na mikroklima. Vodní nádrže zvyšují vlhkost, ovlivňují změnu větrného režimu pobřežní oblasti, stejně jako režim a teplotu vodního toku. To vede ke změně podmínek životního prostředí, jakož i ke změně životních a hospodářských aktivit

obyvatelů, obývání zvířat a ryb. Míra působení je rozlišná pro různé regiony státu a klimatické zóny.

Vliv na faunu. Stavba jezů a přehrad vede ke zvýšení vodní hladiny a tvorbě nádrží. Přehrady mohou bránit průchodu ryb do míst přírodního tření v horních tocích řek. Ale v řadě případů dochází k obohacení fauny novými druhy ptáků a ryb.

Vybudování hydrotechnické konstrukce je docela nebezpečné z důvodu, že při vzniku nehody a zničení objektu může dojít ke zrušení nádrže. Objeví se vlna ve výšce až několika desítek metrů, která ohrožuje města ležící níže od vodní elektrárny.

### **Opatření pro ochranu přírody**

Práce na výstavbě hydroenergetického objektu by měla být prováděna s ohledem na minimální poškození přírody. Pro nádrže je nejvíce efektivní výstavba hrází, která zmenšuje obsah možné zatopené plochy. Proti přetvoření břehu se provádí břehová zpevňující stavba. Pro zajištění vysoké kvality vody je potřebné sanitární čištění samotné nádrže před naplněním vodou a postavení čistícího zařízení.

## **8.4. Výhody a nevýhody elektrárny**

### **Výhody:**

- Provoz elektrárny minimálně znečišťuje prostředí
- Mohou být ovládané na dálku
- Slouží k ochraně území před menšími povodněmi
- Přehradní jezera jsou zdrojem pitné vody, zásobárnou vody pro zemědělství a lodní dopravou.

### **Nevýhody:**

- Složitá stavba a instalace
- Vysoké investiční náklady
- Nutnost zatopení velkého území
- Přehradní hráze a vyšší jezy brání tahu ryb. Nutnost vybudování systému cest pro ryby.

## 8.5. Největší VE v Česku a ve světě.

Největší světovou vodní elektrárnou jsou “Tři soutěsky”, elektrárn anacházející se v Číně. Oficiální náklady na postavení činily 25 miliard dolarů. Hráz je vysoká 185 metrů a dlouhá 1725 metrů. Objem vody v přehradě je 40 miliard m<sup>3</sup>. Délka celé přehrady je celých 660 kilometrů a plocha jezera je 1000 km<sup>2</sup>. Elektrárna má 32 turbosoustrojí s výkonem 700 MW každý, celkový instalovaný výkon je 22 400 MW. Očekávaná roční produkce elektřiny je přes 100 TWh. [8]

### 5 Největších VE v České republice:

- Dlouhé Stráně. Stojí na řece Divoká Desná uvnitř chráněné krajinné oblasti Jeseníky. Instalovaný výkon je 650 MW (dvě Francisovy reverzní turbíny s výkonem 325 MW). Roční výroba činí 336 GWh. Celkové náklady na postavení činily 6,5 miliardy korun, a k zúročení došlo za necelých 7 let. Největší spad je 510,7 metrů.
- Dalešice s instalovaným výkonem 480 MW. Stojí na řece Jihlava. Má 4 Francisovy reverzní turbíny (120x4 MW), ale většinou se využívá jenom jedna nebo dvě. Roční výroba- 294 GWh.
- Orlík. Soustavu tvoří 4 Kaplanovy turbíny, každá o výkonu 91 MW (celkově je instalovaný výkon 364 MW). Ročně vyrobí 490 GWh.
- Slapy. Při instalovaném výkonu jenom 144 MW vyrobí ročně necelých 400 GWh. Sestává z 3 Kaplanových turbín (48x4 MW).
- Lipno. Má dvě Francisovy turbíny a celkový instalovaný výkon 120 MW s roční výrobou 150 GWh. [15]

*Poznámka: roční výroba vodních elektráren je uvedena za rok 2010. [9]*

Všechny velké vodní elektrárny, kromě Dalešic, Mohelna a Dlouhých Strání, jsou situovány na toku Vltavy. Tím tvoří kaskádový systém – vltavskou kaskádu. Jsou provozovány automaticky a řízeny z centrálního dispečinku ve Štěchovicích.

## **9. Popis konkrétních projektů a výpočet ekonomické efektivnosti**

V této kapitole bych se chtěla podrobněji zabývat konkrétními projekty, které by předvedly výpočet nákladů na postavení elektrárny a předpokládaného zisku. Pro výpočty jsem si vybrala koncepci výstavby malé vodní elektrárny, vydanou v časopise „Energetika“ [19], a dva různé projekty fotovoltaických elektráren [21], [29], které mi nabízel výrobce na webu jako stavbu na klíč.

Základní údaje jako technické parametry elektrárny, počáteční investice, cena jednotlivých zařízení, cena za montáž jsou převzaty od dodavatelů, ale výpočty jsem prováděla samostatně. Proto je potom možné snadno zjistit, zda je projekt výhodný a vyplatí-li se do něj investovat, popř. jaká bude doba návratnosti těchto investic.

### **9.1. Koncepce výstavby malé vodní elektrárny**

Pro popis je vybrán projekt malé vodní elektrárny, která bude založena v obci Tulešice na toku řeky Rokytná s největším spadem 4 m. Předpokládaná doba životnosti elektrárny je 30 let. **Instalovaný výkon činí 21,76 kW** a počítá se podle vzorce:

$$P=k \cdot H \cdot Q$$

P...instalovaný výkon

k...koeficient vyznačující účinnost výroby (k=6,8)

H...užitný spad

Q...průtok turbínou ( $Q=0,8\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )

**Množství ročně vyrobené energie je 118 090 kWh**

Požizovací cena elektrárny je 2 500 000 Kč a zahrnuje v sobě:

- Náklady na turbínu 1 800 000 Kč
- Náklady na stavební část 200 000 Kč
- Náklady na elektrickou část 500 000 Kč

Kromě nákladů na vlastní stavbu existují ještě správní náklady (legislativa, projektování) které činí 642 000 Kč. Navíc se předpokládají neočekávané výdaje v hodnotě 611 000 Kč, proto **je konečná cena investice 3 753 000 Kč.**

Budeme předpokládat **konstantní roční tržby (V)** v hodnotě 381 431 Kč. Tato částka se počítá jako součin vyrobené energie a ceny za 1 kWh:

$$V = 118\,090 \text{ kWh} \cdot 3,23 \text{ Kč} = 381\,431 \text{ Kč}$$

*Poznámka: Cena za 1 kWh je stanovena ERÚ*

Provozní náklady jsou v jednotlivých letech konstantní. Počítala jsem s částkou 30000 Kč, což přibližně odpovídá 10% z roční hodnoty tržeb.

Zařízení elektrárny se odepisuje po dobu 20 let. [17] Odpisy za první rok činí 2,15 % z počáteční investice, v dalších letech 5,15% z počáteční investice. [18]



V dále uvedené tabulce jsou znázorněny údaje potřebné pro výpočet hotovostního toku Cash Flow (CF) a Cash Flow diskontovaného (DCF). Tyto hodnoty budou sloužit pro zjištění čisté současné hodnoty projektu NPV, podle které je možné soudit, zda je projekt výhodný nebo není.

Rok	Provozní náklady PN [Kč]	Odpisy N [Kč]	EBITDA [Kč]	EBIT [Kč]	Dan z příjmu [Kč]	EAT [Kč]	CF [Kč]	DCF [Kč]
1	30 000	80 690	351 431	270 741	51 441	219 300	299 990	283 010
2	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	286 029
3	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	269 839
4	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	254 565
5	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	240 156
6	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	226 562
7	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	213 738
8	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	201 639
9	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	190 226
10	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	179 458
11	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	169 300
12	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	159 717
13	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	150 677
14	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	142 148
15	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	134 102
16	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	126 511
17	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	119 350
18	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	112 594
19	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	106 221
20	30 000	193 280	351 431	158 151	30 049	128 102	321 382	100 209
21	30 000	0	351 431	351 431	66 772	284 659	284 659	83 734
22	30 000	0	351 431	351 431	66 772	284 659	284 659	78 994
23	30 000	0	351 431	351 431	66 772	284 659	284 659	74 523
24	30 000	0	351 431	351 431	66 772	284 659	284 659	70 305
25	30 000	0	351 431	351 431	66 772	284 659	284 659	66 325
26	30 000	0	351 431	351 431	66 772	284 659	284 659	62 571
27	30 000	0	351 431	351 431	66 772	284 659	284 659	59 029
28	30 000	0	351 431	351 431	66 772	284 659	284 659	55 688
29	30 000	0	351 431	351 431	66 772	284 659	284 659	52 536
30	30 000	0	351 431	351 431	66 772	284 659	284 659	49 562

Tab.5. Výpočet Cash Flow pro konstantní náklady.

EBITDA (hrubý provozní zisk) = V(tržby) – PN (provozní náklady)

EBIT (zisk před zdaněním) = EBITDA – N (odpisy)

EAT (čistý zisk) = EBIT – daň z příjmů

Z toho je poté vypočten hotovostní tok:  $CF = EAT + N$  a diskontovaný hotovostní

$$\text{tok: DCF} = \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

r...diskont

t...jednotlivý rok

Daň z příjmů je 19% z čistého zisku. (Uvažujme právnickou osobu)

Pro výpočty v dané tabulce byla použita hodnota diskontu  $r = 6\%$ .

**Čistá současná hodnota (NPV)** je finanční veličina, která vyjadřuje celkovou současnou (diskontovanou) hodnotu všech peněžních toků souvisejících s investičním projektem.

NPV projektu se potom počítá podle vzorce:

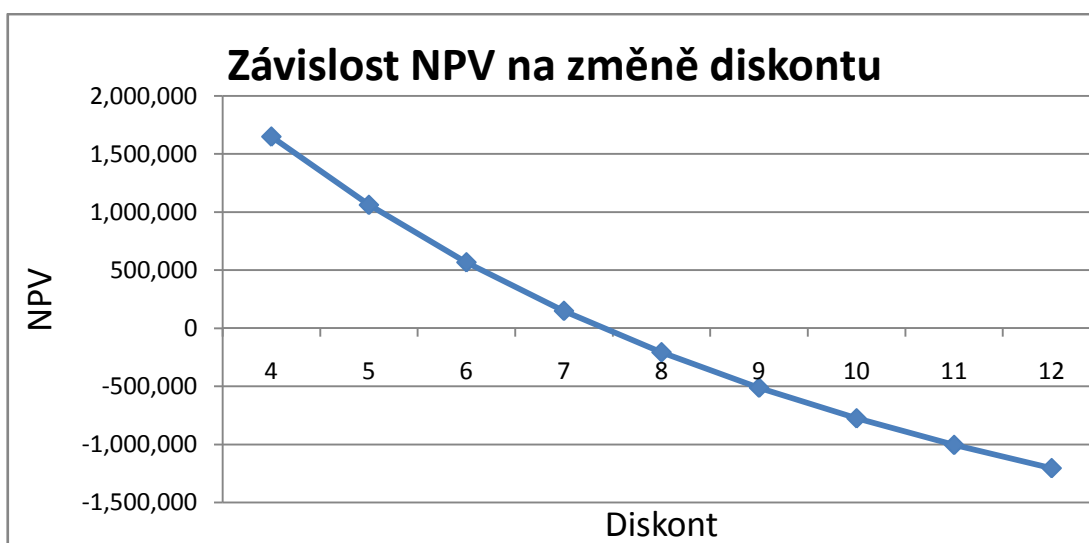
$$NPV = \sum_{t=1}^{30} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - INV(\text{počáteční investice})$$

Pro lepší představu jsem provedla citlivostní analýzu závislosti NPV na hodnotě diskontu.

Při diskontu  $r = 6\%$  je **doba návratnosti investic 23 let**. Z tabulky je vidět, že maximální možná hodnota diskontu je  $r = 7\%$ , dále NPV nabývá záporných hodnot a projekt by přestal být výhodný.

DCF při změně diskontu [Kč]	Diskont	NPV při změně diskontu [Kč]
5 400 846	4	1 647 846
4 813 187	5	1 060 187
<b>4 319 316</b>	<b>6</b>	<b>566 316</b>
3 901 400	7	148 400
3 545 377	8	-207 623
3 240 093	9	-512 907
2 976 655	10	-776 345
2 747 934	11	-1 005 066
2 548 183	12	-1 204 817

Tab. 6. Závislost NPV na změně diskontu



Graf 1. Závislost NPV na změně diskontu pro MVE

Pro porovnání jsem zvýšila provozní náklady o 2% ročně, což udává více reálný přehled. Výpočty zůstaly stejné.

Rok	Provozní náklady PN [Kč]	Odpisy N [Kč]	EBITDA [Kč]	EBIT [Kč]	Daň z příjmů [Kč]	EAT [Kč]	CF [Kč]	DCF [Kč]
1	30 000	80 690	351 431	270 741	51 441	219 300	299 990	283 010
2	30 600	193 280	350 831	157 551	30 049	127 616	320 896	285 597
3	31 212	193 280	350 219	156 939	30 049	127 121	320 401	269 015
4	31 836	193 280	349 595	156 315	30 049	126 615	319 895	253 387
5	32 473	193 280	348 958	155 678	30 049	126 099	319 379	238 659
6	33 122	193 280	348 309	155 029	30 049	125 573	318 853	224 779
7	33 785	193 280	347 646	154 366	30 049	125 036	318 316	211 699
8	34 460	193 280	346 971	153 691	30 049	124 490	317 770	199 373
9	35 150	193 280	346 281	153 001	30 049	123 931	317 211	187 757
10	35 853	193 280	345 578	152 298	30 049	123 361	316 641	176 811
11	36 570	193 280	344 861	151 581	30 049	122 781	316 061	166 497
12	37 301	193 280	344 130	150 850	30 049	122 189	315 469	156 778
13	38 047	193 280	343 384	150 104	30 049	121 584	314 864	147 621
14	38 808	193 280	342 623	149 343	30 049	120 968	314 248	138 992
15	39 584	193 280	341 847	148 567	30 049	120 339	313 619	130 862
16	40 376	193 280	341 055	147 775	30 049	119 698	312 978	123 203
17	41 183	193 280	340 248	146 968	30 049	119 044	312 324	115 986
18	42 007	193 280	339 424	146 144	30 049	118 377	311 657	109 187
19	42 847	193 280	338 584	145 304	30 049	117 696	310 976	102 782
20	43 704	193 280	337 727	144 447	30 049	117 002	310 282	96 747
21	44 578	0	336 853	336 853	66 772	272 851	272 851	80 261
22	45 470	0	335 961	335 961	66 772	272 128	272 128	75 517
23	46 379	0	335 052	335 052	66 772	271 392	271 392	71 050
24	47 307	0	334 124	334 124	66 772	270 640	270 640	66 842
25	48 253	0	333 178	333 178	66 772	269 874	269 874	62 880
26	49 218	0	332 213	332 213	66 772	269 093	269 093	59 149
27	50 202	0	331 229	331 229	66 772	268 295	268 295	55 636
28	51 206	0	330 225	330 225	66 772	267 482	267 482	52 328
29	52 230	0	329 201	329 201	66 772	266 653	266 653	49 213
30	53 275	0	328 156	328 156	66 772	265 806	265 806	46 280

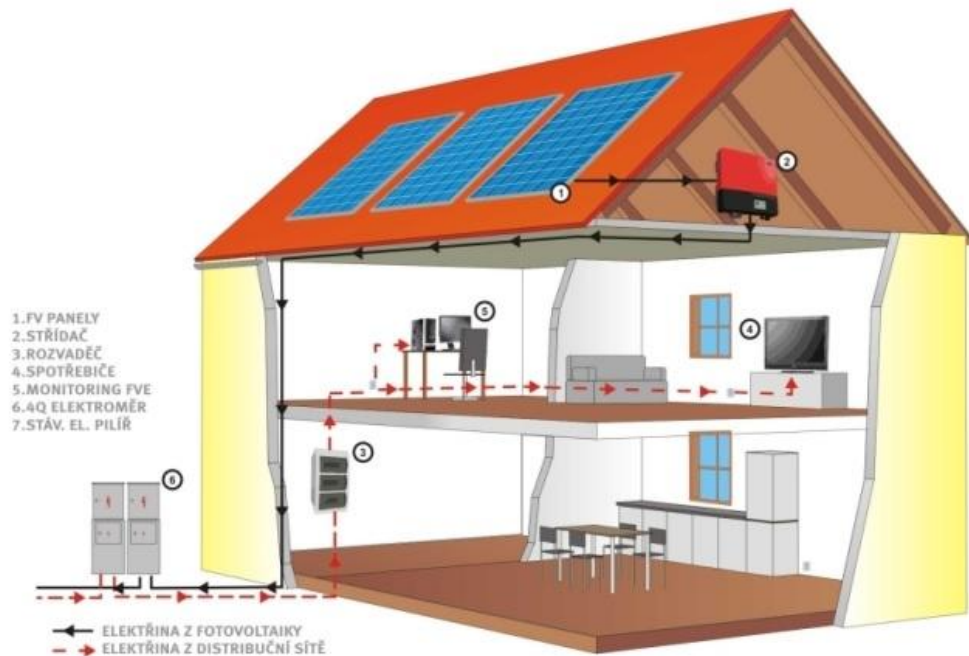
Tab. 7. Výpočet Cash Flow pro náklady zvýšené o 2%.

Hodnota NPV při diskontu  $r = 6\%$  je 484 894 Kč. Projekt je stále výhodný a doba návratnosti investic je stejně 23 let.

## 9.2. Výstavba fotovoltaické elektrárny na střeše rodinného domku

Jako druhý projekt jsem se rozhodla použít výstavbu fotovoltaické elektrárny na klíč na střeše rodinného domku.[21] Elektrárna má instalovaný výkon 4,83 kWp a skládá se z 21 panelů Sopray 230 Wp. Doba životnosti je 25 let. Všechny výpočty jsou provedeny pro právnickou osobu, která je plátcem DPH.

*Poznámka: “Watt-peak (Wp) je míra nominálního výkonu panelu fotovoltaické sluneční elektrárny v laboratorních světelných podmínkách, které jsou: energie, dopadající na fotovoltaický panel kolmo, má hodnotu  $E = 1 \text{ kW/m}^2$ , průzračnost atmosféry  $A_m = 1,5$ , teplota článků  $T = 25 \text{ °C}$ .” [30]*



Obr. 9. Schéma zapojení fotovoltaické elektrárny na střeše domku. [35]

<b>Položka</b>	<b>Množství [ks]</b>	<b>Cena za ks [Kč]</b>	<b>Cena celkem[Kč]</b>	<b>Cena včetně DPH[Kč]</b>	<b>Hodnota pro odpisy[Kč]</b>
<b>Panely Sopray 230 Wp poly</b>	21	3 600	75 600	91 476	91 476
<b>Měnič Kostal Pico 5,5</b>	1	31 000	31 000	37 510	37 510
<b>DC, AC rozváděče, příslušenství,kabely</b>	1	18 800	18 800	22 748	22 748
<b>Konstrukce hliníková Schletter</b>	21	900	18 900	22 869	22 869
<b>Doprava, zařízení staveniště,balné</b>	1	5 000	5 000	6 050	
<b>Celková cena bez DPH</b>			149 300		
<b>DPH 21%</b>			<b>31 353</b>		
<b>Celková cena s DPH</b>			180 653		174 603

Tab. 8. Pořizovací údaje pro fotovoltaickou elektrárnu 4,83 kWp

Do odpisů se nezapočítává doprava zařízení, tj. celková hodnota je 174 603 Kč s DPH. Zařízení se odepisuje po dobu 15 let. Odpisy za první rok činí 2,15 % z počáteční investice, v dalších letech 5,15% z počáteční investice. [18]

Provozní náklady jsou zase brány konstantní, a to v hodnotě 10 % z ročních tržeb, což přibližně odpovídá částce 1500 Kč.

Rok	Odpisy N [Kč]	Roční výroba energie [kWh]	Roční spotřeba S [kWh]	Roční prodej přebytek P [kWh]	Roční tržby přebytek V [Kč]	Roční úspora [Kč]	Daň z příjmů [Kč]	CF	DCF
1	3754	5 000	3 000	2 000	1000	14250	1 899	11 851	11395
2	8 992	4 960	3 000	1 960	980	14250	900	12 830	11862
3	8 992	4 920	3 000	1 920	960	14250	896	12 814	11391
4	8 992	4 881	3 000	1 881	940	14250	893	12 798	10940
5	8 992	4 842	3 000	1 842	921	14250	889	12 782	10506
6	8 992	4 803	3 000	1 803	902	14250	885	12 766	10089
7	8 992	4 765	3 000	1 765	882	14250	882	12 751	9689
8	8 992	4 727	3 000	1 727	863	14250	878	12 735	9306
9	8 992	4 689	3 000	1 689	844	14250	874	12 720	8937
10	8 992	4 651	3 000	1 651	826	14250	871	12 705	8583
11	8 992	4 614	3 000	1 614	807	14250	867	12 690	8243
12	8 992	4 577	3 000	1 577	789	14250	864	12 675	7917
13	8 992	4 541	3 000	1 541	770	14250	860	12 660	7603
14	8 992	4 504	3 000	1 504	752	14250	857	12 645	7302
15	8 992	4 468	3 000	1 468	734	14250	853	12 631	7013
16	0	4 432	3 000	1 432	716	14250	850	12 616	6736
17	0	4 397	3 000	1 397	699	14250	847	12 602	6469
18	0	4 362	3 000	1 362	681	14250	843	12 588	6214
19	0	4 327	3 000	1 327	663	14250	840	12 573	5968
20	0	4 292	3 000	1 292	646	14250	837	12 559	5732
21	0	4 258	3 000	1 258	629	14250	2 542	10 837	4756
22	0	4 224	3 000	1 224	612	14250	2 539	10 823	4567
23	0	4 190	3 000	1 190	595	14250	2 536	10 809	4386
24	0	4 157	3 000	1 157	578	14250	2 532	10 796	4212
25	0	4 123	3 000	1 123	562	14250	2 529	10 782	4045

Tab. 9. Výpočet Cash Flow pro FVE 4,83 kWp, výkupní cena elektřiny je 0,5 Kč/kWh.

Roční výroba elektrárny v prvním roce činí 5000 kWh. V následujících letech množství vyrobené energie klesá o 0,02 % vzhledem ke stárnutí zařízení. Domácnost spotřebuje 60 % celkové vyrobené energie. Zbytky jsou prodány do sítě za výkupní cenu 0,5 haléřů za kWh (Cena, stanovená ERÚ, je docela nízká kvůli zrušení státní podpory OZE a je platná pro rok 2015). **Roční úspora** se počítá jako součin roční spotřeby (60 % od celkové roční výroby) a prodejní ceny pro spotřebitele 4,75 Kč/kWh. [20]

Daň 19% pro právnickou osobu je placená z příjmů (roční tržby + roční úspora – odpisy – provozní náklady).

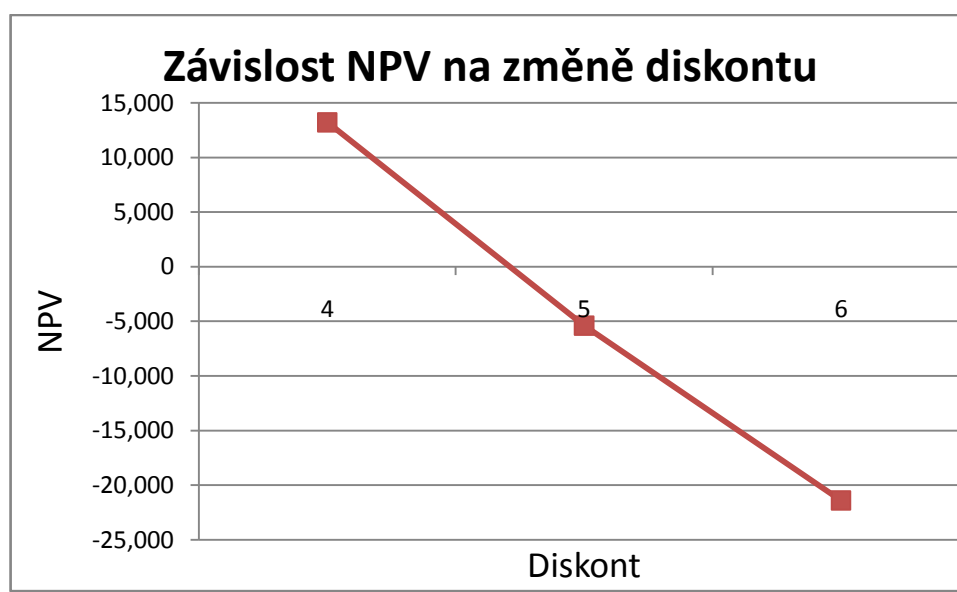
Hodnota Cash Flow se počítá podle vzorce: CF = roční tržby přebyteků + roční úspora – daň – provozní náklady.

Diskontovaný CF lze odvodit podle známého vzorce  $DCF = \frac{CF_t}{(1+r)^t}$ , použitá hodnota diskontu jsou 4%.

DCF při změně diskontu [Kč]	Diskont pro citlivostní analýzu NPV	NPV při změně diskontu [Kč]
<b>193 859</b>	<b>4</b>	<b>13 206</b>
175 254	5	-5 399
159 249	6	-21 404

Tab. 10. Závislost NPV na změně diskontu, výkupní cena elektřiny je 0,5 Kč/kWh.

Čistá současná hodnota projektu NPV je dána sumou DCF za celou dobu životnosti po odečtení počáteční investice. Závislost NPV na změně diskontu jsem udělala jen pro tři hodnoty. Je vidět, že čím vyšší je diskont, tím je více záporná NPV. Projekt je výhodný jedině pro  $r = 4\%$ .



Graf 2. Závislost NPV na změně diskontu pro FVE, výkupní cena elektřiny je 0,5 Kč/kWh.

**Pro porovnání se současným rokem** jsem provedla stejné výpočty **pro rok 2013**, ve kterém byla od státu podpora OZE, a to v hodnotě výkupní ceny za přebytky elektřiny 2,5 Kč/kWh.[22]

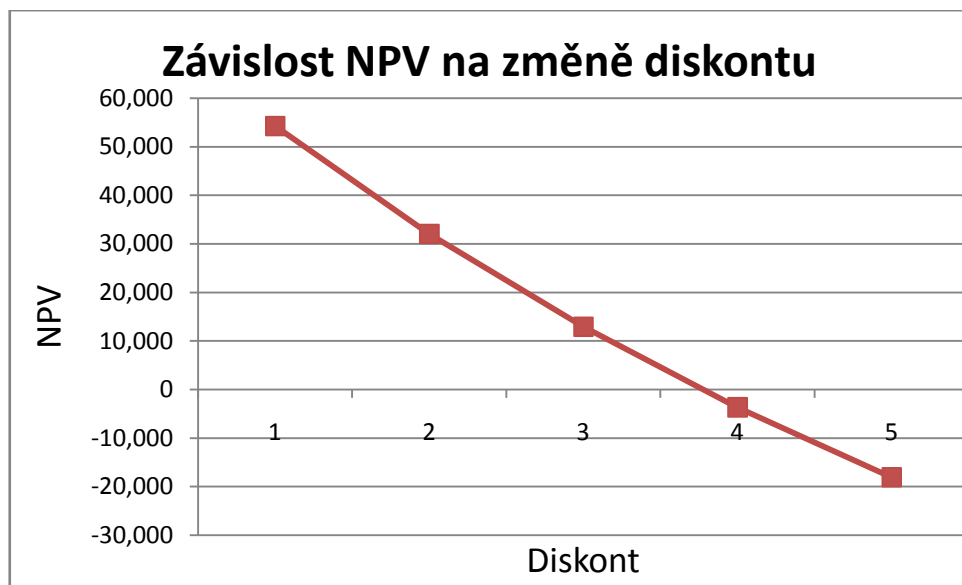


Rok	Odpisy N [Kč]	Roční výroba energie [kWh]	Roční spotřeba S [kWh]	Roční prodej přebytek P [kWh]	Roční tržby přebytek V [Kč]	Roční úspora [Kč]	Daň z příjmů [Kč]	CF	DCF
1	3754	5 000	3 000	2 000	5000	14250	2 659	15 091	14510
2	8 992	4 960	3 000	1 960	4900	14250	1 645	16 005	14798
3	8 992	4 920	3 000	1 920	4801	14250	1 626	15 925	14157
4	8 992	4 881	3 000	1 881	4702	14250	1 607	15 845	13544
5	8 992	4 842	3 000	1 842	4605	14250	1 589	15 766	12958
6	8 992	4 803	3 000	1 803	4508	14250	1 571	15 687	12398
7	8 992	4 765	3 000	1 765	4412	14250	1 552	15 610	11862
8	8 992	4 727	3 000	1 727	4317	14250	1 534	15 532	11349
9	8 992	4 689	3 000	1 689	4222	14250	1 516	15 456	10859
10	8 992	4 651	3 000	1 651	4128	14250	1 498	15 380	10390
11	8 992	4 614	3 000	1 614	4035	14250	1 481	15 305	9942
12	8 992	4 577	3 000	1 577	3943	14250	1 463	15 230	9512
13	8 992	4 541	3 000	1 541	3851	14250	1 446	15 156	9102
14	8 992	4 504	3 000	1 504	3761	14250	1 429	15 082	8710
15	8 992	4 468	3 000	1 468	3671	14250	1 411	15 009	8334
16	0	4 432	3 000	1 432	3581	14250	1 394	14 937	7975
17	0	4 397	3 000	1 397	3493	14250	1 378	14 865	7631
18	0	4 362	3 000	1 362	3405	14250	1 361	14 794	7303
19	0	4 327	3 000	1 327	3317	14250	1 344	14 723	6988
20	0	4 292	3 000	1 292	3231	14250	1 328	14 653	6687
21	0	4 258	3 000	1 258	3145	14250	3 020	12 875	5650
22	0	4 224	3 000	1 224	3060	14250	3 004	12 806	5404
23	0	4 190	3 000	1 190	2975	14250	2 988	12 737	5168
24	0	4 157	3 000	1 157	2892	14250	2 972	12 670	4943
25	0	4 123	3 000	1 123	2808	14250	2 956	12 602	4727

Tab. 11. Výpočet Cash Flow pro FVE 4,83 kWp, výkupní cena elektřiny je 2,5 Kč/kWh.

DCF při změně diskontu [Kč]	Diskont pro citlivostní analýzu NPV	NPV při změně diskontu [Kč]
<b>234 901</b>	<b>4</b>	<b>54 248</b>
212 675	5	32 022
193 534	6	12 881
176 968	7	-3 685
162 560	8	-18 093

Tab12. Závislost NPV na změně diskontu pro FVE, výkupní cena elektřiny je 2,5 Kč/kWh.



Graf 3. Závislost NPV na změně diskontu pro FVE, výkupní cena elektřiny je 2,5 Kč/kWh.

Kvůli vyšší výkupní ceně za přebytky elektřiny se projekt fotovoltaické elektrárny stává více výhodným. NPV při hodnotě diskontu 4% se změnil z 13 206 Kč na 54 248 Kč. Rozdíl mezi rokem 2013 a současnou dobou je značný (41 042 Kč).

*Poznámka: Čím vyšší je hodnota NPV, tím je projekt více výhodný.*

**Pro srovnání cen** mnou byl vyhledán další projekt výstavby fotovoltaické elektrárny na klíč. [29] Instalovaný výkon elektrárny se liší od předchozího projektu a činí 5,76 kWp. Rozdíl ve výkonu ale nemusíme brát v úvahu, protože rozhodování o výhodnosti provádíme podle stejného kritéria.

Jelikož je výpočet proveden pro podnikatele, počítáme s DPH.

Položka	Množství [ks]	Cena za ks [Kč]	Cena celkem	celkem s daní
<b>Panely Sopray 240 Wp poly</b>	24	4 284	102 816	124 407
<b>Střídač SolarMax 6000S</b>	1	19 990	19 990	24 188
<b>Konstrukce AL, montáž</b>	1	35 308	35 308	42 723
<b>Celková cena bez DPH</b>			158 114	
<b>DPH 21%</b>			33 204	
<b>Celková cena s DPH</b>			191 318	

Tab. 13. Pořizovací údaje pro fotovoltaickou elektrárnu 5,76 kWp

Z celkové pořizovací ceny jsem rozhodla ušetřit náklady na dopravu.

Ro k	Odpis y N [Kč]	Roční výroba energi e [kWh]	Roční spotřeba S [kWh]	Roční prodej přebytek ů P [kWh]	Roční tržby přebytek ů V [Kč]	Roční úspora [Kč]	Daň z příjm ů [Kč]	CF	DCF
1	4113	5 000	3 000	2 000	5000	14250	1 831	13 750	13221
2	9 853	4 960	3 000	1 960	4900	14250	737	13 730	12694
3	9 853	4 920	3 000	1 920	4801	14250	733	13 710	12188
4	9 853	4 881	3 000	1 881	4702	14250	729	13 690	11703
5	9 853	4 842	3 000	1 842	4605	14250	725	13 671	11237
6	9 853	4 803	3 000	1 803	4508	14250	722	13 652	10789
7	9 853	4 765	3 000	1 765	4412	14250	718	13 632	10359
8	9 853	4 727	3 000	1 727	4317	14250	714	13 613	9947
9	9 853	4 689	3 000	1 689	4222	14250	711	13 594	9551
10	9 853	4 651	3 000	1 651	4128	14250	707	13 576	9171
11	9 853	4 614	3 000	1 614	4035	14250	704	13 557	8806
12	9 853	4 577	3 000	1 577	3943	14250	700	13 539	8456
13	9 853	4 541	3 000	1 541	3851	14250	697	13 520	8120
14	9 853	4 504	3 000	1 504	3761	14250	693	13 502	7797
15	9 853	4 468	3 000	1 468	3671	14250	690	13 484	7487
16	0	4 432	3 000	1 432	3581	14250	687	13 466	7190
17	0	4 397	3 000	1 397	3493	14250	683	13 449	6904
18	0	4 362	3 000	1 362	3405	14250	680	13 431	6630
19	0	4 327	3 000	1 327	3317	14250	677	13 413	6367
20	0	4 292	3 000	1 292	3231	14250	673	13 396	6114
21	0	4 258	3 000	1 258	3145	14250	2 542	13 379	5871
22	0	4 224	3 000	1 224	3060	14250	2 539	13 362	5638
23	0	4 190	3 000	1 190	2975	14250	2 536	13 345	5414
24	0	4 157	3 000	1 157	2892	14250	2 532	13 328	5200
25	0	4 123	3 000	1 123	2808	14250	2 529	13 312	4993

Tab.14 Výpočet Cash Flow pro FVE 5,76 kWp, výkupní cena elektřiny je 0,5 Kč/kWh.

NPV pro FVE 5,76 kWp vychází 4 673 Kč pro stejnou hodnotu diskontu, což ve srovnání s NPV pro fotovoltaickou elektrárnu 4,83 kWp 13 206 Kč je relativně malá částka.

Nicméně, investice se stále vyplatí a doba návratnosti je 24 lety.

DCF při změně diskontu [Kč]	Diskont pro citlivostní analýzu NPV	NPV při změně diskontu [Kč]
<b>195 991</b>	<b>4</b>	<b>4 673</b>
177 202	5	-14 116
161 035	6	-30 283

Tab15. Závislost NPV na změně diskontu pro FVE 5,76 kWp, výkupní cena elektřiny je 0,5 Kč/kWh.

Z tabulku je možné posoudit, že projekt je výhodný jedině při hodnotě diskontu 4%.

## **10. Závěr**

V této bakalářské práci jsem se pokusila poskytnout informace o různých typech obnovitelných zdrojů a jejich technických a ekonomických parametrech. Celou práci je potom možné rozdělit na dvě části. Nejprve je uveden rozsáhlý teoretický přehled, dále jsou provedeny výpočty projektů malé vodní elektrárny a dvou různých fotovoltaických elektráren. Hlavním cílem bylo zjistit, zda jsou tyto projekty s použitím obnovitelných zdrojů výhodné nebo ne. Proto jsem si vybrala kritérium hodnocení investic NPV (čistá současná hodnota) a podle něj prováděla rozhodnutí. Pro různé hodnoty diskontu jsem vytvořila citlivostní analýzu a znázornila změny v grafickém přehledu. Zásadním problémem celé práce bylo najít konkrétní ceny a aktuální údaje.

Každý z propočtených projektů vychází ekonomicky rentabilní. Předpoklad výhodnosti platí za podmínek kladné hodnoty NPV a co nejnižší hodnoty diskontu. Nicméně, efektivnost fotovoltaické elektrárny závisí také na procentním podílu osobní spotřeby na celkové výrobě. Spotřebu pro domácnost jsem počítala jako 60 % od roční výroby. Dále je efektivnost závislá na výše výkupní ceny za kWh. Pro lepší přehlednost jsem udělala výpočty při výkupních cenách pro současnou dobu a rok 2013, ve kterém byla naposled platná státní podpora. Je vidět značný rozdíl v ročních příjmech a následně i v čisté současné hodnotě.

## **11. Seznam použité literatury**

- [1] OBNOVITELNÉ ZDROJE. Cez.cz / Publikace o obnovitelných zdrojích energie a možnostech jejich využití v České republice [dokument online] ©2015 ČEZ, a. s. [vid. 5. 4. 2015 ] Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/obnovitelne-zdroje>.
- [2] ENERGIE BIOMASY. Ekowatt.cz / Výhřevnost biomasy [článek online] ©2011 EkoWATT [vid. 26.3.2015 ] Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-biomasy>
- [3] ROČNÍ ZPRÁVY O PROVOZU. eru.cz / Roční zpráva 2013 vývoje výroby elektřiny [dokument online] ©2014 Energetický regulační úřad [vid. 1. 5. 2015 ] Dostupné z: <http://www.eru.cz/cs/elektrina/statistika-a-sledovani-kvality/rocni-zpravy-o-provozu>
- [4] KOLEKTIV AUTORŮ: Obnovitelné zdroje energie. ČEZ, 2010. [vid. 11. 4. 2015 ]
- [5] KISLINGEROVÁ E. a kol. Manažerská finance, Beck, 2007. ISBN: 978-80-7400-194-9 [vid. 20. 3. 2015 ]
- [6] NÁRODNÍ AKČNÍ PLAN ČR PRO ENERGIÍ Z OZE. mpo.cz [dokument online] ©Copyright 2005 MPO [vid. 6. 4. 2015 ] Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument79564.html>
- [7] VODNÍ ELEKTRÁRNA. wikipedia.org/ Informace o vodní elektrárně [článek online] [vid. 13.3.2015 ] Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Vodní\\_elektrárna](http://cs.wikipedia.org/wiki/Vodní_elektrárna)
- [8] TŘI SOUTĚSKY. prehrady.wbs.cz. / Největší přehrada světa [článek online] [vid. 5.4.2015 ] Dostupné z: [www.prehrady.wbs.cz/Tri-soutesky.html](http://www.prehrady.wbs.cz/Tri-soutesky.html)
- [9] NEJVĚTŠÍ PŘEHRADY V ČR. tzb-info.cz / Roční výroba vodních elektráren; údaje pro rok 2010 [článek online] ©Copyright Topinfo s.r.o. 2001-2015 [vid. 10.3.2015] Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/11949-nejvetsi-prehrady-a-vodni-elektrarny-v-ceske-republice>
- [10] PLOVOUCÍ SOLÁRNÍ ELEKTRÁRNY. e-svet.e15.cz ©Copyright 2015 Mladá fronta a. s. [článek online] [vid. 10.5.2015 ] Dostupné z: <http://e-svet.e15.cz/technika/solarni-panely-se-stehuji-z-poli-na-vodu-ziskaji-na-ucinnosti-1185898>

- [11] ENERGETICKÉ VYUŽITÍ BIOPLYNU. odpady-dobransy.cz / Informace o spalné teplotě a účinnosti bioplynu [článek online] Odpadové hospodářství města Dobřany ©2015 [vid. 14. 4. 2015 ] Dostupné z: <http://www.odpady-dobransy.cz/kam-s-odpadem/biopllynova-stanice/energeticke-vyuziti-biopllynu/>
- [12] VÝHŘEVNOSTI BIOMASY [článek online] Copyright ©1991 - 2015 UWB Plzeň [vid. 21. 3. 2015 ] Dostupné z: [kce.zcu.cz](http://kce.zcu.cz)
- [13] MĚŘENÍ VLHKOSTI PALIV. biom.cz / Gravimetrická metoda měření vlhkosti [článek online] ©2001-2009, CZ Biom [vid. 2. 5. 2015 ] Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/mereni-vlhkosti-paliv>
- [14] BIOMASA. biomasa-info.cz / Fyzikální vlastnosti biomasy [článek online] [vid. 10. 3. 2015 ] Dostupné z: <http://www.biomasa-info.cz/cs/biovlastnosti.htm>
- [15] NEJVĚTŠÍ VODNÍ ELEKTRÁRNY V ČR.nalezno.cz ©2008 xBizon, s. r. o.[článek online] [vid. 7. 4. 2015 ] Dostupné z: <http://www.nazelno.cz/energie/vodni-energie/5-nejvetsich-vodnich-elektren-v-ceske-republice.aspx>
- [16] SEZNAM VĚTRNÝCH ELEKTRÁREN V ČR. wikipedia.org / Roční výroba VtE Kryštofovy Hamry[článek online] [vid. 1. 4. 2015 ] Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/seznam\\_vetrných\\_elektráren\\_v\\_Česku](http://cs.wikipedia.org/wiki/seznam_vetrných_elektráren_v_Česku)
- [17] ZÁKON O DANÍCH Z PŘÍJMŮ. business.center.cz / Jak se odepisuje zařízení; odpisová skupina č. 4. [článek online] ©1998 - 2015 HAVIT, s.r.o. [vid. 16. 4. 2015 ] Dostupné z: <http://business.center.cz/business/pravo/zakony/dprij/>
- [18] ZÁKON O DANÍCH Z PŘÍJMŮ. business.center.cz / §30 Doba odepisování zařízení. [článek online] ©1998 - 2015 HAVIT, s.r.o. [vid. 16. 4. 2015 ] Dostupné z: <http://business.center.cz/business/pravo/zakony/dprij/cast3.aspx>
- [19] JIŘÍ KOŠÍČEK. Koncepce výstavby malé vodní elektrárny. *Časopis Energetika* 1/2015 str. 20-25 [vid. 2. 3. 2015 ]
- [20] ČEZ GARANT PLUS. cez.cz / tarif s prodejní cenou 4,75 Kč/kWh [článek online] ©2015 ČEZ, a. s. [vid. 26.3.2015 ] Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/elektrina/garant-plus.html>

- [21] CENÍKY STAVEBNÍCOVÝCH SYSTÉMŮ. [sollaris.cz](http://www.sollaris.cz) / Návrh fotovoltaické elektrárny 4,83 kWp [dokument online] ©2015 SOLLARIS s.r.o. [vid. 26.3.2015 ]  
Dostupné z: <http://www.sollaris.cz/slunecni-elektrarny/ceniky-stavebnicovych-systemu/>
- [22] ENERGETICKÝ REGULAČNÍ VESTNÍK. [eru.cz](http://www.eru.cz) / výše výkupní ceny za elektřinu pro rok 2013 [dokument online] ©2014 Energetický regulační úřad [vid. 28. 3. 2015 ]  
Dostupné z:  
[http://www.eru.cz/documents/10540/462894/CR\\_POZE\\_04\\_2013.pdf/fcc8b49f-c021-475a-b3b7-a375e0074b84](http://www.eru.cz/documents/10540/462894/CR_POZE_04_2013.pdf/fcc8b49f-c021-475a-b3b7-a375e0074b84)
- [23] JAKÝ MAJÍ VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY SKUTEČNÝ PŘÍNOS. [csve.cz](http://www.csve.cz) / Přínos větrných elektráren [článek online] © 2013 Česká společnost pro větrnou energii [vid. 25. 2. 2015 ] Dostupné z: <http://www.csve.cz/clanky/jaky-maji-vetrne-elektrarny-skutecne-prinos-/524>
- [24] OBECNÝ PŘEHLED OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ. [článek online] NaturePower©2013 [vid. 1.3.2015 ] Dostupné z: <http://energystock.ru>.
- [25] FOTOVOLTAICKÉ PANELY. [Pk-agromaster.ru](http://www.pk-agromaster.ru) / Přehled parametrů fotovoltaických panelů.[vid. 15.3.2015 ] Dostupné z: <http://www.pk-agromaster.ru/fonari1/>
- [26] VYUŽITÍ ENERGIE VĚTRU. [transformacni-technologie.cz](http://www.transformacni-technologie.cz) / Technické parametry větrné elektrárny [článek online] ©Jiří Škorpík, LICENCE 2006-2010 [vid. 2. 3. 2015 ]  
Dostupné z: <http://www.transformacni-technologie.cz/vyuziti-energie-vetru.html>
- [27] VODNÍ ENERGIE. [nalezeno.cz](http://www.nalezeno.cz) / Informace o vodní energii [článek online] ©2008 xBizon, s. r. o.[vid. 7. 4.2015 ] Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/vodni-energie/>
- [28] GRADA Publishing a.s. kolektiv autorů. Obnovitelné zdroje energií. 2010 ISBN: 978-80-247-3250-3 [vid. 25. 2. 2015 ]
- [29] STŘEŠNÍ INSTALACE FVE. [nobility.cz](http://www.nobility.cz) / Návrh fotovoltaické elektrárny 5,76 kWp [dokument online] ©Graphic design Boss Timer 2008 [vid. 6.4.2015 ] Dostupné z: <http://www.nobility.cz/page.php?pg=149&>
- [30] WATT-PEAK. [wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) / Míra nominálního výkonu panelu FVE [článek online] [vid. 15. 5. 2015 ] Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Watt-peak>

## **12. Seznam použitých obrázku a schémat.**

[30]ELEKTRICKÁ ENEGRIE Z VtE. automatizace.hw.cz / Schéma větrné elektrárny [článek online] ©1997 - 2014 HW server s.r.o.[vid. 11. 3. 2015 ] Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/el-energie-z-vetrunych-elektren-1dil-problematika-rizeni-0>

[31] EKONOMICKÁ ANALÝZA VÝROBY ELEKTRINY. pod.cz / Obrázek: Struktura výroby elektřiny [článek online] Copyright ©2007 Povodí Odry[vid. 26. 3. 2015] Dostupné z: <http://www.pod.cz/plan-oblasti-povodi-Odry/f-ekonomika/f-4.html>

[32] ROČNÍ ZPRÁVY O PROVOZU eru.cz / Obrázek: vývoj výroby elektřiny2013[dokument online] [vid. 20. 3. 2015 ] Dostupné z: <http://www.eru.cz/cs/elektrina/statistika-a-sledovani-kvality/rocni-zpravy-o-provozu-vyvoj>

[33] VODNÍ ELEKTRÁRNA. wikipedia.org/ Schéma vodní elektrárny [článek online] [vid. 17. 4. 2015 ] Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Vodní\\_elektrárna](http://cs.wikipedia.org/wiki/Vodní_elektrárna)

[34]ANAEROBNÍ TECHNOLOGIE. bioplyn.cz / Obrázek:Princip kogenerační jednotky s pístovým spalovacím motorem [článek online] ©2007 BIOPROFIT [vid. 28. 4. 2015] Dostupné z: [http://www.bioplyn.cz/at\\_popis.htm](http://www.bioplyn.cz/at_popis.htm)

[35] ZAPOJENÍ FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY. solarni-system.cz / Obrázek:zapojení FVE na povinný výkup.[článek online] Copyright ©2009 SOLAR ENERGY [vid. 15. 5. 2015 ] Dostupné z: <http://www.solarni-system.cz/fotovoltaika/zjednodusene-schema-zapojeni-fotovoltaicke-elektreny-v-rodinnem-dome>

[36]FOTOVOLTAICKÉ SYSTÉMY. publi.cz / Obrázek: FV systém pro vlastní spotřebu [článek online] [vid. 15. 5. 2015 ] Dostupné z: <https://publi.cz/books/91/04.html>

[37] VÝHŘEVNOST BIOMASY / Obrázek: závislosti výhřevnosti biomasy na obsahu vody [článek online] Copyright ©1991 - 2015 UWB Plzeň [vid. 21. 3. 2015 ] Dostupné z: [kce.zcu.cz](http://kce.zcu.cz)



### **13. Seznam použitých zkratk**

OZE. Obnovitelný zdroj energie.

ERÚ. Energetický regulační úřad.

FVE. Fotovoltaická elektrárna.

VtE. Větrná elektrárna.

VE. Vodní elektrárna.

NPV. Čistá současná hodnota.

CF. Hotovostní tok.

DCF. Diskontovaný hotovostní tok.

Wp. Watt-peak

kWh Kilowatthodina