



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Pedagogická fakulta  
Katedra aplikované fyziky a techniky

Diplomová práce

# Komparace současných trendů ve výrobě elektrické energie

Vypracoval: Bc. Petr Talach  
Vedoucí práce: Mgr. Pavel Černý, Ph.D.

České Budějovice 2019

## **Abstrakt**

V teoretické části diplomové práce je popsán všeobecný souhrn informací k jednotlivým elektrárnám, které se nacházejí v jihočeském regionu. Pro úplnost je práce doplněna o chybějící zástupce, které v jižních Čechách nejsou, elektrárnami z jiných míst České republiky. V další části je práce věnována konkrétním elektrárnám, jejich popisu a bližšímu představení v kontextu informací v teoretické části. Následující část práce se zabývá komparací konkrétních údajů. Společně s teoretickou částí je práce vhodná i pro výuku a ucelení si poznatků o české energetice. V poslední části práce je uvedena nabídka možných exkurzí do několika jihočeských elektráren. Tyto exkurze lze využít v rámci školních výletů na všech stupních vzdělávání.

Klíčová slova: Komparace energetických zdrojů, elektrárna, obnovitelné zdroje, neobnovitelné zdroje, elektřina, exkurze

## **Abstract**

The theoretical part of the diploma thesis describes a general summary of information about individual power plants that are part of the South Bohemian region. For completeness, the work is complemented by missing representatives not included in the South Bohemian region, power plants from other parts of the Czech Republic. The next part of the work is dedicated to specific representatives, their description and closer presentation, which are connected to the context of the original theoretical part. The following part of the work deals with the comparison of specific data and together with the theoretical part the work is also suitable for teaching and consolidating the knowledge of the Czech energy sector. In the last part of the work you can find a list of possible excursions to several South Bohemian power plants. These excursions can be used as part of school trips at all levels of education.

Keywords: Comparison of energy sources, power plant, renewable resources, non-renewable resources, electricity, excursion.

.

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

Bc. Petr Talach

## **Poděkování**

Touto cestou bych rád poděkoval především vedoucímu diplomové práce Mgr. Pavlu Černému, Ph.D., za cenné rady, připomínky a trpělivost při vedení této diplomové práce.

Dále chci poděkovat jednotlivým zaměstnancům elektráren za ochotnou spolupráci a odpovědi na mé otázky.

A moje velké poděkování patří též nejbližšímu okolí.

# Obsah

1	Úvod .....	7
2	Typy elektráren .....	8
2.1	Jaderná elektrárna.....	8
2.2	Vodní elektrárna.....	12
2.3	Fotovoltaická elektrárna.....	17
2.4	Elektrárna spalující biomasu .....	20
2.5	Větrná elektrárna.....	23
2.6	Uhelná elektrárna .....	28
3	Vybrané elektrárny na území České republiky .....	31
3.1	Jaderná elektrárna Temelín .....	31
3.2	Vodní elektrárna Orlik .....	32
3.3	Fotovoltaická elektrárna Ševětín.....	34
3.4	Energetické centrum Jindřichův Hradec .....	35
3.5	Větrná elektrárna Pavlov a Pavlov II .....	37
3.6	Uhelná elektrárna Prunéřov.....	39
	Cíle práce .....	41
4	Komparace vybraných elektráren na území České republiky .....	42
4.1	Instalovaný výkon vybraných elektráren na území České republiky.....	42
4.2	Roční produkce elektrické energie vybraných elektráren na území České republiky.....	44
4.3	Životnost vybraných elektráren na území České republiky .....	46
4.4	Náklady na výstavbu vybraných elektráren na území České republiky.....	48
4.5	Výkupní cena u vybraných elektráren na území České republiky .....	50
4.6	Výpočet čistého zisku u vybraných elektráren a jejich porovnání.....	52
4.6.1	Vliv inflace na náklady na výstavbu a ovlivnění čistého zisku.....	54
4.7	Ekologické aspekty vybraných elektráren na území České republiky .....	57
5	Možnosti školních exkurzí do vybraných elektráren Jihočeského kraje .....	59
5.1	Jaderná elektrárna Temelín .....	59
5.2	Vodní elektrárna Orlik .....	60
5.3	Vodní elektrárna Lipno .....	60
5.4	Křižíkova elektrárna – Elektrárna královského města Písku.....	61
5.5	Vodní nádrž Římov a malá vodní elektrárna .....	61
5.6	Fotovoltaická elektrárna Ševětín.....	62
5.7	Fotovoltaická elektrárna v Černém Dubu .....	62
5.8	Energetické centrum Jindřichův Hradec .....	62
	Závěr .....	63

Použitá literatura .....	65
Přílohy.....	76

# 1 Úvod

Elektrická energie a její rozmanité využití jsou nedílnou součástí každodennosti, protože je nezbytně důležitá v mnoha sektorech, které by bez elektřiny už nemohly vůbec existovat, jako jsou například nemocnice, domácnosti, školství aj.

Elektrická energie je jednou ze základních potřeb moderního světa, velmi důležitou energií pro plnohodnotný lidský život [1]. V přírodě nalezneme spoustu různých energií, ale elektrickou energii v použitelné míře bychom hledali marně. Člověk si ji musí vyrobit sám pomocí jiných energií, a to buď pomocí energie mechanické, tepelné, světelné, nebo lze elektřinu získat také pomocí chemických procesů. Elektrickou energii získáme vždy, pokud přeměníme jeden druh energie v jiný druh energie. Často se při výrobě elektrické energie určité druhy energie musí několikrát přeměnit, než dostaneme požadovanou energii elektrickou [2].

Pro výrobu elektřiny máme různé druhy a typy elektráren, ve kterých jí získáváme přeměnou z energie vázané v nějakém daném zdroji, například větru, vodě, jaderném palivu, uhlí atd. Často musíme tuto energii nejprve přeměnit na tepelnou a mechanickou, kterou je pak následně poháněn elektrický generátor. To je elektrické zařízení, které pracuje na podobném principu jako elektromotor, pouze však opačně. Elektrickou energii nespotřebovává, ale naopak vytváří. Hlavním důležitým faktem je, že musí být vykonán otáčivý pohyb rotoru. Zdrojem pohybové energie, která zajišťuje pohon generátoru, je nejčastěji turbína. Další možností je využít fotovoltaický jev v solární elektrárně, kde se elektrická energie vyrábí přímo ze slunečního záření [3].

Výrobou elektřiny se zabývá obor nazvaný energetika. Ve výrobě elektřiny dnes převažují fosilní paliva, následuje jaderná energie a obnovitelné zdroje, ze kterých je nejčastější voda [4].

Tato diplomová práce se zabývá komparací moderních trendů ve vývoji elektrické energie. Cílem této práce je popsat jednotlivé druhy elektráren, které leží v jihočeském regionu; pro úplnost je práce doplněna o druhy elektráren, které se v Jižních Čechách nenacházejí. Mezi ně patří větrná a uhelná elektrárna.

## 2 Typy elektráren

### 2.1 Jaderná elektrárna

#### 2.1.1 Úvod k jaderné elektrárně

Jaderná elektrárna je ve své podstatě totožná s elektrárnou tepelnou, liší se druhem paliva využívaného k získání páry pro výrobu energie. Pro vznik páry zde potřebujeme jiný materiál než fosilní palivo, totiž uran, který se štěpí v jaderném reaktoru. Vzniká pára, která pohání turbínu, a generátor vyrábí elektrickou energii. První záznam o výrobě elektrické energie z jádra je roku 1954 [5].

Jaderná energie se uvolňuje z jaderných reakcí v atomovém jádře. Díky speciálním technologiím je možné tuto energii využívat. Odvětví, které se touto problematikou zabývá, se nazývá jaderná energetika. Jaderná energie je v současnosti využívána především pro neválečné účely, a to právě při výrobě elektrické energie.

Česká republika patří poměrně k vyspělým státům v oblasti úrovně jaderné technologie. V současné době se zájem o elektrickou energii z jádra zvyšuje. Do budoucna lze tedy očekávat rozvoj jaderné energetiky [6]. Pro Českou republiku je jaderná elektrárna jednou z mála, která může nahradit elektrárnu uhelnou. Druhou možností náhrady uhlí je plyn. Jaderná elektrárna Temelín a elektrárna v Dukovanech patří u nás v Česku k těm nejspolehlivějším a také nejlevnějším. Jaderná elektrárna má velmi nízké náklady na palivo a navíc může využívat tuzemské zásoby. Česká republika má díky svým geologickým, geografickým a špatným podnebným podmínkám velmi omezenou možnost nahradit uhelnou elektrárnu jinou než právě tou jadernou [7].

#### 2.1.2 Princip činnosti jaderné elektrárny

Jaderná elektrárna je tak složitý organismus, že se zcela vymyká lidskému chápání. Když T. A. Edison roku 1882 v Appeltonu vybudoval jednu z prvních elektráren, konkrétně vodní, vůbec netušil, jak obrovské stavby a propracované technologie jednou pro výrobu elektrické energie vzniknou. Jedním ze zásadních a také nesnadných úkolů pro začátek je, vůbec někde najít vhodnou parcelu pro výstavbu. Jedním z kritérií je, že jaderná elektrárna musí stát u velkého zdroje vody, kterým se myslí nějaká přehrada nebo řeka. Velké množství vody se používá ke kondenzaci páry z turbíny v chladicím okruhu elektrárny. Existuje mnoho mezinárodních požadavků a kritérií, které musí dané místo



pro výstavbu splňovat. Mělo by disponovat vhodným geologickým podložím, dostatečně vydatným zdrojem vody, geologickou stabilitou, která je důležitá, aby ani v budoucnu neohrozilo elektrárnu žádné zemětřesení; dalších kritérií jsou řádově desítky. Jedním z těžko splnitelných požadavků je, že v okolí 1,5 km nesmí být trvalé osídlení [8].

Často si lidé myslí, že proces výroby elektřiny je velmi složitý a téměř nepochopitelný, ale opak je pravdou. Ve své podstatě je jaderná elektrárna podobná uhelné, pouze neprodukuje škodlivé emise [9].

Jaderné elektrárny jsou ve své podstatě elektrárnami tepelnými, kde teplo, které je potřebné k přeměně vody v páru, nezískáváme spalováním paliva, ale jadernou štěpnou reakcí [10].

Jaderná elektrárna s tlakovodním reaktorem funguje tak, že se v aktivní zóně reaktoru jaderná energie uranu 235 mění díky řízené štěpné reakci na energii tepelnou. Aktivní zóna reaktoru se skládá z palivových souborů tvořených palivovými proutky; ty obsahují palivo, kterým je mírně obohacený uran 235. Voda z primárního okruhu, která je rovněž moderátorem, ochlazuje palivové proutky. Produkce tepla je určena výkonem aktivní zóny.

Řídicími absorpčními tyčemi dosáhneme rychlé změny výkonu. Pokud potřebujeme dosáhnout naopak pomalé změny výkonu, využijeme přeměnu koncentrace bóru v chladivu. Čtyři cirkulační čerpadla, která jsou hlavní pro primární okruh, v něm zajišťují koloběh chladiva. Z primárního okruhu do sekundárního okruhu se teplo předává přes tepelné výměníky (parogenerátory). Stěny, v nichž jsou trubky parogenerátorů, oddělují primární okruh od sekundárního a zabraňují přechodu radioaktivních látek z chladiva primárního okruhu do sekundárního okruhu. V sekundárním okruhu se na základě získaného tepla voda z primárního okruhu odpaří v parogenerátorech a vznikne sytá pára, která pohání turbínu. Tímto procesem se přeměňuje tepelná energie v mechanickou.

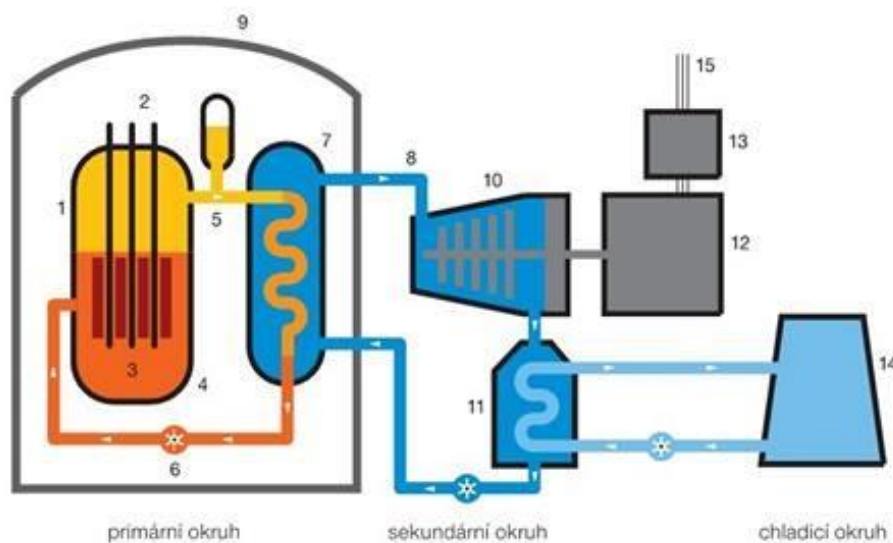
Dále je na turbínu připojen generátor, kde probíhá přeměna mechanické energie v elektrickou. Po průchodu turbínou je pára odváděna do kondenzátoru, kde je ochlazována a přeměňuje se na vodu. Z chladicího cirkulačního okruhu elektrárny je zajištěno chlazení kondenzátorů. Do chladicích věží je odváděná voda, která odebírá kondenzátorům teplo, a zbytkové teplo je tak odváděno do ovzduší. Elektrická energie, která je vyrobená v generátoru, se přenáší do sítě vysokého napětí. Blokované transformátory zvýší napětí a poté je elektrická energie odvedena do rozvodny [11].

### **2.1.3 Základní části jaderné elektrárny**

Výrobní blok jaderné elektrárny má dvě části: primární neboli jadernou a sekundární neboli nejadernou. Jaderná část se skládá z reaktoru, parogenerátoru, primárního potrubí a čerpadla. Celá tato část je uzavřena v kontejmentu. Kontejment je železobetonová budova. Kromě primárního okruhu je zde i bazén s vyhořelým palivem. Kontejment odolá nárazu letadla či zemětřesení a také zadrží případný únik radioaktivní vody nebo páry. Nejaderná část se skládá z turbíny, kondenzátoru, sekundárního potrubí a čerpadla. Kondenzátor k chlazení využívá chladicí okruh [11].

**Mezi základní části jaderné elektrárny řadíme dle obrázku 2.1:**

1. Reaktor
2. Regulační tyče
3. Aktivní zóna – palivové soubory
4. Ocelová tlaková nádoba
5. Voda pod tlakem
6. Čerpadlo
7. Parogenerátor
8. Pára
9. Kontejnment
10. Parní turbína
11. Kondenzátor
12. Elektrický generátor
13. Transformátor
14. Chladicí věže
15. Rozvod elektrické energie [12]



**Obrázek 2.1:** Princip uspořádání jaderné elektrárny s tlakovodním reaktorem [12]

#### 2.1.4 Ekologické aspekty jaderné elektrárny

Jaderné elektrárny kvůli svému šetrnému vlivu k přírodě dokáží velmi ekologicky vyrobit elektřinu. Při výrobě nedochází ke vzniku zplodin ani skleníkových plynů, a díky tomu nepoškozuje jaderná elektrárna životní prostředí [13]. Další výhodou jaderné elektrárny je, že nespotřebovává kyslík ani fosilní paliva. Jaderná elektrárna díky těmto ekologickým aspektům nemá ve své podstatě vůbec žádný vliv na zdraví člověka, protože i veškerá bezpečnostní rizika jsou minimalizována velmi přísnými opatřeními.

Česká republika patří v této oblasti díky vysoké úrovni využití jaderné energie k velmi vyspělým státům, a tak se v současné době zájem o využití jaderné energie zvyšuje. Zároveň existuje mnoho hnutí, která se snaží výrobu jaderným štěpením omezit, ale poměrná většina obyvatel s ním nemá problém. V poslední době je jaderným elektrárnám věnována větší pozornost, přestože se na trhu snižují ceny fosilních paliv, a také díky nulovému vlivu na globální oteplování způsobenou absencí zplodin. Vzhledem k tomu můžeme v budoucnu očekávat další rozvoj jaderné energetiky [14].

## **2.1.5 Přednosti a nedostatky jaderné elektrárny**

### **Přednosti jaderných elektráren**

Hlavní výhodou výroby energie z jádra je, že je zde ukryta obrovská koncentrace energie v malém množství materiálu. Palivo v jaderné elektrárně se vyměňuje jednou za 1,5 roku až jednou za dva roky. Palivo je nezávislé na nepřízní počasí [15].

Další podstatnou výhodou jaderných elektráren je, že neznečišťují ovzduší, neboť nevypouštějí škodlivé látky jako oxid siřičitý, oxid dusíku, popílek, těžké kovy nebo oxid uhličitý [16]. Dále lze mezi výhody zařadit provozní náklady, které jsou relativně malé. Nejprve však musí být splaceny investiční náklady. Poté je cena elektřiny z tohoto zdroje velmi nízká. Nespornou výhodou je také velikost zastavěné plochy elektrárnou na jednotku dodávané elektrické energie [17].

### **Nedostatky jaderných elektráren**

Velkou nevýhodou jaderné elektrárny jsou náklady na výstavbu. Proto se musí nalézt velký investor, který chce mít jistotu, že elektrárnu bude moci provozovat dostatečně dlouho. Druhou velmi negativní skutečností je, že pokud by došlo k havárii, následky mohou být mnohem horší než u jiných typů elektráren [17].

## **2.2 Vodní elektrárna**

### **2.2.1 Úvod k vodní elektrárně**

Vodní elektrárny řadíme mezi elektrárny využívající obnovitelné zdroje. Důvodem je využití stálého koloběhu vody na Zemi neboli hydrologického cyklu. Tyto elektrárny lze konstruovat od těch nejmenších průtočných elektráren o výkonech v řádu desítek kW až po obrovské přehradní elektrárny s výkony v řádu tisíců MW [18]. Energie vodních toků se počítá k obnovitelným zdrojům z toho důvodu, že ji nelze vyčerpat [19].

K pohonu turbíny se u vodní elektrárny používá energie vody. Za nejdůležitější aspekty lze označit dostatečný spád a proud vody. Vodní elektrárny jsou tedy závislé na geografických podmínkách – tvaru terénu, výškových a spádových možnostech a na množství vody, které je k dispozici [20].

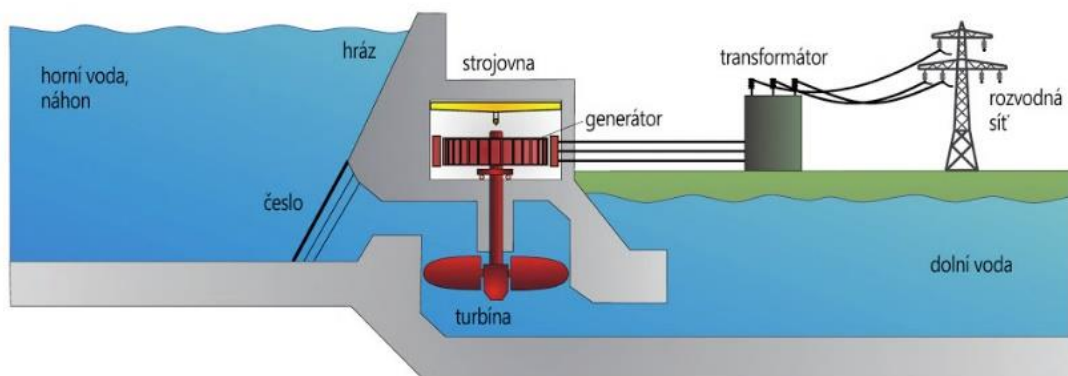
## 2.2.2 Princip činnosti vodní elektrárny

Vodní elektrárna přeměňuje potenciální energii vody na elektrickou energii. Voda roztáčí turbínu, která je na společné hřídeli s elektrickým generátorem. Dohromady tvoří turbogenerátor. Mechanická energie proudící vody se mění na elektrickou energii. Ta se dále transformuje a odvádí se do místa spotřeby [21].

### Průtočné vodní elektrárny

Průtočné vodní elektrárny jsou také označovány jako říční elektrárny [22]. Tento název vyplývá z principu činnosti. Elektrárna využívá přirozený průtok řeky, který je neovlivnitelný. Pokud průtok dosáhne vyšších hodnot, než na jaké je elektrárna dimenzována, musí být přebytečné množství vody odvedeno bez využití.

Průtočnou elektrárnu lze vybudovat na říčním toku v případě, že existuje místo s velkým výškovým rozdílem. Vystavěná hráz zadrží vodu a vytvoří vzduti. Tím dojde k vytvoření výškového rozdílu hladin toku v místě před a za elektrárnou (viz obrázek 2.2) [22].



Obrázek 2.2: Schéma průtočné elektrárny [22]

### Přečerpávací elektrárny

Tento druh vodní elektrárny využívá přebytek elektrické energie v době nízké spotřeby (v noci) k načerpání vody do umělé akumulární nádrže. Tato voda poté slouží k výrobě elektřiny v době vysokého odběru – ve špičce [23].

K základním prvkům přečerpávací vodní elektrárny patří:

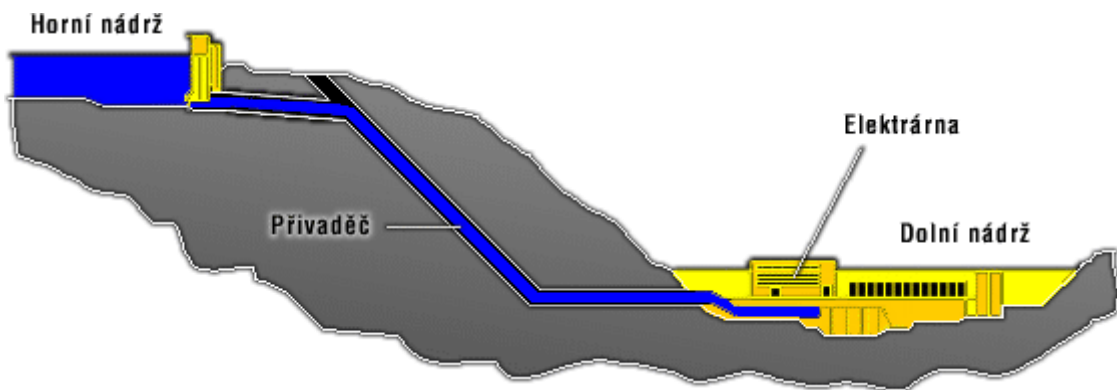
- Spodní a horní nádrž
- Přivaděč

- Elektrárna

Základní pracovní cykly elektrárny jsou:

- Turbínový
- Čerpadlový

V čase nedostatku elektrické energie je aktivní turbínový cyklus. V horní nádrži se otevře kulový uzávěr. Tímto uzávěrem začne voda proudit přivaděčem k turbíně. Turbína se roztočí a následně dojde k výrobě elektrické energie. V době přebytku elektrické energie je elektrárna uvedena do čerpadlového cyklu. Za pomoci motor-generátoru je turbína udržována v chodu. Tím dochází ke spotřebě elektrické energie. Turbína čerpá vodu do horní nádrže [24].



**Obrázek 2.3:** Schéma přečerpávací elektrárny [25]

### 2.2.3 Základní části vodní elektrárny

Mezi základní části vodních elektráren patří hráz, česle, vtok, rychlouzávěr, turbína, generátor a výpusť.

Na podmínkách a účelu vodního díla záleží výběr vodní turbíny. Nejčastěji používanými typy vodních turbín jsou Francisova turbína nebo Kaplanova turbína. V případě vysokých spádů se používá Peltonova turbína [26].

#### Francisova turbína

V současné době je Francisova turbína nejrozšířenější přetlakovou turbínou. Používá se pro velký rozsah spádů i průtoků. Do spirálové skříně turbíny proudí voda. Ta poté protéká rozváděcím kolem a naráží na lopatky oběžného kola. Pak odtéká sací troubou. Pomocí natačení lopatek rozváděcího kola se reguluje výkon [27].

## Kaplanova turbína

Jedná se o přetlakovou axiální turbínu s velmi dobrou možností regulace. Proto nalézá využití v místech, kde není možné zajistit stálý průtok nebo spád. Od Francisovy turbíny, která je předchůdkyní Kaplanovy turbíny, se liší menším počtem lopatek, tvarem oběžného kola a především natačivými lopatkami rozváděcího i oběžného kola.

Kaplanova turbína se používá pro spády od 1 do 70,5 m a průtoky 0,15 až několik desítek m<sup>3</sup>/s [28].

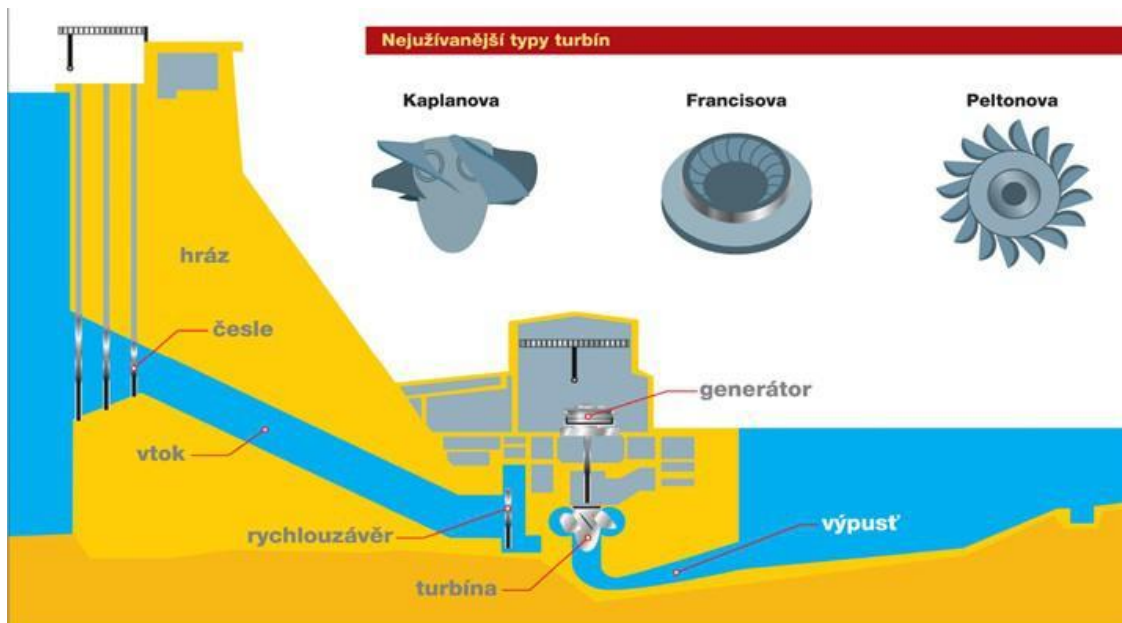
## Peltonova turbína

Jedná se o typ rovnotlaké turbíny. Díky své jednoduchosti nalézá uplatnění především v malých vodních elektrárnách. Turbínu lze uplatnit v lokalitách s menším průtokem, a to už od 15 m<sup>3</sup>/s, ale se značným spádem. Jedná se především o vysokotlaká vodní díla.

Regulační ústrojí je tvořeno tzv. dýzou (tryskou) s regulační jehlou. Z dýzy vytéká paprsek vody a ostříkuje oběžné kolo. Toto kolo je tvořeno lopatkami ve tvaru dvojitého mističek. Na střed lopatek dopadá paprsek vody a tím předává téměř veškerou energii oběžnému kolu. Průtok, a tím i výkon turbíny se reguluje pohybem regulační jehly do výtokového průřezu dýzy [29].

## Dériazova turbína

Jedná se o diagonální upravenou Kaplanovu turbínu. [30].



Obrázek 2.4: Druhy turbín vodní elektrárny [31]

## **2.2.4 Ekologické aspekty vodní elektrárny**

Vodní elektrárny se řadí mezi elektrárny využívající obnovitelné zdroje. Z hlediska kladného ekologického dopadu lze uvést, že při výstavbě se nepoužívají technologie, které by byly nějakým výrazným nebezpečím pro životní prostředí. Vlastní provoz vodní elektrárny nepotřebuje k činnosti žádnou energetickou surovinu mimo ty, které jsou nutné pro údržbu zařízení.

Nesmíme však zapomenout na dílčí ekologické katastrofy, ke kterým dochází na území nově budovaných přehrad. Nejenže dochází ke změně místního klimatu, ale také vzniká nebezpečí při možném zemětřesení. V neposlední řadě se mění kvalita i teplota vypouštěné vody [32].

Vodní elektrárny mohou nepříznivě působit i na živočichy žijící ve vodě, především na ryby. Například malá vodní elektrárna může pro ryby znamenat smrt. Jsou přímo třeba tlakem v turbíně drceny, sekány nebo poškozovány. Je-li kvůli elektrárně trvale nebo dočasně snížena hladina vody v části řeky, mohou ryby ztratit schopnost či možnost se rozmnožovat [33].

## **2.2.5 Přednosti a nedostatky vodní elektrárny**

### **Přednosti vodních elektráren**

Výhodou vodních elektráren je, že neznečišťují ovzduší, nedevastují krajinu těžbou či dopravou paliva nebo surovin a jsou bezodpadové [34].

Mezi další výhody vodních elektráren lze zařadit částečnou nebo úplnou energetickou nezávislost. V porovnání s větrnou či sluneční elektrárnou má vodní elektrárna vyšší výkon. Oproti větrné a solární energii je vodní energie mnohem stabilnějším zdrojem energie [35].

### **Nedostatky vodních elektráren**

Za nevýhody lze označit cenu a délku výstavby. Jako další nevýhody můžeme uvést nutnost zatopení velkého území a závislost na stabilním průtoku vody [36].

Další nevýhoda tkví v závislosti na přírodním bohatství dané země. Od toho se odvíjí výkonnost elektrárny, náklady na výstavbu, možná místa výstavby aj. Rozsáhlejší vodní díla samozřejmě změní ráz krajiny a ovlivní ekosystém daného území [37].



## 2.3 Fotovoltaická elektrárna

### 2.3.1 Úvod k fotovoltaické elektrárně

Fotovoltaická elektrárna je systém, který díky své vyspělé technologii umožňuje přímou transformaci slunečního světla na elektrický proud. Tato zmiňovaná přeměna se uskutečňuje pomocí takzvaného fotoelektrického jevu, který vzniká při vzájemném působení mezi dopadajícím slunečním světlem a datovaným polovodičem. Dochází k uvolňování elektrických nosičů nábojů, které jsou díky kovovým kontaktům odejmuty. Takto vyrobená stejnosměrná energie je poté distribuována do klasické stejnosměrné distribuční sítě [38]. Fotovoltaika je postavena na využití křemíkových polovodičů. Křemík je sice velmi dostupný materiál, pro výrobu fotovoltaiky je však potřebný ve velmi vysoké čistotě. K výrobě fotovoltaického panelu je potřeba mnohem čistší křemík než například pro výrobu počítačových součástek. Fotovoltaické panely jsou vyráběny s pomocí náročné technologie. To je jeden z důvodů, proč je cena panelů stále vysoká.

Komerčně dostupné křemíkové články lze rozdělit na tři druhy:

- Články z monokrystalického křemíku
- Články z polykrystalického křemíku
- Panely z amorfního tenkovrstvého křemíku [39]

### 2.3.2 Princip činnosti fotovoltaické elektrárny

Jak již bylo zmíněno, fotovoltaická elektrárna je zařízení, které díky fotoelektrickému jevu dokáže vyrábět elektrinu. Fotovoltaický panel má několik jednotlivých fotovoltaických článků, kde je hlavním komponentem polovodičová dioda. Polovodiče typu P – anoda a typu N – katoda obsahují dvě vrstvy příměsových polovodičů. Vrstva typu N má oproti vrstvě typu P přebytek elektronů. Vrstva typu P naopak obsahuje přebytek kladně nabitých děr. Rozhraní mezi těmito vodiči se nazývá P–N přechod; jeho funkcí je, že ideálně propouští elektrický proud pouze jedním směrem. Zároveň slouží jako zabraňující součást díky potenciálové bariéře a zabraňuje volnému přechodu elektronů v konečném směru, tedy z vrstvy N, kde je jejich přebytek, do vrstvy P, kde naopak je elektronů nedostatek. Díky tomu tedy není možné, aby nastalo spojení elektronů s dírami. Přechod elektronů v opačném, tedy propustném směru je umožněn. Tento princip se nazývá rekombinace.

Fotoelektrický jev vzniká dopadem fotonů na fotočlánek, kde jsou z krystalové mřížky obou vrstev uvolňovány elektrony, které se díky výše uvedené vlastnosti shromažďují ve vrstvě N, a mezi oběma vrstvami vzniká elektrické napětí. Pokud chceme navýšit napětí, v praxi se pro tento účel využívá sério-paralelní zapojení.

Pro uvolnění elektronu z krystalové mřížky musí mít foton minimální energii, kterou potřebuje pro překonání zakázaného pásu. Energie fotonů závisí na vlnové délce záření. Záření o kratší vlnové délce má dostatek energie, dopadající fotony způsobí uvolnění elektronu a zbylá energie se přemění na nežádoucí teplo. Fotony pocházející ze záření s větší vlnovou délkou křemíkem procházejí a nejsou v něm absorbovány. Teoreticky lze využít pouze 50 % energie dopadajícího světelného záření, takže se vždy dosahuje hodnot pouze polovičních [40].

### **2.3.3 Základní části fotovoltaické elektrárny**

Jednou z nejdůležitější součástí fotovoltaické elektrárny je fotovoltaický článek, který je zapojen sério-paralelně; několik takto zapojených článků tvoří panel. Jejich výkon se udává v jednotkách Watt. Jelikož s kolísající hodnotou výroby elektřiny v elektrárně kolísá na výstupu napětí, je nutné toto napětí rovněž regulovat, a to konkrétně regulátorem nebo MTTP měničem. Přeměny stejnosměrného napětí na střídavé dosáhneme pomocí měniče napětí neboli střídače.

Ochranné prvky se využívají především u větších systémů; jističe zde slouží jako ochrana proti zkratu, napěťové svodiče pak jako ochrana před napětím při úderu blesku [40]. Spojovací elektroinstalační materiál neboli spojovací vodiče musí být odolné vůči UV záření, mít s dvojitou izolací a průřez 4 až 6 mm<sup>2</sup> [41]. Elektrocentrála slouží jako záložní zdroj a transformátor, který je připojen do přenosové soustavy [40].

### **2.3.4 Ekologické aspekty fotovoltaické elektrárny**

Většina odborníků na klima a životní prostředí se shoduje, že pokud máme zastavit, nebo alespoň přibrzdit klimatické změny na Zemi, musí se začít více uvažovat ekologicky a využívat obnovitelné zdroje pro výrobu elektřiny.

Nejvíce naděje se vkládá do solární energetiky [42]. Fotovoltaické panely, které jsou využívány v solární energetice, jsou velmi moderní technologií, u které si ale stěží můžeme vůbec představit, jak se jednou budou muset likvidovat. Tato otázka je mezi

ekology velmi diskutovaná, protože každá elektrárna včetně fotovoltaické má určitou životnost a jednou k zlikvidování panelů bude muset dojít [43].

Díky výrobě elektřiny ze solárních článků dochází ke snížení množství znečišťujících látek a také ke snížení emisí skleníkových plynů o zhruba 90 % ve srovnání s konvenčními technologiemi na bázi fosilních paliv. V poslední době se objevují výzkumy varující, že fotovoltaika s sebou přináší i negativní environmentální dopady související s výrobou a recyklací solárních panelů [42].

Ekologové začínají přehodnocovat své postoje a berou opět na milost jadernou energetiku, u které je podle nich dopad na klima a lidské zdraví menší než u řady obnovitelných zdrojů [44]. Jak moc je tedy solární energetika čistá? Solární panely na střechách rodinných domů a dalších budov a na našich polích rostou díky dotacím jako houby po dešti. Na území České republiky je odhadem 200 000 – 230 000 tun solárních panelů. Pro srovnání: toto obrovské číslo představuje 10 Eiffelových věží nebo zhruba čtyři lodě Titanic. Většina panelů, které se prodávají na území České republiky, je křemíkových, ale na trhu jsou i tenkovrstvé panely využívající kadmium, které je podle různých studií toxickým mutagenem a může mít negativní vliv na DNA. Výrobci toto tvrzení vyvrací a snaží se obyvatele uklidnit tvrzením, že se kadmium vyskytuje pouze v zanedbatelném množství panelů.

Další negativní látkou spojenou s produkcí solární elektřiny s využitím solárních panelů je fluorid sírový, který je řazen mezi skleníkové plyny; za posledních 16 let se jeho koncentrace v ovzduší zdvojnásobila. Negativním ekologickým vlivem solární energetiky jsou proto také vysoké emise skleníkových plynů – ne ve fázi fungování, ale především při výrobě panelů [42].

Česká republika je téměř jedinou zemí Evropské unie, kde stát ukládá povinnost hradit poplatky na budoucí recyklaci panelů [45].

### **2.3.5 Přednosti a nedostatky fotovoltaické elektrárny**

#### **Přednosti fotovoltaické elektrárny**

Slunce je obnovitelný zdroj, neboli nevyčerpatelný (v lidském měřítku). Další výhodou fotovoltaických elektráren jsou nízké provozní náklady a nenáročná obsluha. Životnost panelů je obvykle garantována 15–20 let. Poté se snižuje účinnost zařízení, které však vydrží funkční až 50 let. Další vnímanou výhodou je úspora fosilních paliv [46].

## **Nedostatky fotovoltaické elektrárny**

Obecně jsou panely velmi citlivé na částečné zastínění, zvláště pak ty na bázi krystalického křemíku, neboť se články v modulech zapojují do sériových řad pro zvýšení provozního napětí. V případě, že je jediný článek zastíněn, přestává se chovat jako generátor a stane se z něj spotřebič (výrazně se zahřívá) [47]. Nevýhodou fotovoltaické elektrárny je fakt, že ji není možné využít v noci či za špatného počasí, nebo nižší výkon solárních panelů v případě, že zapadnou sněhem. Další nevýhodou je ztráta elektrické energie kvůli převodu stejnosměrného proudu na střídavý (cca 4 až 12 %). Kvůli snížení účinnosti panelů poklesne výkon přibližně o 1 % za rok [48].

## **2.4 Elektrárna spalující biomasu**

### **2.4.1 Úvod k elektrárně spalující biomasu**

Dalším obnovitelným zdrojem v České Republice, který je masivně využíván k výrobě elektrické energie, je biomasa. Jde o energetické využití energie, která je uložena v organických materiálech – biomase. V České Republice se jako energetický materiál hojně používá dřevo, sláma a jiné zemědělské zbytky, exkrementy užitkových zvířat nebo také tříděný komunální odpad či plynné produkty [38]. Energetické využívání biomasy je na našem území z hlediska minimalizace ekologické zátěže velmi vhodné. Svou perspektivu má i v rámci společnosti ČEZ, která biomasové elektrárny spravuje na mnoha místech České republiky. Předpokládá se, že využití biomasy se bude nadále zvyšovat [49].

### **2.4.2 Princip činnosti elektrárny spalující biomasu**

K vyrobení elektřiny se využívají spalovací motory, protitlakové turbíny spojené s generátorem anebo také parní stroje. Spalování biomasy má několik alternativ, a to buď v samostatných parních kotlích, dále můžeme kombinovat spalování s fosilními palivy nebo můžeme připojit zvláštní kotel k jinému energetickému zařízení. Zjednodušeně můžeme říci, že princip výroby elektřiny z biomasy je, že při spalování bioplynu se uvolní energie, která roztočí generátor, v němž vznikne následně elektrická energie [50].

Pro získávání energie z biomasy existují různé procesy: termochemický neboli suchý proces, biochemický neboli mokrý proces a chemická přeměna. Chemickou přeměnou rozumíme výrobu bionafty a přírodních maziv [51].

Termochemický proces je nejstarší metodou pro získávání energie z biomasy. Tento proces je proces spalování. Dochází k rozkladu organického materiálu na hořlavé plyny a další látky. Poté díky přítomnosti vzduchu dochází k oxidaci neboli slučování hořlavých prvků obsažených v palivu s kyslíkem. Při oxidaci se uvolňuje oxid uhličitý, voda a teplo, jehož množství závisí na výhřevnosti použitého paliva. Spalování biomasy se vyznačuje prakticky nulovou bilancí oxidu uhličitého. Množství plynu uvolněného do ovzduší a množství, které rostliny absorbují během svého života, je přibližně stejné [52].

U mokrého procesu se biomasa, např. hnůj, zelené rostliny, kal z čističek aj., zahřívá na určitou teplotu ve vzduchotěsném reaktoru. V tomto reaktoru se vyvíjí bioplyn tzv. anaerobním vyhníváním. Bioplyn se shromažďuje ve velkých zásobnících bioplynové stanice pro spalování v kotlích [51].

### **2.4.3 Základní části elektrárny spalující biomasu**

Kogenerační jednotka je složité technologické zařízení. Její základní části jsou zařízení pro úpravu primárního zdroje energie, spalovací motor, generátor, soustava tepelných výměníků a řídicí systém. Ten umožňuje jednotky řídit místně i dálkově například pomocí počítače, přes internet nebo přes mobilní telefon [53].

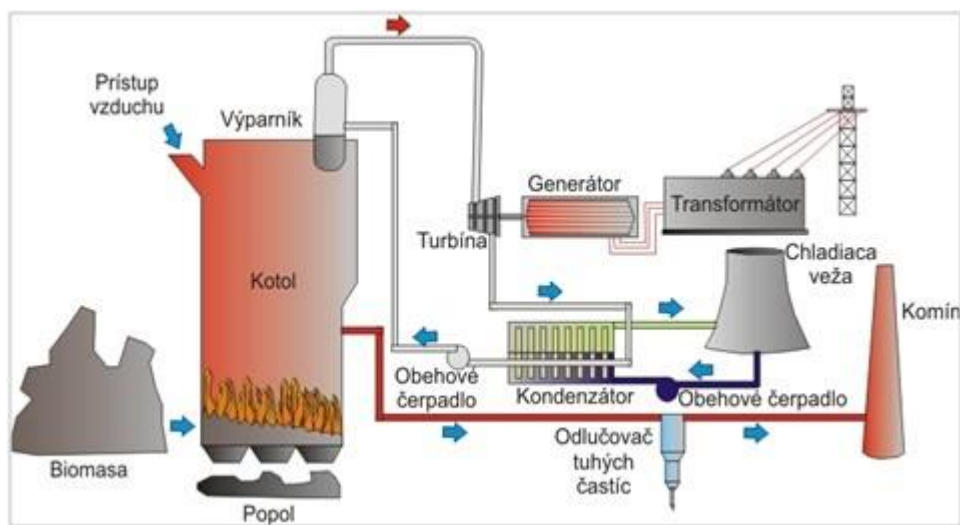
Zařízení pro úpravu primárního zdroje energie slouží k úpravě hodnot vstupní formy energie na takové hodnoty, se kterými pracuje primární jednotka, tedy spalovací motor. Úprava paliva může být založena na požadavku zušlechtnění paliva, úpravy prvkového složení paliva či úpravy podmínek pro použití [54].

Spalovací motor je pístový motor na zemní plyn. Tento motor roztáčí připojený generátor. Pomocí chladicí vody je teplo, které produkuje motor, předáváno do výměníku a dále využíváno. Teplo spalin motoru je též takto využíváno. Soustava tepelných výměníků je tvořena primárním okruhem, sekundárním okruhem a v některých případech technologickým okruhem. Primární okruh je vnitřní uzavřený tlakový okruh. U kogenerační jednotky, která je osazena spalovacím motorem, odebírá primární okruh teplo z vodního pláště motoru a předává ho do sekundárního okruhu. Tímto druhým okruhem je zajištěno vyvedení tepelného výkonu z kogenerační jednotky ke spotřebiči.

Poslední – technologický – okruh je okruh chlazení plicí směsí ohřáté stlačením v turbokompresoru. Technologický okruh nalezneme jen u některých typů kogeneračních jednotek [55].

Kogenerační jednotky lze dělit dle primárního paliva, které může být obnovitelným zdrojem či neobnovitelným zdrojem. Mezi obnovitelné zdroje lze zařadit nefosilní zdroje energie, jako je sluneční energie, energie okolního prostředí, geotermální energie a biomasa. Mezi neobnovitelné zdroje, se kterými kogenerační jednotka pracuje, se řadí fosilní paliva [54].

Dále lze kogenerační jednotky dělit podle dosažitelného výkonu. Mezi mikrokogenerace řadíme jednotky do výkonu 100 kW<sub>E</sub>, minikogenerace jsou jednotky do výkonu 500 kW<sub>E</sub>, kogenerace malého výkonu jsou jednotky do 1 MW<sub>E</sub>, kogenerace středního výkonu jsou jednotky do 50 MW<sub>E</sub> a kogenerace velkého výkonu jsou jednotky nad 50 MW<sub>E</sub> [56].



Obrázek 2.5: Schéma elektrárny spalující biomasu [57]

#### 2.4.4 Ekologické aspekty elektrárny spalující biomasu

Pod pojmem biomasa se skrývá biologický odpad, který vzniká v přírodě působením fotosyntézy nebo metabolických procesů. Z ekologického hlediska tedy zpracování biomasy nepředstavuje žádný zdroj umělých škodlivin a emisí. Jako příklad lze uvést spalování fytomasy, což je biomasa rostlinného původu – tráva, sláma, dřevo. Do ovzduší

se uvolňuje jen to, co bylo rostlinou za jejího života přijato. Dochází tedy k přirozenému cyklu, který nezhoršuje „skleníkový efekt“ [46].

Příspěvkem ke znečištění ovzduší jsou  $\text{NO}_x$ . Při každém spalování, kde se používá atmosférický vzduch, vznikají oxidy dusíku. Jejich množství závisí na kvalitě spalování a především na teplotě. Při nedokonalém spalování (jako příklad lze uvést spalování mokrého dřeva) vznikají škodlivé látky, jako je např. dehet. Tyto látky samozřejmě zatěžují životní prostředí [46].

## **2.4.5 Přednosti a nedostatky biomasy**

### **Přednosti biomasy**

Biomasa se řadí mezi obnovitelné zdroje energie. Lze ji využívat různými způsoby, například k výrobě tepla, elektřiny nebo pohonných hmot. Při spalování čisté biomasy nejsou produkovány téměř žádné emise. Odpady z nejrůznějších odvětví umožňují efektivní využití biomasy [59]. Mezi další přednosti biomasy lze zařadit fakt, že je dobře skladovatelná, určitou univerzálnost jejího použití a také to, že technologie pro spalování biomasy jsou běžně dostupné a existují možnosti dotačních podpor pro náhradu fosilních paliv biomasou [60].

### **Nedostatky biomasy**

Mezi základní nevýhody biomasy lze zařadit nízkou účinnost při nevyužití odpadního tepla a vyšší emise při spoluspalování s uhlím [59]. Pro výrobu elektřiny v biomase je nutné zajistit skladovací prostory pro palivo [61]. Mezi nedostatky lze zařadit také relativně náročnou logistiku, do které je zahrnut sběr, doprava, úprava, skladování a zpracování [60].

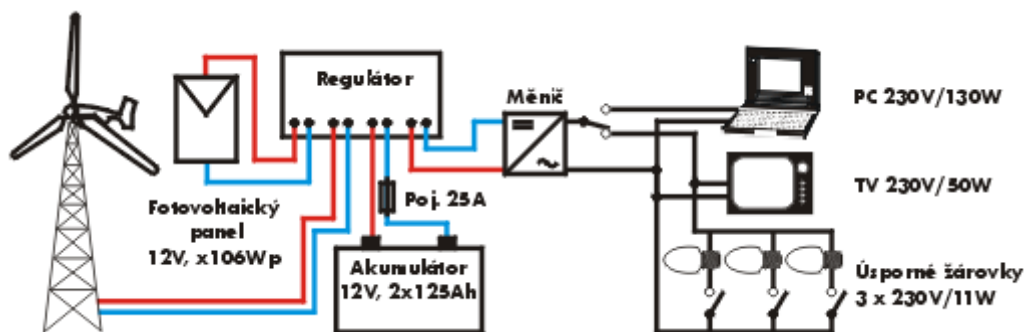
## **2.5 Větrná elektrárna**

### **2.5.1 Úvod k větrné elektrárně**

Energii větru používá lidstvo od nepaměti. Vítr pohání lodě s plachtou, vodní čerpadla či větrné mlýny v oblastech, kde nejsou dostatečně velké vodní toky [62]. Větrné motory znali už ve starověké Číně. První zmínka o větrném mlýnu na území Čech je z roku 1277, mlýn stál v místech Strahovského kláštera v Praze. Počátek výroby novodobých větrných elektráren se datuje na konec 80. let minulého století. Největší

rozmach větrných elektráren byl mezi lety 1990 a 1995. Poté nastalo období stagnace, protože zhruba 29 % z 24 elektráren postavených do roku 1995 mělo nevyhovující podmínky nebo vysoce poruchovou technologii. Některým obnovitelným zdrojům včetně větrných elektráren pomohl v té době stát, když schválil zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů. V současnosti můžeme v České republice vidět větrnou elektrárnu zhruba na stovce míst [63].

Větrná elektrárna je zařízení, které pracuje na principu přeměny kinetické energie větru na energii elektrickou. V novodobé historii větrných elektráren existuje mnoho druhů s vertikální nebo horizontální osou otáčení [64]. Jejich nominální výkon se pohybuje 300 W u těch nejmenších elektráren pro soukromé účely až po 3 MW. Z českých firem můžeme uvést např. Wikov Wind. Většina strojů, které jsou u nás nainstalované, pochází především z Dánska a Německa. K velkému rozvoji větrných elektráren došlo až koncem 20. století; hlavní průkopnické práce se uskutečnily v Dánsku a USA. Ke konci roku 2010 bylo celosvětově nainstalováno ve větrných elektrárnách 195 000 MW [63].



Obrázek 2.6: Schéma větrné elektrárny [65]

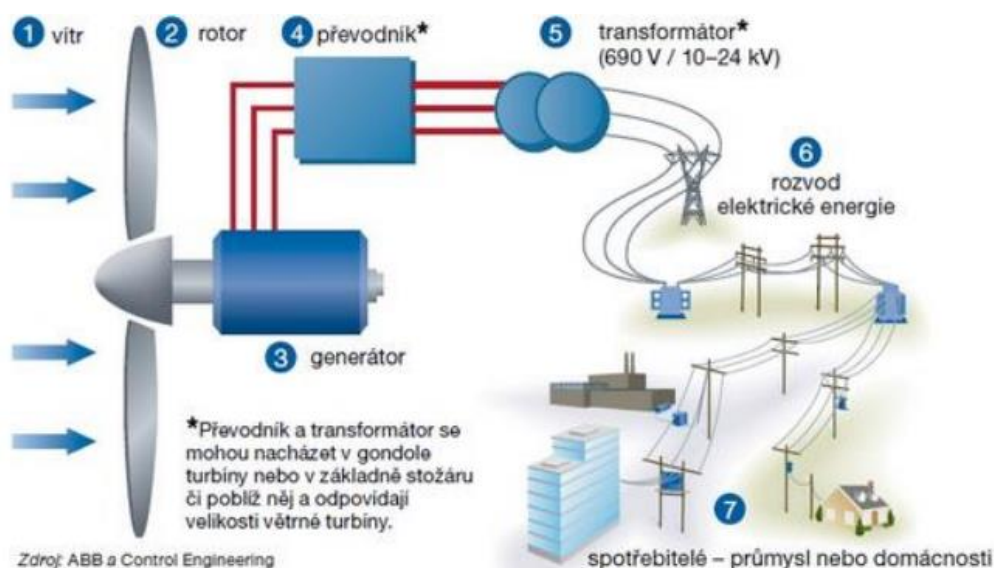
## 2.5.2 Princip činnosti větrné elektrárny

Aerodynamické síly působí na listy rotoru [66], který je připojen hřídelí na generátor, viz obrázek 2.7 [67]. Listy rotoru musí mít speciálně tvarovaný profil, podobně jako profil křídel letadla [68]. Větrná turbína (neboli rotor), která je umístěna na stožáru, převádí energii větru na rotační energii mechanickou. Tato energie je poté prostřednictvím generátoru zdrojem elektrické energie [66]. Je velmi důležité, aby byla zajištěna regulace výkonu rotoru, a tak se zabránilo mechanickému a elektrickému přetížení větrné elektrárny [68].



Větrné motory dle aerodynamického principu dělíme na vztlkové a odporové. Elektrárny pracující na vztlkovém principu s vodorovnou osou otáčení se řadí mezi nejrozšířenější typ. Vítr zde obtéká lopatky s profilem podobným letecké vrtuli [69].

Druhým typem, jak již bylo uvedeno, jsou elektrárny se svislou osou otáčení. Tyto elektrárny pracují buď na odporovém principu – typ Savonius, nebo na vztlkovém principu – typ Darrieus [70].



**Obrázek 2.7:** Schéma výroby elektrické energie u větrné elektrárny [68]

### 2.5.3 Základní části větrné elektrárny

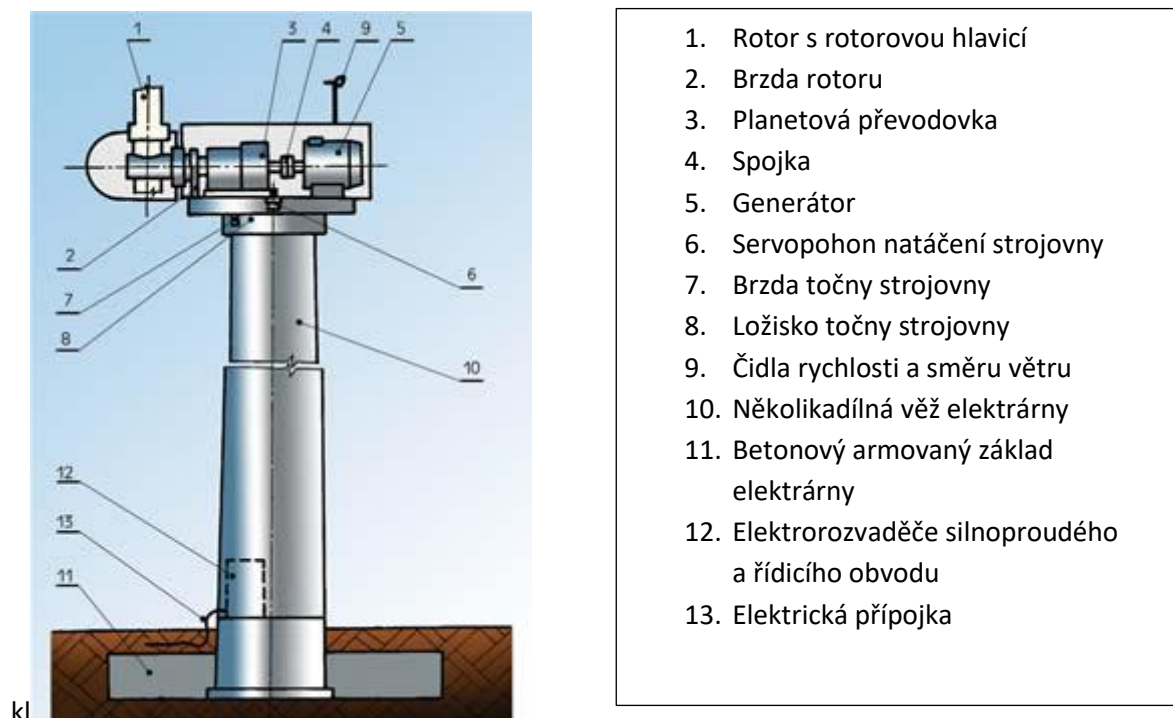
Mezi základní části větrné elektrárny řadíme sloup, který je nejmohutnější, a jeho betonový základ. Na vrcholu sloupu je gondola s elektrickým generátorem a převodovkou a větrná turbína s lopatkami [71].

Na místě, kde má být postavena větrná elektrárna, se již několik týdnů před vlastní instalací začne se stavbou betonového základu. Tato část větrné elektrárny je nejtěžší a nejméně viditelná. Použitý materiál betonového základu je pro představu uveden v souhrnném výčtu níže [72].

Sloup větrné elektrárny vynáší větrnou turbínu nad přízemní pásmo větrných turbulencí, proto musí být jeho výška přizpůsobena tomuto pásmu. Jeho síla musí být dostatečná k udržení hmotnosti celého soustrojí a odpovídající síle větru. Konstrukce je tvořena dutým ocelovým kuželem, případně kombinovaným se železobetonovým

tubusem. Také se používají sloupy z příhradové konstrukce z krátkých nosníků, a to především při větších výškách sloupu. Uvnitř sloupu vede schodiště či servisní žebřík a samozřejmě elektrické vedení do gondoly [71].

Srdcem větrné elektrárny je strojovna. Vybavení strojovny se liší dle výrobce, každý používá svůj princip soustrojí. Celá strojovna je však vždy umístěna ve sklolaminátové gondole. Rotor je nejčastěji umístěn na hřídeli. Ta přenáší výkon od rotoru do převodovky, která zvyšuje otáčky pro generátor, který pohání. Další částí je brzda, která je umístěna na hřídeli mezi převodovkou a generátorem. Ta v případě potřeby dokáže rotor zastavit během několika sekund. V gondole se také nachází hydraulický okruh, který ovládá brzdu či natáčení lopatek. K rámu strojovny jsou upevněny elektropohony, které natáčí celou strojovnu [73].



1. Rotor s rotorovou hlavicí
2. Brzda rotoru
3. Planetová převodovka
4. Spojka
5. Generátor
6. Servopohon natáčení strojovny
7. Brzda točny strojovny
8. Ložisko točny strojovny
9. Čidla rychlosti a směru větru
10. Několikadílná věž elektrárny
11. Betonový armovaný základ elektrárny
12. Elektrorozvaděče silnoproudého a řídicího obvodu
13. Elektrická přípojka

**Obrázek 2.8:** Základní části větrné elektrárny [74]

#### 2.5.4 Ekologické aspekty větrné elektrárny

Větrné elektrárny jsou řazeny mezi „ekologické“ stavby. Jejich hlavním cílem je výroba elektrické energie, která se řadí mezi vyráběné z obnovitelných zdrojů. Životní prostředí by tedy při výrobě elektrické energie touto formou nemělo být negativně zatěžováno. Druhým cílem větrných elektráren je pomoci snížit výrobu energie z neobnovitelných zdrojů energie, které ve značné míře znečišťují ovzduší [75].

Větrné elektrárny neprodukují skleníkové plyny, které ovlivňují klima a hrozí rozvrátit ekosystémy kontinentů. Avšak i tento obnovitelný zdroj má negativní dopad na životní prostředí. Jedná se zejména o zásah do krajinného rázu, možné střety s ptáky a netopýry. Lidé mají největší obavy z hlučnosti [76]. Tyto obavy však postupně mizí, jak technický vývoj zásadně snižuje hlučnost provozu větrných elektráren. Na základě závěrů měření akreditované zkušebny musí každý výrobce uvádět akustické hodnoty při plném provozu elektrárny. U paty stožáru vykazují moderní elektrárny 100–110 decibelů a 50–70 decibelů v jeho okolí. Za bezpečnou vzdálenost od nejbližšího obydlí se považuje 400 m [77].

Jedním ze zásadních problémů při zřizování větrných elektráren je výběr vhodné lokality. Nyní se větrné elektrárny nesmějí zřizovat v maloplošných chráněných územích, v 1. zónách národních parků a chráněných oblastí. Dle četných studií a pozorování bylo zjištěno, že zvířata si na občasnou zvýšenou hlučnost časem zvyknou. Stejně tak bylo zjištěno, že ani na ptactvo nemá větrná elektrárna zásadní negativní vliv. Musí být dodržena legislativní nařízení, která určují, že se větrné elektrárny nesmí stavět v lokalitách, které patří k tranzitním trasám ptáků [77].

## **2.5.5 Přednosti a nedostatky větrné elektrárny**

### **Přednosti větrné elektrárny**

Jednou z nejdůležitějších výhod větrné elektrárny je skutečnost, že využívá nevyčerpatelný a obnovitelný zdroj energie k pohonu zařízení na výrobu elektrického proudu. Touto nevyčerpatelnou silou je samozřejmě vítr. Jako další výhodu větrné elektrárny lze uvést nevypouštění škodlivin, větrná elektrárna tedy nepřispívá svou činností ke zhoršení skleníkového efektu. Zejména neprodukuje tuhé ani plynné emise a odpadní teplo. Nezatěžuje přírodu odpady a nespotřebovává ke svému provozu vodu. Odpadem, který elektrárna vyprodukuje, je pouze konstrukce větrné elektrárny po konci její životnosti [78 - 80].

### **Nedostatky větrné elektrárny**

Problémem větrné elektrárny je, že její výkon musí být zálohován jiným zdrojem. V případě, že vítr fouká málo, není větrná elektrárna schopna dodávat elektrickou energii. Oproti tomu pokud fouká moc, větrná elektrárna musí být zastavena, aby nedošlo k jejímu poškození. Další velmi často uváděná nevýhoda je hlučnost. Při chodu větrníku vznikají

dva druhy hluku, mechanický a aerodynamický. Aerodynamický hluk je snižován modernější konstrukcí listů vrtule, neboť vzniká při obtékání vzduchu kolem listů rotoru a při procházení listů kolem stožáru. Zdrojem mechanického hluku je strojovna. Negativní vliv může mít větrná elektrárna i na přírodu. Jedná se zejména o ohrožení ptáků a netopýrů. Ptactvu může elektrárna působit problémy v případě, že je umístěna na tahových trasách. Pro netopýry elektrárna znamená ohrožení, neboť na ni aktivně nalétávají. Na závěr uvedme také rušení televizního a rádiového signálu a málo vhodných míst pro umístění větrné elektrárny [78 - 81].

## **2.6 Uhelná elektrárna**

### **2.6.1 Úvod k uhelné elektrárně**

Po útěku k plynu v 90. letech minulého století se pro snadnou dostupnost a přijatelnou cenu dostalo na výsluní opět uhlí, a to nejen v České republice [82]. Uhelná elektrárna je soubor mnoha technologických zařízení, který umožňuje přeměnu chemické energie uhlí na energii elektrickou prostřednictvím spalovacího procesu a parního cyklu. Nejdůležitějším zařízením uhelné elektrárny je kotel s ohništěm. [83]. V České republice se nachází 10 velkých uhelných elektráren, které mají výkon větší než 20 MW, a dalších několik menších uhelných zdrojů pro výrobu elektřiny. Z uhelných elektráren získává naše republika nejvíce elektřiny (druhým největším zdrojem jsou elektrárny jaderné) [84].

### **2.6.2 Princíp činnosti uhelné elektrárny**

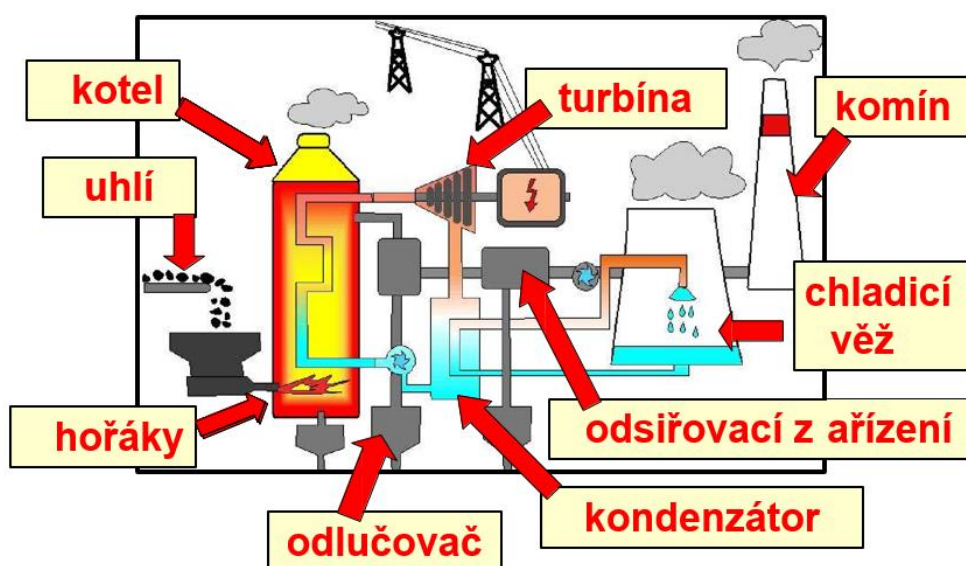
V uhelné elektrárně se přeměňuje tepelná energie v energii mechanickou a mechanická energie v energii elektrickou. Teplo, které se při výrobním procesu uvolňuje, ohřívá vodu procházející trubkami uvnitř kotle a mění ji v páru. Pára potom proudí do turbíny, kde předá lopatkám svou pohybovou energii a turbínu tak roztočí. Turbína je pevně spojena s generátorem, který se též díky tomu dostává do pohybu a přeměňuje mechanickou energii v elektřinu. V elektrárenském generátoru rotuje elektromagnet. Vínutí, v němž se indukuje napětí a proud, je umístěno na statoru okolo něj. Pára, která opouští turbínu, je odvedena do kondenzátoru, kde zkondenzuje a stane se z ní kapalina. Z kondenzátoru je voda vedena zpět do kotle, kde se celý cyklus znovu opakuje. Pára, která je v kotli

vyrobena, nemusí být vždy využita pro výrobu elektřiny; dalším možným využitím je vytápění přilehlého obydlí [85].

### 2.6.3 Základní části uhelné elektrárny

Uhelné elektrárny jsou většinou uspořádány do tzv. výrobních bloků. Elektrárenský výrobní blok je tvořen samostatnou jednotkou, která se skládá z kotle, turbíny a příslušenství, z generátoru, odlučovačů popílku, chladicí věže, blokového transformátoru a u novějších či modernizovaných jednotek z odsiřovacího zařízení.

Dále jsou součástí elektrárny zařízení, která mohou být společná pro více bloků. Jedná se především o zauhlování, vodní hospodářství, komín, pomocná zařízení k odběru popílku a odsiřování. Vodní hospodářství je tvořeno přivaděčem vody, čerpadlem a chemickou úpravou vody [85].



Obrázek 2.9: Základní části uhelné elektrárny [85]

### 2.6.4 Ekologické aspekty uhelné elektrárny

Podle ekologů je vliv uhelných elektráren na znečištění ovzduší i na zdraví lidí nezanedbatelný. Velké zdroje, které spalují uhlí, zůstávají pořád velmi podstatným zdrojem znečištění v České republice. Z emisního hlediska jsou sice uhelné elektrárny oproti místním topeništím efektivnější, při množství uhlí, které celkem spálí, se ale jejich činnost na ovzduší zákonitě významně projeví. Do roku 2021 musejí znečišťovatelé výrazně snížit množství oxidů síry a dusíku vypouštěných do ovzduší. Podle ekologů jsou

uhelné elektrárny zodpovědné i za ultrajemné částice, které poletují v ovzduší. Primární prašnost je poměrně nízká, protože nainstalované filtry poletavý prach docela bezpečně zachytí, ale elektrárny produkují velké množství oxidů síry a dusíku. Ty se potom v ovzduší přemění na jemný poletavý prach, který dokáže překonat velkou vzdálenost, a tyto ultrajemné částice se dostávají prostřednictvím dýchání až do oblasti plicních sklípků, pronikají až do krevního řečiště a následně jsou roznášeny po celém lidském těle. Tyto jemné částice jsou velmi škodlivé už při malém množství.

Na závislost na fosilních palivech a na jejich snížení poukazují významní vědci. V nedávné výzvě adresovali poslancům zprávu, že na následky špatného ovzduší země v České republice ročně až 11 000 lidí. Ve srovnání s ostatními evropskými zeměmi je stav ekologie v České republice nepříliš povzbudivý. Omezení spalování uhlí je podle vědců nezbytné, a to nejen kvůli znečištění, ale také pro ochranu klimatu. Uhelné elektrárny vypouštějí velké množství oxidu uhličitého a jsou zdaleka největším zdrojem skleníkových efektů. Odpovídají za 50 % emisí [86].

## **2.6.5 Přednosti a nedostatky uhelné elektrárny**

### **Přednosti uhelné elektrárny**

Mezi výhody uhelné elektrárny lze zařadit jejich poměrně velký výkon [87]. Jako další výhodu uhelné elektrárny lze uvést fakt, že je oproti obnovitelným zdrojům schopna dodávat energii vždy, když je zapotřebí, a pára z výroby se používá k ohřívání vody a vytápění [88].

### **Nedostatky uhelných elektráren**

Uhelné elektrárny produkují obrovské množství emisí: prachové částice, polyaromatické uhlovodíky a také oxid uhličitý, který má velký podíl na vzniku skleníkového efektu. Uhelné elektrárny patří mezi nejméně ekologické. Hnědé uhlí, které je palivem v uhelné elektrárně, nepatří k obnovitelným zdrojům energie [87].

# 3 Vybrané elektrárny na území České republiky

## 3.1 Jaderná elektrárna Temelín

Pro svou diplomovou práci jsem si vybral největší jadernou elektrárnu, která se nachází v jižních Čechách a která je zároveň i největší elektrárnou v České republice.

Jaderná elektrárna Temelín leží v Jihočeském kraji přibližně 24 km od Českých Budějovic a 5 km od Týna nad Vltavou. Od hranic se sousedními státy Rakouskem a Německem je vzdálená zhruba 50 km. „Jihočeský skvost“ se rozléhá na 143 ha [89].

Jaderná elektrárna Temelín je oproti jaderné elektrárně v Dukovanech mladší. Pro tuto elektrárnu se používají zkratky ETE, JETE a také JET. Skupina ČEZ, která se snaží zvyšovat bezpečnost elektrárny pomocí nejmodernějších technologií, je také provozovatelem elektrárny Temelín. Četné množství ukazatelů v současné době indikuje, že neexistuje lepší zdroj energie, který by stihl pokrýt rostoucí poptávku po energii a zároveň neškodil životnímu prostředí. Rizika, která jsou spojená se získáváním energie z jádra, nelze brát na lehkou váhu; budoucnost jaderné energetiky je u nás i ve světě velmi často probíraným tématem nejen v politice, ale i ve společnosti [89].

Jižní Čechy byly závislé na dodávkách elektrické energie z jiných oblastí, především ze severních Čech. To se změnilo díky uvedení JE Temelín do provozu. JE napomohla k řešení nesnadné ekologické situace v severních Čechách. Nahradila již zastaralé a postupně odstavované bloky v uhelných elektrárnách [90].

Existuje mnoho nepříznivých vnějších vlivů, které mohou na jadernou elektrárnu Temelín působit. Elektrárna však byla projektována a postavena tak, aby všem takovým vlivům odolala. Jedná se především o vlivy klimatické (např. venkovní teplota, déšť, vítr, sníh, vnější zátopy), dopady letících předmětů včetně letadel, tlakové vlny od explozí a zemětřesení [91].

<b>JE Temelín</b>	<b>Hodnoty</b>
doba výstavby	1987–2000
náklady na výstavbu	98 mld.
návratnost investice	do 20 let
životnost	30 let
instalovaný výkon	2164 MW
roční produkce	15 660 000 MWh
výkupní cena Kč/kWh	pohybuje se kolem 1 Kč/kWh
počet zaměstnanců	1246
čistý zisk za rok	$1,053 \cdot 10^{10}$ Kč

**Tabulka 3.3.1:** Obecné údaje k Jaderné elektrárně Temelín, [92, 94 - 97]



**Obrázek 3.1:** Jaderná elektrárna Temelín [98]

## 3.2 Vodní elektrárna Orlík

Pro svou diplomovou práci jsem si vybral největší vodní elektrárnu v jižních Čechách, která zároveň patří k těm největším vodním elektrárnám v České republice.

Vodní elektrárna Orlík je nejdůležitější součástí vltavské kaskády. Přehrada dokáže zadržet obrovské množství vody, celkem 720 mil. m<sup>3</sup>, a patří tak k největším akumulacím nádrží v České republice. Společně s uměle vytvořenou přehradou Lipno rovněž v jižních Čechách řídí průtok na řece Vltavě a rovněž na dolním Labi. Hladina nádrže se rozléhá na 26 km<sup>2</sup> a zvedá hladinu Vltavy v délce 70 km, dále řeku Otavy v délce 22 km a rovněž řeku Lužnice v délce 7 km. Jako přehrada nemá na starosti jen regulaci řeky Vltavy, ale rovněž slouží jako místo k rekreaci. Na výběr je tu plavba



parníkem, letní odpočinek a na přehradě je také pestré využití v oblasti rybolovu. Vodní elektrárna Orlík se svým vysokým výkonem podílí na výrobě poměrně levné, ekologicky čisté elektřiny. Celkový výkon elektrárny na Orlíku, která se pyšní úctyhodnými 364 MW, je zhruba třikrát vyšší, než má další jihočeská elektrárna – na Lipně. Jezero bylo vystavěno vybudováním gravitační přehrady z betonu o výšce 91,5 metru, koruna přehrady má 450 metrů. Těleso přehrady obsahuje 3 přelivy s rozměry 15·8 metrů s kapacitou 2 184 m<sup>3</sup>/s, takže se dokáže ubránit stoleté vodě, a má dvě spodní výpustě o průměru 4 000 mm [99].

Zajímavostí orlické přehrady je, že patří mezi nejtenčí přehrady na světě. Desetilopátkové kolo, které je hlavním pohonem Kaplanovy turbíny, dostalo na výstavě EXPO 58 v Bruselu ocenění a bylo též světovým unikátem. Stavbě vodní elektrárny stál v cestě i kostel, který musel být pro tento účel přenesen. Od samého začátku provozu elektrárny je zároveň v provozu i zmiňovaná lodní doprava. Přes přehradu Orlík měla jezdit i nákladní doprava a měla sloužit jako hlavní cesta pro dopravu písku ke stavbě jaderné elektrárny Temelín [100].

<b>VE Orlík</b>	<b>Hodnoty</b>
doba výstavby	1954–1961
náklady na výstavbu	2,289 mld
návratnost investice	nedohledáno
životnost	nelze určit, dochází k opravám a modernizacím, po nichž se životnost prodlužuje
instalovaný výkon	364 MW
roční produkce	277 000 MWh
výkupní cena Kč/kWh	3,23
počet zaměstnanců	22
čistý zisk za rok	744 062 700 Kč

**Tabulka 3.3.2:** Obecné údaje k vodní elektrárně Orlík [83, 101 - 103]



**Obrázek 3.2:** Vodní elektrárna Orlík [104]

### **3.3 Fotovoltaická elektrárna Ševětín**

Pro svou diplomovou práci jsem si vybral fotovoltaickou elektrárnu, která se nachází na jihu Čech a díky velikosti svého instalovaného výkonu je také v tomto kraji největší.

Výstavba fotovoltaické elektrárny v Ševětíně byla realizována z větší části roku 2010. Tato elektrárna byla zprovozněna skupinou ČEZ v druhé polovině roku 2010 [105].

Na výstavbě fotovoltaické elektrárny v Ševětíně se podílelo několik firem. Společnost Gently na konci roku 2009 prodala projekt společnosti ČEZ. Kupní cena byla kolem 2,8 miliardy korun. Polostátní firma ČEZ si nechala elektrárnu Ševětín postavit na klíč. Už v té době bylo zřejmé, že půjde o jeden z největších projektů v České republice. Jak již bylo zmíněno, elektrárna je v provozu od prosince 2010 [106].

Fotovoltaická elektrárna se nachází v jižních Čechách mezi obcemi Ševětín a Drahotěšice, přibližně 15 km od Českých Budějovic [107].

Solární panely zaplňují plochu necelých 60 hektarů, pro lepší představivost: je to plocha jako 80 fotbalových hřišť. Díky své rozloze elektrárna oplývá poměrně vysokým instalovaným výkonem 29,9 MW; během celého roku vyrobí dostatek elektřiny pro 8000

jihočeských domácností. Životnost elektrárny je naplánovaná do 31. 12. 2029, kdy bude celá elektrárna na náklady provozovatele demontována a krajina bude opět uvedena do původní podoby. Podle zemědělců si půda zcela odpočine a podle všech spekulací by měla být po tak hojném odpočinku ještě úrodnější [107].

<b>FV Ševětín</b>	<b>Hodnoty</b>
doba výstavby	2010
náklady na výstavbu	2,8 mld.
návratnost investice	11- 13 let
životnost	20
instalovaný výkon	29,9 MW
roční produkce	39 000 MWh
výkupní cena Kč/kWh	12,64
počet zaměstnanců	4
čistý zisk za rok	379 450 720 Kč

**Tabulka 3.3.3** Obecné údaje k fotovoltaické elektrárně Ševětín, [65 - 67, 108, 109]



**Obrázek 3.3:** Fotovoltaická elektrárna Ševětín [67]

### **3.4 Energetické centrum Jindřichův Hradec**

Při založení textilního podniku Jitka vzniklo také energetické centrum, které bylo od roku 2002 součástí textilního podniku. Energetické centrum představovalo energetický zdroj pro krytí potřeby tepla a elektřiny společnosti Jitka [110].

Původně energetické centrum používalo jako palivo výhradně mazut a plyn. V současné době je místo mazutových kotlů K1 a K2 vybudován čistě biomasový kotel K5. K tomuto kotli je ve strojovně instalována odběrová turbína TG3 s kondenzací [111].

V období červen 2017 až září 2018 byl realizován projekt Ekologizace zdrojů na fosilní paliva. Tento projekt měl za cíl výměnu stávajících parních mazuto-plynových kotlů K3 a K4 za horkovodní kotel K6. Tento kotel spaluje obnovitelný zdroj energie, kterým je čistá biomasa. Opodstatnění tohoto projektu je zejména environmentální. Nejzásadnějším ekologickým dopadem modernizace je úspora pitné vody, neboť dříve používané kotle musely být odluhovány. V letech 2013–2016 bylo na odluhování použito 373 000 l pitné vody. U nového horkovodního kotle se předpokládá roční ztráta pitné vody do 3 640 l. Dále kotel umožňuje dosažení zpřísněných emisních limitů vyplývajících z vyhlášky č. 415/2012 Sb. Snižují se také tepelné ztráty způsobené transformací teplotního média (pára / horká voda) [112].

<b>EC J. Hradec</b>	<b>Hodnoty</b>
doba výstavby	1948 - 1951
náklady na výstavbu	0,7 mld.
návratnost investice	nedohledáno
životnost	nelze určit, dochází k opravám a modernizacím po kterých se životnost prodlužuje
instalovaný výkon	5,6 MW
roční produkce	40 000 MWh
výkupní cena Kč/kWh	3,263
počet zaměstnanců	43
čistý zisk	53 257 600 Kč

**Tabulka 3.3.4:** Obecné údaje k Energetickému centru Jindřichův Hradec [113 - 117]



**Obrázek 3.4:** Energetické centrum Jindřichův Hradec [118]

### **3.5 Větrná elektrárna Pavlov a Pavlov II**

V současné době se v Jihočeském kraji nenachází žádná větrná elektrárna, proto jsem si pro svou diplomovou práci vybral jednu z nejbližších větrných elektráren, která leží v kraji Vysočina.

Větrný park Pavlov se skládá z větrné elektrárny Pavlov a Pavlov II. Nachází se v kraji Vysočina v obci Pavlov. Od Českých Budějovic je tento větrný park vzdálen 111 km. Instalován byl v roce 2006 výrobcem Vetas [119]. V současné době je to největší a nejstarší větrný park v kraji. Roční příjem obce, který elektrárna přináší, je do 300 tisíc korun [120].

Elektrárna Pavlov je osazena dvěma zařízeními typu VESTAS V90-2,0, ta jsou situována 1350 m a 800 m od nejbližší zástavby v obci Pavlov. Celkově se elektrárna Pavlov rozkládá na 1812 m<sup>2</sup> půdy. Jedná se pouze o zemědělský půdní fond (lesní půdní fond je 0 m<sup>2</sup>). Z celkové plochy zaujímá komunikace 383 m<sup>2</sup>, zpevněná plocha pro jeřáb 1400 m<sup>2</sup> a zastavěná plocha 29 m<sup>2</sup>. Podzemním kabelem délky cca 1500 m dochází ke spojení turbín a připojení na stávající vedení vysokého napětí. Společnost Vestas Wind

Systems A/S, která se řadí mezi světové lídry mezi výrobci větrných elektráren s největšími zkušenostmi v oboru, byla vybrána pro dodej technologie pro elektrárnu Pavlov [121].

Větrný park se skládá celkem ze čtyř turbín. Větrná elektrárna Pavlov je typem V90. Výška náboje je 105 m a průměr rotoru je 90 m. Součástí větrné elektrárny Pavlov jsou dvě elektrárny o výkonu 2000 kW, celkový výkon je tedy 4000 kW [122]. Regulace je prováděna nakláněním listů po směru větru, který proudí trojlistovým rotorem. Délka listů rotoru je 45 m. Rotor elektrárny je vybaven systémem OptiSpeed®. Tento systém umožňuje, aby rotor pracoval s variabilním počtem otáček. Stroj tedy dosahuje 8–17 otáček za minutu. Rychlost větru, která zapne elektrárnu, je 4 m/s. Průměrná pracovní rychlost větru je 13 m/s a vypínací neboli maximální rychlost větru je 25 m/s. V případě, že dojde k překročení maximální rychlosti větru, spustí se automatické brždění a odstavení stroje [121].

Větrná elektrárna Pavlov II je typem V52. Výška náboje je 74 m a průměr rotoru je 52 m. Součástí větrné elektrárny Pavlov II jsou opět dvě elektrárny o výkonu 850 kW, celkový výkon je tedy 1 700 kW [122].

<b>Vte Pavlov</b>	<b>Hodnoty</b>
doba výstavby	2007
náklady na výstavbu	0,21 mld.
návratnost investice	8–9 let
životnost	20
instalovaný výkon	5,7 MW
roční produkce	15 000 MWh
výkupní cena Kč/kWh	1,93
počet zaměstnanců	23
hrubý zisk	16 750 800

**Tabulka 3.3.5** Obecné údaje k větrné elektrárně Pavlov [24, 123 - 126]



**Obrázek 3.5:** Větrná elektrárna Pavlov [127]

### **3.6 Uhelná elektrárna Prunéřov**

Na území Jižních Čech není žádná uhelná elektrárna, a proto jsem si vybral uhelnou elektrárnu Prunéřov. Ta leží poblíž Chomutova. Prunéřov je největším uhelným elektrárenským komplexem v České republice. Tvoří ho dva celky [128].

Elektrárna Prunéřov I je starší částí, byla zprovozněna v letech 1967 až 1968. Instalováno bylo 6 bloků, každý o výkonu 110 MW. Následně prošly 4 bloky rozsáhlými rekonstrukcemi, a to v letech 1987–1992. Zbývající 2 bloky byly začátkem devadesátých let odstaveny z provozu.

Elektrárna Prunéřov II je nejmladší uhelnou elektrárnou ČEZ, a.s. Skládá se z pěti bloků o výkonu 210 MW / každý blok. Do provozu byly bloky uvedeny v letech 1981-1982. V letech 2012 až 2016 došlo k modernizaci elektrárny Prunéřov II, která přispěla ke snížení emisí škodlivin. Po modernizaci je instalovaný výkon 3·250 MW [129].

Modernizace se prodloužila oproti plánu, původně měla být hotova již v první polovině roku 2015. Zpoždění bylo zapříčiněno legislativními důvody, jako je například získání pravomocného rozhodnutí na integrované a stavební povolení [128].

Palivo spotřebovávané v elektrárenském celku Prunéřov je hnědé uhlí. Dodavatelem tohoto uhlí jsou Severočeské doly, a.s. Odtud se uhlí dopravuje po

železniční vlečce. Elektrárna Pruněřov I spotřebuje 2 152 889 t a elektrárna Pruněřov II spotřebuje 5 550 553 t ročně [130].

K odsíření elektráren Pruněřov I a Pruněřov II došlo v 90. letech 20 století. V obou elektrárnách byla použita metoda mokré vápencové vypírky. Dodavatelem zařízení pro elektrárnu Pruněřov I byla německá firma Bischoff, GmbH. Koncem roku 1995 bylo modernizované zařízení dokončeno a uvedeno do plného provozu.

Dodávku „na klíč“ pro elektrárnu Pruněřov II. realizovalo konsorcium japonských firem Mitsubishi Heavy Industries, Mitsubishi Corporation ve spolupráci se ZVU Hradec Králové, a.s. Odsiřovací zařízení bylo uvedeno do provozu v létě roku 1996 [129].

<b>Uhelná el. Pruněřov</b>	<b>Hodnoty</b>
doba výstavby Pruněřov I.	1967–1968
Pruněřov II.	1981–1982
náklady na výstavbu	24,6 mld.
návratnost investice	25–30 let
životnost	58 let
instalovaný výkon	1190 MW
roční produkce	9240 MWh
výkupní cena Kč/kWh	0,978
počet zaměstnanců	800
hrubý zisk	7 320 694 759

**Tabulka 3.3.6:** Obecné údaje k uhelné elektrárně Pruněřov [131 - 135]



**Obrázek 3.6:** Uhelná elektrárna Pruněřov [136]



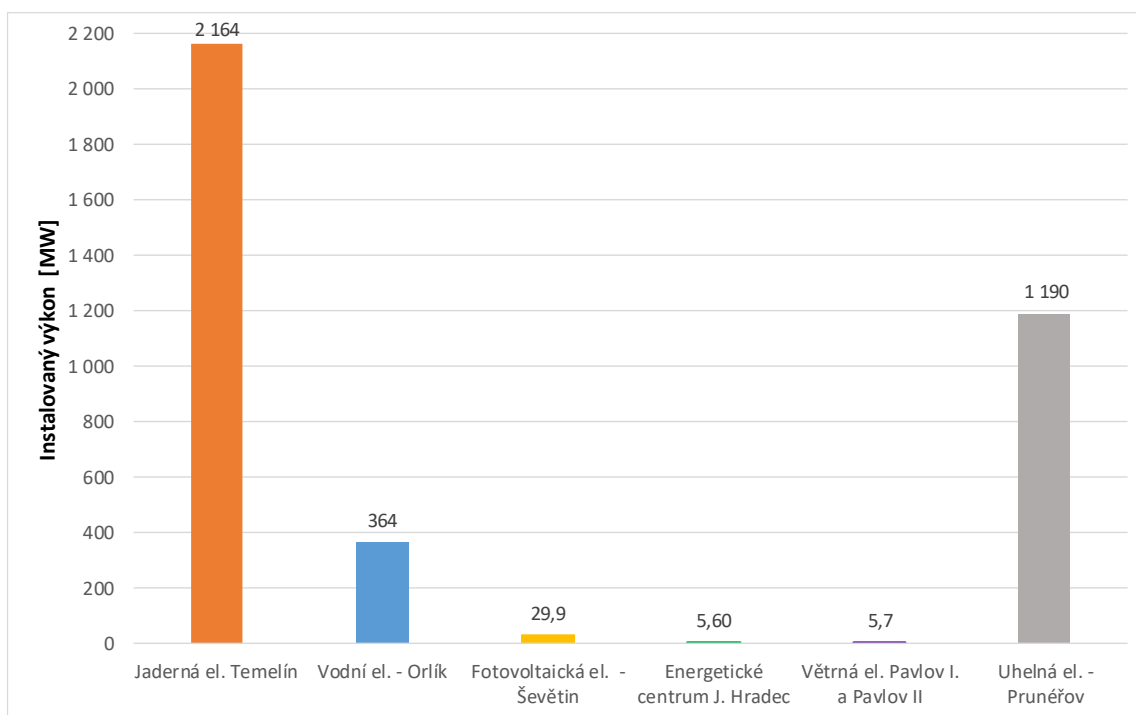
# Cíle práce

- Nastudovat potřebnou odbornou literaturu týkající se energetiky.
- Navštívit a zmapovat vybrané elektrárny v jihočeském regionu.
- Provést detailní komparaci vybraných elektráren z hlediska:
  - instalovaného výkonu;
  - roční produkce elektrické energie;
  - životnosti;
  - nákladů na výstavbu;
  - výkupní ceny elektrické energie;
  - vypočítaného čistého zisku;
  - ekologie.
- Zmapovat možnosti školních exkurzí do vybraných elektráren v jihočeském regionu.

## 4 Komparace vybraných elektráren na území České republiky

Pro komparaci vybraných elektráren byly použity údaje, které jsou pro přehlednost zpracovány do tabulek pro každou elektrárnu. Tyto tabulky jsou vždy uvedeny výše v kapitolách týkajících se jednotlivých elektráren.

### 4.1 Instalovaný výkon vybraných elektráren na území České republiky



**Obrázek 4.1:** Instalovaný výkon vybraných elektráren na území ČR

Z grafu 4.1 je zřejmé, že naprosto nejvyšší instalovaný výkon má jaderná elektrárna Temelín. Je to hodnota přibližně jedenkrát větší než instalovaný výkon uhelné elektrárny Pruněřov. Obě tyto elektrárny mají znatelně vyšší výkon než ostatní elektrárny, které k výrobě elektrické energie využívají obnovitelné zdroje. JE Temelín měla při svém uvedení do provozu instalovaný výkon přibližně 2000 MW. Za dobu provozu, tedy 19 let, zvýšila elektrárna svůj instalovaný výkon o cca 164 MW. To je díky neustálé modernizaci technologií. Plánované odstávky jednotlivých bloků JE využívá

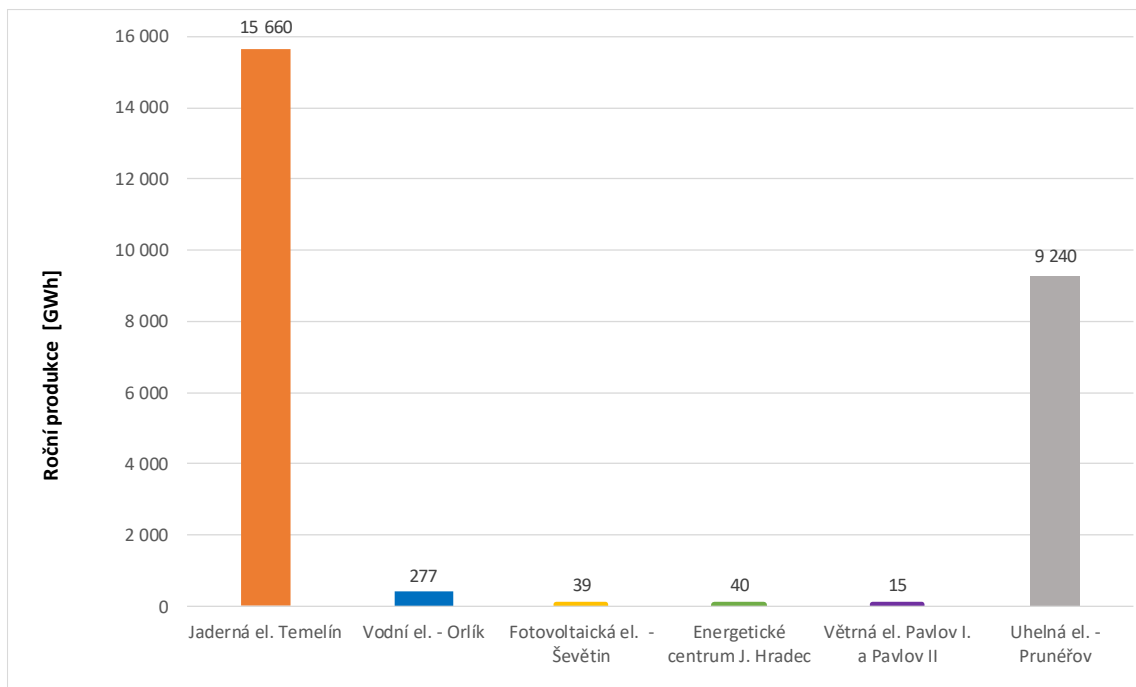
k modernizacím. Nárůst výkonu jaderné elektrárny může pomoci k snížení produkce elektrické energie vyráběné v méně ekologických elektrárnách, jako je například uhelná elektrárna.

Uhelná elektrárna Pruněřov I měla při uvedení do provozu instalovaný výkon na každém z 6 bloků 110 MW. V devadesátých letech byly 4 bloky zrekonstruovány a zbylé 2 byly vyřazeny z provozu. Nominální výkon jednotlivých bloků zůstal tedy nezměněn, avšak celkový nominální výkon se snížil z důvodu vyřazení bloků. Modernizací prošla také uhelná elektrárna Pruněřov II, která měl při svém uvedení do provozu na každém z 5 bloků 210 MW a při zmiňované modernizaci byly vyřazeny 2 bloky. U zbylých 3 bloků nominální výkon narostl o 40 MW/blok. I přes veškeré modernizace uhelné elektrárny došlo k vyřazování jednotlivých bloků z činnosti. To způsobilo, že i přes nárůst nominálního výkonu u uhelné elektrárny Pruněřov II je celkový nominální výkon uhelných el. Pruněřov I a Pruněřov II nižší o 520 MW. Jak lze vidět v grafu 4.1, činní 1190 MW namísto původního instalovaného výkonu 1710 MW.

Z elektráren využívajících obnovitelné zdroje má instalovaný výkon vodní elektrárna Orlík. Zároveň si můžeme všimnout celkem srovnatelného instalovaného výkonu větrného parku Pavlov a instalovaného výkonu Energetického centra Jindřichův Hradec. Větrný park Pavlov prozatím nebyl nijak modernizován, a tak svůj instalovaný výkon nezměnil. Energetické centrum Jindřichův Hradec je přibližně každých 10 let modernizováno a je tedy možné, že jeho instalovaný výkon díky vývoji technologií poroste.

Přibližně pětkrát vyšší výkon oproti větrné elektrárně Pavlov a Energetickému centru Jindřichův Hradec má fotovoltaická elektrárna Ševětín. Pokud hovoříme o instalovaném výkonu, ten se po dobu životnosti fotovoltaické elektrárny nemění. Avšak klesá skutečný výkon, který klesne cca za 20 let na 80 %.

## 4.2 Roční produkce elektrické energie vybraných elektráren na území České republiky



**Obrázek 4.2:** Roční produkce elektrické energie vybraných elektráren na území ČR

Z grafu 4.2 je zřejmé, že jaderná elektrárna Temelín, která má nejvyšší instalovaný výkon, má též i nejvyšší roční produkci elektrické energie. V roce 2017 dosáhla rekordu a její roční produkce byla 16 480 GWh. Hodnota uvedená v grafu 4.2, tedy roční produkce elektrické energie 15 660 GWh z roku 2018, je nižší kvůli plánovaným odstávkám, které trvaly 121 dní.

Uhelná elektrárna Prunéřov opět zaujímá druhé místo s hodnotou 9240 GWh. Je tedy velkým spoludodavatelem elektrické energie. Zástupci obnovitelných zdrojů, kterými se zabývá tato diplomová práce, nevyrobí dohromady ani 500 GWh, ale díky četnosti jejich zastoupení v ČR jsou též nedílnou součástí infrastruktury pro dodávky elektrické energie.

Produkce vyrobené elektrické energie u vodní elektrárny Orlický je též každý rok odlišná. Vliv na tuto hodnotu má především množství vody v řece. V případě suchého léta, kdy je vody nedostatek, dochází k poklesu hladin řek, rybníků a ostatních vodních nádrží. To způsobí slabší proud vody, a tím i pokles množství vyrobené elektrické energie

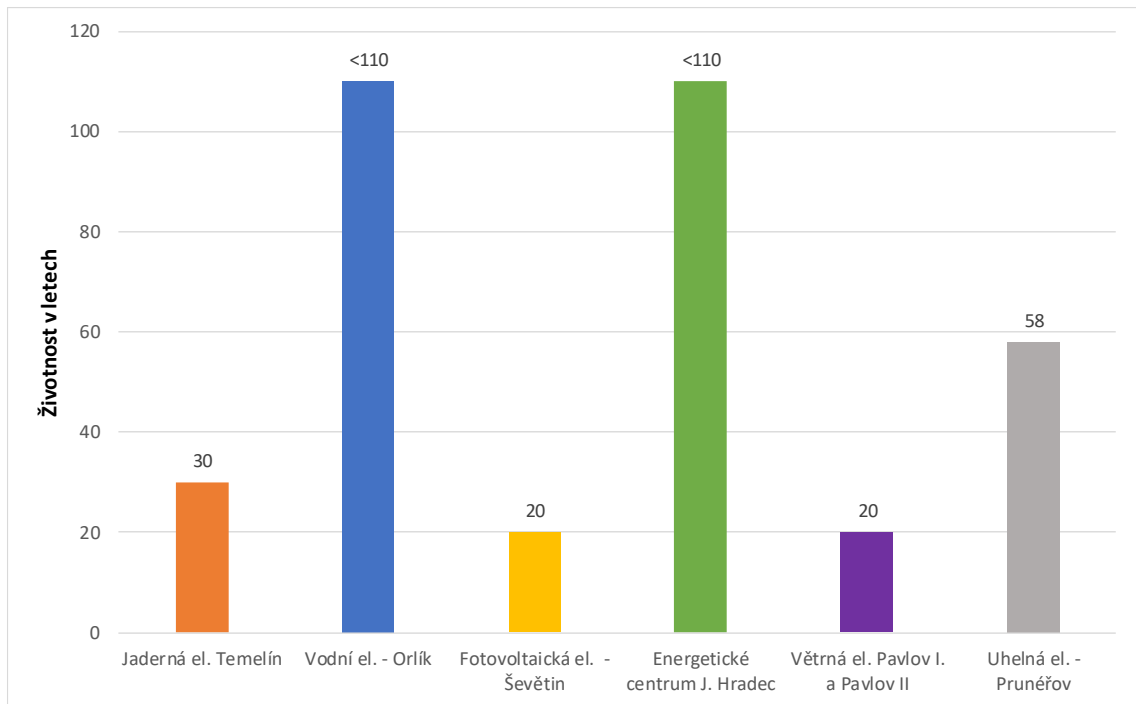
ve vodní elektrárně. Může také nastat období záplav. V tomto případě může být elektrárna poškozena. Její oprava též způsobí jistý výpadek ve výrobě.

Fotovoltaická elektrárna, ostatně jako veškeré elektrárny využívající obnovitelné zdroje, je ovlivněna počasím a logicky také střídáním ročních období. Podzimní a zimní období skutečný výkon fotovoltaické elektrárny snižuje. Je to způsobeno délkou dne a noci a tím, že, sluneční paprsky nemají takovou intenzitu svitu jako v jarním a letním obdobím. V podzimním a zimním období jsou navíc časté mlhy, které zakryjí fotovoltaické panely, častá je také velká oblačnost a déšť. Dny bývají velmi zřídka slunečné. Výhodná pro umístění fotovoltaické elektrárny jsou území, kde se nestřídají roční období a nemění se délka dne a noci. Česká republika tuto výhodu nemá, výkonnost fotovoltaické elektrárny lze však ovlivnit alespoň umístěním a sklonem fotovoltaických panelů.

U elektráren spalujících biomasu okamžitý výkon ovlivňují technologie, které jsou využívány. Energetické centrum Jindřichův Hradec využívá moderní technologie, které umožňují spalovat široký rozsah druhů biomasy. Jedná se například o biomasu obilnou, len, cíleně pěstované energetické plodiny, kukuřici, seno a řepkovou slámu. Díky takto širokému spektru může udržovat vysokou úroveň produkce oproti jiným elektrárnám spalujícím biomasu zaměřeným na menší spektrum druhů biomasy.

Větrná elektrárna Pavlov zaujímá z vybraných elektráren poslední místo v množství vyrobené elektrické energie za rok. U větrné elektrárny výši okamžitého výkonu ovlivňuje rychlost větru (udává se v m/s), která je ovlivněna mj. nadmořskou výškou. Ve vnitrozemských oblastech, tedy i v České republice, jsou pro větrné elektrárny vhodná území s vyšší nadmořskou výškou, kde je rychlost větru vyšší než v nížinách. Rychlost větru je také ovlivněna různými překážkami či druhem povrchu v krajině, například stavbami, kopci či skálami, travnatými porosty, vodními plochami, lesem aj. Největřnějšími ročními obdobími jsou podzim a zima. V tato roční období vyrobí větrná elektrárna nejvíce elektrické energie, na rozdíl od například fotovoltaické elektrárny. Pro fotovoltaickou elektrárnu jsou nejpříznivější jarní a letní období. Samozřejmě okamžitý výkon větrné elektrárny ovlivňují odstávky, kdy dochází k různým opravám a revizím.

## 4.3 Životnost vybraných elektráren na území České republiky



Obrázek 4.3: Životnost vybraných elektráren na území ČR

Jaderná elektrárna Temelín má téměř za sebou druhou dekádu fungování. Projektovaná životnost JE Temelín je 30 let. Avšak pokud ji porovnáme s jadernými elektrárnami ve světě, které dosahují přibližně 60 let životnosti, má JE Temelín pravděpodobně ještě mnoho let životnosti před sebou. Na modernizaci JE Temelín jde ročně několik milionů. Jediné, co může ovlivnit průběh životnosti jaderné elektrárny, je stav tlakové nádoby reaktoru.

Nejdelší životnost má projektovanou Energetické centrum Jindřichův Hradec a vodní elektrárna Orlik. V současné době má vodní elektrárna Orlik za sebou 58 let provozu. Společnost ČEZ v letech 2021 až 2027 plánuje generální opravu strojů, po níž odhadují životnost na dalších 55 let. Definitivní životnost nelze určit, protože se vždy v případě potřeby provede oprava či výměna potřebných komponentů. Vodní dílo Orlik mohou ohrozit v budoucnu desetitisícileté povodně, neboť při tisícileté vodě byla vodní elektrárna poškozena. Její životnost tedy také závisí na budoucích opatřeních, která budou vodní dílo chránit a připravit jej na toto možné ohrožení.

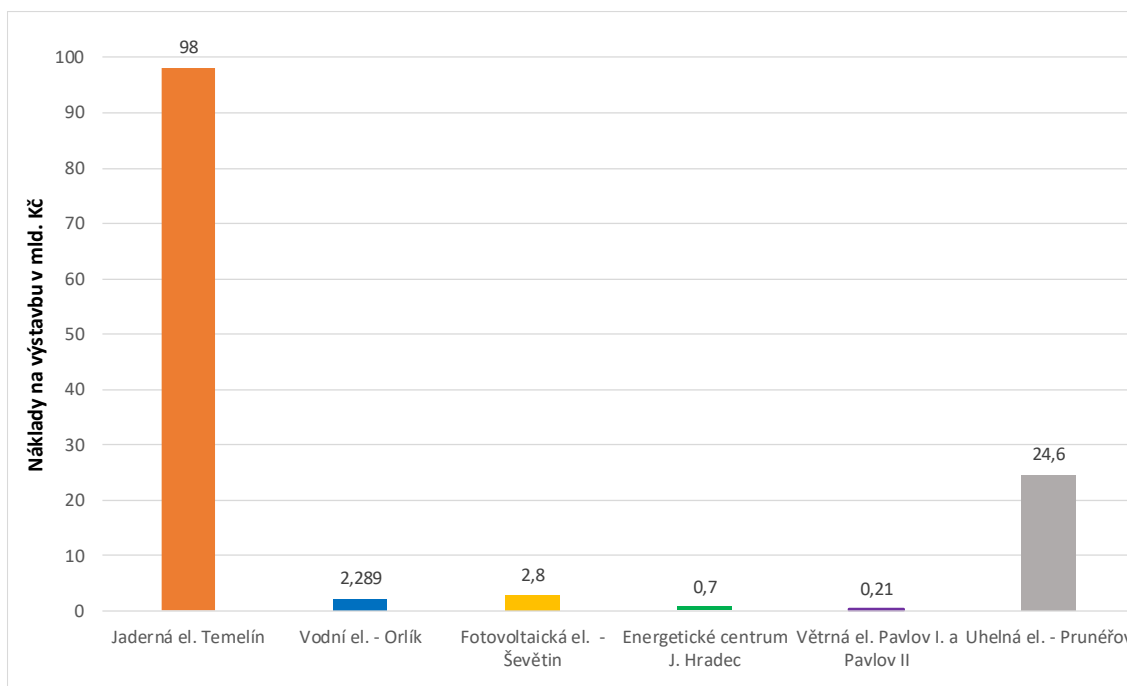
Energetické centrum Jindřichův Hradec provádí dílčí opravy a modernizace přibližně každých deset let. Díky tomu nemá stanovenou definitivní životnost (zdroj: telefonická komunikace).

Uhelná elektrárna Prunéřov I. má plánovanou životnost 52 let, elektrárna Prunéřov II. pak 58 let. Předpokládané uzavření elektrárny Prunéřov I. je v roce 2020 a elektrárny Prunéřov II. je v roce 2040.

Fotovoltaická elektrárna v Ševětíně, která byla uvedena do provozu v roce 2010, má životnost do konce roku 2029. Z toho vyplývá, že je v půlce své životnosti. Dle zemědělců by měla být půda, na níž nyní stojí elektrárna, odpočatá a velmi úrodná.

Větrný park Pavlov má též předpokládanou životnost 20 let.

## 4.4 Náklady na výstavbu vybraných elektráren na území České republiky



**Obrázek 4.4:** Náklady na výstavbu vybraných elektráren na území ČR

Jaderná elektrárna Temelín má oproti ostatním elektrárnám nejvyšší náklady na výstavbu. Tyto náklady byly ovlivněny například délkou výstavby, která trvala 13 let. Za tuto dobu se na stavbě vystřídal mnoho dělníků z různých profesí. Dle sdělení pracovníka, který se podílel na stavbě JE Temelín jako svářeč, dosáhl počet dělníků 8000. Do nákladů na výstavbu jsou samozřejmě zahrnuty mzdy dělníků, ale i projektantů, kontrolorů a dalších.

Výstavba JE Temelín byla též náročná z hlediska použitých materiálů, technologií výstavby a kritérií, která stavba musí splňovat. Například chladicí věže JE odolávají i nárazu letadla apod. U JE je velmi důležité, aby nedošlo k havárii, aby neunikalo jaderné záření, proto musela být stavba velmi pečlivě provedena a kontrolována. Z toho je tedy zřejmé, že náklady na výstavbu u JE budou vyšší než u elektráren, které využívají obnovitelné zdroje a nepředstavují takovou hrozbu v případě havárie.

Z elektráren využívajících obnovitelné zdroje má nejvyšší náklady na výstavbu fotovoltaická elektrárna v Ševětíně. Je překvapující, že FVE v Ševětíně má vyšší náklady na výstavbu než vodní elektrárna Orlik. V tomto případě hraje velkou roli inflace. V grafu 4.7 na straně 57 je znázorněn vliv průměrné meziroční inflace na náklady. Pokud

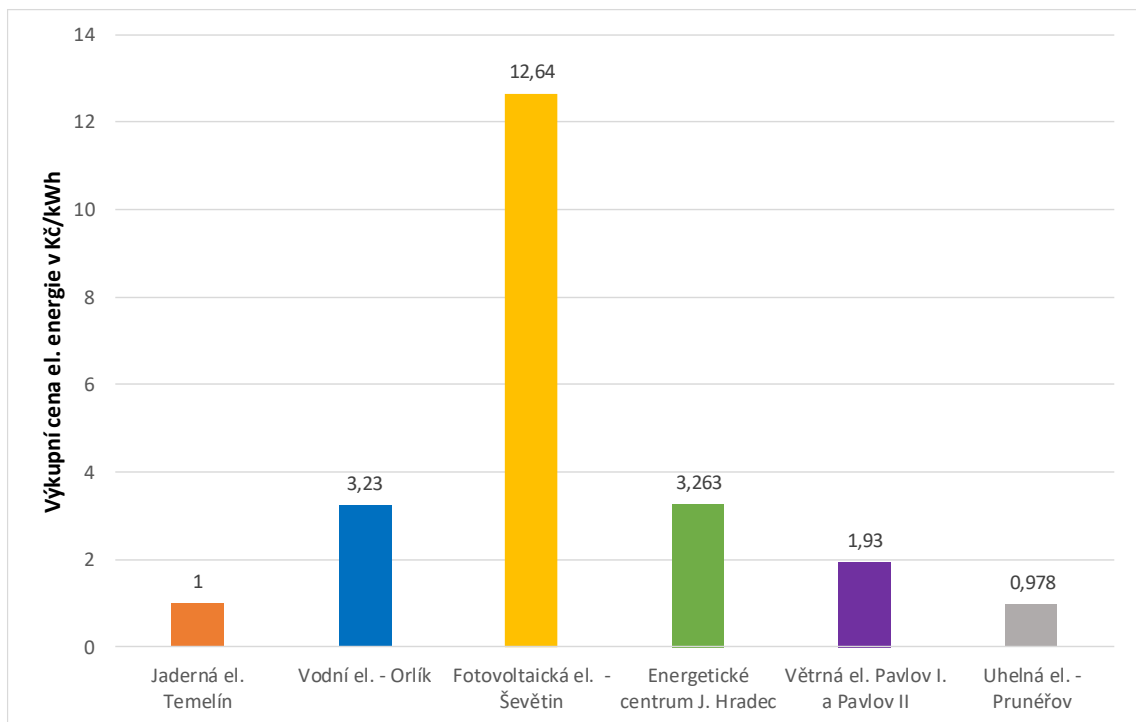


zohledníme průměrnou meziroční inflaci, zjistíme, že vodní elektrárna Orlík má vyšší náklady na výstavbu než FVE Ševětín. Je tedy zřejmé, že výše nákladů na výstavbu se odvíjí od roku, kdy byla postavena.

Vliv průměrné meziroční inflace na náklady na výstavbu u větrné elektrárny Pavlov a Energetického centra Jindřichův Hradec není tak značný, jako je tomu v přechodím případě vodní elektrárny Orlík. Svou roli zde hraje opět rok výstavby elektráren.

Uvedené náklady na výstavbu uhelné elektrárny Pruněřov jsou v grafu 4.4 pouze pro Pruněřov II. Na náklady na výstavbu uvedené v grafu 4.4 je důležité pohlížet s ohledem na rok výstavby elektrárny z důvodů ekonomických změn (vliv zhodnocování a znehodnocování měny).

## 4.5 Výkupní cena u vybraných elektráren na území České republiky



**Obrázek 4.5:** Výkupní cena u vybraných elektráren na území ČR

Výkupní cena u jednotlivých elektráren, především u elektráren využívajících obnovitelné zdroje, je velmi rozdílná. Výkupní ceny elektrické energie z obnovitelných zdrojů nalezneme v Energetickém regulačním věstníku, který vydává Energetický regulační úřad. Výkupní ceny pro jednotlivé elektrárny využívající obnovitelné zdroje a zelené bonusy nalezneme v Cenovém rozhodnutí ERÚ, kterým se stanovuje výše podpory pro podporované zdroje energie.

Výkupní cena je ovlivněna zákonem č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Dle tohoto zákona výši výkupní ceny a zelených bonusů na elektřinu stanovuje úřad v daném kalendářním roce na následující kalendářní rok. Výkupní cena je stanovena pro jednotlivé druhy obnovitelných zdrojů, popř. pro skupiny podle velikosti instalovaného výkonu výroby elektřiny nebo s ohledem na umístění.

Každý koncový odběratel platí „podporu elektřiny z podporovaných zdrojů energie“ v hodnotě 495 Kč za 1 MWh. Tuto částku lze nalézt v příloze k faktuře za

elektřinu. Platba slouží jako částečné vyrovnání rozdílu mezi cenou, kterou platí koncový odběratel za 1 MWh, a cenou, která je stanovena pro výkup 1 MWh z daného obnovitelného zdroje. Jako další podpora vyrovnání ceny mezi cenou placenou koncovým odběratelem a stanovenou výkupní cenou z Cenového rozhodnutí ERÚ slouží dotace.

Výkupní cena u jaderné elektrárny Temelín a uhelné elektrárny Prunéřov je stanovována na energetické burze. Na burze je vymezené povolené cenové rozpětí. Pokud je překročeno toto povolené cenové rozpětí, obchod nelze uzavřít.

## 4.6 Výpočet čistého zisku u vybraných elektráren a jejich porovnání

Každá z porovnávaných elektráren má své specifické vlastnosti, od kterých se také odvíjí například výhodnost investice do výstavby elektrárny. Pokud by byly náklady na výstavbu elektrárny vyšší než zisk plynoucí z jejího provozu, a tedy by elektrárna za dobu své životnosti nezaplátila tyto náklady, je ekonomicky neefektivní.

Pro další srovnání elektráren byl tedy vypočítán hrubý a čistý zisk pomocí výkupních cen, které jsou pro každý druh elektrárny odlišné. Dále byla použita roční produkce elektrické energie, doba životnosti nebo současná doba provozu elektrárny (VE Orlík, EC Jindřichův Hradec) z důvodu nemožnosti určit její životnost.

Pro výpočet čistého zisku bylo zapotřebí stanovit provozní náklady. Pro potřeby diplomové práce byly stanoveny procentem z hrubého zisku, tabulka 4.1. Hodnoty se pohybují mezi 12 % až 15 % na základě instalovaného výkonu.

<b>Elektrárna</b>	<b>Provozní náklady</b>
Jaderná el. Temelín	15 %
Vodní el. Orlík	13 %
Fotovoltaická el. Ševětín	12 %
Energetické centrum J. Hradec	12 %
Větrná el. Pavlov I. a Pavlov II	12 %
Uhelná el. Prunéřov	15 %

**Tabulka 4.4.1:** Provozní náklady – procento z hrubého zisku

Použité hodnoty jsou pouze orientační. Výkupní ceny, roční produkce a další veličiny se stále mění na základě ekonomické situace, plánovaných i neplánovaných odstávek elektráren apod. Podrobné výpočty čistého zisku pro jednotlivé elektrárny jsou uvedeny v Příloze 1.

Nejvyššího ročního čistého zisku dosahuje jaderná elektrárna Temelín. A to přesto, že výkupní cena za 1 kWh se pohybuje kolem 1 Kč, což je druhá nejnižší výkupní cena u vybraných elektráren. Nejvyššího čistého zisku dosahuje díky svému ročnímu výkonu, který je naopak několikanásobně vyšší než u ostatních vybraných elektráren.

Uhelné elektrárně Pruněrov byl vypočítán druhý nejvyšší čistý zisk. Výkupní cena se pohybuje též okolo 1 Kč za kWh, přesněji 0,897 Kč/kWh, jak je uvedeno v grafu 4.5. Výkupní cena elektrické energie za 1 kWh. Takto vysoký čistý zisk je opět způsoben množstvím vyrobené elektrické energie, které je druhé nejvyšší z vybraných elektráren.

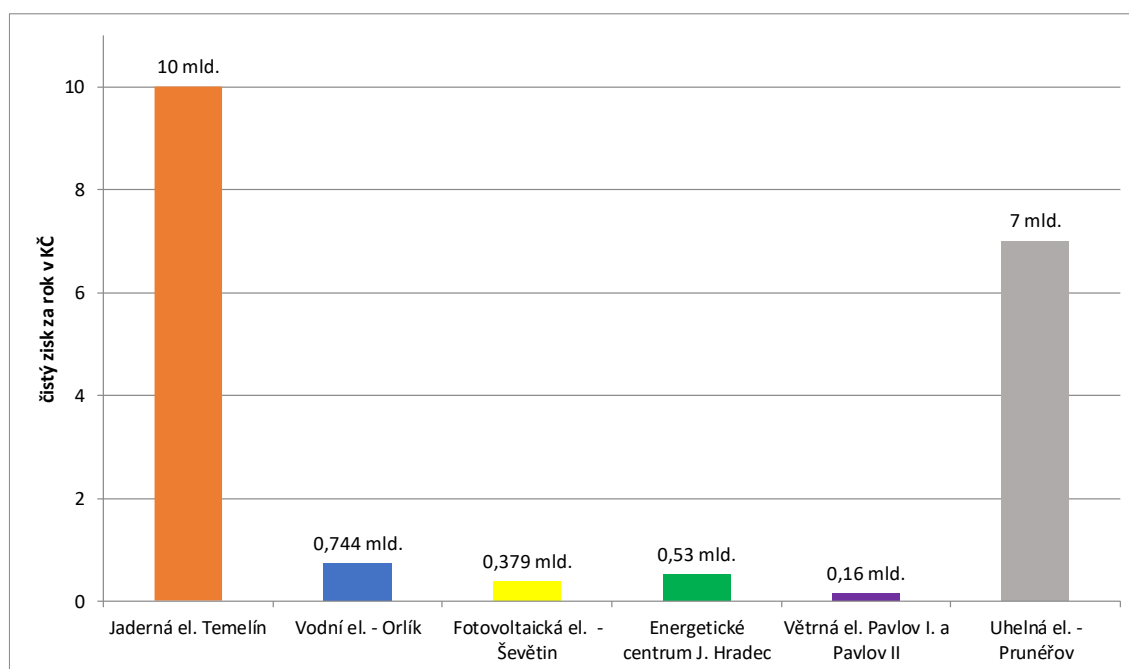
Vodní elektrárna Orlík dle výpočtu dosahuje čistého ročního zisku 0,744 mld. Kč. Pro výpočet byla opět použita výroba za rok, výkupní cena, náklady na výstavbu a životnost. Vodní elektrárna Orlík má nejvyšší výrobu za rok z vybraných elektráren využívajících obnovitelné zdroje, avšak výkupní cena za 1 kWh je srovnatelná s výkupní cenou za 1 kWh u EC JH (VO Orlík 3,23 Kč/kWh; EC JH 3,263 Kč/kWh). I přesto, že výkupní cena je srovnatelná, vodní elektrárna Orlík má o 0,214 mld. Kč vyšší čistý zisk než EC JH. Je to způsobeno množstvím vyrobené elektrické energie, které je ročně cca sedmkrát vyšší než u EC JH.

Energetické centrum Jindřichův Hradec dosahuje čistého zisku 0,53 mld. Kč. Je to o 0,151 mld. Kč více, než je čistý zisk fotovoltaické elektrárny Ševětín, která má srovnatelnou roční výrobu, a to 39 GWh (roční výroba EC JH je 40 GWh). Je to způsobeno náklady na výstavbu, neboť fotovoltaická elektrárna Ševětín má o 2,1 mld. Kč vyšší náklady na výstavbu než EC JH. Zisk před odečtením nákladů na výstavbu má však vyšší fotovoltaická el. Ševětín, neboť výkupní cena elektrické energie dosahuje 12,64 Kč/kWh, což je nejvyšší výkupní cena u vybraných elektráren. Pro lepší přehlednost je text doplněn následující tabulkou 4.2.

elektrárny	náklady na výstavbu	výkupní cena	čistý zisk za rok	výroba za rok GWh	životnost
<b>Fotovoltaická el. Ševětín</b>	2,8	12,64	0,379 mld.	39	20
<b>Energetické centrum J. Hradec</b>	0,7	3,263	0,53 mld.	40	110

**Tabulka 4.4.2:** Přehled hodnot FVE Ševětín a EC JH

Větrná elektrárna Pavlov má nejnižší čistý zisk za rok i přesto, že její náklady na výstavbu jsou nejnižší z vybraných elektráren. Je to způsobeno tím, že její výroba za rok je nejnižší ze všech vybraných elektráren a výkupní cena elektrické energie je třetí nejnižší.



**Obrázek 4.6:** Vypočítaný čistý zisk za rok u vybraných elektráren v ČR (Kč)

#### 4.6.1 Vliv inflace na náklady na výstavbu a ovlivnění čistého zisku

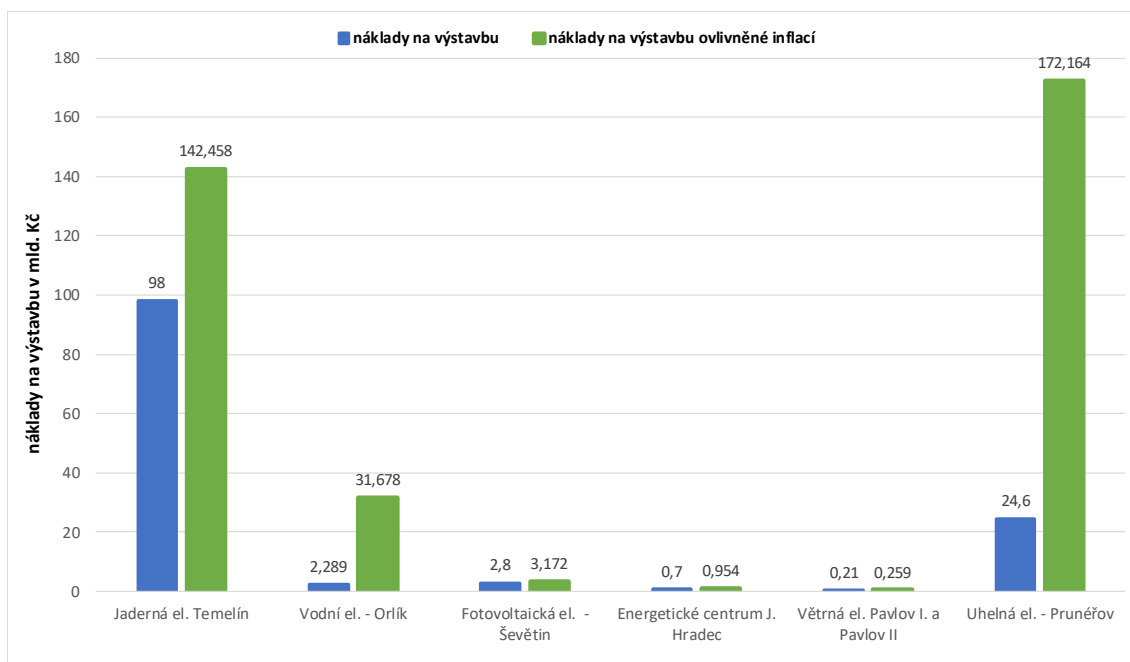
Pro přesnější výpočet hrubého a čistého zisku byla zohledněna průměrná meziroční inflace, která byla použita pro přepočtení nákladů na výstavbu jednotlivých elektráren na hodnotu v roce 2018. Jednotlivé hodnoty průměrné meziroční inflace a náklady na výstavbu ovlivněné průměrnou meziroční inflací jsou uvedeny v následující tabulce 4.3. Náklady na výstavbu ovlivněné průměrnou meziroční inflací a průměrná meziroční inflace byla vypočítána pomocí internetové stránky peníze.cz, kde je kalkulačka inflace.

Vybrané elektrárny	Náklady na výstavbu	Průměrná meziroční inflace	Náklady na výstavbu ovlivněné průměrnou meziroční inflací
Jaderná el. Temelín	98 mld.	2,10 %	142,458 mld.
Vodní el. Orlik	2,289 mld.	4,72 %	32,678 mld.
Fotovoltaická el. Ševětín	2,8 mld.	1,57 %	3,172 mld.
Energetické centrum J. Hradec	0,7 mld.	1,96 %	0,954 692 mld.
Větrná elektrárna Pavlov	0,21 mld.	1,93 %	0,259 219 mld.
Uhelná el. Pruněřov	24,6 mld.	5,55 %	172,164 mld.

**Tabulka 4.4.3:** Průměrná meziroční inflace a náklady na výstavbu

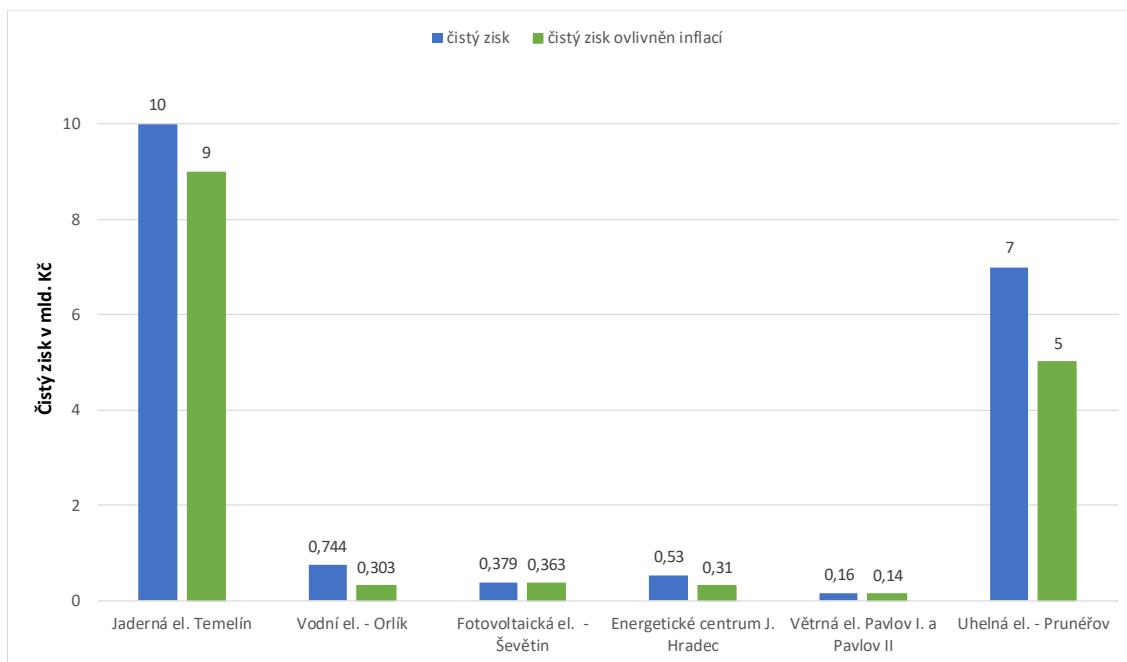
V následujícím grafu 4.7 jsou porovnány náklady na výstavbu a náklady na výstavbu ovlivněné inflací u vybraných elektráren. Je samozřejmé, že náklady ovlivněné inflací

dosahují vyšších hodnot než náklady, které byly vynaloženy. U nejstarších elektráren (uhelná el. Prunéřov, JE Temelín a vodní el. Orlík) je vliv inflace na náklady nejvyšší. Je to způsobeno průměrnou meziroční inflací, která roste s rostoucím počtem let.



**Obrázek 4.7:** Porovnání nákladů na výstavbu a vliv inflace

Následující graf 4.8 nám přibližuje vypočítaný čistý zisk s využitím nákladů vynaložených na výstavbu a vypočítaný čistý zisk s využitím nákladů na výstavbu ovlivněných inflací. Náklady ovlivněné inflací, jak ukazuje předchozí graf 4.7, jsou vyšší než vynaložené náklady, a proto čistý zisk počítaný pomocí těchto nákladů je nižší než čistý zisk s náklady, které nejsou ovlivněny inflací.



**Obrázek 4.8:** Čistý zisk a vliv inflace



## 4.7 Ekologické aspekty vybraných elektráren na území České republiky

Z teoretické části je zřejmé, že z ekologického hlediska rozlišujeme obnovitelné a neobnovitelné zdroje. Mezi neobnovitelné zdroje se řadí například uhlí, ropa, zemní plyn a jaderná energie. Jsou nazývány neobnovitelné zdroje energie, neboť jejich množství je omezené a hrozí jejich úplné spotřeba. Větší množství elektrické energie se dnes vyrábí právě z neobnovitelných zdrojů. Oproti tomu obnovitelné zdroje jsou takové, které se v přírodě obnovují a jejich vyčerpání je očekáváno například až za miliardy let – např. sluneční energie. Obnovitelné zdroje jsou tedy energie vody, větru, biomasy, geotermální energie představující tepelnou energii ze zemského jádra a sluneční energie.

Z výše uvedeného je tedy zřejmé, že jaderná a uhelná elektrárna spotřebovávají neobnovitelné zdroje k výrobě elektrické energie a elektrárna větrná, vodní, fotovoltaická a elektrárna spalující biomasu spotřebovávají obnovitelné zdroje.

Tepelné a jaderné elektrárny mají poměrně velký výkon. Avšak uhelné elektrárny oproti těm jaderným spotřebovávají mnohem více paliva. Palivo pro uhelné elektrárny, tedy uhlí, je těženo v dolech, které jsou zátěží a potenciálně i ohrožením pro lidský život a životní prostředí. Lidé pracující v dolech jsou vystaveni prašnému, hlučnému a stísněnému prostředí, ve kterém hrozí zasypání, případně i smrt.

Kladem jaderných elektráren oproti tepelným je nevypouštění škodlivých látek do přírody. Tepelná elektrárna vypouští obrovské množství emisí, jako jsou například oxidy dusíku, oxid siřičitý, oxid uhličitý, který se podílí na vzniku skleníkového efektu, prachové částice atd. Jaderná elektrárna oproti tomu nevypouští do ovzduší škodlivé emise, ale může zde potenciálně dojít k havárii. U moderních jaderných elektráren je riziko jaderné havárie nízké, ale následky, pokud by k ní došlo, by byly obrovské. Problémem u jaderných elektráren je vyhořelé palivo, které musí být několik let uloženo v bazénu, který je blízko reaktoru, a poté v meziskladech. Následně je vyhořelé palivo ukládáno do hlubinných úložišť ve speciálních kontejnerech.

Výhodou jaderné elektrárny je možnost využití odpadního tepla nebo vodní páry, která může být parovodem přivedena do domácností a sloužit k vytápění. Ekologie u jaderné elektrárny je tedy velmi spornou otázkou.

Vodní, větrné a sluneční elektrárny se vyznačují tím, že samy nevypouští do ovzduší znečišťující emise. Mají však jiné ekologické mínusy. Při stavbě velkých vodních elektráren velmi často dojde k zásahu do přírody. K vybudování velké vodní elektrárny je samozřejmě zapotřebí vybudování velké přehrady a nádrže. Tím často dojde k zaplavení určitého území a ke změně místního klimatu. Větrná elektrárna, stejně jako vodní elektrárna působí na živočichy, oba typy zabírají poměrně velké množství místa a zasahují do krajinného rázu. Vodní elektrárny brání volnému pohybu ryb a můžou pro ně znamenat i smrt. Ryby jsou tlakem v turbíně poškozovány, často i drceny či sekány. Větrná elektrárna zase hrozí možnými střety s ptáky a netopýry. Větrné elektrárny nesmějí být stavěny na území, které patří k tranzitním trasám ptáků. Jak bylo v teoretické části zmíněno, existují studie, které říkají, že zvířata si časem na občasnou zvýšenou hluchost zvyknou. Hluchost se však snižuje s technickým vývojem větrných elektráren.

Sluneční elektrárny, stejně jako větrné a vodní zasahují do krajinného rázu a často zabírají velké prostory. Porovnatelná nevýhoda větrných a slunečních elektráren je ta, že pokud nefouká vítr, větrná elektrárna je nečinná. Stejně tak sluneční elektrárna v případě, že je tma, nevyrábí žádnou elektřinu. Velká ekologická nevýhoda fotovoltaických elektráren je spatřována ve výrobě a následné recyklaci fotovoltaických článků. Některé panely využívají kadmium, to může mít negativní vliv na DNA. Další negativní látka, která je spojena se solárními panely, je fluorid sírový – skleníkový plyn. Ekologickou výhodou u fotovoltaické elektrárny je fakt, že při fungování nevypouští do ovzduší emise a dochází k úspoře fosilních paliv.

Spalováním biomasy se do ovzduší vrací to, co bylo rostlinou za jejího růstu přijato. Nemělo by to tedy způsobovat zhoršení „skleníkového efektu“. Avšak velký vliv zde má kvalita spalování. V případě, že dojde ke spalování při špatné teplotě, do ovzduší se dostávají škodlivé látky, jako je například dehet. Tedy i biomasa má své ekologické plusy i minusy.

Elektrárny tedy všeobecně škodí životnímu prostředí. Každá však jiným způsobem a mírou znečištění ovzduší, zásahem do přírodního rázu, vlivu na živočichy aj.

# 5 Možnosti školních exkurzí do vybraných elektráren Jihočeského kraje

## 5.1 Jaderná elektrárna Temelín

Infocentrum jaderné elektrárny Temelín se nachází na adrese 373 05 Temelín – elektrárna, GPS souřadnice: 49°10'52.07"N, 14°23'9.611"E. Exkurzi lze domluvit na telefonním čísle 381 102 639 nebo 381 104 930, e-mail: infocentrum.ete@cez.cz. Infocentrum je otevřené každý den včetně sobot a nedělí od 9.00 do 16.00 hod. V červenci a srpnu se otevírací doba liší: otevřeno je od 9.00 do 17.30 hod. Zájemci o exkurzi se musí předem objednat na výše uvedeném telefonním čísle. Skupina musí být o velikosti min. 5 osob. Vstup do infocentra elektrárny Temelín a exkurze jsou pro všechny návštěvníky zdarma. Webové stránky skupiny ČEZ nabízí virtuální prohlídku jaderné elektrárny Temelín.

Infocentrum nabízí moderně vybavený kinosál. Součástí exkurze je projekce filmu *Uskutečněná utopie*. Dále jsou zde 4 sály, které nabízejí informace, jak je téma jaderné energetiky spojeno s příbuznými a sousedními obory, informace o jaderné energii a principu jejího uvolňování a také o celému palivovém cyklu. Sál č. 5 je věnován temelínské elektrárně a okolí a sál č. 6 funkčnímu uspořádání, nejdůležitějším zařízením a tématům vztahujícím se k provozu elektrárny. V závěru exkurze je možné si odnést informační brožury [137].

Exkurze do Infocentra a provozu JE Temelín je více omezená, než návštěva infocentra. Exkurze je pořádána pouze pro střední školy, vysoké školy, organizované skupiny firem, které mají spojitost s jadernou energetikou, záchranné složky, obecní zastupitelstva a novináře. Osoby musí být starší 15 let. Skupina musí být od 5 osob maximálně do 32 osob. Délka exkurze je 3 hodiny a je zdarma. Pro vyřízení exkurze je třeba vyplnit formulář, kde se uvádí jméno, příjmení, číslo OP nebo pasu, státní příslušnost a adresa zaměstnavatele.

Jaderná elektrárna Temelín každoročně vybere 32 studentů z vysokých škol, kteří se mohou zúčastnit čtrnáctidenní stáže v JE Temelín v době odstávky. Tito studenti musejí projít psychotesty. V době stáže mají přístup do necitlivých míst. Tyto informace poskytl Infocentrum JE Temelín telefonicky.

## 5.2 Vodní elektrárna Orlick

Samotná hráz Vodní elektrárny Orlick se nachází na GPS souřadnicích 49°36'25.909"N, 14°10'49.998"E. Exkurzi lze domluvit na telefonním čísle: 737 506 950, e-mail: pisecko@email.cz a to kterýkoliv den v týdnu 365 dní v roce od 6.00 do 20.00 hod. V červenci a srpnu jsou pravidelné prohlídky každou sobotu od 11.00 a 14.00 hod. a každé pondělí od 11.00 a středu od 10.00 hod. Je však nutná předchozí rezervace. Prohlídka trvá přibližně 45–60 minut. Cena vstupného je 60 Kč za dospělé osobu a 30 Kč za dítě. Při prohlídce se návštěvníci dostanou do nitra vodní elektrárny. Dozví se princip výroby elektřiny v soustrojí s Kaplanovou turbínou [138].

## 5.3 Vodní elektrárna Lipno

Vodní elektrárna Lipno se nachází na adrese ČEZ, a. s., Vodní elektrárna Lipno, 382 78 Lipno nad Vltavou. GPS souřadnice: 48°63'31.797"N, 14°23'92.317"E. Exkurzi lze domluvit na telefonním čísle 380 746 621, 607 673 651, nebo 607 666 928, e-mail: infocentrum.eli@cez.cz. Infocentrum je otevřené denně od 10.00 do 16.00 hod. Poslední prohlídka začíná v 15.00 hod. V turistické sezóně (cca 15. 6. – 15. 9) je infocentrum otevřené bez předchozího objednání. Ostatní měsíce je vodní elektrárna Lipno k dispozici po písemné či telefonické objednávce. Vstupné je pro dospělé 40 Kč/osobu, pro žáky a studenty 20 Kč/osobu.

Pro návštěvníky infocentra je připraveno promítání filmů, které začíná každou celou hodinu. Dále je připraven odborný výklad zaměstnanců elektrárny a k prohlédnutí je připraven funkční model elektrárny a fotografie, které přiblíží podzemní svět vodní elektrárny.

Prohlídka s výkladem trvá přibližně hodinu. Návštěvník si z prohlídky odnese informace o společnosti ČEZ, seznámí se s historií výstavby a současným stavem vodní elektrárny Lipno I a Lipno II. Kamerový systém, který je zaveden do informačního centra, umožňuje sledovat elektrárnu v reálném provozu [139 - 141].

## **5.4 Křižíkova elektrárna – Elektrárna královského města Písku**

Elektrárna královského města Písku se nachází na adrese V Podskalí 2537, 397 01 Písek. GPS souřadnice: 49°30'78.950"N, 14°14'60.008"E. Elektrárna královského města Písku neboli Křižíkova elektrárna je unikátním technickým muzeem. Mimo provozní dobu lze prohlídku muzea domluvit na telefonním čísle 737 605 605. Elektrárna je obvykle otevřená ve všední dny a neděli od 9.00 do 16.00 hod, v sobotu od 9.00 do 18.00 hod, v letních měsících též od 9.00 do 18.00 hod.

Vstupné do expozice muzea je dospělí 70 Kč/osoba, rodinné vstupné (2 dospělí + max. 3 děti do 15 let) 50 Kč/osoba, senioři (osoby starší 65 let) 50 Kč/osoba, osoby ZTP 50 Kč/osoba, předem objednané školní skupinové vstupné (základní a střední školy nad 40 osob) 50 Kč/osoba, děti do 6 let – skupinové vstupné (mateřské školy apod.) 30 Kč/dítě.

Křižíkova elektrárna je nejstarší veřejnou vodní elektrárnou v Čechách a je v provozu i dnes. Původně to byl vodní mlýn. Návštěvníci mohou vidět i srdce elektrárny – strojovnu i turbíny. V areálu elektrárny si lze uschovat zavazadla, vypůjčit si kola nebo lodičky. Na přilehlém ostrově je příležitost k občerstvení s možností opékání špekáčků. Muzeum nabízí také průvodcovské služby po městě Písku.

V přednáškovém sále muzea, který disponuje kapacitou 40 míst a projektorem, lze vyslechnout přednášky na různá témata:

- Od podskalského mlýna k Elektrárně královského města Písku – podrobná historie včetně obrazových materiálů
- Obnovitelné zdroje energie
- Historie královského města Písku

Pro školy a děti nabízí elektrárna odborné přednášky v přednáškovém sále přímo v elektrárně. Tyto přednášky jsou propojeny s environmentální výchovou dětí [142, 143].

## **5.5 Vodní nádrž Římov a malá vodní elektrárna**

Vodní nádrž Římov se nachází na adrese Římov, 373 24 Římov, GPS souřadnice 48°82'56.21"N, 14°48'10.84"E. Provozovatelem je Povodí Vltavy, státní podnik – telefonní číslo je +420 221 401 111, e-mail: pvl@pvl.cz.

Návštěva vodního díla Římov umožňuje procházku po 290 metrů dlouhé hrázi. Přímá prohlídka elektrárny dle telefonické komunikaci se správcem není možná. Vzdálenost malé vodní nádrže v Římově je od Českých Budějovic přijatelná, a i přes nemožnost prohlídky je tato exkurze velmi zajímavá. Celé vodní dílo je možné si prohlédnout z dálky a přiblížit si teoreticky fungování vodních elektráren. Při pedagogickém výkladu je vhodné zmínit skutečnost, že vodní nádrž Římov je zásobárnou vody pro České Budějovice.

## **5.6 Fotovoltaická elektrárna Ševětín**

Fotovoltaická elektrárna Ševětín se nachází na adrese Solární a fotovoltaická elektrárna, 373 63 Ševětín, GPS souřadnice: 49°11'75.283"N, 14°59'69.147"E.

Zda je možná exkurze do fotovoltaické elektrárny Ševětín s průvodcem, nebylo možné ověřit. Možností je navštívit fotovoltaickou elektrárnu Ševětín a prohlédnout si ji alespoň přes plot. Žáky lze obecně informovat o fotovoltaických elektrárnách ve výuce či při exkurzi.

## **5.7 Fotovoltaická elektrárna v Černém Dubu**

Fotovoltaická elektrárna Černý Dub se nachází na adrese Homole, Spojovací 29, 370 01, okres České Budějovice, GPS souřadnice: 48°93'43.572"N, 14°40'64.617"E. Po telefonické komunikaci s majitelem fotovoltaické elektrárny není exkurze možná z důvodů časové vytíženosti. Opět je možné navštívit elektrárnu a prohlédnout si ji přes plot, jak tomu je u fotovoltaické elektrárny Ševětín.

## **5.8 Energetické centrum Jindřichův Hradec**

Energetické centrum JH se nachází na adrese Energetické centrum s.r.o. Otín 3, 377 01 Jindřichův Hradec. GPS souřadnice 49°14'46.483"N, 15°03'51.647"E. Prohlídka je možná po domluvě s vedením společnosti na tel. č. 725 628 239, popřípadě e-mailem info@ecjh.cz.

# Závěr

- Byla nastudována odborná literatura týkající se oblasti energetiky.
- Byly navštíveny a zmapovány všechny uvedené elektrárny v jihočeském regionu.
- Z komparace vybraných elektráren vyplývá, že:
  - jaderná elektrárna Temelín má instalovaný výkon zhruba 2164 MW, uhelná elektrárna Prunéřov má instalovaný výkon přibližně poloviční. Vodní elektrárna Orlík má zhruba třikrát menší výkon než uhelná elektrárna Prunéřov a zhruba šestkrát menší než jaderná elektrárna Temelín. Zatímco ostatní zdroje mají již řádově nižší instalovaný výkon;
  - nejvíce energie vyprodukuje jaderná elektrárna Temelín: 15 660 GWh, následuje uhelná elektrárna Prunéřov, která vyprodukuje 9240 GWh. Zatímco všechny alternativní zdroje mají roční produkci v řádu stovek nebo desítek GWh;
  - nejvyšší životnost má vodní elektrárna Orlík (min. 110 let). Obdobnou životnost má Energetické centrum Jindřichův Hradec (taktéž min. 110 let). Plánovaná životnost jaderné elektrárny je 30 let, nicméně bývají provozovány i třeba 40 či 50 let. Podobně je na tom i uhelná elektrárna s životností 50 až 60 let. Nejmenší životnost má fotovoltaická elektrárna a větrná elektrárna, u které je plánovaná životnost 20 let;
  - největší náklady na výstavbu jsou u jaderné elektrárny, zhruba čtvrtinové jsou u uhelné elektrárny a řádově desetkrát nižší jsou u vodní elektrárny a fotovoltaické elektrárny;
  - nejvyšší výkupní cena energie (to je dáno zejména legislativou) je u fotovoltaické elektrárny. Je zhruba čtyřikrát vyšší než u vodní elektrárny a energetického centra. Nejnižší výkupní cena je u uhelné a jaderné elektrárny, kde je srovnatelná;
  - dle výpočtů má nejvyšší čistý zisk za rok jaderná elektrárna Temelín: 10 mld. Kč, následuje uhelná elektrárna Prunéřov, jejíž čistý roční zisk je 7 mld. Kč. Řádově desetkrát nižší čistý zisk mají ostatní vybrané elektrárny;
  - uhelná elektrárna vypouští oproti ostatním vybraným elektrárnám při výrobě elektrické energie velké množství emisí do ovzduší. Oproti tomu k největšímu potenciálnímu zničení životního prostředí může dojít při

jaderné havárii. Riziko jaderné havárie je však u moderních elektráren velmi nízké. Problémem je uložení vyhořelého paliva z jaderné elektrárny. Vodní, sluneční a větrné elektrárny nevypouští samy o sobě do ovzduší emise, mají však jiné ekologické nedostatky.

- Byly zmapovány možnosti školních exkurzí do jednotlivých elektráren v jihočeském regionu a podrobné informace byly uvedeny v praktické části diplomové práce.



## Použitá literatura

- [1] Chytrouš: Jak se vyrábí elektřina [online]. 2010 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <https://www.chytrous.cz/jak-se-vyrabi-elektrina/>
- [2] Elektrická energie [online]. 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/05/energie\\_2.html](https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/05/energie_2.html)
- [3] Vítejte na zemi...: Výroba elektrické energie [online]. 2013 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: [http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=vyroba\\_elektricke\\_energie&site=energie](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=vyroba_elektricke_energie&site=energie)
- [4] KLEPÁRNÍK J., [online]. 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: [http://user.mendelu.cz/xklepar0/fls/premeny\\_energie.htm](http://user.mendelu.cz/xklepar0/fls/premeny_energie.htm)
- [5] Jaderná elektrárna [online]. 2017 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/k33.htm>
- [6] Nalezeno: Energie budoucnosti: Obnovitelné zdroje, nebo jaderná energie? [online]. 2009 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/jaderna-energie.dic>
- [7] Jaderná energetika [online]. 2012 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: [https://ojs.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/energetika/Jaderna\\_energie\\_HN.htm](https://ojs.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/energetika/Jaderna_energie_HN.htm)
- [8] Technet.cz: Jak funguje Temelín. Byli jsme přímo v srdci reaktoru [online]. 2007 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: [https://technet.idnes.cz/jak-funguje-temelin-byli-jsume-primo-v-srdci-reaktoru-f9n-/tec\\_reportaze.aspx?c=A070417\\_135542\\_tec\\_technika\\_rja](https://technet.idnes.cz/jak-funguje-temelin-byli-jsume-primo-v-srdci-reaktoru-f9n-/tec_reportaze.aspx?c=A070417_135542_tec_technika_rja)
- [9] Skupina ČEZ: Jak funguje jaderná elektrárna [online]. 2017 [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/interaktivni-model-je-jak-funguje-jaderka.html>
- [10] ČEZ: Princip jaderné elektrárny [online]. 2017 [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/03/princip\\_2.html](https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/03/princip_2.html)
- [11] Skupina ČEZ: Princip funkce jaderné elektrárny [online]. 2017 [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jadernoelektrany-cez/ete/technologie-a-zabezpeceni/4.html>
- [12] iDNES.cz: Princip uspořádání jaderné elektrárny s tlakovodním reaktorem [online]. 2017 [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: [https://1gr.cz/fotky/idnes/07/084/maxi/RJA1d6a8d\\_schema\\_princip\\_elktrarny.jpg](https://1gr.cz/fotky/idnes/07/084/maxi/RJA1d6a8d_schema_princip_elktrarny.jpg)
- [13] BINHACK, P., L. TICHÝ. *Energetická bezpečnost ČR a budoucnost energetické politiky EU*. Praha: Ústav mezinárodních vztahů, v. v. i., 2011. ISBN 978-80-87558-02-7

- [14] Nazeleno: Energie budoucnosti: Obnovitelné zdroje, nebo jaderná energie? [online]. 2009 [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/jaderna-energie.dic>
- [15] BURKET, D., D. STRÁNSKÝ, P. HEJZLAR, F. PAZDERA, V. KLAUS, V. TOMŠÍK, M. ŘÍMAN, a kol. *Jaderná energie: Útlum nebo rozvoj?*. Centrum pro ekonomiku a politiku, 2007. ISBN 978-80-86547-78-7
- [16] Jaderné elektrárny [online]. 2017 [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: [http://1kspa.cz/kladno/dokumenty/stud\\_materialy/che/jaderne\\_elektrarny.pdf](http://1kspa.cz/kladno/dokumenty/stud_materialy/che/jaderne_elektrarny.pdf)
- [17] Jaderná energetika [online]. 2012 [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: [https://ojs.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/energetika/Jaderna\\_energie\\_HN.htm](https://ojs.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/energetika/Jaderna_energie_HN.htm)
- [18] OENERGETICE.cz: Vodní elektrárny- princip,rozdělení, elektrárny v ČR [online]. 2016 [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrina/vodni-elektrarny-princip-a-rozdeleni/>
- [19] eAGRI: Putování vody [online]. 2017 [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/putovani-vody/o-vode/uzivani-vody/vodni-elektrarny/>
- [20] JENÍČEK, V., J. FOLTÝN. *Globální problémy světa - v ekonomických souvislostech*. 1. vydání. Praha: C. H. Beck, 2010. ISBN 978-80-7400-326-4
- [21] ELUC: Energie vody [online]. 2017 [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2069>
- [22] QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada Publishing, a. s., 2010 ISBN 978-80-247-3250-3
- [23] Encyklopedie energie: Přečerpávací vodní elektrárna [online]. 2017 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: [http://www.energyweb.cz/web/index.php?display\\_page=2&subitem=2&slovník\\_page=precerp\\_vod\\_el.html](http://www.energyweb.cz/web/index.php?display_page=2&subitem=2&slovník_page=precerp_vod_el.html)
- [24] Techmania: Činnost přečerpávací elektrárny [online]. 2017 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz/cs/veda-v-pozadi/663>
- [25] Energyweb: Přečerpávací elektrárna [online]. 2017 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: [http://www.energyweb.cz/web/EE/images/precerp\\_vah.gif](http://www.energyweb.cz/web/EE/images/precerp_vah.gif)
- [26] ELUC: Energie vody [online]. 2017 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2069>
- [27] Berka Š., *Elektrotechnická schémata a zapojení v praxi I*. 1. vydání. Brno: Albatros Media a.s., 2015, ISBN 978-80-251-4598-2
- [28] Hydroservis UNION a.s.: Kaplanova Turbína a její základní modifikace [online]. 2017 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://www.h-union.cz/c-10-kaplanova-turbina.html>

- [29] Hydroservis UNION a.s.: Peltonova turbína [online]. 2017 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://www.h-union.cz/c-17-peltonova-turbina.html>
- [30] BERKA, Š. *Elektrotechnická schémata a zapojení v praxi 1*. 1.vydání. Brno: Computer Press,2015. ISBN 978-80-251-4598-2
- [31] Elektrárny: Vodní elektrárny [online]. 2017 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/3334676/>
- [32] Ekologičnost vodní energie [online]. 2017 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/ekologie/ekologie.htm>
- [33] iROZHLAS: Malé vodní elektrárny vyrábí ekologickou energii, jenže také hubí ryby [online]. 2017 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <https://www.irozhlas.cz/node/5929939>
- [34] Obnovitelné zdroje energie: Vodní elektrárny [online]. 2011 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <https://ssritrova.webnode.cz/principy-funkce/vodni-elektrarny/>
- [35] Automatizace.hw.cz: Vodní elektrárny- mikro, male I velké- druhy, principy, provedení [online]. 2006 [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/clanek/2006121301>
- [36] eAGRI: Vodní elektrárny [online]. 2017 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/putovani-vody/o-vode/uzivani-vody/vodni-elektrarny/>
- [37] MUSIL, P. *Globální energetický problém a hospodářská politika – se zaměřením na obnovitelné zdroje*. 1. vydání. Praha: C. H. Beck, 2009
- [38] Czech Nature Energy, a. s.: Fotovoltaické systémy pro výrobu elektřiny [online]. 2017 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://www.cne.cz/fotovoltaicke-systemy/uvod-do-fv-systemu/>
- [39] Ministerstvo životního prostředí České republiky: Obnovitelné zdroje energie, přehled druhů a technologií [online]. 2009 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/obnovitelne\\_zdroje\\_informacni\\_podpora/\\$FILE/oued-prehled\\_OZE-20100312.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/obnovitelne_zdroje_informacni_podpora/$FILE/oued-prehled_OZE-20100312.pdf)
- [40] OENERGETICE.cz: Fotovoltaické elektrárny- princip funkce a součásti, elektrárny v ČR [online]. 2016 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/fotovoltaicka-elektrarna-princip-funkce-a-soucasti/>
- [41] Kostka Tomáš: Fotovoltaická elektrárna [online]. 2017 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: [http://www.outech-havirov.cz/skola/files/knihovna\\_eltech/ee/fvs\\_elektrarny.pdf](http://www.outech-havirov.cz/skola/files/knihovna_eltech/ee/fvs_elektrarny.pdf)
- [42] Ekolist.cz: Ekologické hříchy a naděje fotovoltaické elektrárny [online]. 2016 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/ekologicke-hrichy-a-nadeje-fotovoltaicke-energie>

- [43] Nalezeno.cz: Fotovoltaické panely: Jsou skutečně ekologické? [online]. 2010 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/energie/fotovoltaika-1/fotovoltaicke-panely-jsou-skutecne-ekologicke.aspx>
- [44] Envi Web: Solární panely mohou škodit více než uhlí [online]. 2014 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/99312>
- [45] Třídění odpadu.cz: Solární panely [online]. 2017 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <https://www.trideniodpadu.cz/solarni-panely>
- [46] Solární energie. Info: výhody a nevýhody solární energie[online]. 2017 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <https://www.solarni-energie.info/vyhody.php>
- [47] TYWONIAK, J. a kol. *Nízkoenergetické domy 3: Nulové, pasivní a další*. 1. vydání Praha: Grada Publishing, a.s., 2012
- [48] MPI: Fotovoltaika [online]. 2017 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <https://www.mpitech.cz/fotovoltaika/vyhody-nevychody/>
- [49] Skupina ČEZ: Biomasa [online]. 2017 [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/obnovitelne-zdroje/biomasa.html>
- [50] PUBLI.cz: Výroba elektřiny z biomasy [online]. 2017 [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/90/18.html>
- [51] ELUC: Spalování biomasy [online]. 2017 [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2071>
- [52] OENERGETICE.cz: Biomasa-využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR [online]. 2017 [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevychody/>
- [53] Slideplayer.cz: Tepelná elektrárna [online]. 2017 [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/3056602/11/images/2/Tepeln%C3%A1+elektr%C3%A1rna+Chemick%C3%A1+energie+uhl%C3%AD+se+m%C4%9Bn%C3%AD+spalov%C3%A1n%C3%ADm+na+tepelnou.+Tepeln%C3%A1+energie+m%C4%9Bn%C3%AD+vodu+na+p%C3%A1ru,+kter%C3%A1+poh%C3%A1n%C3%AD+dynama..jpg>
- [54] VUTBR.cz: Kombinovaná výroba elektrické a tepelné energie [online]. 2017 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: [http://www.ueen.feec.vutbr.cz/~mastny/vyuka/mmze/prednasky/07\\_08\\_pr.pdf](http://www.ueen.feec.vutbr.cz/~mastny/vyuka/mmze/prednasky/07_08_pr.pdf)
- [55] ČEZ energo: kogenerační jednotka [online]. 2017 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://www.cezenergo.cz/cs/o-kogeneraci/kogeneracni-jednotka.html>
- [56] HEJTMÁNKOVÁ P., DVORSKÝ E.: *Kombinovaná výroba energií*. BEN, Praha, 2006, 287 s.

- [57] ELUC: elektrárna na biomasu [online]. 2017 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: [https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/images/10744/content\\_elektrarna\\_na\\_biomasu.jpg](https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/images/10744/content_elektrarna_na_biomasu.jpg)
- [58] ZTC energie: Biomasa [online]. 2017 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://ztcenergy.2idea.cz/cinnost/obnovitelne-zdroje/biomasa/>
- [59] Nalezeno.cz: Biomasa: Jak jsme na tom s výrobou elektřiny? [online]. 2010 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/vytapeni/biomasa/biomasa-jak-jsume-na-tom-s-vyrobou-elektriny.aspx>
- [60] MUSIL, P. *Globální energetický problém a hospodářská politika – se zaměřením na obnovitelné zdroje*. 1. vydání. Praha: C. H. Beck, 2009
- [61] OENERGETICE.cz: Biomasa- využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR [online]. 2010 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody/>
- [62] CHAJDA, R. *Mladý technik: Staň se Edisonem 22. století*. 1. vydání. Brno: Edika, 2015. ISBN 978-80-266-0181-4
- [63] Skupina ČEZ: Obnovitelné zdroje energie a Skupina ČEZ [online]. 2017 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/pro-media-2012/03-brezen/obnovitelne-zdroje-energie-a-skupina-cez.pdf>
- [64] OENERGETICE.cz: Větrné elektrárny- princip, rozdělení, elektrárny v ČR [online]. 2015 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrina/vetrne-elektrarny-princip-cinnosti-zakladni-rozdeleni/>
- [65] Alter-eko.cz: fotovoltaické panely [online]. 2015 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.alter-eko.cz/images/fotovoltaicke-panely/grafftv003o.gif>
- [66] SKUPINA ČEZ: Fungování větrných elektráren [online]. 2017 [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/vitr/flash-model-jak-funguje-vetrna-elektrarna.html>
- [67] OENERGETICE.cz: Větrné elektrárny- princip, rozdělení, elektrárny v ČR [online]. 2015 [cit. 2017-01-22]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/typy-elektraren/vetrne-elektrarny-princip-cinnosti-zakladni-rozdeleni/>
- [68] ELUC: Energie větru [online]. 2017 [cit. 2017-01-22]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2072>
- [69] WODAGREEN.COM: Princip a vybavení, postup a obecná data [online]. 2017 [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: <http://www.wodasound.com/jaknato/wind/wdsvitr.htm>
- [70] EkoWATT: Větrná energie [online]. 2008 [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: <https://ekowatt.cz/uspory/vetrna-energie.shtml>

- [71] Jiří. Využití energie větru, *Transformační technologie*, 2006-10, [last updated 2018-01-15]. Brno: Jiří Škorpík, [on-line] pokračující zdroj, ISSN 1804-8293. Dostupné z <http://www.transformacni-technologie.cz/04.html>.
- [72] ČSVE: Betonový základ [online]. 2013 [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/clanky/betonovy-zaklad/305>
- [73] ČSVE: Strojovna větrné elektrárny [online]. 2013 [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/cz/clanky/strojovna-vetrne-elektrarny/324>
- [74] EkoWATT:Větrná energie[online]. 2008 [cit. 2017-01-22]. Dostupné z: <https://ekowatt.cz/uspory/vetrna-energie.shtml>
- [75] Envi Web: Větrné elektrárny v procesu EIA [online]. 2011 [cit. 2017-01-22]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/87301>
- [76] Větrné elektrárny a životní prostředí [online]. 2009 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <https://www.calla.cz/data/energetika/ostatni/VitraZP.pdf>
- [77] PUBLI.cz: Větrné elektrárny a životní prostředí [online]. 2017 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/90/05.html>
- [78] Envi Web: Větrné elektrárny [online]. 2009 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/79312>
- [79] ELUC: Energie větru [online]. 2017 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2072>
- [80] Internetový portál elektrotechnika: Větrné elektrárny [online]. 2009 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <https://coptkm.cz/portal/reposit.php?action=0&id=4964&revision=-1&instance=1>
- [81] Naše Krásnodvorskó z.s.: Desatero záporů větrných elektráren [online]. 2008 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <https://krasnodvorskó.webnode.cz/stop-vetrnikum/desatero-zaporu-vetrnych-elektraren/>
- [82] Elektro: Energetika – čistá uhelná energie [online]. 2018 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/energetika-cista-uhelna-technologie--13274>
- [83] Svět Energie: Uhelné elektrárny, charakteristika [online]. 2016 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/uhelne-elektrarny/charakteristika>
- [84] Vítejte na zemi: Tepelné elektrárny [online]. 2013 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: [http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=tepelne\\_elektrarny&site=energie](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=tepelne_elektrarny&site=energie)
- [85] Skupina ČEZ: Jak funguje uhelná elektrárna [online]. 2017 [cit. 2017-05-28]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/flash-model-jak-funguje-uhelna-elektrarna.html>

- [86] České noviny: Ekologové – uhelné elektrárny výrazně ovlivňují ovzduší i klima [online]. 2017 [cit. 2017-06-5]. Dostupné z: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/ekologove-uhelne-elektrarny-vyrazne-ovlivnuji-ovzdusi-i-klima/1597125>
- [87] SLÍVA, L. *Současné elektrárny*. Ostrava, 2012. Dokument k odbornému vzdělávání. Dostupné z: [https://kke.zcu.cz/export/sites/kke/about/projekty/enazp/projekty/24\\_-Zemepis\\_78-79/79\\_MMP/174\\_Souasn-elektrny-Prezentace\\_Slva.pdf](https://kke.zcu.cz/export/sites/kke/about/projekty/enazp/projekty/24_-Zemepis_78-79/79_MMP/174_Souasn-elektrny-Prezentace_Slva.pdf)
- [88] OENERGETICE.cz: Uhelne kondenzační elektrárny [online]. 2015 [cit. 2017-06-5]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/typy-elektraren/uhelne-kondenzacni-elektrarny/>
- [89] Jaderné elektrárny.cz: Jaderné elektrárny v ČR: Temelín a Dukovany [online]. 2017 [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: <https://www.jaderne-elektrarny.cz/>
- [90] Skupina ČEZ: jaderne elektrarny [online]. 2017 [cit. 2017-06-10]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jaderne-elektrarny-cez/ete.html>
- [91] ČEZ.cz: Jaderné elektrárny, historie a současnost [online]. 2017 [cit. 2017-06-10]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jaderne-elektrarny-cez/ete/historie-a-soucasnost.html>
- [92] Ekolist.cz: Historie výstavby Jaderné elektrárny Temelín [online]. 2006 [cit. 2017-06-10]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/historie-vystavby-jaderne-elektrarny-temelin>
- [93] ČEZ.cz: Otázky a odpovědi [online]. 2017 [cit. 2017-06-12]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/otazky-odpovedi/1.html>
- [94] Skupina ČEZ: Jaderná elektrárna Temelín [online]. 2017 [cit. 2017-06-12]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobní-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice/ete>
- [95] Euro.: Temelín loni vyrobil 15,6 terawatt hodin elektriny, odstávky trvaly čtvrt roku [online]. 2019 [cit. 2019-01-2]. Dostupné z: <https://www.euro.cz/byznys/temelin-loni-vyrobil-15-6-terawatt-hodin-elektriny-odstavky-trvaly-ctvrt-roku-1434491>
- [96] Neviditelný pes: Ekonomika: Třeste se, třeste se [online]. 2010 [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: [/p\\_ekonomika.aspx?c=A100125\\_222423\\_p\\_ekonomika\\_wag](http://p_ekonomika.aspx?c=A100125_222423_p_ekonomika_wag)
- [97] Blesk.cz: Elektrárna Temelín letos přijme téměř 100 zaměstnanců [online]. 2019 [cit. 201-01-18]. Dostupné z: <https://www.blesk.cz/clanek/zpravy-live-zpravy/589424/elektrarna-temelin-letos-prijme-temer-100-zamestnancu.html>
- [98] Vodárenství.cz: Vzdělávací a informační portál- vše o nejcennější surovině na jednom místě [online]. 2017 [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: <http://www.vodarenstvi.cz/2018/09/11/v-temeline-prepustili-vodu-do-spatne-nadrze/>

- [99] Skupina ČEZ: Vodní elektrárna Orlik [online]. 2017 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/orlik.html>
- [100] iDNES.cz: Obrazem: Orlik, přehrada s krvavou pověstí slaví 50 let [online]. 2010 [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: [https://zpravy.idnes.cz/obrazem-orlik-prehrada-s-krvavou-povesti-slavi-50-let-pc0-/domaci.aspx?c=A100820\\_164105\\_praha-zpravy\\_sfo](https://zpravy.idnes.cz/obrazem-orlik-prehrada-s-krvavou-povesti-slavi-50-let-pc0-/domaci.aspx?c=A100820_164105_praha-zpravy_sfo)
- [101] Pražský hradní archiv: Archiv Kanceláře presidenta republiky [online]. 2017 [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: [https://www.prazskyhradarchiv.cz/file/edee/archivalie\\_mesice/2012/1209.pdf](https://www.prazskyhradarchiv.cz/file/edee/archivalie_mesice/2012/1209.pdf)
- [102] ČEZ.cz: tiskové zprávy [online]. 2017 [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/5812.html>
- [103] SLÁMA, Miloslav. *Porovnání ceny elektrické energie z jaderných zdrojů a OZE*. Brno, 2013. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Lukáš Radil
- [104] Chytej.cz: Popis revíru [online]. 2018 [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: <https://www.chytej.cz/svazove-reviry/473005-becva-vsetinska-3/>
- [105] Skupina ČEZ: Fotovoltaická elektrárna Ševětín [online]. 2017 [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/slunce/provozovane-fotovoltaicke-elektrarny/fotovoltaicka-elektrarna-sevetin.html>
- [106] Lidovky.cz: Solární obr, kvůli kterému zasahuje policie. Čez za něj dal skoro 3 miliardy [online]. 2015 [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: [https://byznys.lidovky.cz/solarni-obr-kvuli-kteremu-zasahuje-policie-cez-za-nej-dal-skoro-3-miliardy-1lq-/energetika.aspx?c=A151013\\_111235\\_energetika\\_pave](https://byznys.lidovky.cz/solarni-obr-kvuli-kteremu-zasahuje-policie-cez-za-nej-dal-skoro-3-miliardy-1lq-/energetika.aspx?c=A151013_111235_energetika_pave)
- [107] Svět energie: Fotovoltaická elektrárna Ševětín [online]. 2017 [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/slunecni-elektrarny/slunecni-elektrarny-cez/fotovoltaicka-elektrarna-sevetin>
- [108] TRNOBRANSKÝ, Jan. *Hodnocení stavby a provozu fotovoltaické elektrárny Ševětín na okolní krajinu*, České Budějovice, 2012. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Ing. Jan Procházka, Ph.D.
- [109] Nazeleno.cz: Výkupní cena elektřiny 2012: Za kolik se bude vykupovat kWh? [online]. 2011 [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/energie/fotovoltaika/vykupni-cena-elektriny-2012-za-kolik-se-bude-vykupovat-kwh.aspx>
- [110] Energetické centrum s.r.o.: O nás [online]. 2017 [cit. 2017-06-16]. Dostupné z: <https://www.ecjh.cz/cze/o-nas.html>
- [111] Skupina ČEZ: Elektrárny ČEZ spalující biomasu [online]. 2017 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/biomasa/elektrarny-cez-spalujici-biomasu.html>



- [112] Energetické centrum s.r.o.: Oznámení [online]. 2017 [cit. 2017-06-16]. Dostupné z: [https://www.ecjh.cz/files/Ozn%C3%A1men%C3%AD\\_100.pdf](https://www.ecjh.cz/files/Ozn%C3%A1men%C3%AD_100.pdf)
- [113] Nazeleno.cz: 5 největších solárních elektráren v ČR [online]. 2011 [cit. 2017-06-16]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/aktualne/5-nejvetsich-solarnich-elektren-v-cr.aspx/3/>
- [114] Telefonická komunikace se zaměstnancem EC JH
- [115] Energetické centrum s.r.o.: Výroba tepla a elektřiny [online]. 2017 [cit. 2017-06-20]. Dostupné z: <https://www.ecjh.cz/cze/vyroba>
- [116] ČSVE: Vývoj výkupních cen větrné energie a ostatních obnovitelných zdrojů [online]. 2017 [cit. 2017-06-20]. Dostupné z: <http://csve.cz/clanky/vyvoj-vykupnich-cen-vetrne-energie-a-ostatnich-obnovitelnych-zdroju/278>
- [117] BIOM.cz: ČEZ v J. Hradci testuje nový kotel na biomasu za 85 milionů Kč [online]. 2017 [cit. 2017-06-20]. Dostupné z: [https://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/cez-v-j-hradci-testuje-novy-kotel-na-biomasu-za-85-milionu-kc?fbclid=IwAR3oWw5DCeejddHLa1VE\\_YJA5vzW6w5da3CrPp7E-szq-Pggv70qi-OaQ7o](https://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/cez-v-j-hradci-testuje-novy-kotel-na-biomasu-za-85-milionu-kc?fbclid=IwAR3oWw5DCeejddHLa1VE_YJA5vzW6w5da3CrPp7E-szq-Pggv70qi-OaQ7o)
- [118] Svět energie.cz: Jindřichův Hradec [online]. 2017 [cit. 2017-06-20]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/data/web/powerplant/jindrichuv-hradec/hradec-0.jpg>
- [119] ČSVE: Větrné elektrárny v ČR [online]. 2017 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/clanky/aktualni-instalace-vte-cr/120>
- [120] iDNES.cz: Větrníky stojí na vysočině deset let. Lidé je chválí, kraj další nechce [online]. 2016 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: [https://jihlava.idnes.cz/deset-let-vetrnych-elektren-v-kraji-vysocina-frp-/jihlava-zpravy.aspx?c=A160519\\_2247275\\_jihlava-zpravy\\_mv](https://jihlava.idnes.cz/deset-let-vetrnych-elektren-v-kraji-vysocina-frp-/jihlava-zpravy.aspx?c=A160519_2247275_jihlava-zpravy_mv)
- [121] Informační systém EIA: Záměry na území ČR [online]. 2017 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: [https://portal.cenia.cz/eiasea/detail/EIA\\_VYS069](https://portal.cenia.cz/eiasea/detail/EIA_VYS069)
- [122] ČSVE: Větrné elektrárny v ČR [online]. 2017 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/clanky/aktualni-instalace-vte-cr/120>
- [123] Šimánková, Aneta. *Porovnání efektivit větrné elektrárny a elektrárny na spalování biomasy v ČR*. Brno, 2010. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v -Brně. Vedoucí práce Mgr. Petr Strejček, MBA.
- [124] Stavebnictví3000.cz: Velká energetika větrných elektráren [online]. 2007 [cit. 2017-06-05]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/velka-energetika-vetrnych-elektren>
- [125] Hnutí duha: Čistá energie u Vás? [online]. 2017 [cit. 2017-06-05]. Dostupné z: [http://hnutiduha.cz/sites/default/files/publikace/typo3/obnovitelne\\_zdroje\\_obce.pdf](http://hnutiduha.cz/sites/default/files/publikace/typo3/obnovitelne_zdroje_obce.pdf)

- [126] tzbinfo: Výše výkupních cen a zelených bonusů 2018 [cit. 2018-11-29]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energi/91-vyse-vykupnich-cen-a-zelenych-bonusu>
- [127] Mapio.net: Pavlov [online]. 2017 [cit. 2017-06-05]. Dostupné z: <https://mapio.net/a/88570553/?lang=fr>
- [128] Oenergetice.cz: ČEZ převzal obnovené bloky uhelné elektrárny Pruněrov, investoval 30 mld. Kč [online]. 2016 [cit. 2017-06-05]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/cez-prevzal-obnovene-bloky-uhelne-elektrarny-prunerov-investoval-30-mld-kc>
- [129] Skupina ČEZ: Výroba elektřiny, uhelné elektrárny [online]. 2016 [cit. 2017-06-05]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/prunerov.html>
- [130] zcu.cz: Elektrárny Pruněrov [online]. 2017 [cit. 2017-06-05]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~dvorsky/E1/Tusimice/Elektrarny%20Prunerov.pdf>
- [131] KOŠŤÁL, Michal. *Výpočet dlouhodobých nákladů zdrojů elektřiny*. Praha, 2016. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Ing. Martin Beneš, PhD.
- [132] Nadační fond proti korupci: Zmařené investice ČEZ do elektrárny Pruněrov II [online]. 2017 [cit. 2017-06-05]. Dostupné z: <http://www.nfpk.cz/prunerov?fbclid=IwAR05Kg7mui6EJcImfGP5KgaXTmD-kd0X2tRd4GPBxhDz9ue5n4DxS-TQklE>
- [133] Ministerstvo životního prostředí: ČEZ nabídl MŽP závazky pro rekonstrukci elektrárny Pruněrov (Právo) [online]. 2017 [cit. 2017-06-05]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/articles\\_100202\\_prunerov](https://www.mzp.cz/cz/articles_100202_prunerov)
- [134] MURAŇSKÁ, Jana. *Ekonomické zhodnocení najíždění bloku nového zdroje 660 MW ve vybrané elektrárně*. Ostrava, 2018. Diplomová práce. Vysoká škola Báňská – technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Ing. Yveta Tomášková Ph.D.
- [135] Skupina ČEZ: Tiskové zprávy. [online]. 2017 [cit. 2017-06-05]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/prunerov.html?fbclid=IwAR3edgkTpF8VNqz0nIc37Kl4eYof6lIEvy8uSfp0bKxam6Rw7GT\\_II1nXkc](https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/prunerov.html?fbclid=IwAR3edgkTpF8VNqz0nIc37Kl4eYof6lIEvy8uSfp0bKxam6Rw7GT_II1nXkc)
- [136] Novinky.cz: Sporná obnova elektrárny Pruněrov II dostala zelenou [online]. 2003 - 2017 [cit. 2017-06-05]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/ekonomika/198928-sporna-obnova-elektrarny-prunerov-ii-dostala-zelenou.html>
- [137] Skupina ČEZ: Infocentrum jaderné elektrárny Temelín. [online]. 2018 [cit. 2018-9-05]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jaderne-elektrarny-cez/ete/informacni-centrum.html>

- [138] Skupina ČEZ: Infocentrum vodní elektrárny Orlík. [online]. 2018 [cit. 2018-9-05]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/infocentra/infocentrum-vodni-elektrarny-orlik-47623>
- [139] Český Krumlov: Vodní elektrárna Lipno [online]. 2018 [cit. 2018-9-05]. Dostupné z: <http://www.ckrumlov.info/docs/cz/atr21.xml>
- [140] Jižní Čechy: Infocentrum vodní elektrárny Lipno. [online]. 2018 [cit. 2018-9-05]. Dostupné z: <https://www.jiznicechy.cz/turisticke-cile/555-infocentrum-vodni-elektrarny-lipno>
- [141] Kudy z nudy: Vodní elektrárna Lipno – návštěvnické centrum ČEZ. [online]. 2018 [cit. 2018-9-05]. Dostupné z: <https://www.kudyznudy.cz/aktivity-a-akce/aktivity/vodni-elektrarna-lipno---navstevnicke-centrum-cez.aspx>
- [142] Vodní elektrárna Královského města Písku: Křižíkova elektrárna [online]. 2018 [cit. 2018-9-05]. Dostupné z: <http://www.elektrarnapisek.cz/ekocentrum.htm>
- [143] Kudy z nudy: Elektrárna královského města Písku. [online]. 2018 [cit. 2018-9-05]. Dostupné z: <https://www.kudyznudy.cz/aktivity-a-akce/aktivity/elektrarna-kralovskeho-mesta-pisku.aspx>

# Přílohy

**Tabulka 0.1:** Hrubý zisk za rok – JE Temelín

Výkupní cena el. Energie (Kč/MWh)	1000
Reálná roční výroba (MWh)	15 660 000
Výpočet	$15\,660\,000 \cdot 1000$
Hrubý roční zisk (Kč)	15 660 000 000

**Tabulka 0.2:** Výroba za dobu životnosti 30 let

Reálná roční výroba (MWh)	15 660 000
Doba provozu JE Temelín (roky)	30
Výpočet	$15\,660\,000 \cdot 30$
Výroba za dobu 30 let (MWh)	469 800 000

**Tabulka 0.3:** Hrubý zisk za dobu 30 let

Hrubý roční zisk (Kč)	15 660 000 000
Doba provozu JE Temelín (roky)	30
Výpočet	$15\,660\,000\,000 \cdot 30$
Hrubý zisk za dobu 30 let (Kč)	$4,698 \cdot 10^{11}$

**Tabulka 7.0.4:** Hrubý zisk za dobu 30 let po odečtení nákladů na výstavbu

Náklady na výstavbu	98 000 000 000
Hrubý zisk za dobu 30 let (Kč)	$4,698 \cdot 10^{11}$
Výpočet	$4,698 \cdot 10^{11} - 98\,000\,000\,000$
Hrubý zisk	$3,718 \cdot 10^{11}$

Pro odhad čistého zisku je zapotřebí odečíst provozní náklady. Pro potřeby této diplomové práce byly stanoveny provozní náklady ve výši 15 % pro JA Temelín, což je  $5,577 \cdot 10^{10}$  za dobu 30 let. Výsledný čistý zisk po odečtení provozních nákladů ve výši 15 % za celou dobu životnosti činí  $3,1603 \cdot 10^{11}$  Kč. Výsledný čistý zisk za rok činí  $1,053433333 \cdot 10^{10}$  Kč.

**Tabulka 0.5:** Provozní náklady

Provozní náklady v %	15 %
Hrubý zisk	$3,718 \cdot 10^{11}$
Výpočet	$3,718 \cdot 10^{11} \cdot 15 \%$
Provozní náklady	$5,577 \cdot 10^{10}$

**Tabulka 0.6:** Čistý zisk za rok

Provozní náklady	$5,577 \cdot 10^{10}$
Hrubý zisk	$3,718 \cdot 10^{11}$
Výpočet	$3,718 \cdot 10^{11} - 5,577 \cdot 10^{10}$
Čistý zisk za dobu životnosti	$3,1603 \cdot 10^{11}$
Výpočet čistý zisk za rok	$3,1603 \cdot 10^{11}/30$
Čistý zisk za rok	$1,053433333 \cdot 10^{10}$

**Tabulka 0.7:** Hrubý zisk za rok – VE Orlík

Výkupní cena el. Energie (Kč/MWh)	3230
Reálná roční výroba (MWh)	277 000
Výpočet	$277\,000 \cdot 3\,230$
Hrubý roční zisk (Kč)	894 710 000

**Tabulka 0.8:** Výroba za dobu životnosti 58 let

Reálná roční výroba (MWh)	277 000
Doba provozu VE Orlík (roky)	58
Výpočet	$277\,000 \cdot 58$
Výroba za dobu 58 let (MWh)	16 066 000

**Tabulka 0.9:** Hrubý zisk za dobu 58 let

Hrubý roční zisk (Kč)	894 710 000
Doba provozu VE Orlík (roky)	58
Výpočet	$894\,710\,000 \cdot 58$
Hrubý zisk za dobu 58 let (Kč)	$5,189318 \cdot 10^{10}$

**Tabulka 0.10:** Hrubý zisk za dobu 58 let po odečtení nákladů na výstavbu

Náklady na výstavbu	2 289 000 000
Hrubý zisk za dobu 58 let (Kč)	$5,189318 \cdot 10^{10}$
Výpočet	$5,189318 \cdot 10^{10} - 2\,289\,000\,000$
Hrubý zisk	$4,960418 \cdot 10^{10}$

Pro odhad čistého zisku je zapotřebí odečíst provozní náklady. Pro potřeby této diplomové práce byly stanoveny provozní náklady ve výši 13 % pro VE Orlík. Což je 6 448 543 400 za dobu 58 let. Výsledný čistý zisk po odečtení provozních nákladů ve výši 13 % za současnou dobu životnosti činí  $4,31556366 \cdot 10^{10}$  Kč. Výsledný čistý zisk za rok činí 744 062 700 Kč.

**Tabulka 0.11:** Provozní náklady

Provozní náklady v %	13 %
Hrubý zisk	$4,960418 \cdot 10^{10}$
Výpočet	$4,960418 \cdot 10^{10} \cdot 13\%$
Provozní náklady	6 448 543 400

**Tabulka 0.12:** Čistý zisk za rok

Provozní náklady	6 448 543 400
Hrubý zisk	$4,960418 \cdot 10^{10}$
Výpočet	$4,960418 \cdot 10^{10} - 6\,448\,543\,400$
Čistý zisk za dobu životnosti	$4,31556366 \cdot 10^{10}$
Výpočet čistý zisk za rok	$4,31556366 \cdot 10^{10} / 58$
Čistý zisk za rok	<b>744 062 700</b>

**Tabulka 0.13:** Hrubý zisk za rok – FV Ševětín

Výkupní cena el. Energie (Kč/MWh)	12 640
Reálná roční výroba (MWh)	39 000
Výpočet	$39\,000 \cdot 12\,640$
Hrubý roční zisk (Kč)	492 960 000

**Tabulka 0.14:** Výroba za dobu životnosti 20 let

Reálná roční výroba (MWh)	39 000
Doba provozu FV Ševětín (roky)	20
Výpočet	$39\,000 \cdot 20$
Výroba za dobu 20 let (MWh)	780 000

**Tabulka 0.15:** Hrubý zisk za dobu 20 let

Hrubý roční zisk (Kč)	492 960 000
Doba provozu FV Ševětín (roky)	20
Výpočet	$492\,960\,000 \cdot 20$
Hrubý zisk za dobu 20 let (Kč)	9 859 200 000

**Tabulka 0.16:** Hrubý zisk za dobu 20 let po odečtení nákladů na výstavbu

Náklady na výstavbu	2 800 000 000
Hrubý zisk za dobu 20 let (Kč)	$1,142388 \cdot 10^{10}$
Výpočet	$1,142388 \cdot 10^{10} - 2\,800\,000\,000$
Hrubý zisk	8 623 880 000

Pro odhad čistého zisku je zapotřebí odečíst provozní náklady. Pro potřeby této diplomové práce byly stanoveny provozní náklady ve výši 12 % pro FV Ševětín. Což je 1 034 865 600 Kč za dobu 20 let. Výsledný čistý zisk po odečtení provozních nákladů ve výši 12 % za celou dobu životnosti činí 7 589 014 400 Kč. Výsledný čistý zisk za rok činí 379 450 720 Kč.

**Tabulka 0.17:** Provozní náklady

Provozní náklady v %	12 %
Hrubý zisk	8 623 880 000
Výpočet	$8\,623\,880\,000 \cdot 12\%$
Provozní náklady	1 034 865 600

**Tabulka 0.18:** Čistý zisk za rok

Provozní náklady	1 034 865 600
Hrubý zisk	8 623 880 000
Výpočet	$8\,623\,880\,000 - 1\,034\,865\,600$
<b>Čistý zisk za dobu životnosti</b>	<b>7 589 014 400</b>
Výpočet čistý zisk za rok	$7\,589\,014\,400 / 20$
<b>Čistý zisk za rok</b>	<b>379 450 720</b>

**Tabulka 0.19:** Hrubý zisk za rok – EC Jindřichův Hradec

Výkupní cena el. Energie (Kč/MWh)	3 263
Reálná roční výroba (MWh)	40 000
Výpočet	40 000 · 3 263
Hrubý roční zisk (Kč)	130 520 000

**Tabulka 0.20:** Výroba za dobu životnosti 20 let

Reálná roční výroba (MWh)	40 000
Doba provozu EC Jindřichův Hradec (roky)	10
Výpočet	40 000 · 10
Výroba za dobu 10 let (MWh)	400 000

**Tabulka 0.21:** Hrubý zisk za dobu 10 let

Hrubý roční zisk (Kč)	130 520 000
Doba provozu EC Jindřichův Hradec (roky)	10
Výpočet	130 520 000 · 10
Hrubý zisk za dobu 10 let (Kč)	1 305 200 000

**Tabulka 0.22:** Hrubý zisk za dobu 10 let po odečtení nákladů na výstavbu

Náklady na výstavbu	700 000 000
Hrubý zisk za dobu 10 let (Kč)	1 305 200 000
Výpočet	1 305 200 000 – 700 000 000
Hrubý zisk	605 200 000

Pro odhad čistého zisku je zapotřebí odečíst provozní náklady. Pro potřeby této diplomové práce byly stanoveny provozní náklady ve výši 12 % pro EC Jindřichův Hradec. Což je 72 624 000 Kč za dobu 10 let. Výsledný čistý zisk po odečtení provozních nákladů ve výši 12 % za celou dobu životnosti činí 532 576 000 Kč. Výsledný čistý zisk za rok činí 53 257 600 Kč.

**Tabulka 0.23:** Provozní náklady

Provozní náklady v %	12 %
Hrubý zisk	605 200 000
Výpočet	605 200 000 · 12 %
Provozní náklady	72 624 000

**Tabulka 0.24:** Čistý zisk za rok

Provozní náklady	72 624 000
Hrubý zisk	605 200 000
Výpočet	605 200 000 – 72 624 000
<b>Čistý zisk za dobu životnosti</b>	<b>532 576 000</b>
Výpočet čistý zisk za rok	532 576 000/10
<b>Čistý zisk za rok</b>	<b>53 257 600</b>

**Tabulka 0.25:** Hrubý zisk za rok – VtE Pavlov

Výkupní cena el. Energie (Kč/MWh)	1 969
Reálná roční výroba (MWh)	15 000
Výpočet	$15\,000 \cdot 1\,969$
Hrubý roční zisk (Kč)	29 535 000

**Tabulka 0.26:** Výroba za dobu životnosti 20 let

Reálná roční výroba (MWh)	15 000
Doba provozu VtE Pavlov (roky)	20
Výpočet	$15\,000 \cdot 20$
Výroba za dobu 20 let (MWh)	300 000

**Tabulka 0.27:** Hrubý zisk za dobu 20 let

Hrubý roční zisk (Kč)	29 535 000
Doba provozu VtE Pavlov (roky)	20
Výpočet	$29\,535\,000 \cdot 20$
Hrubý zisk za dobu 20 let (Kč)	590 700 000

**Tabulka 0.28:** Hrubý zisk za dobu 20 let po odečtení nákladů na výstavbu

Náklady na výstavbu	210 000 000
Hrubý zisk za dobu 20 let (Kč)	590 700 000
Výpočet	$590\,700\,000 - 210\,000\,000$
Hrubý zisk	380 700 000

Pro odhad čistého zisku je zapotřebí odečíst provozní náklady. Pro potřeby této diplomové práce byly stanoveny provozní náklady ve výši 12 % pro Vte Pavlov. Což je 45 684 000 Kč za dobu 20 let. Výsledný čistý zisk po odečtení provozních nákladů ve výši 12 % za celou dobu životnosti činí 335 016 000 Kč. Výsledný čistý zisk za rok činí 16 750 800 Kč.

**Tabulka 0.29:** Provozní náklady

Provozní náklady v %	12 %
Hrubý zisk	380 700 000
Výpočet	$380\,700\,000 \cdot 12\%$
Provozní náklady	45 684 000

**Tabulka 0.30:** Čistý zisk za rok

Provozní náklady	45 684 000
Hrubý zisk	380 700 000
Výpočet	$380\,700\,000 - 45\,684\,000$
<b>Čistý zisk za dobu životnosti</b>	<b>335 016 000</b>
Výpočet čistý zisk za rok	$335\,016\,000/20$
<b>Čistý zisk za rok</b>	<b>16 750 800</b>



**Tabulka 0.31:** Hrubý zisk za rok – uhelná el. Pruněřov

Výkupní cena el. Energie (Kč/MWh)	978
Reálná roční výroba (MWh)	9 240 000
Výpočet	$9\,240\,000 \cdot 978$
Hrubý roční zisk (Kč)	9 036 720 000

**Tabulka 0.32:** Výroba za dobu životnosti 58 let

Reálná roční výroba (MWh)	9 240 000
Doba provozu uhelné elektrárny Pruněřov (roky)	58
Výpočet	$9\,240\,000 \cdot 58$
Výroba za dobu 58 let (MWh)	535 920 000

**Tabulka 0.33:** Hrubý zisk za dobu 58 let

Hrubý roční zisk (Kč)	9 036 720 000
Doba provozu uhelné elektrárny Pruněřov (roky)	58
Výpočet	$9\,036\,720\,000 \cdot 58$
Hrubý zisk za dobu 58 let (Kč)	$5,2412976 \cdot 10^{11}$

**Tabulka 0.34:** Hrubý zisk za dobu 58 let po odečtení nákladů na výstavbu

Náklady na výstavbu	24 600 000 000
Hrubý zisk za dobu 58 let (Kč)	$5,2412976 \cdot 10^{11}$
Výpočet	$5,2412976 \cdot 10^{11} - 24\,600\,000\,000$
Hrubý zisk	$4,9952976 \cdot 10^{11}$

Pro odhad čistého zisku je zapotřebí odečíst provozní náklady. Pro potřeby této diplomové práce byly stanoveny provozní náklady ve výši 15 % pro uhelnou elektrárnu Pruněřov. Což je  $7,4929464 \cdot 10^{10}$  Kč za dobu 58 let. Výsledný čistý zisk po odečtení provozních nákladů ve výši 15 % za celou dobu životnosti činí  $4,24600296 \cdot 10^{11}$  Kč. Výsledný čistý zisk za rok činí 7 320 694 759 Kč.

**Tabulka 0.35:** Provozní náklady

Provozní náklady v %	15 %
Hrubý zisk	$4,9952976 \cdot 10^{11}$
Výpočet	$4,9952976 \cdot 10^{11} \cdot 15 \%$
Provozní náklady	$7,4929464 \cdot 10^{10}$

**Tabulka 0.36:** Čistý zisk za rok

Provozní náklady	$7,4929464 \cdot 10^{10}$
Hrubý zisk	$4,9952976 \cdot 10^{11}$
Výpočet	$4,9952976 \cdot 10^{11} - 7,4929464 \cdot 10^{10}$
<b>Čistý zisk za dobu životnosti</b>	<b><math>4,24600296 \cdot 10^{11}</math></b>
Výpočet čistý zisk za rok	$4,24600296 \cdot 10^{11} / 58$
<b>Čistý zisk za rok</b>	<b>7 320 694 759</b>