

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra statistiky**



**Bakalářská práce**

**Statistická analýza výroby a spotřeby elektrické energie  
v České republice**

**Kateřina Stěhule**

© 2023 ČZU v Praze



**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Provozně ekonomická fakulta

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kateřina Stěhule

Podnikání a administrativa

Název práce

**Statistická analýza výroby a spotřeby elektrické energie v České republice**

Název anglicky

**Statistical analysis of electricity production and consumption in the Czech Republic**

---

## Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce bude statistická analýza výroby a spotřeby elektrické energie v České republice v předem vymezeném období od roku 2003 do roku 2021. Těžiště praktické části práce bude spočívat v popisu dynamiky vývojových tendencí různých druhů výroby a spotřeby elektrické energie. Součástí práce bude identifikace příčin a dopadů zjištěných tendencí.

## Metodika

V teoretické a metodické části bakalářské práce budou vymezeny základní pojmy související s danou problematikou, charakterizovány způsoby výroby elektrické energie a popsány statistické metody použité pro vlastní analýzu. Vlastní praktická část bude realizována zejména s využitím metod analýzy časových řad. Vše bude doplněno grafickým znázorněním.

### Doporučený rozsah práce

40 – 50 stran

### Klíčová slova

elektrická energie, energetický mix, spotřeba, výroba, statistická analýza, časová řada, trend

---

### Doporučené zdroje informací

BERAN, Hynek, Vladimír WAGNER a Václav PAČES, ed. Česká energetika na křižovatce. V Praze: Management Press, 2018. ISBN 978-80-7261-560-5.

Česká energetika v evropských i světových souvislostech, trendy a perspektivy, energetická unie, průmysl 4.0, energetika, 4.0: 23. ledna 2019 : E 2019, 1. Praha: EGÚ Praha Engineering, 2019. ISBN 978-80-87774-66-3.

DOLEŽAL, Jaroslav. Jaderné a klasické elektrárny. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04936-5.

Energetický mix. Česká společnost pro větrnou energii [online]. [cit. 2022-03-22]. Dostupné z: <https://csve.cz/clanky/energeticky-mix-cr/485>

MASTNÝ, Petr. Obnovitelné zdroje elektrické energie. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04937-2.

O energetice [online]. [cit. 2022-03-22]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/energostat>

QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

SRDEČNÝ, Karel. Obnovitelné zdroje energie. [Praha]: Ministerstvo životního prostředí, 2009. ISBN 978-80-7212-544-9.

Vývoj výkupních cen větrné energie a ostatních obnovitelných zdrojů. Česká společnost pro větrnou energii [online]. [cit. 2022-03-22]. Dostupné z:

<https://csve.cz/clanky/vyvoj-vykupnich-cen-vetrne-energie-a-ostatnich-obnovitelnych-zdroju/278>

Zprávy o provozu elektrizační soustavy [online]. [cit. 2022-04-05]. Dostupné z:

[https://www.eru.cz/zpravy-o-provozu-elektrizacni-soustavy?fbclid=IwAR1evr5u4C4GMTIaeJHWvAZNLBoY1\\_BFrqMKEVlx-W76JlrYzDIRWNAVeU#2021](https://www.eru.cz/zpravy-o-provozu-elektrizacni-soustavy?fbclid=IwAR1evr5u4C4GMTIaeJHWvAZNLBoY1_BFrqMKEVlx-W76JlrYzDIRWNAVeU#2021)

---

### Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – PEF

### Vedoucí práce

Ing. Jana Köppelová, Ph.D.

### Garantující pracoviště

Katedra statistiky

Elektronicky schváleno dne 28. 6. 2022

**prof. Ing. Libuše Svatošová, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 10. 2022

**doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 02. 02. 2023

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Statistická analýza výroby a spotřeby elektrické energie v České republice" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.3.2023

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí své práce Ing. Janě Köppelové, Ph.D. za trpělivost, ochotu a cenné rady. Dále Ing. Dušanovi Stěhule za konzultaci teoretické části práce zaměřené na způsoby výroby elektrické energie.

# Statistická analýza výroby a spotřeby elektrické energie v České republice

## Abstrakt

Bakalářská práce se věnuje problematice výroby a spotřeby elektrické energie v České republice. Cílem práce je vystihnout vývoj celkové výroby a spotřeby elektrické energie, ale též jejich dílčích částí podle způsobů výroby a typů spotřebitelů za období v letech 2003–2021. K analýze bylo využito statistických metod analýzy časových řad. V teoretické části práce jsou mimo jiné charakterizovány jednotlivé druhy výroby a uvedena jejich specifika.

Výsledky vlastní práce ukazují, že výroba parních elektráren značně klesá, což odpovídá i státní energetické koncepci. Podstatnou část výroby tohoto typu elektráren nahrazují elektrárny plynové a paroplynové. Z obnovitelných zdrojů ve zvoleném období došlo k výraznému nárůstu výroby ve větrných i fotovoltaických elektrárnách, ale v posledních letech je již výroba poměrně konstantní. U ostatních typů výroby nedocházelo k tak velkým změnám. Celková spotřeba elektrické energie má kolísavý charakter s lehce rostoucí tendencí, kdy nejvíce za sledované období vzrostla spotřeba odběratelů připojených na síť nízkého napětí – domácností.

**Klíčová slova:** elektrická energie, energetický mix, spotřeba, výroba, statistická analýza, časová řada, trend

# Statistical analysis of electricity production and consumption in the Czech Republic

## Abstract

This thesis tackles the question of electrical energy production and consumption in the Czech Republic. The aim of the paper is to capture the development of overall electrical energy production and consumption, as well as their individual attributes sorted by their production and consumer types in the period between 2003 and 2021. For my practical part, the time series analysis statistical methods are used. In the theoretical part, the individual production types are characterised, and their specifics are given.

The outcomes of my practical part show that steam-electric power plants' production is plummeting, which aligns with the state conceptions as well. A notable part of these plants' production is covered by gas power plants and combined cycle power plants. Out of renewable sources, in the documented period, wind farms and photovoltaic plants have recorded an exponential increase in production, although these days, the production is relatively constant. Other types of production did not register such big changes. Overall consumption of electrical energy has a fluctuating character with a slight tendency to grow. Throughout the captured period, the biggest increase had been in the number of consumers connected to a low voltage line – households.

**Keywords:** electrical energy, energy mix, consumption, production, statistical analysis, time series, trend



<b>1. Úvod .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Cíl práce a metodika .....</b>	<b>12</b>
2.1 Cíl práce .....	12
2.2 Metodika .....	12
2.2.1 Časové řady a jejich dělení .....	12
2.2.2 Elementární charakteristiky časových řad .....	13
2.2.3 Modelování časových řad .....	15
2.2.4 Analýza neperiodických časových řad .....	17
2.2.5 Posouzení vhodnosti modelu časové řady .....	18
<b>3. Teoretická část práce .....</b>	<b>20</b>
3.1 Elektrická energie.....	20
3.2 Výroba elektrické energie .....	21
3.2.1 Vodní elektrárny .....	22
3.2.2 Větrné elektrárny .....	25
3.2.3 Parní elektrárny .....	27
3.2.4 Paroplynové a plynové elektrárny .....	29
3.2.5 Jaderné elektrárny .....	30
3.2.6 Fotovoltaické elektrárny .....	32
3.2.7 Energetický mix a státní energetická koncepce .....	33
3.2.8 Porovnání se sousedními státy .....	34
3.3 Spotřeba elektrické energie .....	36
3.3.1 Kategorie odběratelů .....	37
3.3.2 Ztráty při přenosu a distribuci.....	38
3.3.3 Druhy zatížení.....	39
3.3.4 Stanovení ceny elektřiny – princip merit order .....	40
<b>4. Vlastní práce .....</b>	<b>43</b>
4.1 Analýza vývoje výroby elektrické energie v ČR .....	43
4.1.1 Analýza výroby elektrické energie vodními elektrárnami včetně přečerpávacích.....	44
4.1.2 Analýza výroby elektrické energie větrnými elektrárnami.....	46
4.1.3 Analýza výroby elektrické energie parními elektrárnami.....	49
4.1.4 Analýza výroby elektrické energie paroplynovými a plynovými elektrárnami 51	51
4.1.5 Analýza výroby elektrické energie jadernými elektrárnami.....	53
4.1.6 Analýza výroby elektrické energie fotovoltaickými elektrárnami .....	54
4.2 Analýza spotřeby elektrické energie v ČR.....	56
<b>5. Zhodnocení výsledků .....</b>	<b>60</b>
5.1 Výroba elektrické energie v ČR 2003-2021.....	60
5.2 Spotřeba elektrické energie v ČR 2003-2021 .....	61

<b>6. Závěr.....</b>	<b>62</b>
<b>7. Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>63</b>
<b>8. Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk .....</b>	<b>69</b>
8.1 Seznam obrázků .....	69
8.2 Seznam grafů.....	69
<b>Přílohy .....</b>	<b>70</b>

## 1. Úvod

Elektrická energie je součástí každodenního života většiny z nás, a i když distributorů a obchodníků je několik, jedná se o tentýž produkt. Z ekonomického hlediska se u různých výrobců elektrické energie jedná o dokonalé substituty. Co se ale liší je způsob, kterým se elektřina vyrábí. Různé druhy výroby mají také svá specifika, jak technická, tak ekonomická a tím se hodí pro jiné pásmo zatížení. Nelze tak říci, že jeden způsob je ekonomicky nejvýhodnější a ostatní elektrárny nejsou potřebné a mohly by se zrušit. Vzhledem k tomu, že během 24 h se spotřeba velmi mění a uchování takového množství energie jako vyrábí například jaderné elektrárny je nákladné, musí se při výrobě počítat právě i s aktuálním odběrem elektrické energie – tedy její spotřebou.

Spotřeba domácností byla za rok 2021 17,26 TWh při počtu 10,516 milionů obyvatel. Což je přibližně 1,64 MWh na jednoho obyvatele. I přesto, že by tolik energie stačilo na téměř 19 let svícení LED žárovkou, která má příkon 10 W, a spotřeba domácností má dlouhodobě rostoucí trend, tvoří domácnosti zhruba jen třetinu celkové spotřeby.

Bakalářská práce se zaměřuje na analýzu různých druhů výroby a spotřeby elektrické energie v České republice. Největší část výroby u nás zajišťují s velkým náskokem parní a jaderné elektrárny a za nejvyšší spotřebou stojí odběratelé připojení na síť vysokého napětí (vn od 1 do 52 kV) a poté domácnosti. Tato data, a příslušnou analýzou zjištěné výsledky, mohou pomoci nejen při plánování energetického mixu pro další roky a optimalizaci využití zdrojů (časy fungování jednotlivých elektráren), ale také pro stanovení ceny elektřiny na futures trzích (1 str. 8).

## **2. Cíl práce a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Hlavním cílem bakalářské práce je zjistit tendenci vývoje výroby a spotřeby elektrické energie v České republice v předem vymezeném období od roku 2003 do roku 2021, kdy měl správu dat na starosti Energetický regulační úřad (ERÚ), který je také zdrojem informací pro samotnou analýzu. Dále analyzovat dynamiku vývojových tendencí různých druhů výroby a spotřeby elektrické energie, kde největší část výroby tvoří v ČR parní a jaderné elektrárny, ale jsou popsány i další důležité zdroje jako jsou paroplynové a plynové elektrárny, vodní, větrné a solární zdroje. Součástí práce je i identifikace příčin a dopadů zjištěných tendencí.

### **2.2 Metodika**

Data použitá v této práci jsou veřejně přístupná z Energetického regulačního úřadu. Všechna data z období 2003–2021 byla shromážděna do programu Microsoft excel a dále byly vypočítány elementární charakteristiky a průměrné elementární charakteristiky časových řad a vytvořeny potřebné grafické výstupy zachycující vývojové tendence sledovaných ukazatelů shromážděných v časových řadách.

#### **2.2.1 Časové řady a jejich dělení**

Časová řada představuje posloupnost věcně a prostorově srovnatelných pozorování, která jsou uspořádaná dle času většinou ve směru od minulosti do přítomnosti. Údaje jedné časové řady je možné získat sledováním zvoleného ukazatele s nějakou konkrétní periodicitou. Právě periodicitou zjišťování údajů představuje jedno z hledisek členění časových řad. Časové řady je poté možné dělit na: roční, respektive dlouhodobé, s periodicitou zjišťovaných údajů roční nebo delší než 1 rok a krátkodobé – čtvrtletní, měsíční, týdenní a další. Kromě dělení podle periodicity sledování dělíme časové řady také dle rozhodného časové hlediska na okamžikové a intervalové. Intervalové jsou specifické součtem za určité časové období. Zde je příkladem mzda za měsíc, která při součtu několika období stále dává věcný smysl a může vzniknout mzda za rok. Zatímco u okamžikových časových řad součet hodnot nemá význam. Příkladem je počet nezaměstnaných ekonomicky aktivních obyvatel k 31.12.2021. Dalším možným faktorem pro dělení je druh sledovaných ukazatelů. Zda jde o původní hodnoty (primární, naměřené)

nebo pro jejich získání byl proveden výpočet z naměřených dat – těm se pak říká odvozené (sekundární) ukazatele. Ještě je možné časové řady rozlišit podle způsobu vyjádření údajů. Jde o rozdělení na časové řady naturálních ukazatelů a časové řady peněžních ukazatelů. Naturální ukazatele jsou pak uvedeny například v kilogramech nebo kusech. Jde ale stále o číselné (kvantitativní) hodnoty (2 str. 600) (3 str. 246).

Číselné hodnoty časové řady musí být srovnatelné z několika hledisek. Jedná se o srovnatelnost věcnou, prostorovou, časovou a cenovou. Kvůli časové srovnatelnosti se například u měsíčních časových řad, kde mají měsíce rozdílný počet dní, provádí očištění časové řady – jde o přepočtení dat většinou na 30dní. Ani toto očištění nemusí vždy zajistit srovnatelnost dat, protože měsíce mohou mít i různý počet pracovních dní, firma odlišný počet zaměstnanců v daných měsících, a tak se srovnatelnost dat musí kontrolovat vždy konkrétně pro danou časovou řadu. U některých časových řad je velmi důležitá cenová srovnatelnost. Ta je výrazná například u DPH, kde tato podmínka byla vyřešena počítáním s cenami z roku 2000 nebo z roku, kdy produkt vstoupil na trh.

Data v časové řadě je pak možné pomocí různých metod analyzovat a zjistit opakující se tendence nebo trend sledovaného ukazatele, což může být následně využito pro predikci do budoucna. Dochází k popisu vývoje sledovaného ukazatele a jednotlivých složek časových řad. (2 str. 600)

## **2.2.2 Elementární charakteristiky časových řad**

Na začátku práce s časovými řadami je nezbytné se v datech zorientovat. Pro rychlý přehled se většinou využívá vizuální analýzy (grafů) a elementárních charakteristik časových řad. Pomocí grafického zobrazení hodnot je možné rozpoznat např. dlouhodobou rostoucí či klesající tendenci nebo změny, které se periodicky opakují během určitého období, tzv. sezónnost, případně cykličnost. Vizuální analýza ale nikdy nestačí pro hlubší analýzu, nebo pro pochopení souvislostí a není možné jen na základě grafu popsat korektně vlastnosti závislosti (3 str. 252).

Elementární charakteristiky je možné rozdělit na ukazatele, které posuzují úroveň časové řady – průměry a ukazatele posuzující dynamiku vývoje – difference a indexy. U posuzování úrovně se rozlišuje, zda jde o intervalovou nebo okamžikovou časovou řadu. U obou druhů časových řad se počítá prostá a vážená forma průměru, v závislosti na tom, zda jsou intervaly/vzdálenosti mezi jednotlivými okamžiky stejně nebo nestejně dlouhé. U

intervalových časových řad se počítá prostý a vážený aritmetický průměr. Přičemž prostá forma průměru se vypočítá dle vzorce

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad [1]$$

a vážená dle následujícího vzorce, kde u obou  $n$  označuje celkový počet hodnot a  $y_1, y_2, \dots, y_n$  jsou jednotlivé hodnoty časové řady (4 str. 11) (3 str. 253).

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i n_i \quad [2]$$

U okamžikových časových řad se pak též počítá prostý a vážený průměr ale chronologický nikoliv aritmetický. Prostý chronologický průměr se spočítá dle vztahu

$$\bar{y} = \frac{\frac{y_1}{2} + y_2 + \dots + y_{n-1} + \frac{y_n}{2}}{k - 1} \quad [3]$$

a vážený chronologický průměr má navíc váhy, které uvažují nestejně dlouhé vzdálenosti mezi měřeními a počítá se dle vzorce, kde  $d_i$  jsou označené jednotlivé délky intervalů (3 str. 248) (5 str. 11).

$$\bar{y} = \frac{\frac{y_1 + y_2}{2} d_1 + \frac{y_2 + y_3}{2} d_2 + \dots + \frac{y_{k-1} + y_k}{2} d_{k-1}}{d_1 + d_2 + \dots + d_{k-1}} \quad [4]$$

Pro posouzení dynamiky vývoje se využívá v první řadě absolutních diferencí, kde první diference udává přírůstky nebo úbytky hodnot ukazatele ve dvou po sobě jdoucích obdobích. Počítá se dle vzorce:

$$\Delta_t = y_t - y_{t-1}; t = 2, 3, \dots, n \quad [5]$$

Je zde možné spočítat i průměrnou absolutní diferenci, která udává o kolik se v daném období zvolený ukazatel zvýšil nebo snížil a vzorec je následující:

$$\Delta'_t = \frac{y_t - y_1}{n - 1} \quad [6]$$

Absolutní charakteristikou je i druhá absolutní diference, která vyjadřuje tempo zrychlení nebo zpomalení ve vývoji. Druhá diference se počítá z první diference pro zjištění, zda se tato tendence zrychluje či zpomaluje. Z toho je patrné, že pro úplně první hodnoty v časové řadě není možné získat druhou diferenci. Vzorec je následující (3 str. 253) (6 str. 279).

$$\Delta_t^2 = \Delta'_t - \Delta'_{t-1}; t = 3, 4, \dots, n \quad [7]$$

Kromě absolutních charakteristik existují charakteristiky relativní, ke kterým se řadí i velmi využívaný koeficient růstu, jinak též nazývaný jako řetězový index a počítá se dle vztahu:

$$k_1 = \frac{y_t}{y_{t-1}}; t = 2, 3, \dots, n \quad [8]$$

Po vynásobení stem říká, na kolik procent hodnoty v čase  $t-1$  vzrostla hodnota v čase  $t$ . Proto se označuje i jako tempo růstu a udává rychlost změn v časové řadě (7 str. 15). Další charakteristikou je bazický index, který udává změnu ukazatele vztaženou k bazickému (základnímu) období. (3 str. 253)

$$z_t = \frac{y_t}{y_0} \quad [9]$$

Pokud je časová řada monotónní – pořád roste nebo pořád klesá, tedy nemění se tendence, počítá se průměrný koeficient růstu jako geometrický průměr z dříve spočítaných koeficientů růstu dle vzorce

$$\bar{k} = \sqrt[n-1]{k_2 k_3 \dots k_n} \quad [10]$$

Tento koeficient se dá využít i jen na části průběhu, které splňují monotónnost, pokud tuto podmínku nespĺňuje celá časová řada. Průměrný koeficient růstu udává, o kolik procent se v průměru daný ukazatel měnil za zvolené období. (3 str. 253)

### 2.2.3 Modelování časových řad

Tradičně se pro modelování časových řad vychází z jednorozměrného modelu, kde  $y_t$  je hodnota modelovaného ukazatele,  $t$  časová proměnná a  $\varepsilon_t$  je hodnota náhodné složky.

$$y_t = f(t, \varepsilon_t); t = 1, 2, 3, \dots, N \quad [11]$$

Jednorozměrné modely vychází z předpokladu, že jediný faktorem, který ovlivňuje časovou řadu je čas  $t$  a takové modely se dají modelovat třemi způsoby. Jde o Boxovu-Jenkinsovu metodologii, spektrální analýzu nebo nejčastěji používaný klasický (formální model), který bude použit i v této práci. Kromě jednorozměrných modelů existují i vícerozměrné modely, které pracují kromě časového faktoru i s dalšími faktory. Takové modely se pak nazývají příčinné nebo faktorové, kde  $x_1, x_2, \dots, x_n$  označují ukazatele, které ovlivňují analyzované  $y$ . Matematicky je vícerozměrný model zapsán takto (3 str. 254):

$$y_t = f(t, x_1, x_2, \dots, x_n, \varepsilon_t) \quad [12]$$

Klasický model trendu vychází z dekompozice časové řady na čtyři komponenty: trend, cyklus, sezonní variabilita, náhodná variabilita. Trend – označovaný T – popisuje část časové řady, která má nějakou tendenci (rostoucí, konstantní, klesající) na delším časovém úseku, tedy dlouhodobě. Trendovou složku musí mít každá časová řada. Cyklus (C) popisuje úseky, které se periodicky opakují a v grafickém zobrazení mívají podobu sinusoid nebo vln. Jde o odchýlení s intervalem delším, než je jeden rok. Pro opakující se úseky v kratším časovém horizontu (ročním nebo kratším) se popisuje sezonní variabilita časové řady - S. Zde je opakující se odchylka od trendové složky, například měsíční nebo roční, kde může být vidět vliv pracovního cyklu či jednotlivých ročních období. Někdy se cyklická a sezonní složka uvádějí dohromady pod pojmem periodická složka, jelikož jde o podobný jev, akorát s jinak dlouhým časovým úsekem opakování a zpravidla jinými příčinami. Periodická složka v časové řadě nemusí být přítomna. Potom se jedná o časovou řadu neperiodickou. Poslední složkou je náhodná variabilita ( $\varepsilon$ ) v časové řadě. Ta je typická tím, že ji nelze popsat žádnou funkcí času a zbyde v časové řadě po vyloučení ostatních složek. Jde o nepravidelné, ojedinělé odchylky od trendu, které mohou být způsobeny například i chybami v měření (2 str. 601) (3 str. 255).

Tyto složky se pak skládají aditivně nebo multiplikativně. Aditivní model volíme v případě, kdy na celé časové řadě jsou výkyvy (velikost amplitudy) nezávislé na trendu. Toto je v praxi nejužívanější model a jeho vyjádření vypadá takto:

$$y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t; t = 1, 2, 3, \dots, N \quad [13]$$



Multiplikativní model se používá, když se výkyvy zvětšují s rostoucím trendem funkce a zápis vypadá následovně (3 str. 254):

$$y_t = T_t S_t C_t \varepsilon_t; t = 1, 2, 3, \dots, N \quad [14]$$

## 2.2.4 Analýza neperiodických časových řad

Neperiodické časové řady již dle názvu nemají ani cyklickou ani sezonní složku a náhodnou složku nelze popsat. Jejich analýza tak spočívá v popisu trendové složky, která vystihuje základní vývojovou tendenci časové řady. Trend je možné popsat grafem, mechanicky nebo analyticky. Graf, jak jsem již bylo zmíněno dříve, bývá velmi nepřesný, a tak se využívá nejvíce popisu mechanického pomocí klouzavých průměrů nebo analytického s využitím trendových funkcí. Pomocí klouzavých průměrů (MA – moving average) se odstraňuje náhodná variabilita časové řady a zviditelňují se systematické změny v údajích, jinak řečeno dochází k vyrovnávání časové řady. Vždy je důležité správně vybrat, z kolika po sobě následujících měření chceme počítat průměr (značí se písmenem L), ten následně posunujeme po jedné po řadě  $y_t$  a vždy pro dané L počítáme průměr. Vznikne tak řada o něco kratší, než byla původní časová řada (2 str. 601).

Další možností vyrovnání časové řady je pomocí exponenciálního vyrovnání. Zde nejdříve volíme vyhlazovací konstantu V v intervalu od 0 do 1. Exponenciálně vyhlazené údaje označíme  $E_t$  a vypočítáme vzorcem (2 str. 601):

$$E_t = Vy_t + (1 - V)E_{t-1} \text{ pro } t \geq 2 \quad [15]$$

Nejčastěji využívaný je popis pomocí trendových funkcí. Obecně platí, pokud více funkcí vysvětluje trend dané časové řady s podobnou přesností, volí se funkce z matematického hlediska jednodušší.

Nejčastěji používané funkce jsou následující:

- Lineární funkce  $T_t = \beta_0 + \beta_1 t$  [16]

- Kvadratická funkce (parabolický trend)  $T_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2$  [17]

- Exponenciální funkce  $T_t = \beta_0 \beta_1^t$  [18]

- Logaritmická funkce  $T_t = \beta_0 + \beta_1 \log t$  [19]

- Mocninná funkce  $T_t = \beta_0 t^{\beta_1}$  [20]

- Hyperbola  $T_t = \beta_0 + \frac{\beta_1}{t}$  [21]

Parametry jsou označeny  $\beta_1$  a  $\beta_2$ ,  $t$  je časová proměnná nabývající hodnot  $t = 1, 2, 3, \dots, n$ . Pro odhad parametrů je nejpoužívanější metoda nejmenších čtverců, ta je ale použitelná jen za podmínky, že zvolená funkce je lineární v parametrech. Tedy z výše uvedených nejde použít pro exponenciální a mocninou funkci. Po provedení linearizující transformace lze tuto metodu použít i na funkci exponenciální. (3) (7 str. 20)

### 2.2.5 Posouzení vhodnosti modelu časové řady

Dle některých zdrojů by základem pro rozhodování o vhodném typu trendové funkce měla být věcně ekonomická kritéria. To znamená, že by výsledný model měl být volen na základě věcné analýzy zkoumaného jevu, kdy lze posuzovat, zda je funkce rostoucí či klesající, případně zda roste do nekonečna, nebo se blíží konečné limitě. Tato kritéria ale odhalí jen základní tendence a hrubé rysy, ale nevedou k volbě konkrétní funkce. Vedou pouze k určité podskupině trendových funkcí (3 str. 286).

Další základní a poměrně snadnou možností, jak vybrat vhodnou trendovou funkci, je analýza grafu. Nejde o početně ověřený výběr a podléhá velké míře subjektivity a je tak možné, že na základě stejných dat by se dva lidé rozhodli pro odlišnou trendovou křivku. Kromě toho je zde ještě riziko zkreslení trendu podle použitého měřítka na grafickém znázornění a jedná se tak o velmi nepřesnou metodu, která se v praxi nevyužívá. (3 str. 287)

V nabídce běžně používaných statistických programů je možné se setkat s mírami založenými na zhodnocení velikosti chyby, jedná se o následující charakteristiky:

- M.E. = Mean Error = střední chyba odhadu, tato chyba je při použití metody nejmenších čtverců (pokud jsme vybranou funkci nijak neupravovali) vždy nulová. Počítá se dle vzorce

$$M.E. = \frac{\sum(y_t - \hat{y}_t)}{n} \quad [22]$$

- M.S.E. = Mean Squared Error = střední čtvercová chyba odhadu, toto kritérium bylo v roce 2007 prakticky nejpoužívanější.

$$M.S.E. = \frac{\sum(y_t - \hat{y}_t)^2}{n} \quad [23]$$

- M.A.E. = průměrná absolutní chyba

$$M. A. E. = \frac{\sum |y_t - {}^{(0)}T_t|}{n} \quad [24]$$

- M.A.P.E = střední absolutní procentní chyba odhadu, ta je velmi používaná, protože vyjadřuje chybu v procentech. Čím nižší procenta vychází, tím je model kvalitnější.

$$M. A. P. E. = \left( \frac{\sum |y_t - {}^{(0)}T_t|}{y_t} \right) \frac{100}{n} \quad [25]$$

- M.P.E. = Průměrná procentuální chyba

$$M. P. E. = \left( \frac{\sum (y_t - {}^{(0)}T_t)}{y_t} \right) \frac{100}{n} \quad [26]$$

Kritériem může být i analýza diferencí. Používá se hlavně u trendu lineárního, polynomického a exponenciálního. Ale vzhledem k nepoužitelnosti pro složitější křivky se příliš nevyužívá. (3 str. 288) (7 str. 27)

V praxi velmi často využívanou metodou pro volbu vhodného modelu je index determinace. Nabývá hodnot od 0 do 1 a po vynásobení stem se interpretuje v procentech. Čím více se index determinace blíží 1, tím lépe vystihuje daný model zkoumanou časovou řadu. Pokud by tento index byl roven 0, tak by funkce nepopisovala ani část časové řady. Ideálně se snažíme získat model, který vystihuje časovou řadu aspoň z 90 %, což ale v praxi nebývá příliš časté. Vzorec je následující (7 str. 29):

$$I^2 = 1 - \frac{\sum (y_t - {}^{(0)}T_t)^2}{\sum (y_t - \bar{y})^2} \quad [27]$$

### 3. Teoretická část práce

#### 3.1 Elektrická energie

Fyzikální podstatu vzniku elektrické energie popisuje Faradayův zákon elektromagnetické indukce. Ten zjednodušeně říká, že dojde-li ke změně magnetického pole v okolí cívky, indukuje se v ní (střídavé) napětí. Tohoto jevu se v elektrárnách využívá v zařízeních zvaných generátor, který se dále dělí na alternátor vyrábějící střídavé napětí a dynamo, které vyrábí stejnosměrné napětí. V dnešní době je využíváno střídavé napětí kvůli obtížnému vedení stejnosměrného na delší vzdálenosti. Alternátor obsahuje magnet a cívky, ve kterých se indukuje elektrická energie (8) (9).

K elektrické energii se vztahují hlavně veličiny proud ( $I$ ), napětí ( $U$ ), odpor ( $R$ ), výkon ( $P$ ) a s tím spojené fyzikální vztahy jako je Ohmův zákon ( $U = R \cdot I$ ) a vztah pro výpočet elektrického výkonu  $P = U \cdot I$ . Nutno dodat, že tento vztah platí pro tzv. činnou složku elektrického výkonu. To je výkon, který se v odporové zátěži přímo přemění na jiný druh energie (laicky by se dalo říct, že se „spotřebuje“). Kromě činné složky existuje i jalový výkon, který je spojen se součástkami jako je cívka nebo kondenzátor, které elektrickou energii „nespotřebovávají“, jen ji přeměňují na magnetické či elektrické pole, které se poté přeměňuje zpět na výkon, který se vrací do elektrické sítě. Jalový výkon umožňuje funkci motorů, ale jeho nevýhodou je, že proud bez „spotřebovávání“ proudí elektrickým vedením, čímž zvyšuje ztráty (10) (11) (12) (13).

Jak říká Zákon zachování energie, jakákoliv energie nemůže samovolně vzniknout ani zaniknout, pouze se přeměnit na jiný druh energie. Tedy ani elektrická energie v elektrárenském alternátoru záhadně nevzniká, ale přeměňuje se z jiného typu energie (např. mechanické, která roztáčí rotor s magnety). Z toho plyne, že je potřeba v elektrárně vyrobit takový výkon v podobě mechanické energie, který se pak přemění na energii elektrickou. Toho je docíleno např. spalováním uhlí, štěpením uranu, potenciální energií vody podle typu elektrárny (14).

Vyrobená elektrická energie je pak pomocí přenosové a distribuční sítě „dopravována“ ke spotřebiteli. Kvůli ztrátám při přenosu je snaha upravit parametry elektrické energie (snížit proud a s tím související zvýšení napětí) a k tomu dochází v zařízeních zvaných transformátory, které zajišťují změny napětí na sítích. Jejich princip spočívá v převodu elektrické energie pomocí cívky na energii magnetickou uloženou

v magnetickém jádře a poté pomocí druhé cívky opět na energii elektrickou. Poměr závitů obou cívek určuje poměr proudů a napětí před a za transformátorem (15).

V transformátorech se využívá několik druhů zapojení vodičů. Příkladem je zapojení do hvězdy a do trojúhelníku. Zapojení do trojúhelníku má výhodu v menším počtu potřebných vodičů, používá se tedy v soustavách vyššího napětí určených pro dálkový přenos elektrické energie. Zapojení do hvězdy poté umožňuje vyvést „nulový“ střed, který vznikne geometrickým součtem tří fází, čehož se využívá v distribučních soustavách, na které jsou napojené domácnosti a podniky (maloodběratelé). Napětí mezi nulovým vodičem (N) a jednou z fází (L) se nazývá fázové napětí a v ČR má velikost 230 V. Napětí mezi dvěma fázemi (např. L1 a L2) se nazývá sdružené napětí, v ČR o velikosti 400 V (16) (17).

### 3.2 Výroba elektrické energie

Elektrická energie vzniká přeměnou jiných druhů energie. Dá se říci, že v elektrárnách parních a jaderných je základem spalování nebo štěpení paliva (u jaderných elektráren), které tvoří teplo. Teplo pak ohřívá vodu, ze které vzniká pára. Pára poté roztáčí turbínu přímo připojenou ke generátoru, který tvoří energii elektrickou. Vzniklé odpadní teplo se dále dá využít pro teplofikační účely – vytápění, ohřev vody (18) (19).

Vodní a větrné elektrárny fungují na velmi podobném principu, kde nedochází k roztáčení turbíny pomocí páry, ale pomocí vody nebo větru. Velkou výhodou je obnovitelnost těchto zdrojů, ale nevýhodou je složitá regulace výroby (20).

Na nepatrně jiném principu fungují plynové elektrárny, kde je vynechána část procesu, kdy se ohřívá voda a spalováním plynu přímo dochází k roztočení turbíny, která je napojena na generátor. Kombinací dvou výše zmíněných principů je elektrárna paroplynová, kde nejdříve spalování plynu roztáčí turbínu a na výstupu z turbíny je stále ještě plyn o dostatečných parametrech pro využití ve druhé části, kde dochází k ohřevu vody na páru a ta je využita v parním cyklu (21).

Úplně odlišně dochází k výrobě elektřiny ve fotovoltaických elektrárnách, kde se sluneční svit mění na elektřinu pomocí fotoelektrického jevu. Zde jsou stejné výhody a nevýhody jako u ostatních obnovitelných zdrojů – tedy vody a větru. Dohromady je pro ně často používána zkratka OZE – obnovitelné zdroje energie. Fotovoltaické elektrárny začaly být hojně využívány v roce 2011, kdy se začaly instalovat nejen průmyslově, ale i do domácností. S rostoucí výrobou z fotovoltaických elektráren se také začal ukazovat

problém s uložením energie. Toto je jeden z hlavních problémů výroby elektrické energie i v průmyslu. Byly zde různé pokusy, jak skladovat elektřinu v době, kdy je nízká spotřeba, ale mnohá zatím známá řešení, mají nízkou kapacitu, případně efektivitu, a tak se z ekonomického hlediska nevyplatí, i kdyby technicky fungovala (22) (1).

Pro úschovu energie se používají hlavně přečerpávací vodní elektrárny (viz kapitola 3.2.1) a podzemní zásobníky na stlačený vzduch. Principem je stlačení vzduchu pomocí motoru do zásobníků v době, kdy je malá spotřeba a jeho uvolnění v době, kdy je spotřeba vysoká. Při uvolnění dochází opět k roztáčení generátoru (motoru) a tím i výrobě elektřiny. Další možné uskladnění je pomocí setrvačníků. Základem tohoto řešení je již zmíněný setrvačník, který je roztáčen pomocí motoru při nízké spotřebě elektřiny a při vysoké spotřebě nefunguje jako motor, ale jako generátor a mechanická energie setrvačníku je přeměněna zpět na energii elektrickou, která do ní byla vložena (samozřejmě se započtením ztrát). Problémem úschov energie je, že jejich účinnost není 100 %, což znamená, že sice dojde k uložení energie, ale ne veškerou dostaneme zpět, dochází tak ke ztrátám. Účinnost se pohybuje v rozmezí 50–80 %, což je využitelné u zdrojů, kde nelze regulovat výrobu (OZE), ale je lepší vyrábět elektřinu podle aktuální spotřeby, protože zde ke ztrátám skladováním energie nedochází (23) (24).

Jedním z nápadů na úschovu energie je přeměna vody elektrolýzou na vodík, který by se ukládal a následně byl použit jako palivo. Jeho výhodou je, že se při spalování neprodukuje škodliviny a zároveň vydává více tepelné energie než při spalování fosilních paliv, která se dá využít. Nevýhodou je pak jeho výbušnost se vzduchem v koncentraci vodíku 4–77 %, nákladné převedení do kapalné formy a s tím spojené uskladnění, které by ale šlo v podzemí na místech, kde byl dříve skladován zemní plyn nebo v solných dolech, které již byly vytěženy. Jde tak o jeden z perspektivních nápadů na uchování elektrické energie do budoucna, ale tento typ úschovy elektrické energie má aktuálně účinnost jen okolo 50 % (25).

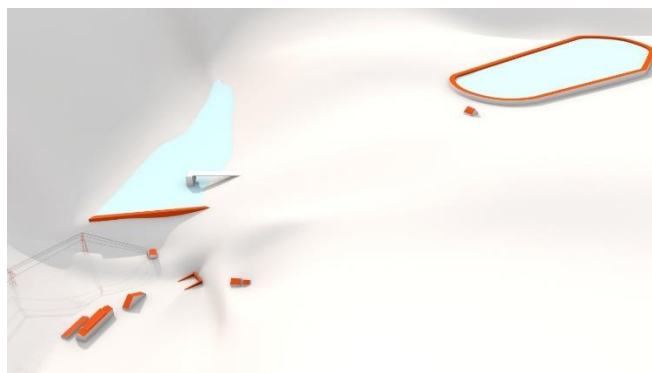
### **3.2.1 Vodní elektrárny**

Vodní zdroje elektrické energie jsou bezemisní a obnovitelné, což z vodních elektráren dělá velmi žádaný zdroj výroby z ekologického hlediska. Bohužel ale v České republice jsou již poměrně vyčerpané možnosti, kam elektrárny tohoto typu umístit. Hlavním problémem je množství vody a nedostatečný spád řek. Většina z vodních

elektráren je ve vlastnictví ČEZ, a.s., který vlastní Vltavskou kaskádu a těmi největšími jsou Dlouhé stráně I, Dalešice, Orlick, Slapy a Lipno (26) (27).

Vodní elektrárny se podle využití vodního toku dělí na akumulární, průtočné a přečerpávací. Principem přečerpávacích elektráren je využít potenciální energii vody při vypouštění do dolní nádrže v době, kdy je elektrické energie méně, než je potřeba, a naopak využít přebytečnou elektřinu v síti (například v noci) pro čerpadlo, které přečerpá vodu z dolní nádrže zpět do horní. Na výrobu i přečerpání jsou zde využívány reverzní turbíny, které při otáčení jedním směrem fungují jako generátor a druhým směrem jako čerpadlo. Tím, že lze ovládat směr toku vody, je u přečerpávacích vodních elektráren velkou výhodou korekce výkyvů výroby a spotřeby elektřiny a tím její uložení na dobu, kdy bude potřeba. Příkladem jsou Dlouhé stráně s instalovaným výkonem 2 x 325 MW, což prezentuje Obrázek 1 (26) (28) (29).

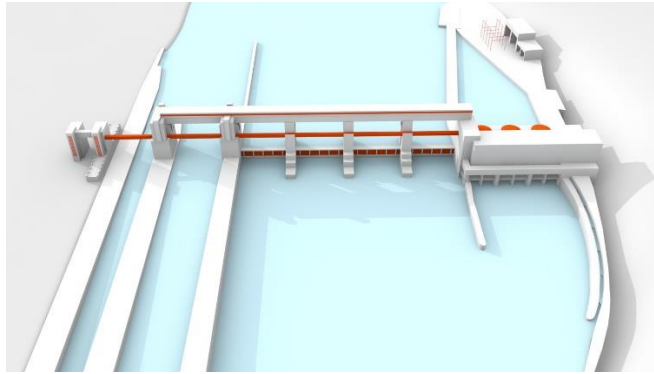
*Obrázek 1 Dlouhé stráně*



Zdroj: ČEZ [online]. Praha: ČEZ [cit. 2022-06-28]. Dostupné z: <http://virtualniprohledky.cez.cz/cez-dlouhe-strane/skin/mapa.jpg>

Průtočné vodní elektrárny nemají regulované množství vody v řece. Takže takový druh elektrárny může využít jen přirozený průtok a při větším množství vody, než na které je elektrárna vyrobena, je nutné vypustit část vody bez využití pro výrobu elektřiny, aby nedošlo k poškození elektrárny. U nás je průtočný typ využíván například u elektrárny Střekov, která je vidět na Obrázku 2, ale její instalovaný výkon je např. oproti akumulární elektrárně Orlick (instalovaný výkon 364 MW) pouze 19,5 MW (26) (1).

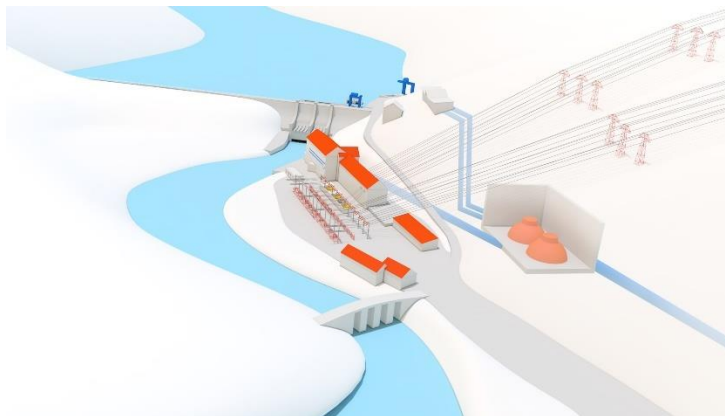
Obrázek 2 Střekov



Zdroj: ČEZ [online]. Praha: ČEZ [cit. 2022-06-28]. Dostupné z:  
<http://virtualniprohledky.cez.cz/cez-strekov/skin/mapa.jpg>

Akumulační typ využívá regulovaného množství vody v řece. Nachází se tak u přehrad. Hlavní výhodou je kontrolované množství energie, která se vyrobí a přehrada může sloužit i na ochranu proti povodním nebo jako zdroj vody pro průmysl či zemědělství. Nevýhodou je zaplavení poměrně velkého území při výstavbě, kde původně řeka netekla a s tím spojené stěhování obyvatel nebo infrastruktury. Akumulační vodní elektrárny jsou využívány hlavně na povodí Vltavy a příkladem je elektrárna Orlík (364MW) či Lipno (120MW), jejíž vyobrazení je na Obrázku 3 (26).

Obrázek 3 Lipno



Zdroj: ČEZ [online]. Praha: ČEZ [cit. 2022-06-28]. Dostupné z:  
<http://virtualniprohledky.cez.cz/cez-lipno/skin/mapa.jpg>

Vodní elektrárny se také odlišují typem použité turbíny v elektrárně. Liší se hlavně vhodností pro různé průtoky, spády vody a zda lze lopatky v turbíně natáčet dle potřeby. Mezi nejznámější typy turbín patří Peltonova, Francisova, Bánkiho a Kaplanova (26).



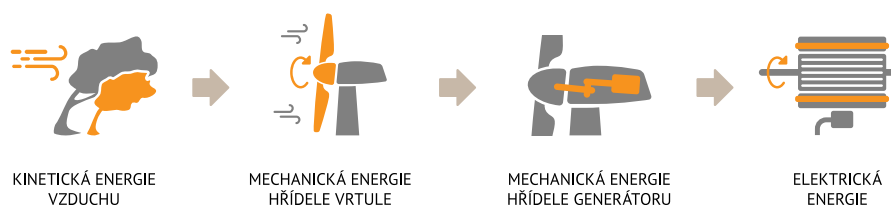
Další možností dělení vodních elektráren je dle využívaného spádu a instalovaného výkonu. Pro lepší představu za malé elektrárny se považují ty, které mají instalovaný výkon do 10 MW, nad 100 MW jsou již považovány za velké a v rozmezí mezi 10 MW a 100 MW se jedná o střední vodní elektrárny.

Celkově všechny vodní elektrárny v roce 2021 měly reálný výkon 3 619,6 GWh při instalovaném výkonu 2282,8 MW, tzn. kdyby vyráběly celý rok na 100 %, vyrobí 19 997 GWh elektřiny. Koeficient využití je tak 18 %. Pokud bychom počítali koeficient využití čistě vodních elektráren bez přečerpávacích, pohybuje se okolo 25 %. Náklady na postavení vodní elektrárny nejdou přesněji určit, žádná velká se nyní nestaví a poslední z velkých vodních elektráren byly uvedeny do provozu Dlouhé stráně, které i v roce 1996 vyšly na 6,5 miliard korun. Kromě toho se vodní elektrárny v poslední době často renovují nebo opravují, protože byly postaveny přibližně ve stejných letech a nyní dochází ke konci plánované životnosti, a tak jen v roce 2020 dal ČEZ, a.s. za opravy Dlouhých stránek 40 milionů Kč. A v řádu patnácti let do svých vodních elektráren investoval 3 miliardy Kč v rámci modernizace (1) (30) (27).

### **3.2.2 Větrné elektrárny**

Výhodou větrných elektráren je opět jejich obnovitelnost, ale velikou nevýhodou je závislost na počasí, a to ještě větší, než je u vodních elektráren. Kromě zmíněné nevýhody ještě zasahují do krajiny a bývají i na vyvýšených místech kvůli větru, čímž ještě více ovlivňují okolí. I pro větrné elektrárny je některý vítr příliš rychlý a musí se tak natočit listy rotoru, aby se netočily a nedošlo tak k poškození elektrárny. Minimální rychlost větru pro vyrábění elektřiny je přibližně 4 m/s, ideální rychlost pro maximální výkon se pohybuje okolo 11 m/s a při větru přes 24 m/s již dochází k odstavení kvůli silnému větru. Pro lepší představu jde o vítr rychlosti skoro 90 km/h, který již vyvrací stromy a působí značné škody. Vítr okolo 105 km/h je již označován jako vichřice. Přeměna energie ve větrné elektrárně je názorně vidět na Obrázku 4 (20) (27) (31).

Obrázek 4 Přeměny energie ve větrné elektrárně



*Zdroj: Svět energie [online]. Praha: ČEZ [cit. 2022-06-28]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/data/web/powerplant/vetrna-energie-pro-deti/ve-jak-funguje/konverze-vetrne-elektrarny.svg>*

Větrné turbíny dělíme na odporové a vztlkové. Odporové se v posledních letech již příliš nepoužívají, protože mají nižší účinnost. Využívají různého odporu vzduchu pomocí tvaru nebo natočením listů rotoru. Oproti tomu vztlkové využívají aerodynamické vztlkové síly, která vzniká díky tvarování lopatek. Další dělení je na vertikální a horizontální dle osy otáčení rotoru. Běžně vidáme větrné elektrárny s horizontální turbínou, jelikož mají vyšší účinnost. Ale na rozdíl od vertikální musí být natočeny proti směru větru, takže v místech, kde se často mění směr větru, může být výhodnější použití vertikálních turbín, jejichž další výhodou je i menší hlučnost (31).

Sdružení více větrných elektráren u sebe se nazývá větrný park – farma. Tyto větrné parky můžeme vidět i v moři, kde je vyrovnanější rychlost větru a dosahují tak i vyššího výkonu. Takovéto elektrárny, které jsou mimo pevninu, se nazývají offshore. Opakem na pevnině je onshore (31).

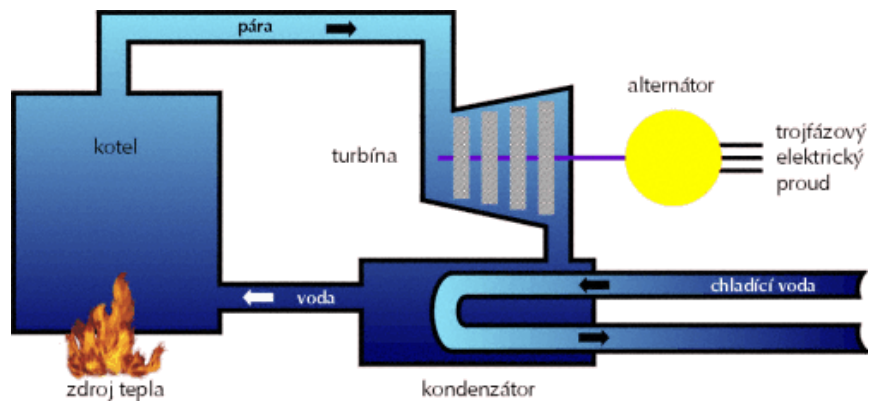
V roce 2021 větrné elektrárny vyrobily 601,5 GWh a celkový instalovaný výkon byl 339,3 MW (2972 GWh). Koeficient využití je tak reálně 20 %, ale Energetický regulační úřad (ERÚ) uvádí, že nejnovější stroje dosahují roční využitelnosti průměrně 26 %, takže záleží i na typu a umístění elektrárny (1).

Náklady na větrnou elektrárnu kromě samotné kovové stavby musí zahrnovat i pozemek, napojení na elektrickou síť, stavební práce a různé administrační poplatky a schvalování, což je i u ostatních typů elektráren, ale větrné elektrárny se stále staví a tak jsou náklady spočítané přesněji. Kromě toho se musí počítat i s pozdějšími náklady na údržbu a likvidaci, ale jen počáteční náklady se odhadují na 40milionů Kč za instalovaný MW (32).

### 3.2.3 Parní elektrárny

Parní elektrárny spalují pevná fosilní paliva, nejčastěji jde o uhlí. Fosilní paliva jsou přeměněnou sluneční energií, která vznikala miliony let. Patří k nim ropa, uhlí, zemní plyn a rašelina. Pro výrobu elektrické energie je převážně používáno uhlí a zemní plyn. Princip parní elektrárny spočívá ve vytvoření tepla, které vzniká spalováním paliva v kotli, voda procházející kotlem se ohřívá a vypařuje, vlivem rozdílných tlaků v kotli a kondenzátoru dochází k expanzi páry v turbíně, která pohání alternátor, jenž vyrábí elektrickou energii. Poté pára v kondenzátoru kondenzuje na vodu a proces se opakuje, nazývaný je též parní cyklus. Schematicky přeměnu je možné vidět na Obrázku 5 (20 str. 14) (18).

Obrázek 5 Schéma funkce spalovací tepelné elektrárny



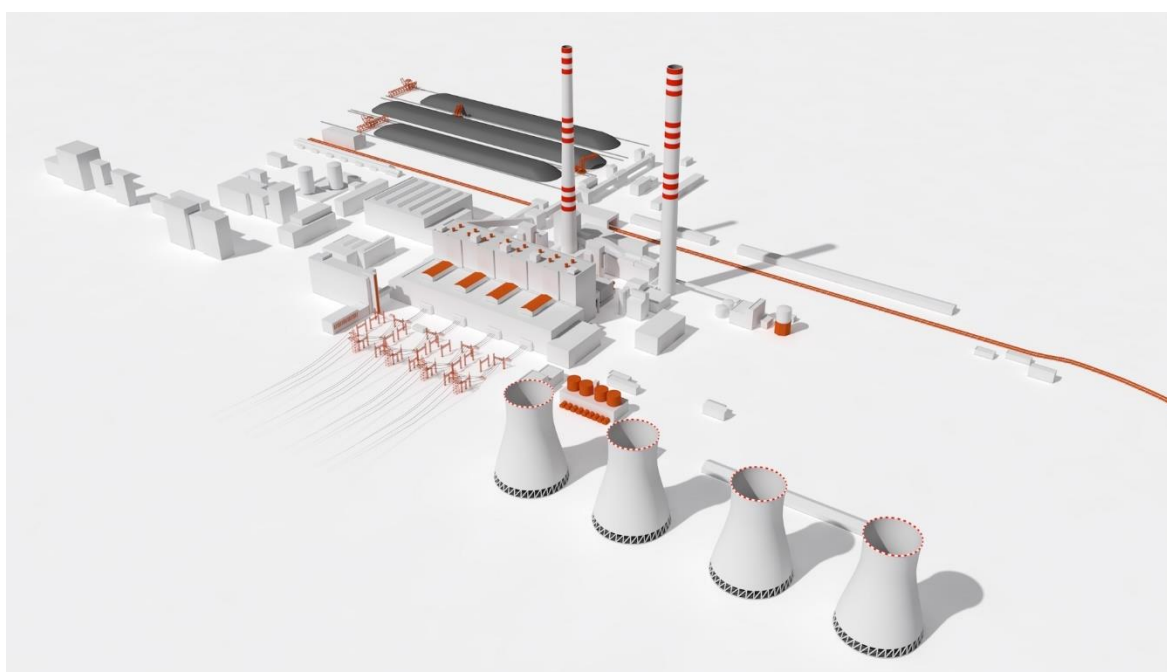
Zdroj: ČEZ [online]. Praha: ČEZ [cit. 2022-06-29]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/images/05/52\\_01.gif](https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/images/05/52_01.gif)

V uhelných parních elektrárnách je doprava uhlí zajištěna např. pásovými dopravníky. Do kotle často není dáváno kusové uhlí, ale je nejdříve rozdroceno v mlýnech na prášek a až to je dopraveno do zásobníků kotlů. Po spalování zbude škvára nebo struska, kromě toho vzniká popílek a dochází k exhalaci oxidu síry a dusíku. Parní uhelné elektrárny tak mají velmi negativní dopad na životní prostředí i přes snahy snižovat množství oxidů úpravou spalovacího režimu. Moderní stroje mají lepší účinnost než staré (okolo 40 %) a splňují ekologické limity, přesto je snaha tento typ elektráren nahradit bezemisními. Další nevýhodou je také velké množství spotřebovaného paliva, které je nenahraditelné a musí se do elektrárny nějakým způsobem dopravovat (jedná se o stovky železničních vagónů denně) a potřeba velkého množství vody. Z uhelné elektrárny ještě využíváme energosádrovec, který vzniká při odsiřování spalin, ke kterému může docházet mokrou, polosuchou či suchou metodou. Do oxidů síry se přidává vápenec, aby oxidy nebyly vypouštěny do okolí. V místech, kde oxidů síry bylo vypouštěno velké množství,

docházelo ke kyselým dešťům a tím i devastaci přírody v blízkosti uhelných elektráren, proto se přistoupilo k odsiřování. Energosádrovec je pak využíván pro výrobu sádrokartonu a sádry (18) (33) (34).

Parní elektrárny mají dohromady největší podíl na množství vyrobené elektřiny. Za rok 2021 vyrobily 38629,9 GWh s instalovaným výkonem 9527,2 MW (83458 GWh). Tedy koeficient využití je 46 %, což je dvojnásobek ve srovnání s větrnými elektrárnami. U nás jsou to například elektrárny Mělník, Dětmarovice – prezentované Obrázkem 6, Ledvice, Tušimice (1).

*Obrázek 6 Dětmarovice*



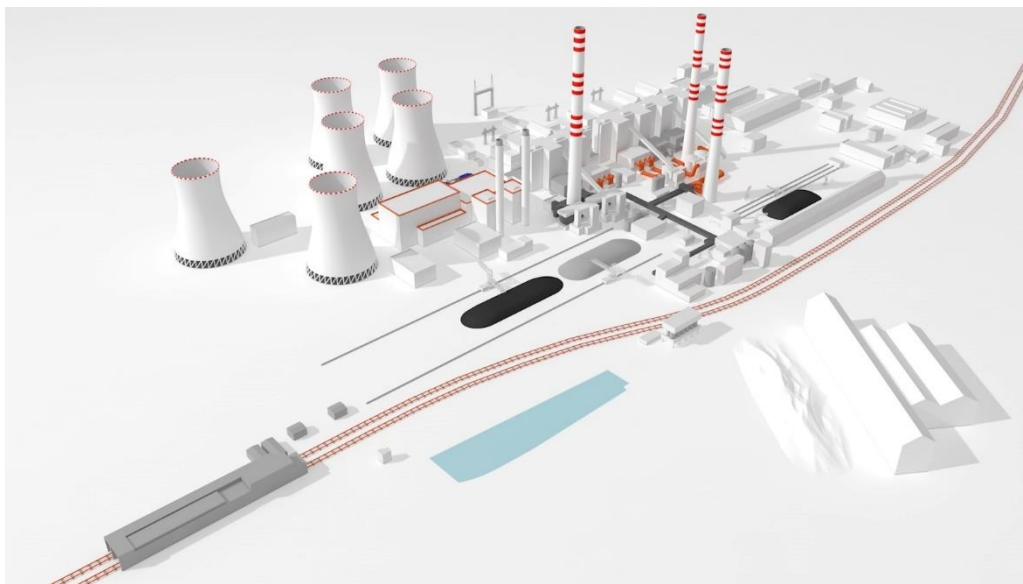
*Zdroj: ČEZ [online]. Praha: ČEZ [cit. 2022-06-29]. Dostupné z:  
<http://virtualniprohlidky.cez.cz/cez-detmarovice/skin/mapa.jpg>*

U uhelných parních elektráren jsou vysoké náklady na prvotní výstavbu. K samotnému provozu se ale váží další náklady. Hlavně jde o uhlí samotné, kterého je potřeba opravdu velké množství, ale jde stále o relativně levné palivo. Dále také o emisní povolenky kvůli životnímu prostředí, náklady na vodu a uskladnění zbylého popílku. Vzhledem k tomu, že parní elektrárny je nejdražší postavit, ale pak je levné je provozovat (na rozdíl např. od paroplynových elektráren), jsou parní elektrárny, pokud už jsou postavené, hojně využívané. Což vysvětluje, proč vyrobí nejvíce elektrické energie u nás (18).

### 3.2.4 Paroplynové a plynové elektrárny

Zdrojem elektrické energie je u plynových a paroplynových chemická energie. Na rozdíl od uhelných elektráren je zde palivo v plynném stavu. K roztáčení rotoru s generátorem je využíváno spalin, které vznikají při spalování plynu. U paroplynové je za plynovou turbínou ještě parní turbína s generátorem. Tyto dvě turbíny jsou propojeny spalínovým kotlem, který využívá odpadní teplo z plynové turbíny k vytvoření páry pro parní turbínu. Většina elektráren tohoto typu využívá jako palivo zemní plyn, některé ale využívají i energoplyn (který vzniká zplyňováním uhlí) nebo topný olej. Účinnost samostatných plynových elektráren se uvádí okolo 30 %, ale v případě paroplynových dosahují okolo 50 %. Je tak více paroplynových elektráren, jednou z nich je paroplynová elektrárna Počerady, která je zobrazena na Obrázku 7 (21) (35).

*Obrázek 7 Počerady*



*Zdroj: ČEZ [online]. Praha: ČEZ [cit. 2022-06-29]. Dostupné z: <http://virtualniprohledky.cez.cz/cez-pocerady/skin/mapa.jpg>*

Ve zprávách ERÚ jsou plynové a paroplynové elektrárny v počátku analyzovaného období dohromady a jejich podstata vytváření elektrické energie začíná stejně a ze stejných paliv, proto i pro analýzu budou tvořit časovou řadu společně. Za rok 2021 vyrobily tyto elektrárny 9168 GWh s instalovaným výkonem 2345,5MW (20547 GWh). Koeficient využití těchto typů elektráren je podobný jako u parních elektráren – 45 %. Paroplynové mají vyšší účinnost než parní, ale palivo do nich je dražší. Výhodou oproti parním mají ještě v množství emisí, které exhalují. Uvádí se, že množství oxidů síry vypouští do ovzduší až o 70 % méně (1).

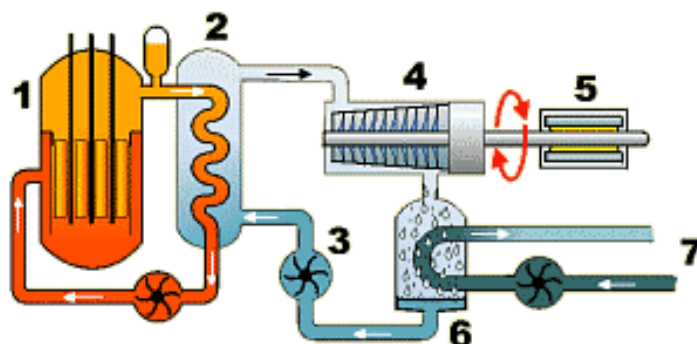
Z toho vyplývá, že mají podobnou účinnost a ještě exhalují menší množství oxidů než parní elektrárny, přesto u nás vyrobí zhruba jen čtvrtinu toho, co vyrobí parní elektrárny. Hlavním důvodem, proč to tak je, jsou náklady na plynovou elektrárnu. Na její výstavbu je potřeba mnohem méně peněz než na výstavbu parní elektrárny, ale mají velmi nákladný samotný provoz, proto jsou využívány hlavně v době, kdy je málo elektřiny – tedy ve špičkovém zatížení (1) (21) (36 str. 213) (37).

### **3.2.5 Jaderné elektrárny**

Jaderné elektrárny jsou zdroj pro diskuze hlavně kvůli haváriím, které jsou velmi nebezpečné a známé, i přesto že nejsou nijak časté. S každou havárií se zvyšuje bezpečnost provozovaných jaderných elektráren. Existují i mezinárodní společenství (např. WANO, WENRA), které podrobně analyzují chod všech jaderných elektráren ve světě v provozu a na základě provozních zkušeností se výroba stále vyvíjí, aby byla co nejbezpečnější. Jaderné elektrárny v ČR jsou jedny z nejmodernějších v Evropě a splňují přísnější požadavky, nicméně k úpravě a zdokonalování bezpečnostních opatření a postupů stále dochází. První jadernou elektrárnou v ČR byly Dukovany, které jsou v provozu od roku 1987, což bylo o několik desítek let později než například vodní elektrárny, které pořád fungují. Druhou elektrárnou je Temelín, který je v provozu od roku 2001. Nutno dodat, že vůbec první jaderná elektrárna na světě byla postavena v Rusku roku 1954 a jde tak o poměrně novou technologii (38).

Základem principu je opět teplo, které ohřívá vodu. Zde je ale k vytvoření tepla využíváno štěpné reakce uranu v jaderném rektoru. Právě kvůli jeho radioaktivitě je jaderná elektrárna považována za nebezpečnou. Ale pokud nedojde k havárii, radioaktivita nijak neopouští primární okruh výroby a to, co je vidět odcházet z chladících věží, je čistá vodní pára (39).

Obrázek 8 Schéma jaderné elektrárny

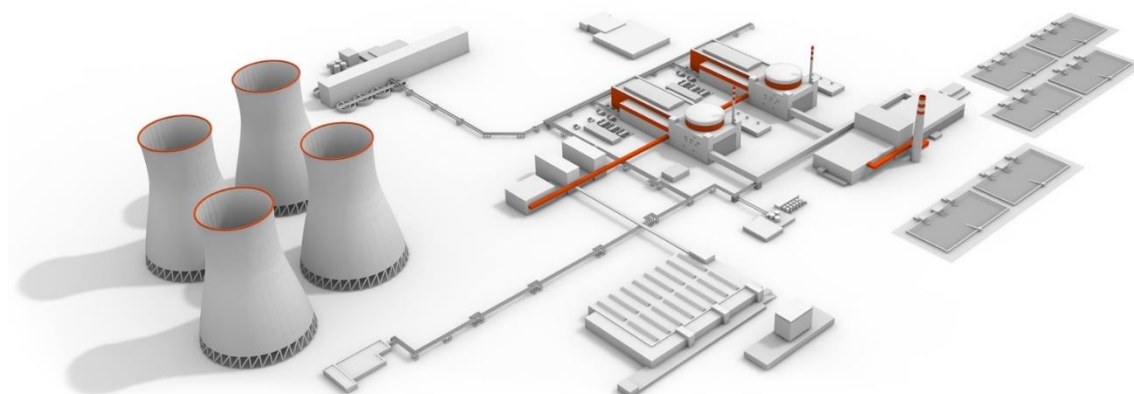


Zdroj: ČEZ [online]. Praha: ČEZ [cit. 2022-06-29]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/images/03/sch-jad.gif>

Na obrázku 8 je schéma jaderné elektrárny, kde (1) je označen jaderný reaktor, který obsahuje palivo, regulační tyče a bezpečnostní tyče – ty obsahují velké množství absorbátoru. Regulační tyče ovlivňují, na jaký výkon reaktor bude fungovat a kolik elektřiny se vyrobí. Bezpečnostní tyče se běžně nepoužívají, ale slouží pro potřebu okamžitého zastavení reakce. Kromě tohoto opatření je v celém systému výroby mnoho dalších, aby se zajistilo, že nedojde k jaderné havárii. Dvojkou je označen parogenerátor, ten přebírá teplo z vody, která proudí jaderným reaktorem. (1) a (2) jsou dohromady uzavřené v kontejnmentu, který musí odolat i zemětřesení, společně tvoří primární okruh. Parogenerátor (2) je zároveň hranice mezi primárním a sekundárním okruhem. Z parogenerátoru jde pára do turbíny (4), na kterou je napojený generátor (5). V kondenzátoru (6) pára zkapalní a čerpadly (3) je vracena zpět. Chladicí věže jsou napojené až na terciální okruh označený číslem 7 zajišťující ochlazení vody, z čehož je zřejmé, že do věží se již nedostává žádná radioaktivita (39).

Temelín (elektrárna zobrazena na Obrázku 9) a Dukovany produkují přibližně třetinu celkové výroby elektřiny v ČR. Za rok 2021 vyprodukovaly 30731,2 GWh s instalovaným výkonem 4290 MW (37580 GWh), což znamená, že jde o nejvyšší koeficient využití ze všech elektráren – 82 %. Jde tak o bezemisní výrobu s neobnovitelným zdrojem energie (1).

Obrázek 9 Temelín



Zdroj: ČEZ [online]. Praha: ČEZ [cit. 2022-06-29]. Dostupné z:  
<http://virtualniprohlidky.cez.cz/cez-temelin/skin/mapa.jpg>

Problémem je nemožnost rychlých regulací kvůli specifické technologii jaderné elektrárny (zirkoniové pokrytí paliva). Využit se tak dají v podstatě jen pro základní zatížení. Což v praxi znamená, že jaderné elektrárny dohromady mohou vyrábět jen takové množství elektřiny, které je spotřebováváno vždy – ve dne, v noci, ale i v zimě a létě. Výhodou je pak možné vytápění okolních měst. Elektrárna Temelín dodává teplo do města Týn nad Vltavou a již se pracuje i na teplovodu do Českých Budějovic. Z Dukovan se uvažuje o vedení teplovodu do Brna, které je od Dukovan autem nejbližší přes 50 km (38).

Mezi všem známé náklady patří investice do samotné výstavby, paliva, které se mění přibližně jednou za rok, ale vzhledem k tomu, že jde o jadernou elektrárnu a tím i nebezpečný odpad, jde hodně peněz i na likvidování tohoto odpadu, na tzv. jaderný účet, který je vedený u ČNB. Z tohoto účtu je financována Správa uložení radioaktivních odpadů a dále jsou peníze určeny na budoucí hlubinné uložení. ČEZ, a.s. jako provozovatel jaderných elektráren musí přispívat 0,55 Kč z každé vyrobené kWh elektrické energie. Celkem pak na konci roku 2021 bylo na jaderném účtu 33,24 mld. Kč (40).

### 3.2.6 Fotovoltaické elektrárny

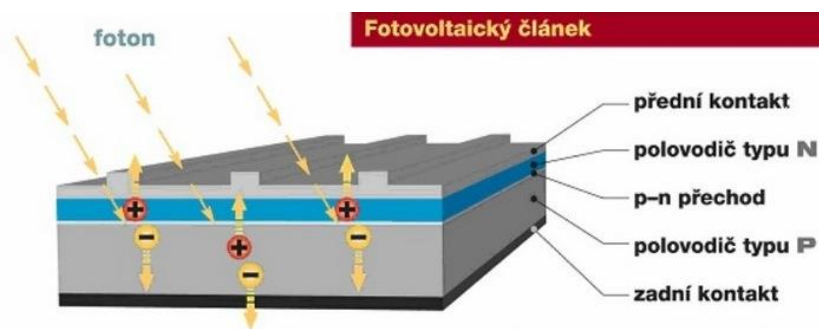
Solární elektrárny se začaly používat od roku 2004, ale na vzestup se dostaly až v letech 2009–2011. Právě od roku 2011 vyrábí okolo 2100 GWh elektřiny ročně, což je přibližně 2,5 % z celkové výroby elektřiny v roce 2021. Došlo k tomu po vypsání státní podpory obnovitelných zdrojů energie, která nebyla úplně vhodně nastavena a doteď



spotřebitelé platí vysokou cenu za elektřinu ze solárních panelů právě kvůli této státní podpoře, která garantovala na tehdejší dobu vysokou výkupní cenu (1) (41 str. 125).

Fotovoltaické – solární elektrárny využívají fotovoltaického jevu. Solární panely jsou z fotovoltaických článků (schematicky zobrazený fotovoltaický článek je na Obrázku 10) s polovodiči typu P i N. Jde o obnovitelnou energii, která je ale velmi závislá na počasí a tomu odpovídá i koeficient využití, protože je nereálné, aby elektrárna vyráběla celých 24 hodin denně. V současné době pořízení solárních panelů např. na střechu není nijak drahou záležitostí ve srovnání se začátkem rozmachu používání solárních elektráren. Co je ovšem stále drahé, jsou akumulátory, ve kterých by se energie dala uchovávat (27 str. 131) (42).

Obrázek 10 Fotovoltaický článek



Zdroj: Skupina ČEZ [online]. Praha: ČEZ [cit. 2022-06-29]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/webpublic/file/edee/2019/05/princip-fve.jpg>.

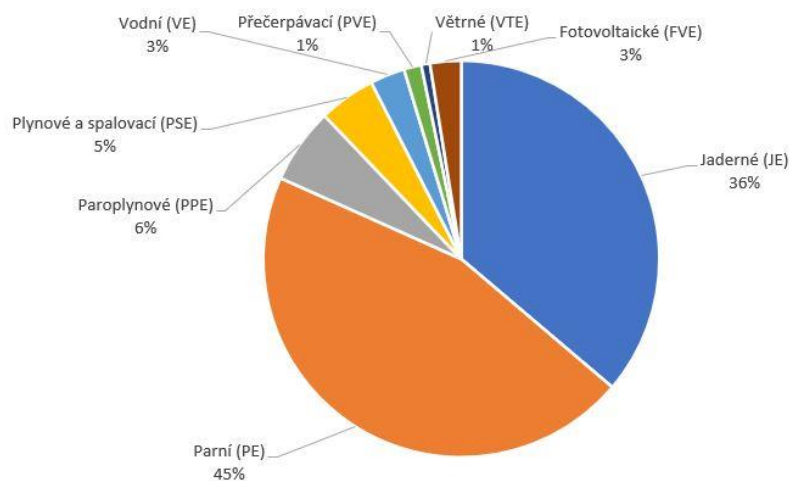
V roce 2021 vyrobily fotovoltaické elektrárny 2150,7 GWh s instalovaným výkonem 2067,8 MW (18114 GWh), což odpovídá koeficientu využití pouze 12 %. Další nevýhodou je pozemek, který takové elektrárny zabírají a ovlivňování vzhledu krajiny, kvůli čemuž nejsou oblíbené u obyvatelstva. Příkladem je pak fotovoltaická elektrárna Buštěhrad (1).

### 3.2.7 Energetický mix a státní energetická koncepce

Elektrárny jsou rozmístěny po celé České republice, ale podíl zdrojů energie se liší. V souladu s metodikou pro stanovení národního energetického mixu bylo v ČR v roce 2021 vyrobeno nejvíce elektrické energie z fosilních paliv, a to 54,03 %. Na druhém místě se umístily zdroje jaderné (které jsou neobnovitelné, ale bezemisní) s podílem na výrobě 40,41 % a na posledním místě byly obnovitelné bezemisní zdroje z 5,56 %, které

tvořila nejvíce biomasa a sluneční energie. Struktura energetického mixu dle technologie výroby je vidět na Graf 1 (43) (44) (45).

*Graf 1 Energetický mix ČR 2021*



*Zdroj: Vlastní zpracování dle (1)*

Energetický mix také souvisí se státní energetickou koncepcí, kterou má na starosti Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. Další návrh má předložit vládě roku 2023, poslední verze byla vydaná na konci roku 2014 s koncepcí až do roku 2040, kde cílovými hodnotami zdrojů je jaderné palivo 46–58 %, obnovitelné a druhotné zdroje 18–25 %, zemní plyn 5–15 %, hnědé a černé uhlí 11–21 % (46 str. 44).

### **3.2.8 Porovnání se sousedními státy**

Německo dle metodiky pro stanovení národního energetického mixu má 0 % obnovitelných zdrojů, 20,8 % jaderné palivo a 79,2 % fosilních paliv. Německo je známé tím, že má mnoho větrných elektráren a necelých 50 % z obnovitelných zdrojů, ale tato metodika je v tomto případě nezapočítává podobně jako nemá data pro Rakousko, kvůli porovnatelnosti dat, ale dále uvádím data dle stejné metodiky. Němci již mají plány na ještě větší snížení podílu fosilních paliv jako zdroje energie. K roku 2038 mají přestat vyrábět z hnědého uhlí, za což počítají s kompenzacemi za přibližně bilion Kč a se ztrátou několika tisíc pracovních míst. Navíc se Německo zavázalo do roku 2022 nevyrábět v jaderných elektrárnách. Dohromady to tak znamená většinu zdrojů elektřiny vyměnit za jiné, chtějí k tomu využít zdroje obnovitelné a mít je jako hlavní zdroj energie do roku

2035. Už nyní ale Německo zvažuje ponechání zbylých jaderných elektráren (45) (47) (48) (49) (41 str. 141).

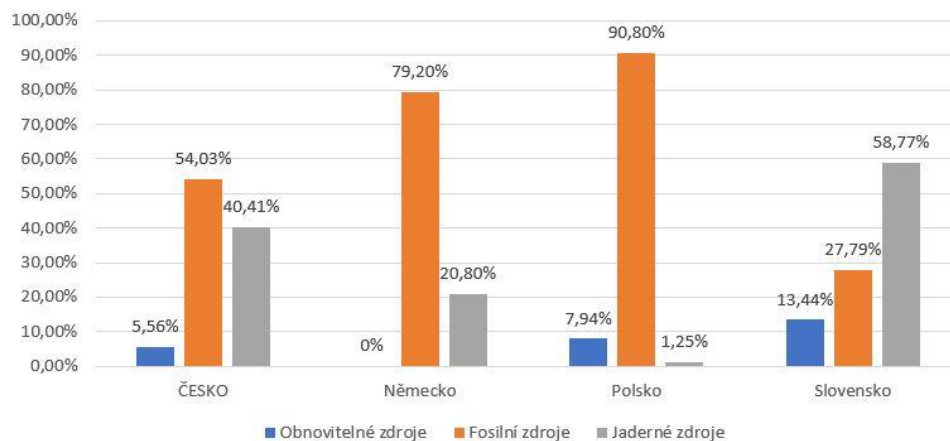
Polsko má 7,94 % obnovitelných zdrojů, přičemž nejvíce využívá vítr, biomasu a slunce. Největší část, stejně jako Německo má ve fosilních zdrojích, a to 90,8 %. Pouhých 1,25 % vyrobí z jádra. Mají ale plán na výstavbu jaderných elektráren, jedna by měla být postavena už roku 2033. Jako výhodu vnímají množství potřebného paliva, které je u elektráren na uhlí mnohem vyšší (45) (50).

Slovensko má o něco lépe poskládaný energetický mix než Česká republika. V roce 2021 byl následující: obnovitelné zdroje 13,44 %, fosilní paliva 27,79 % a největší část v jaderných zdrojích 58,77 %. Mají 2 jaderné elektrárny – v Jaslovské Bohunice (instalovaný 1000MW) a Mochovce (1002,88MW). Oproti jaderným elektrárnám v ČR (4290MW dohromady) mají přibližně poloviční instalovaný výkon, tedy za vysokým podílem na výrobě nestojí více jaderných elektráren, než je u nás, ale celkově menší výroba elektrické energie ve srovnání s Českou republikou (45) (51).

Pro Rakousko nejsou porovnatelná data dle European Residual Mix, ale na stránkách Ministerstva zahraničních věcí ČR je vize Rakouska do budoucna. Jejich plánem je do roku 2030 využívat k výrobě elektřiny pouze obnovitelné zdroje. V roce 2020 měla z obnovitelných zdrojů energie pouze kolem 35 %, což je vzhledem k ostatním zemím skutečně velký podíl, ale do 100 % je ještě daleko. Dalším problémem je, že z obnovitelných zdrojů je méně elektřiny přes zimu, kdy několik desítek procent dovážejí. Počítají tak s náklady přibližně 25 miliard Kč. Do obnovitelné energie zde počítají se sluneční, větrnou, vodní a energií z biomasy (45) (52).

Energetický mix sousedních zemí ČR dle zdroje energie za rok 2021 je zachycen v Graf 2.

Graf 2 Energetický mix sousedních zemí 2021

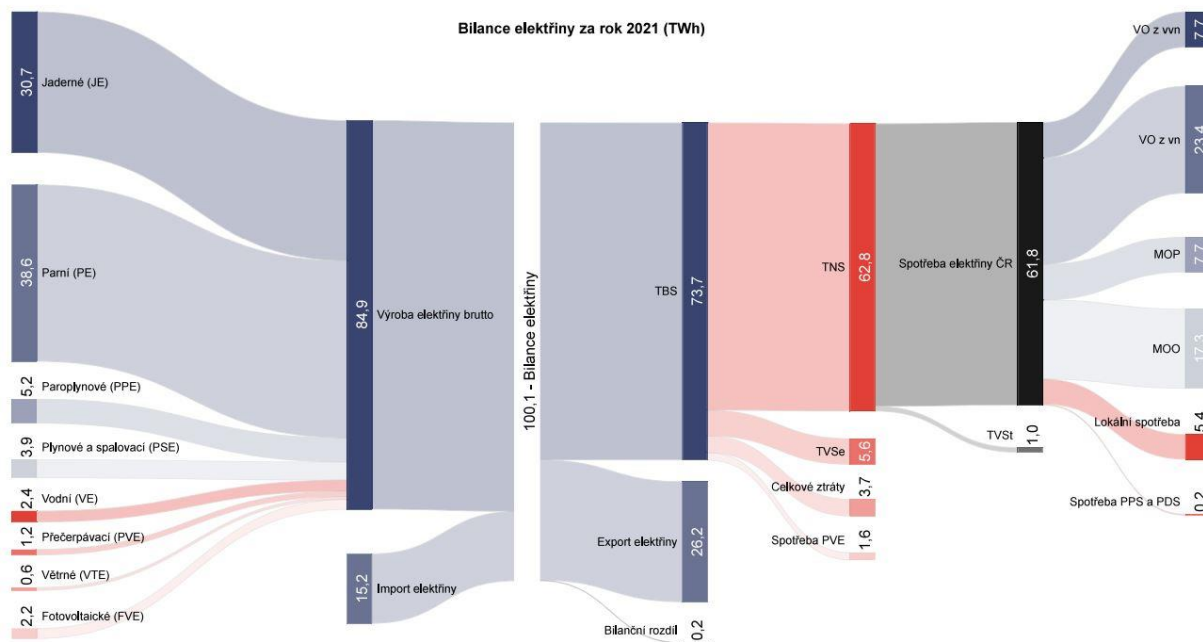


Zdroj: Vlastní zpracování dle (45)

### 3.3 Spotřeba elektrické energie

V roce 2021 bylo jen elektrárnami, aby mohly elektřinu vyrábět (tzn. vlastní spotřeba elektráren), spotřebováno 6,6 % (5605 GWh) z celkové vyrobené elektřiny. A dalších 1302 GWh elektrárny spotřebovaly na výrobu tepla. Elektrárny tak nejen vyrábí, ale i spotřebovávají podstatnou část elektrické energie. A kromě vyrobené elektřiny spotřebováváme i elektřinu importovanou. I přesto, že roku 2021 se v ČR vyrobilo více elektřiny, než se spotřebovalo, dovezlo se ještě 15,2 TWh. Ale export elektřiny dosáhl dokonce 26,2 TWh., z čehož vyplývá, že ČR by měla být soběstačná, co se týče výroby elektřiny. Jedním z důvodů, proč se elektřina importuje, jsou cykly – denní, týdenní, roční. Elektrická energie není využívána rovnoměrně celý den, důvodem je například chod firem a výroby přes den. Není využívána rovnoměrně ani celý rok, zde je příkladem vytápění elektrickými přímotopy, které známe jako tarif D45d. Bilance elektřiny, což je celkové rozložení vyrobené i spotřebované elektrické energie v České republice za celý rok 2021 je vidět na Obrázek 11. Je zde vidět i že dochází ke ztrátám při přenosu elektřiny (celkové ztráty), čemuž se věnuje kapitola 3.2.5 Ztráty při přenosu a distribuci. A poté konečná spotřeba dělená na velkoodběratele a maloodběratele, kterým se věnují následující kapitoly (1).

Obrázek 11 Balance elektřiny za rok 2021 (TWh)



Zdroj: ERÚ [online]. Jihlava: ERÚ, 2022 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: [https://www.eru.cz/sites/default/files/obsah/prilohy/eru\\_elektro\\_2021.pdf](https://www.eru.cz/sites/default/files/obsah/prilohy/eru_elektro_2021.pdf)

### 3.3.1 Kategorie odběratelů

- Odběratelé připojení na síť vvn (nad 52 kV, VO z vvn)**  
 Dle přílohy č.7 k vyhlášce č. 408/2015 Sb. Se jedná o odběratelé kategorie A, kteří mají odběrné místo připojené přímo k přenosové soustavě. Do kategorie A patří i odběratelé, kteří jsou připojeni na distribuční soustavu, která má velmi vysoké napětí (vvn) – což znamená, že jsou připojeni na rozdíl napětí mezi fázemi větší než 52kV.
- Odběratelé připojení na síť vn (od 1 do 52 kV, VO z vn)**  
 Odběratelé kategorie B, připojení k distribuční soustavě na nižším napětí než odběratelé kategorie A. Odebírají elektřinu o sdruženém napětí mezi 1 a 52kV, jinak řečeno, jsou připojeni na síť vysokého napětí (vn).
- Odběratelé připojení na síť nn – domácnosti (MOO)**  
 Z distribuční soustavy odebírají nízké napětí (nn), které odpovídá méně než 1kV včetně. Do této kategorie jinak označované jako odběratelé kategorie D spadá spotřeba elektřiny, kterou spotřebitelé využívají pro osobní potřebu svoji nebo osob ve stejné domácnosti a využívají ji k bydlení. Započítávají se sem i osoby fyzické či právnické, které elektřinu využívají pro správu a provoz společných částí domu, pokud jsou užívány pouze vlastníky nebo uživateli bytů v tom domě. Příkladem takovýchto právnických osob jsou

společenství vlastníků jednotek, které odebírají elektřinu pro svícení ve společných prostorech, provozu výtahů a tak dále.

- **Odběratelé připojení na síť nn – podnikatelé (MOP)**

Podle již zmíněné přílohy k vyhlášce se jedná o odběratele kategorie C, kteří jsou charakterizováni tím, že nejde o odběratele kategorie A, B ani D. Z praktického hlediska jde o odběratele nízkého napětí, kteří elektřinu nevyužívají pro své domácí potřeby, ale většinou k podnikání, čemuž i odpovídá název, kterým je tato skupina spotřebitelů označována Energetickým regulačním úřadem (53).

### **3.3.2 Ztráty při přenosu a distribuci**

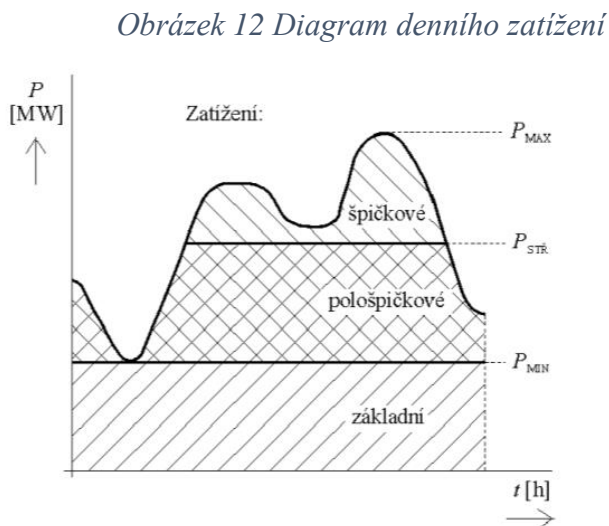
V generátoru elektrárny vzniká elektrický proud o velikosti až nižší desetitisíce ampérů. Ztráty při přenosu elektrické energie jsou mimo jiné úměrné druhé mocnině proudu, proto je vyrobená elektrická energie co nejdříve transformovaná na co nejvyšší možné napětí a s tím související nižší proud. Napětí není možné z technických důvodů zvyšovat donekonečna. V ČR se pro přenos elektrické energie na větší vzdálenosti používají soustavy o hladině 400 a 220 kV, výjimečně i 110 kV. Těmto vedením se souhrnně říká přenosová soustava a tvoří páteřní rozvodnu síť v ČR a využívají se i pro spojení se zahraničními přenosovými soustavami (54) (15).

Vyšších napětí se užívá při přenosu na dlouhé vzdálenosti, protože zde dochází k menším ztrátám elektrické energie a napětí se dále zmenšuje až co nejbližší spotřebě. Protože na vedení tak vysokého napětí je potřeba i velkých vedení a náročných zařízení, nevede se elektřina ke spotřebitelům tímto způsobem. Na přenosovou soustavu navazuje soustava distribuční, dělí je transformátory, ve kterých dochází k transformaci napětí a díky nim můžeme mít různé napěťové hladiny. Distribuční soustava má postupně snižovat napětí a rozdělovat výkon do více větví o nižším napětí. Zde by mělo platit, že čím je nižší napětí tím je i menší vzdálenost přes kterou ho vedeme. Nutno ale myslet na to, že i v transformátorech dochází ke ztrátám a jejich postavení stojí značné částky. Před koncovými místy odběru bývá ještě další transformátor, který napětí zmenšuje na konečné požadované, které je například v domácnostech menší než 1kV.

V České republice je pro distribuční soustavu využíváno sítí velmi vysokého napětí 110kV, vysokého napětí 3, 6, 10, 22 a 35 kV a nízkého 400/230 V. V běžné zásuvce doma máme právě 230 V (15) (41 str. 245).

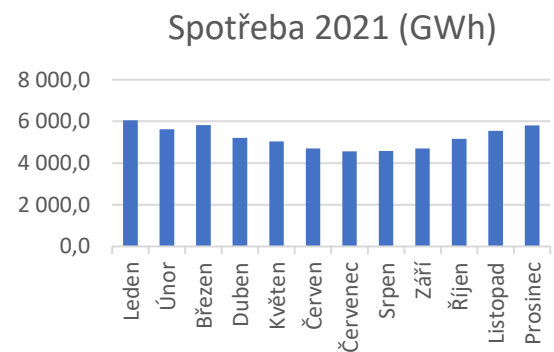
### 3.3.3 Druhy zatížení

Díky již zmíněným cyklům vznikají minima a maxima dne, roku. Roční cyklus je vidět v Grafu 3. Kvůli téměř nemožnosti rychle regulovat výrobu jaderné elektrárny, je jejich využití vhodné výhradně na množství úplného minima, které je spotřebováno pořád – v noci i v létě, kdy je spotřeba nejmenší – to znamená v základním zatížení. Pro základní zatížení se používají i průtočné vodní elektrárny, jejichž výroba nejde regulovat. Na pomezí základního a pološpičkového zatížení se nacházejí uhelné (parní) elektrárny. Dalším navazujícím typem zatížení je právě pološpičkové – zde se používají elektrárny, kde vychází výroba draž a mají i menší koeficient využití. Protože je potřeba více elektřiny a je tak i dražší kvůli větší poptávce, zaplatí se i nákladnější výroba (dle principu merit order viz 3.2.7). V pološpičkovém zatížení se používají k výrobě elektřiny elektrárny akumulární vodní, paroplynové a plynové. Posledním typem zatížení je špičkové, kdy je spotřeba elektřiny úplně nejvyšší a v tu dobu se používají přečerpávací a akumulární vodní elektrárny, kde právě přečerpávací elektrárny jsou používány výhradně jako úchova energie pro období, kdy je energie málo, což je právě v době špičkového zatížení. Přehledně jsou typy zatížení během 24 h cyklu vidět na Obrázek 12 (55).



Zdroj: Informační portál energetické gramotnosti [online]. Praha: EFEKT 2, 2018 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/zdroje-elektricke-energie>

Graf 3 Roční cyklus spotřeby elektrické energie ČR 2021



Zdroj: Vlastní zpracování dle (1)

### 3.3.4 Stanovení ceny elektřiny – princip merit order

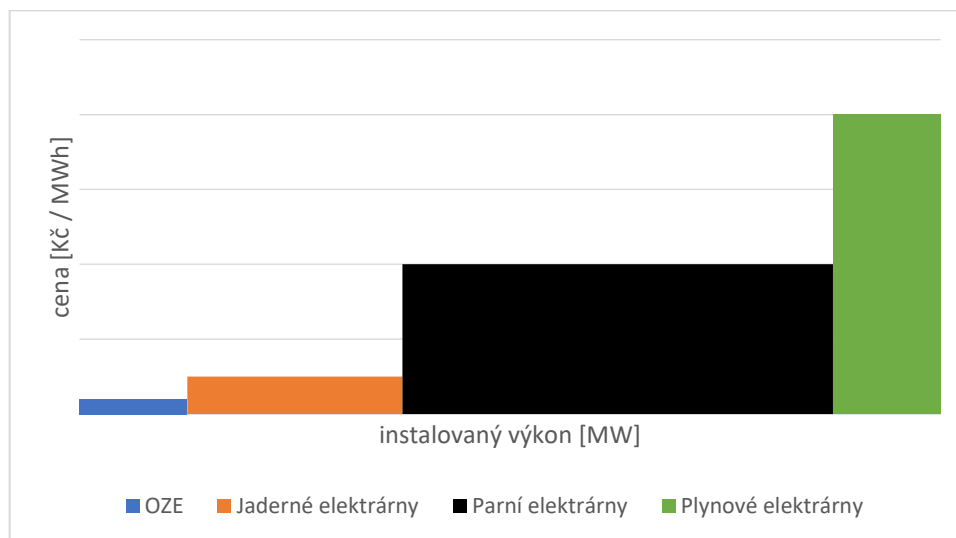
Stanovení ceny elektřiny probíhá na burze. V České republice je energetickou burzou firma Power Exchange central europe a.s. (PXE), založena v roce 2007 pod názvem Energetická burza Praha, kdy začala obchodovat s elektrickou energií. Jak napovídá současný název akciové společnosti, firma nezůstala jen u obchodování v ČR. Kromě této burzy ovlivňují cenu v ČR i další burzy – např. německá burza, protože obchodníci na české burze mohou obchodovat i s ostatními zeměmi. Limitem jsou zde pak elektrická vedení mezi státy, které nejsou tzv. implicitně propojené, což znamená, že si kromě elektřiny ještě musí koupit kapacitu na vedení mezi státy. Česká republika má dostatek elektrického propojení (jsou implicitně propojené) se Slovenskem, Maďarskem a Rumunskem (37) (56) (57) (58).

Trhy na burze jsou krátkodobé (na dnes nebo zítra) nebo dlouhodobé (tzv. futures trh). Většinou na krátkodobých bývá cena o něco nižší, protože u futures trhů, kde se obchoduje i na několik let dopředu, se počítá s rizikem, že se výroba o něco zdraží. Je nejvíce využívána kvůli fixaci ceny a ochraně firem proti kolísání ceny elektřiny. Většinou dodavatelé elektřiny mají právě takto zafixovanou cenu pro množství elektřiny, které odhadují dopředu, že jejich zákazníci využijí, díky tomu mohou i svým zákazníkům na určitou dobu cenu zafixovat. Jsou i firmy, které využívají krátkodobý trh a ceny tak nemají fixované, jednou z nich byla nyní již bývalá společnost Bohemia energy entity s.r.o., která měla pro své zákazníky dlouhodobě o něco nižší ceny, právě kvůli nákupu elektřiny za aktuální ceny na trhu. Tato strategie ale velmi pravděpodobně vedla i k jejímu konci při nečekaném zvýšení cen elektřiny.

Stanovení ceny elektřiny na burze se odvíjí od aktuální spotřeby a výrobních nákladů jednotlivých druhů elektráren. V případě dlouhodobých trhů se využívá odhadů. Samotné stanovení ceny funguje na principu merit order, který je zjednodušeně zobrazen na Grafu 4 (37) (59).



Graf 4 Princip merit order



Zdroj: Vlastní zpracování dle (37)

Nejdříve se využívá elektřiny z nejlevnějších zdrojů. Jako nejlevnější bývají uvedené obnovitelné zdroje energie – větrné, vodní, solární, protože mají nejmenší náklady na vyrobenou MWh. Důležité je ale zmínit, že se jedná pouze o náklady variabilní, to znamená náklady, které jsou, když už je elektrárna postavena – tzn. zaměstnanci, palivo atd. Některé zdroje uvádí jako nejlevnější zdroj jaderné elektrárny, protože jsou krátkodobě ochotné prodávat i za zápornou hodnotu, kvůli špatné regulaci výkonu elektrárny, jak je popsáno podrobněji v části 3.2.5. Nejčastěji jsou ale zařazeny jako druhé, právě podle variabilních nákladů (37).

Protože množství elektřiny z levných zdrojů je omezené, využívají se postupně dražší a dražší zdroje. Záleží tedy na aktuální spotřebě. V obdobích minimální spotřeby je tak využíváno jen OZE, jaderných elektráren a minimum parních elektráren. Ale v časech a měsících, kdy je spotřeba vyšší se již využívají parní (uhelné) elektrárny ve větší míře (čemuž odpovídá i jejich velký podíl na celkové výrobě ČR) a při nejvyšší spotřebě elektrárny plynové. Ty jsou ale využívány hlavně jako záloha, kdyby např. jiný zdroj z technických důvodů nečekaně přestal vyrábět, jak bylo plánováno. Protože musí být dodržena bilance výroby a spotřeby, jinak dochází ke snižování kvality elektrické energie (změny frekvence) a může dojít i k tzv. blackoutu. S tím souvisí i povinnost větších odběratelů odebrat nasmlouvané množství – jinak dostávají pokuty (36).

Jak je již výše popsáno, tak se využívá elektřiny z nejlevnějších zdrojů, které pokryjí aktuální spotřebu. Cena na burze se pak stanoví podle nejdražšího zdroje, který musel být použit, aby spotřeba byla pokryta. Využijí-li se jako nejdražší parní elektrárny,

budou tvořit zisk obnovitelné zdroje a jaderné elektrárny, parní elektrárny pokryjí své náklady. V období, kdy je spotřeba nejvyšší a musí se spotřeba pokrýt i z plynových elektráren, které mají nejvyšší variabilní náklady, tvoří zisk veškeré elektrárny kromě plynových. Což zní velmi nevýhodně pro provozování plynových elektráren, protože nemají možnost tvořit zisk a vyrábí jen občas (37) (60).

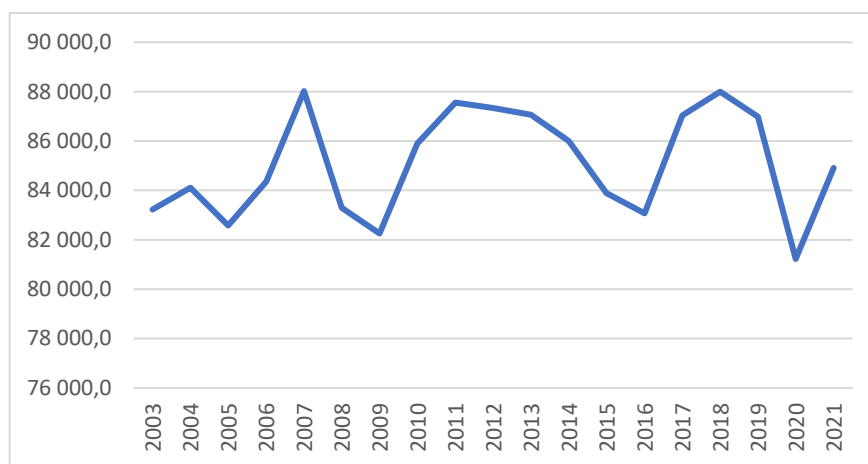
Spotřeba elektřiny ale nelze odhadnout přesně a je tak potřeba korigovat výrobu v reálném čase, aby tyto odchylky pokryla. V době, kdy nějaká odchylka nastane nebo dojde například k nečekanému výpadku jiné elektrárny z technických důvodů, vyrábí hlavně plynové elektrárny, které fungují v režimu AFRR a MFRR (automatic a manual frequency restoration reserve – schopnost snížit/zvýšit výkon typicky o desítky MW v řádu jednotek minut), protože mají velmi nízkou dobu náběhu (čas za který jsou schopné začít vyrábět elektřinu). A v tomto období je cena na trhu i několikanásobně vyšší než výrobní cena elektřiny v plynových elektrárnách. Kromě tohoto příjmu mají finance i od firmy, která v ČR monitoruje a reguluje vyrovnaní spotřeby a výroby – ČEPS, a.s. (provozovatel přenosové soustavy u nás). Kvůli regulaci mají nasmlouvané typicky plynové a parní elektrárny, kterým také platí za tuto službu (61) (62 str. 53).

## 4. Vlastní práce

### 4.1 Analýza vývoje výroby elektrické energie v ČR

V roce 2021 byla celková výroba elektrické energie v České republice 84907,3 GWh. Průměrná výroba pak v celém sledovaném období, tedy v letech 2003–2021 činila 85 156,2 GWh, přičemž nejméně se vyrobilo elektrické energie v roce 2020 a nejvíce pak v roce 2007, což je vidět na Graf 5.

Graf 5 Výroba elektrické energie v ČR 2003-2021 (GWh)



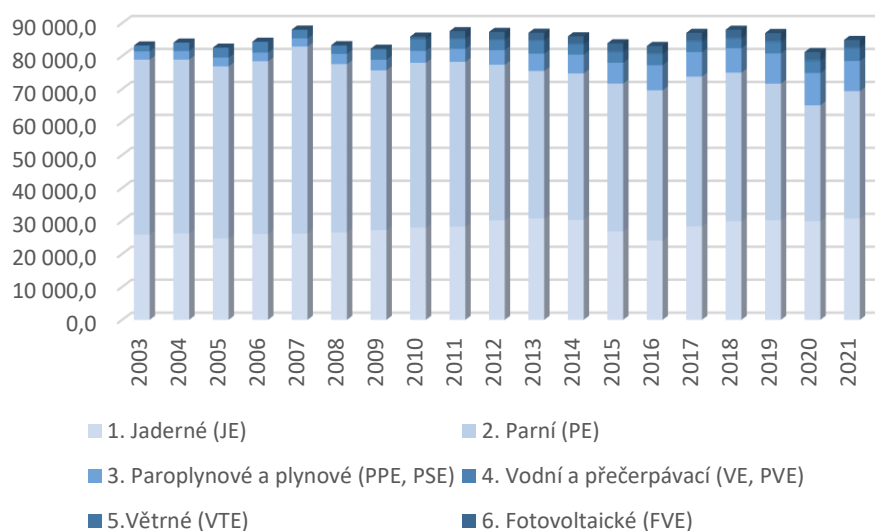
Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ERÚ 2022

Z grafického znázornění je dále zřejmé, že výroba elektrické energie vykazovala v daných letech kolísavý charakter. K nejvýraznějším meziročním změnám došlo v letech 2010 a 2020, kdy 2010 došlo k růstu o 3650,1 GWh a o deset let později k výraznému poklesu o 5767,6 GWh.

V ostatních letech docházelo k méně výrazným změnám. Nejdelší časový úsek s jasným trendem byl v letech 2012-2015 a šlo o klesající trend, kdy průměrné tempo růstu dosahovalo hodnoty 98,67 % Tabulka 2 [6], což znamená, že výroba v těchto letech každý rok v průměru poklesla o 1,33 %. V jiných úsecích nelze pozorovat rostoucí či klesající tendence časové řady více než dva roky po sobě.

K popisu trendu sledovaného ukazatele bylo dále využito analytického přístupu, kdy bylo experimentováno s několika trendovými modely a z nich byl nakonec vybrán jeden model na základě nejvyšší hodnoty indexu determinace. V případě tohoto ukazatele je možné říci, že kolísavost výroby elektrické energie v ČR je patrná i z hodnoty indexu determinace zvolené trendové funkce. Jedná se o trendovou funkci kvadratickou ve tvaru  $y = -29,123x^2 + 659,08x + 82291$  s indexem determinace pouze 17,65 % viz Tabulka 26.

Graf 6 Výroba elektrické energie dle druhů výroby 2003–2021 v ČR (GWh)



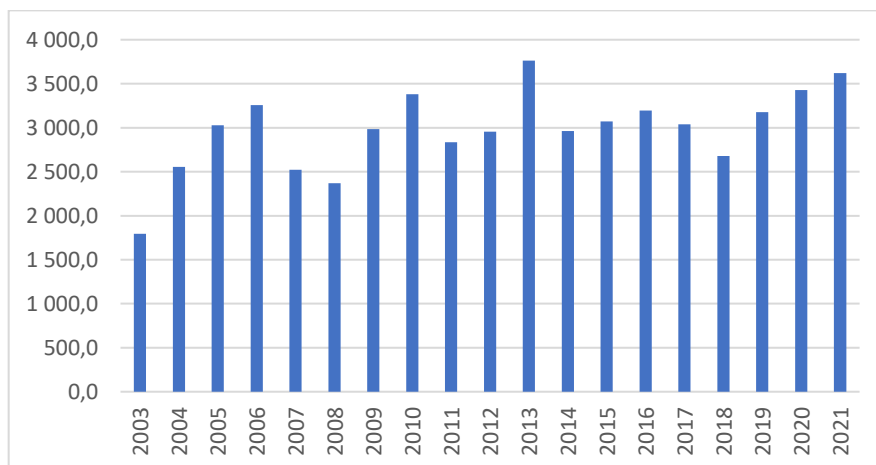
Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ERÚ 2022

Z Graf 6 lze usuzovat, že i poměr způsobů výroby se v jednotlivých letech výrazně lišil a měl vliv na celkovou výrobu elektrické energie v ČR. Z dlouhodobého hlediska má nejvyšší podíl na výrobě elektrické energie pocházející z parních elektráren, za nimiž následují elektrárny jaderné, které mají nejvyšší výrobu v přepočtu na jednu elektrárnu. Analýza dílčích časových řad pro všech šest významných způsobů výroby je provedena v následujících kapitolách.

#### 4.1.1 Analýza výroby elektrické energie vodními elektrárnami včetně přečerpávacích

Vodní elektrárny se na celkové výrobě v roce 2021 podílely přibližně ze 4,3 % s výrobou 3619,9 GWh. Z čehož ještě třetina byla vyrobena elektrárnami přečerpávacími, které fungují jako uložiče, jak je popsáno v kapitole 3.2.2. Podíl opravdu vyrobené elektrické energie je tak v řádu jednotek procent z celkového množství.

Graf 7 Výroba elektrické energie vodními elektrárnami v ČR 2003–2021 (GWh)

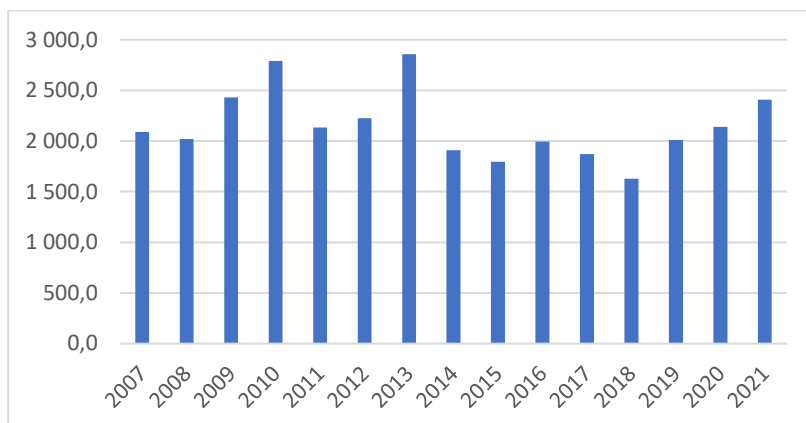


Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ERÚ 2022

Na Graf 7 je možné vidět vývoj výroby elektrické energie vodními elektrárnami včetně přečerpávacích. Již z grafického znázornění je patrné, že sledovaný ukazatel vykazuje kolísavou tendenci, z dlouhodobého hlediska je však mírně rostoucí. Nejvhodnější funkcí pro modelaci vývoje výroby elektrické energie ve vodních elektrárnách pomocí trendových funkcí vyšla funkce logaritmická ve tvaru  $y = 381,66\ln(x) + 2189,2$  s hodnotou indexu determinace 44,57 % viz Tabulka 26. Tato logaritmická funkce též odpovídá rostoucí tendenci časové řady. Nejvyšší meziroční nárůst je vidět v roce 2013, kdy první absolutní diference dosáhla hodnoty 806,8 Tabulka 3 [1]. Avšak hned rok poté byl zaznamenán největší pokles, což dokládá hodnota první absolutní diference -801 Tabulka 3 [1]. Znamená to, že z roku 2013 na rok 2014 došlo k poklesu o 801GWh. Že se jedná o skutečně velký pokles dokazuje také hodnota tempa růstu v roce 2014, která činí 78,71 % Tabulka 3 [3].

ERÚ od roku 2007 vodní elektrárny ve výročních zprávách rozdělil na vodní a přečerpávací a je tak možné zjistit, zda k tak vysoké výrobě v roce 2013 nedošlo jen v důsledku vyššího využívání přečerpávacích elektráren. Výroba čistě vodních elektráren je vidět na Graf 8 a i zde je na první pohled patrný velký nárůst výroby elektrické energie v roce 2013, což dokazuje i hodnota první absolutní diference 630,9 Tabulka 5 [1]. Vzhledem k tomu, že vodní elektrárny jsou závislé na množství vody v řekách je zde důvod jasný. Za zvýšením výroby v roce 2013 stálo jistě větší množství vody v řekách, kdy některé řeky dosahovaly i třetího povodňového stupně (63).

Graf 8 Výroba vodních elektráren bez elektráren přečerpávacích 2007–2021 (GWh)



Zdroj: Vlastní dle dat ERÚ 2022

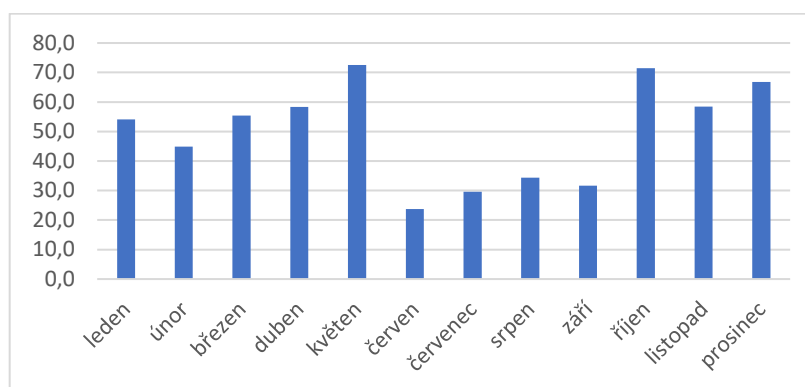
Do výroby elektrické energie vodními elektrárnami ve sledovaném období od roku 2003-2021 se promítají i povodně, které byly v roce 2002. Kvůli těmto velkým povodním bylo mimo provoz několik i velikých elektráren Vltavské kaskády (Orlík, Štěchovice) a ČEZ a.s. na rekonstrukci vyčlenil okolo 100 milionů korun, z čehož je patrné, že šlo o velká poškození jejichž oprava trvala i několik let. Tato skutečnost vysvětluje nárůst výroby v období 2003–2006, kdy byly jednotlivé elektrárny opraveny, čímž se zvýšil instalovaný výkon i výroba (64).

Kromě nárůstu výroby elektrické energie na počátku sledovaného období dochází i k nárůstu vyrobené elektřiny v několika posledních letech sledovaného období, kdy konkrétně v období od roku 2018 do roku 2021 činil meziroční nárůst 10,6 %, což potvrzuje hodnota průměrného tempa růstu v daném období 110,6 % Tabulka 4 [6]. Tento nárůst je pravděpodobně způsobený modernizací vodních elektráren, která je v posledních letech prováděna i s ohledem na životnost elektráren. Dalším faktorem může být také sucho, které bylo v roce 2018, díky čemuž je nárůst výroby elektrické energie vodními elektrárnami v roce 2019 znatelnější (65) (66).

#### 4.1.2 Analýza výroby elektrické energie větrnými elektrárnami

Větrné elektrárny se na celkové výrobě v roce 2021 podílely méně než 1 % s výrobou 601,5 GWh. Jde dlouhodobě o nejmenší podíl ze všech popsaných typů elektráren. Což vzhledem k nestálosti povětrnostních podmínek v České republice je spíše pozitivum, protože při změně rychlosti větru nepřijde ČR o podstatnou část elektrické energie a není na výrobě větrných elektráren závislá.

Graf 9 Výroba větrnými elektrárnami v ČR podle měsíců za rok 2021 (GWh)

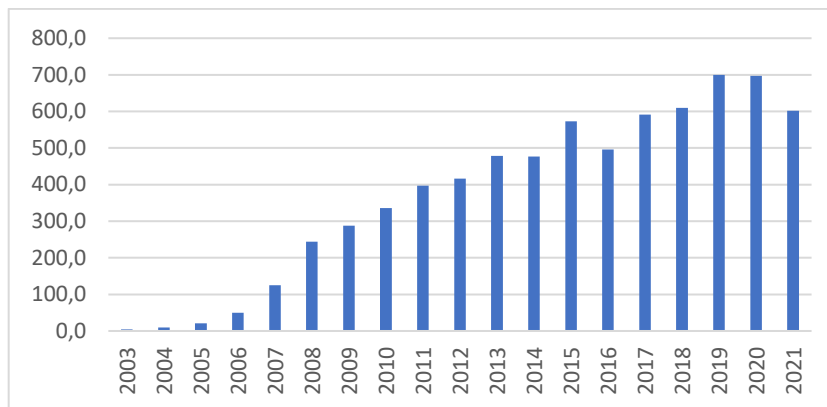


Zdroj: Vlastní dle dat ERÚ 2022

Na Graf 9 je možné vidět výkyvy ve výrobě elektrické energie větrnými elektrárnami v jednotlivých měsících za rok 2021, kde je patrná kolísavost způsobena povětrnostními podmínkami v daných měsících.

Na Graf 10 je možné vidět vývoj ve sledovaném období od roku 2003 do roku 2021.

Graf 10 Výroba elektrické energie větrnými elektrárnami v ČR 2003–2021 (GWh)



Zdroj: Vlastní dle dat ERÚ 2022

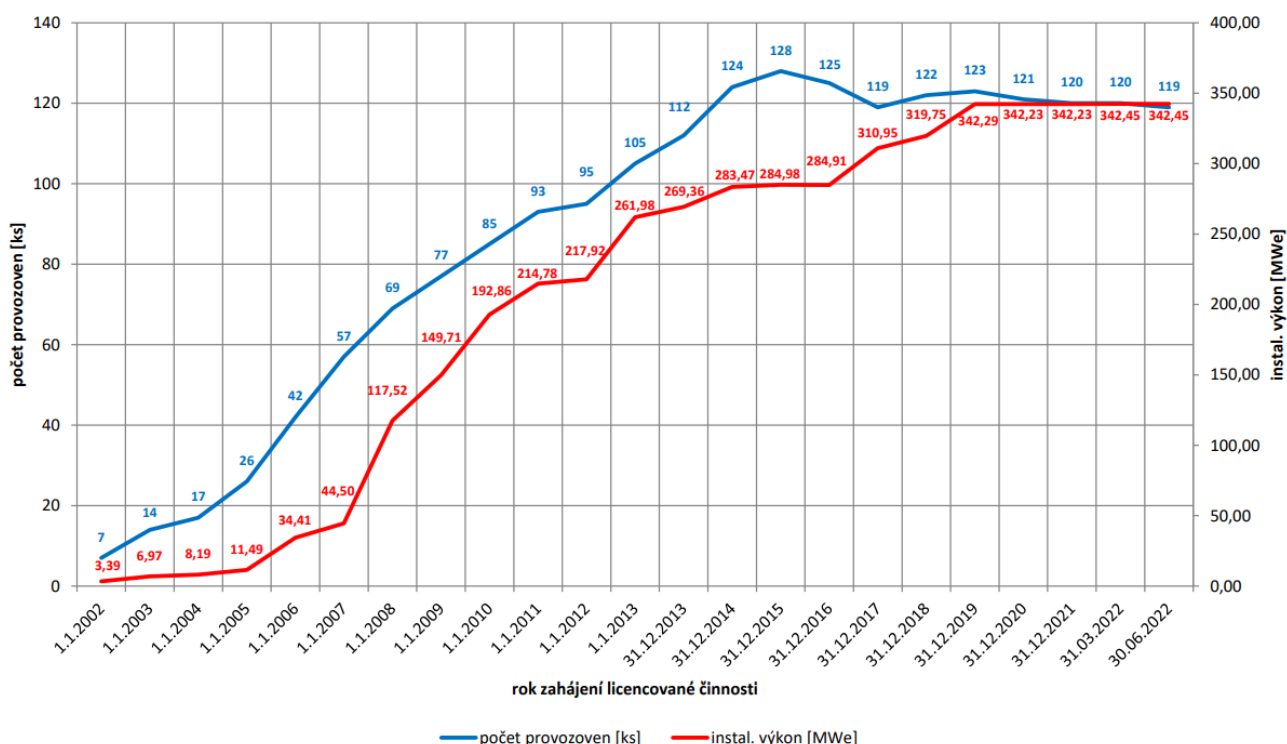
Jelikož se jedná o data za rok, jsou výkyvy v jednotlivých dnech a měsících zprůměrovány. A vzhledem ke skutečnosti, že je sledována výroba elektrické energie na tom samém území, kde jsou podobné klimatické podmínky každý rok, jsou tato data meziročně srovnatelná.

Z Graf 10 je patrné, že za dané období má výroba elektrické energie větrnými elektrárnami rostoucí trend, který se v posledních letech zpomaluje. Jasně rostoucí trend je patrný i z kvadratické funkce  $y = -1,3573x^2 + 68,446x - 133,67$  s vysokým indexem determinace dosahujícím hodnoty 96,82 % viz Tabulka 26, která byla vybrána jako nejvhodnější pro

popis vývoje výroby elektrické energie větrnými elektrárnami ve zvoleném období 2003–2021 na základě analýzy časové řady. Rostoucí trend je významný i přesto, že v posledních letech došlo k poklesu výroby v tomto typu elektráren. V porovnání s výchozím rokem 2003 výroba elektrické energie větrnými elektrárnami dostala roku 2021 na 15 424 % Tabulka 6 [4]. První pokles je možné sledovat v roce 2014, kdy první absolutní diference poprvé nabyla záporné hodnoty a to - 1,8 Tabulka 6 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie větrnými elektrárnami v ČR [1]. Od roku 2003 do roku 2013 je trend výrazně rostoucí, což dokazuje i průměrné tempo růstu, které je pro zmíněné roky 161,8 % Tabulka 7 Průměrné elementární charakteristiky výroby větrnými elektrárnami [6].

Důvodem nárůstu výroby 2003–2013 byla s jistotou stavba nových větrných elektráren. Vývoj počtu provozoven a instalovaného výkonu je možné vidět na Graf 11, kdy počet provozoven začínal v roce 2003 přibližně na deseti větrných elektrárnách a na svém maximu se dostal v roce 2015, kdy jejich počet v ČR byl 128.

Graf 11 Větrné elektrárny k 30.6.2022



Zdroj: ERÚ Vývoj počtu provozoven a instalovaného výkonu větrných elektráren

S počtem elektráren samozřejmě stoupal i instalovaný výkon a tím i reálná vyrobená elektřina v tomto typu elektráren. K dalšímu nárůstu instalovaného výkonu došlo v letech 2016 až 2019, kdy je opět vidět rostoucí trend i na výrobě elektrické energie. Zde je patrný



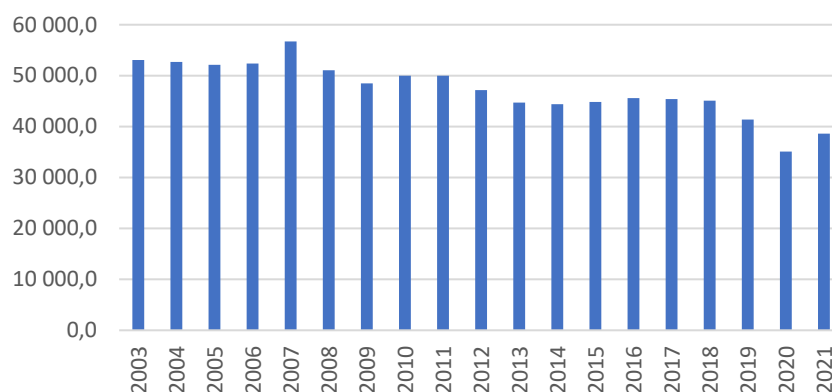
menší nárůst oproti minulému období s rostoucím trendem, čemuž odpovídá i nižší průměrné tempo růstu, které dosahovalo 112,2 % Tabulka 7 Průměrné elementární charakteristiky výroby větrnými elektrárnami [6]. (67) (68).

Kromě tohoto nejvýraznějšího rostoucího trendu je možné vidět i dva výrazné poklesy ve výrobě, a to v roce 2016 a 2021, což je patrné i z prvních absolutních diferencí s hodnotami -77 a -95,6 Tabulka 6 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie větrnými elektrárnami v ČR [1]. Tyto poklesy jsou pravděpodobně způsobeny nevhodnou rychlostí větru pro provozování větrných elektráren. V roce 2016 meteorologové varovali přes silným větrem, který může dosáhnout rychlosti až 90 km/h, přičemž větrné elektrárny se při silnějším větru musí vypnout, aby nedošlo k poškození elektrárny a může tak dojít k poklesu vyrobené elektrické energie. Silný vítr byl problémem i ke konci roku 2021, kdy lámal stromy a docházelo k výpadkům elektrické energie (69) (70).

### **4.1.3 Analýza výroby elektrické energie parními elektrárnami**

V roce 2021 se na celkové výrobě elektrické energie v ČR nejvíce podílely parní elektrárny a to 45,5 % s výrobou 38 629,8 GWh. Na začátku sledovaného období, tedy v roce 2003 byl podíl parních elektráren na celkové výrobě více než poloviční – téměř 64 %. Jak je uvedeno v kapitole 3.2.4 o parních elektrárnách – z velké většiny se jedná o elektrárny uhelné s poměrně vysokou škodlivostí pro životní prostředí a existují zde snahy o snížení výroby elektrické energie tímto typem elektráren. Některé zdroje uvádí i konec uhelných elektráren před rokem 2033, kdy je uváděn jako důvod „uhlíkový rozpočet“, aby ČR dostála svým závazkům vyplývajícím z Pařížské dohody. Snahu o omezení výroby elektrické energie parními elektrárnami potvrzuje i státní energetická koncepce, která pro rok 2040 počítá pouze s 11–21 % výroby z uhlí viz kapitola 3.2.8. Tento klesající trend je vidět na Graf 12. (71) (72) (73).

Graf 12 Výroba elektrické energie parními elektrárnami 2003-2021 (GWh)



Zdroj: Vlastní dle dat ERÚ 2012, 2016, 2022

Potvrzuje ho i bazický index, který v roce 2021 nabyl hodnoty 72,8 % Tabulka 8 [4] i přesto, že minimum za sledované období bylo v předešlém roce – tedy v roce 2020, kdy bazický index dosahoval dokonce hodnoty 66,2 % Tabulka 8 [4].

Pro modelaci časové řady bylo opět vyzkoušeno 5 základních matematických funkcí a na základě hodnot indexů determinace byla zvolena jako nejvhodnější funkce kvadratická  $y = -30,692x^2 - 254,98x + 53843$  dosahující hodnoty indexu determinace 84,96 % viz Tabulka 26. Z této funkce je na první pohled patrná klesající tendence výroby elektrické energie parními elektrárnami v ČR.

Kromě již zmíněných důvodů jsou zřejmě dalším důvodem poklesu výroby v parních elektrárnách problémy s těžbou uhlí jako neobnovitelného zdroje, kdy uhlí dochází a jeho cena roste. Kromě ceny uhlí se zvedla výrazně i cena emisních povolenek, které EU využívá pro motivaci ke snižování emisí skleníkových plynů. A svou roli jistě hraje i životnost elektrárn, která se u nových pohybuje okolo čtyřiceti let s tím, že se životnost dá prodloužit rekonstrukcí elektrárny. Mnoho uhelných elektrárn v ČR bylo postaveno okolo roku 1980 i dříve (Pruněřov, Dětmárovice) a tak je jejich životnost již reálným problémem a mnoho z nich už muselo být modernizováno. (74) (75) (76)

Na nejdelším pořadí klesajícím úseku časové řady, který nebyl ovlivněn extrém, tedy v letech 2010 až 2014 dosahovalo průměrné tempo růstu hodnoty 97,1 % Tabulka 9 [6]. Kromě dlouhodobého klesajícího trendu vykazuje časová řada kolísavý charakter (což je patrné i z faktu, že nejdelší klesající úsek má pouze 5let), kdy nejvýraznější změny můžeme vidět v letech 2007 a 2020. Zvýšení výroby v roce 2007 mohlo být způsobeno novou alokací emisních povolenek, která se v tuto dobu měnila. Pokles v roce 2020, který dokazuje i nejnižší hodnota první absolutní diference za celé sledované období -6 285,3

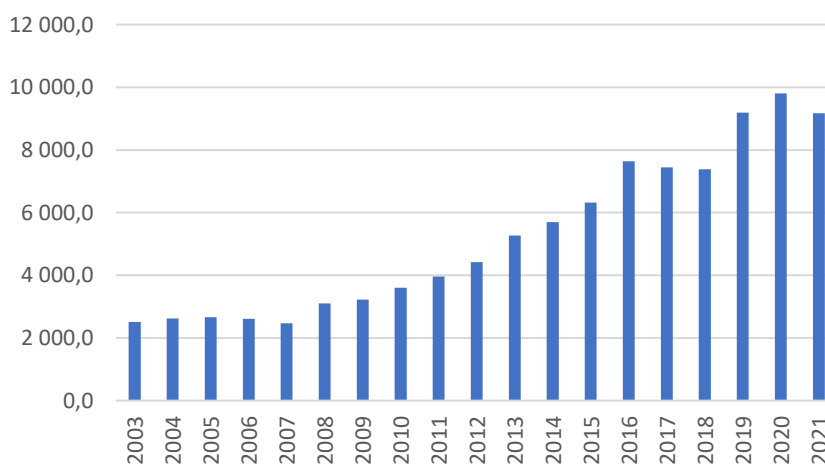
Tabulka 8 [1], byl pravděpodobně způsoben poklesem celkové spotřeby elektrické energie v ČR viz kapitola 4.2.

#### 4.1.4 Analýza výroby elektrické energie paroplynovými a plynovými elektrárnami

Podíl paroplynových a plynových elektráren na konci sledovaného období v roce 2021 na celkové výrobě elektrické energie v ČR činil 10,8 % s 9 171,5 GWh. Na počátku sledovaného období roku 2003, tento typ elektráren vyrobil pouze 3 %. Rostoucí tendenci je možné vidět i na Graf 13. A i přes mírný pokles výroby za rok 2021 zde došlo k navýšení na 365,25 % oproti výchozímu roku 2003 Tabulka 10 [4].

Pro vystižení trendu časové řady bylo experimentováno s několika trendovými funkcemi a poté na základě nejvyššího indexu determinace byla zvolena funkce kvadratická  $y = 19,227x^2 + 53,301x + 2184,2$  s vysokou hodnotou indexu determinace dosahující 97,14 % viz Tabulka 26. Vybraná funkce též dokazuje jasně rostoucí trend výroby elektrické energie v paroplynových a plynových elektrárnách v ČR za zvolené období.

Graf 13 Výroba elektrické energie paroplynovými a plynovými elektrárnami 2003-2021 (GWh)



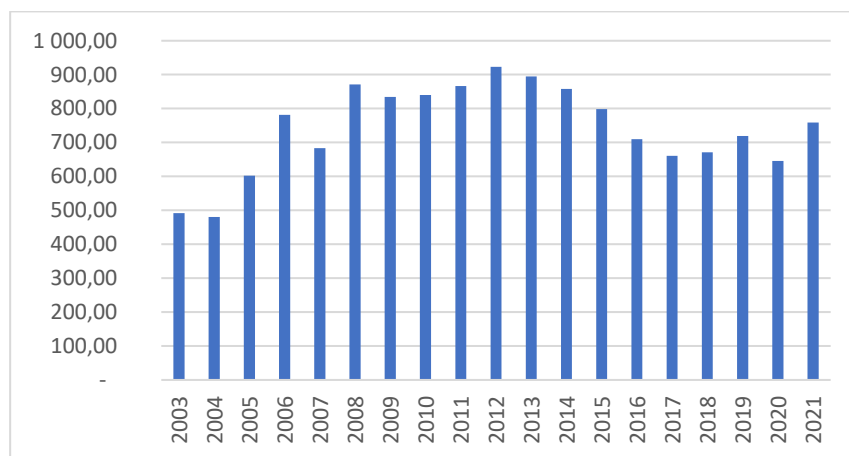
Zdroj: Vlastní dle dat ERÚ 2012, 2016, 2022

Hlavním důvodem navýšení výroby tímto typem elektráren je snaha o zrušení výroby elektrické energie parními elektrárnami viz předchozí kapitola 4.1.3. Chybějící elektrickou energii dříve vyráběnou parními elektrárnami, i vzhledem ke spíše rostoucí tendenci spotřeby, je nutné nahradit jinými zdroji. Protože výroba a spotřeba elektrické energie musí být v každou chvíli přibližně stejná a zároveň platí princip merit order přešla značná část

výroby parními elektrárnami na výrobu v paroplynových a plynových elektrárnách i přes jejich dražší vyrábění. I toto může být jedním z důvodů zdražování elektrické energie v současnosti. Rostoucí tendenci dokazuje i průměrné tempo růstu 113,4 % Tabulka 11 [6], mezi roky 2007 až 2016. K nejvýznamnějšímu nárůstu došlo v roce 2019, což dokazuje hodnota první absolutní difference 1 813,9 Tabulka 10 [1] a k nejvýznamnějšímu poklesu 2021, kdy hodnota první absolutní difference dosahuje hodnoty -633 Tabulka 10 [1]. Kdy vyšší výroba v roce 2019 je pravděpodobně způsobena právě nižší výrobou parních elektráren, které skokově vyrobily o 3 684,1 GWh méně než minulý rok a výrobou pomocí plynu došlo k navýšení o 1 813,9 GWh oproti roku 2018. Pokryly tak přibližně polovinu chybějící elektrické energie, protože spotřeba elektřiny mezi zmíněnými roky se téměř nezměnila (snížila se jen o 203,5 GWh, což odpovídá 0,37% celkové spotřeby za rok 2019) (77) (78).

Jelikož pro paroplynové a plynové elektrárny je zdrojem energie plyn ovlivňuje jejich výrobu i dostupnost a cena zemního plynu, jejíž vývoj je možné vidět na Graf 14.

*Graf 14 Průměrné ceny zemního plynu za dodávky pro průmysl v ČR (Kč/MWh bez daní)*



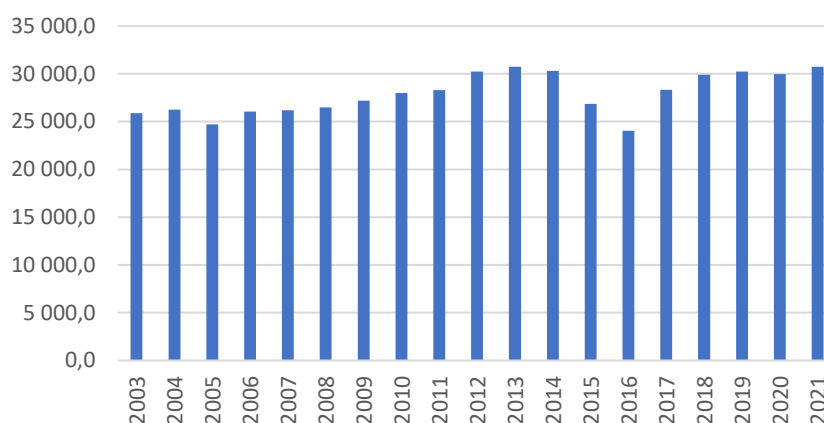
*Zdroj: Vlastní dle dat ČSÚ Indexy cen průmyslových výrobců – únor 2022*

. V roce 2021 činí hodnota první absolutní difference 113,5 Tabulka 10 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie paroplynovými a plynovými elektrárnami v ČR[1], což představuje nárůst ceny téměř o 17,6 % oproti předchozímu roku. Výroba využívající jako zdroj energie plyn tak byla podstatně dražší a je pravděpodobně důvodem již výše zmíněného poklesu výroby v tomto typu elektráren za rok 2021 (79).

#### 4.1.5 Analýza výroby elektrické energie jadernými elektrárnami

Výroba elektrické energie jadernými elektrárnami je velmi konstantní vzhledem k instalovanému výkonu. Důvodem je pomalejší regulace a poměrně levná výroba, kdy se nevyplatí štěpnou reakci zastavovat. V roce 2021 jaderné elektrárny vyrobily 36,2% celkové výroby elektrické energie v ČR. Na Graf 15 je možné vidět mírně rostoucí trend hlavně na začátku sledovaného období.

Graf 15 Výroba elektrické energie jadernými elektrárnami 2003-2021 (GWh)



Zdroj: Vlastní dle dat ERÚ 2012, 2016, 2022

Dokazují to i hodnoty prvních absolutních diferencí v letech 2005–2013, které jsou po celé zmíněné období kladné Tabulka 12 [1]. Průměrné tempo růstu pro tyto roky je 102,8 % Tabulka 13 [6]. Za tímto růstem stojí modernizace elektrárny Dukovany, kde v roce 2005 začaly fungovat modernizované turbogenerátory čímž se zvýšil výkon elektrárny.

Modernizace s cílem prodloužit životnost probíhala postupně až do roku 2013, kdy místo původního instalovaného výkonu 1760 MW dosáhla jaderná elektrárna Dukovany 2000 MW. Instalovaný výkon zvýšil i reálně vyrobenou elektrickou energii z důvodů uvedených v kapitole 3.2.5 a přesně odpovídá rostoucí tendenci v časové řadě. (80) (81) (82)

Od roku 2013 se již instalovaný výkon nezměnil, a proto je rok 2013 (30 745,3 GWh) a 2021 (30 731,2 GWh) téměř beze změny. Výrazný pokles je patrný v roce 2015 až do roku 2016 což dokazují i nejnižší hodnoty prvních absolutních diferencí za celé sledované období -3 484,0; -2 802,5 Tabulka 12 [1]. V tuto dobu byly odstavené 3 ze 4 bloků jaderné elektrárny Dukovany kvůli nekvalitně provedeným rentgenovým snímkům svarů potrubí. Tento problém je známý pod názvem „kauza svary“ a podle generálního ředitele ČEZ a.s. Daniela Beneše tím vznikla škoda ve výši 2,5 miliardy Kč. Celkové zvýšení výroby v obou

jaderných elektrárnách dohromady za sledované období od roku 2003 do roku 2021 dokládá i bazický index s hodnotou 118,8 % Tabulka 12 [4] (83) (84).

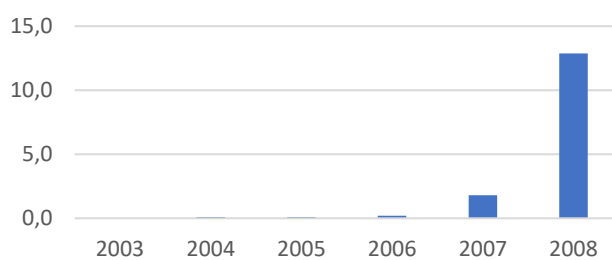
Pro modelaci výroby elektrické energie jadernými elektrárnami bylo využito 5 základních matematických funkcí, kde všechny dosahují hodnot indexu determinace okolo 40%. Nejlépe tuto časovou řadu popisuje funkce kvadratická, konkrétně:

$y = 5,2826x^2 + 355,46x + 25049$  s indexem determinace 43,05 % viz Tabulka 26. S velmi podobnou hodnotou indexu determinace a to 42,6 % lze tuto časovou řadu popsat funkcí lineární  $y = 249,81x + 25419$  viz Tabulka 26, ze které je na první pohled patrný lehce rostoucí trend, který se dá očekávat i do budoucna, ale jen v případě výstavby nových bloků stávajících elektráren nebo výstavbě nových jaderných elektráren.

#### 4.1.6 Analýza výroby elektrické energie fotovoltaickými elektrárnami

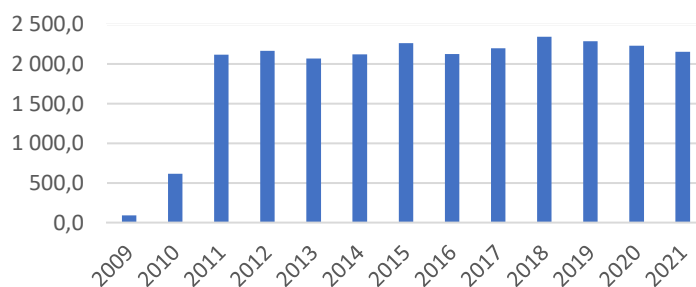
Fotovoltaické elektrárny v roce 2021 vyrobily 2,5 % z celkově vyrobené elektrické energie v ČR. Jsou tak co se týče podílu na výrobě předposlední z popsaných zdrojů. Přesto na tento typ elektráren jde o opravdu vysoké procento, jelikož na začátku sledovaného období byl jejich podíl na výrobě nulový. Z tohoto faktu je zřejmé, že sluneční záření jako zdroj elektrické energie musel mít rostoucí tendenci alespoň na části sledované časové řady.

Graf 16 Výroba elektrické energie fotovoltaickými elektrárnami 2003-2008 (GWh)



Zdroj: Vlastní dle dat ERÚ 2012, 2016, 2022

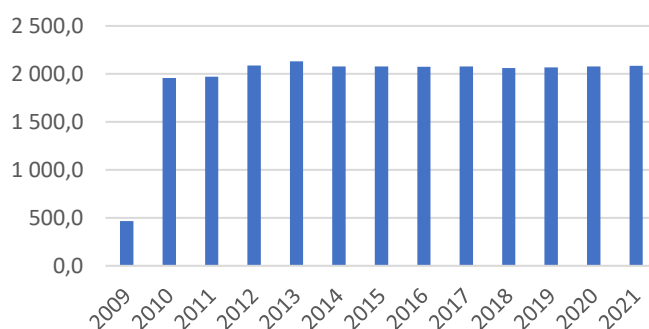
Graf 17 Výroba elektrické energie fotovoltaickými elektrárnami 2009-2021 (GWh)



Zdroj: Vlastní dle dat ERÚ 2012, 2016, 2022

Kvůli velkému nárůstu výroby díky stavbě fotovoltaických elektráren v období 2008-2011 je grafické zobrazení jejich výroby rozděleno do dvou časových úseků. Na Graf 16 je možné vidět počátek sledovaného období, roky 2003 až 2008, kdy byla výroba opravdu minimální a na úplném počátku nulová. Na Graf 17 je možné vidět výroba v letech 2009-2021, kdy došlo k velkému rozmachu tohoto typu elektráren. Největší nárůst byl v roce 2011, což dokazuje hodnota první absolutní diference 1 502,3 Tabulka 14 [1]. Příčina je zřejmě v podpoře Českou republikou, která se Evropské unii zavázala ke 13 % výrobě z obnovitelných zdrojů do roku 2020. A protože by solární elektrárny bez podpory nebyly pro majitele ekonomicky výhodné, zavedl se systém dotací. Ty byly v roce 2002 velmi výrazně nižší než náklady na výrobu, a tak počet elektráren byl minimální. S účinností od roku 2006 (zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře využívání obnovitelných zdrojů) sice došlo ke zvýšení dotací, ale nedošlo k hromadné výstavbě fotovoltaických elektráren, protože náklady na stavbu a výrobu byly pořád několikanásobně vyšší. Součástí zákona byla i nemožnost snížení výkupní ceny o více jak 5 % za rok. V letech 2009 a 2010 došlo k velmi výraznému poklesu nákladů hlavně díky velké produkci fotovoltaických panelů v Číně, čímž se fotovoltaické elektrárny staly rentabilní, a ještě přinášely velké zisky právě kvůli dotacím, které nešly snížit i přes snížení nákladů na elektrárnu a v ČR díky tomu došlo k obrovskému nárůstu počtu solárních elektráren. Tento skok v počtu elektráren je možné vidět na Graf 18. Ve srovnání s Graf 17 je zde vidět znatelný rozdíl ve výrobě a instalovaným výkonem v roce 2010. Tento rozdíl je pravděpodobně způsoben tím, že data jsou uvedena k 31.12.2010, kdy elektrárny byly nově postavené, byly jim udělené licence, ale ještě nebyly připojené k síti a nedocházelo tak k výrobě elektrické energie i přesto, že v instalovaném výkonu jsou již započteny. Zároveň většina nevyráběla celý rok a tím je výroba znatelně menší než další rok s podobným instalovaným výkonem.

*Graf 18 Instalovaný výkon fotovoltaických elektráren 2009–2021 (GWh)*



*Zdroj: Vlastní dle ERÚ ročních zpráv o provozu elektrizační soustavy ČR*

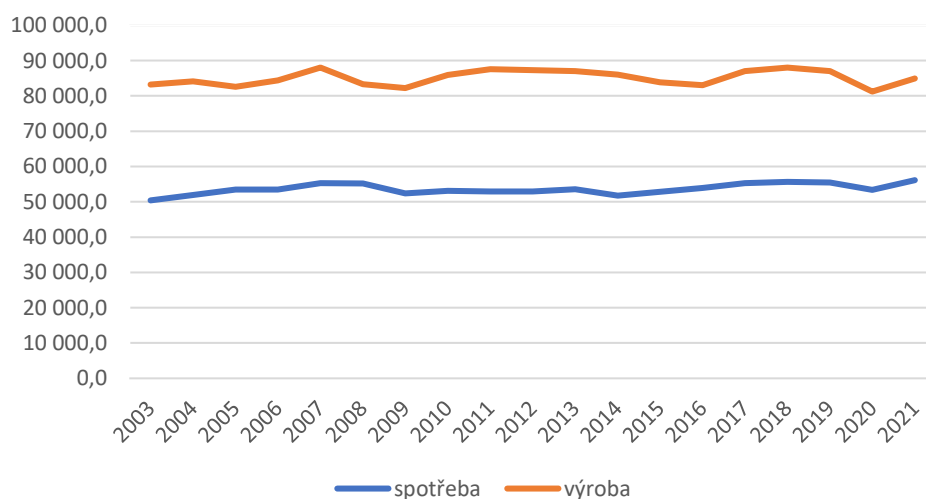
V letech 2009–2011 došlo k několikanásobnému růstu vyrobené elektrické energie fotovoltaickými elektrárnami, který dokládá i hodnota průměrného tempa růstu 488,4 % Tabulka 15 [6]. Kromě tohoto rostoucího trendu, který skončil „stop-stavem“ a změnou zákona má časová řada od roku 2011 do 2021 mírně kolísavý charakter, který je pravděpodobně způsobený nestálostí slunečního záření (85) (86) (87) (88).

Pro modelaci výroby elektrické energie fotovoltaickými elektrárnami v ČR za celé sledované období od roku 2003 do roku 2021 bylo experimentováno se třemi funkcemi, protože na počátku období byla výroba nulová. Na základě indexu determinace byla zvolena jako nejvhodnější funkce kvadratická  $y = -7,728x^2 + 323,33x - 923,56$  s hodnotou indexu determinace 81,97 % viz Tabulka 26.

## 4.2 Analýza spotřeby elektrické energie v ČR

Spotřeba elektrické energie je v ČR dlouhodobě nižší než výroba. ČR je tak soběstačnou zemí, co se týče elektrické energie. Porovnání vývoje výroby a spotřeby ve sledovaném období je možné vidět na Graf 19 Porovnání výroby a spotřeby elektrické energie v ČR za roky 2003-2021, kde je patrný podobný vývoj obou sledovaných časových řad, protože výroba reaguje na spotřebu.

Graf 19 Porovnání výroby a spotřeby elektrické energie v ČR za roky 2003-2021 (GWh)



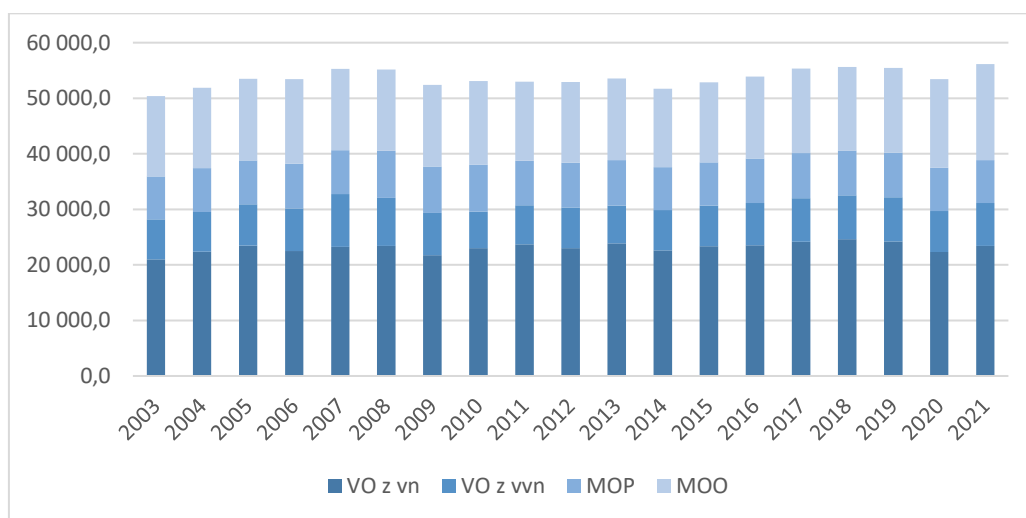
Zdroj: Vlastní dle dat ERÚ

Jelikož je potřeba, aby v síti byl pořad podobný odběr jako je množství dodané elektřiny, musí se pro nespotřebovanou elektrickou energii najít odběratel mimo ČR, kvůli tomu vzniká export a další zisky za vyrobenou elektrickou energii. V roce 2021 výroba pokryla spotřebu 151,3 %, kdy během roku vznikl 28 775,3 GWh rozdíl mezi výrobou a



spotřebou elektrické energie v ČR. Že byla vyrobena neznamená, že byla vyrobena ve správnou dobu, kdy po ní byla poptávka a kvůli tomu je potřeba i import elektrické energie. Export roku 2021 činil 26 228,2GWh a import 15 153,0 GWh. Celkově tak za rok 2021 Českou republikou „proteklo“ okolo 100 tisíc GWh a přibližně jen 60 % se spotřebovalo v ČR. A tato spotřeba se dále dělí podle odběratele. Více k tokům elektřiny a jejím ztrátám je na Obrázek 11 Balance elektřiny za rok 2021 (TWh) a kapitole 3.3, dále se budu analyzovat spotřebu podle odběratele, jež byla za rok 2021 56132 GWh, jak je uvedena na Graf 19. Spotřebu elektřiny rozdělenou dle typu odběratele je možné vidět na Graf 20.

*Graf 20 Spotřeba elektrické energie v ČR 2003–2021 (GWh)*



*Zdroj: Vlastní dle dat ERÚ 2012, 2016, 2022*

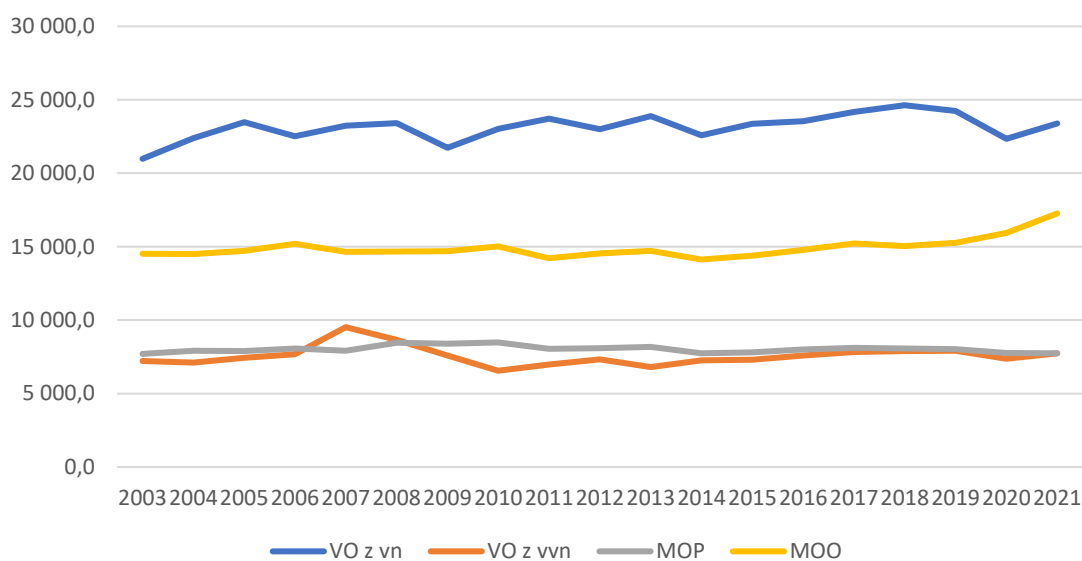
Z Graf 20 Spotřeba elektrické energie v ČR 2003–2021 je patrná i celkově lehce rostoucí tendence, čemuž odpovídá i hodnota bazického indexu 111,4 % Tabulka 16 [4].

U časové řady ukazatele celkové spotřeby elektrické energie v ČR vychází hodnoty indexů determinace všech testovaných trendových funkcí okolo 30 %. Nejvyšší index má funkce logaritmická s předpisem  $y = 1095,1 \ln(x) + 51368$  a hodnotou indexu determinace 33,33 % viz Tabulka 26. Z této funkce je patrná rostoucí tendence i když má funkce kolísavý charakter, čemuž odpovídá nízká hodnota indexu determinace. Téměř stejné hodnoty indexu determinace dosahuje funkce mocninná  $y = 51372x^{0,0206}$  s indexem determinace 33,23 % viz Tabulka 26, ze které je též patrná lehce rostoucí tendence. Obě funkce mají nízký index determinace okolo 33 %, převažuje tedy kolísavý charakter časové řady.

K největším poklesům došlo v roce 2009 a 2020, což dokazují hodnoty prvních absolutních diferencí -2 759,6; -2 018,2 Tabulka 16 [1]. V roce 2009 pokles způsobila

zřejmě hospodářská krize, která začala v USA 2008 a ovlivnila se zpožděním celý svět. V ČR tak byla v roce 2009 hospodářská recese, kdy výrazně poklesl i hrubý domácí produkt. V roce 2020 byla za poklesem covidová krize, kdy došlo vlivem práce z domova a dalších opatření k navýšení spotřeby maloobdobě – obyvatelstvem (MOO), ale výrazněji poklesla spotřeba velkoobdobě z vysokého napětí (VO z vn), což je možné vidět na Graf 20. Po šestiletém růstu od roku 2014 do roku 2019, kdy průměrné tempo růstu dosahovalo 101,4 % Tabulka 17 [6] dosáhla roku 2020 hodnota první absolutní difference -1 894,9 Tabulka 16 [1]. Vzhledem k jen lehce většímu poklesu celkové spotřeby -2 018,2 byl za tímto poklesem jistě pokles spotřeby VO z vn (89) (90). Rostoucí vývoj spotřeby VO z vn je možné vidět na Graf 21, což dokazuje i hodnota bazického indexu 111,5 % Tabulka 18 [4] a průměrné tempo růstu za roky 2014-2018, které je 102,2 Tabulka 19 [6].

*Graf 21 Vývoj spotřeby jednotlivých odběratelů v ČR 2003-2021 (GWh)*



*Zdroj: Vlastní dle dat ERÚ 2012, 2016, 2022*

Nejvýznamnější poklesy jsou právě v letech 2009 a 2020 jako u celkové spotřeby se stejnými důvody Tabulka 18 [1]. U MOO je vidět téměř konstantní vývoj, který začíná růst až od roku 2017, kdy se odchýlila od výchozího roku o necelých 5 % (hodnota bazického indexu 104,9 % Tabulka 24 [4]). K nejvyššímu růstu došlo po covidové krizi a za roky 2018–2021 je průměrné tempo růstu 104,7 % Tabulka 25 [6]. Tím došlo v roce 2021 na 119 % oproti roku 2003 Tabulka 24 [4].

Spotřeba velkoobdobě z vvn (VO z vvn) vykazuje kolísavý charakter s mírně rostoucím trendem. K největšímu nárůstu došlo v roce 2007 což dokazuje hodnota první absolutní

diference 1854,2 Tabulka 22 [1]. K tomuto nárůstu došlo před krizí a způsobil růst celkové spotřeby o podobnou hodnotu, ale důvod není zřejmý. Od roku 2013 do 2019 vykazuje rostoucí tendenci s průměrným koeficientem růstu 102,6 % Tabulka 23 [6]. A bazický index nabývá hodnoty 107,2 % Tabulka 22 [4]. U malooběratelů – podnikatelů je spotřeba téměř konstantní, což je možné vidět na Graf 21. A dokazuje to i hodnota bazického indexu 100,7 % Tabulka 20 [4]. Za celé sledované období se spotřeba MOP pohybuje v rozmezí hodnot 7 699,0; 8478,3 GWh a nejdelší úsek s jednotným trendem je 2017 až 2021, kdy je průměrné tempo růstu 98,9 % Tabulka 21 [6]. V tomto období je největší pokles v roce 2020 spojený s covidovou krizí a hodnota první absolutní diference dosáhla hodnoty -251,4 Tabulka 20 [1].

## 5. Zhodnocení výsledků

V praktické části práce byla nejprve analyzována celková výroba a spotřeba elektrické energie v České republice. Poté byly analyzovány i jednotlivé části tvořící výrobu a spotřebu elektřiny. Výroba i spotřeba elektrické energie byla ve sledovaném období od roku 2003 do roku 2021 ovlivněna počasím, politickou situací i celosvětovou krizí způsobenou covidem. Podstatný vliv mělo také rozhodnutí o snížení uhlíkové stopy a tím zavírání parních elektráren, které fungují převážně na uhlí. Kromě toho na energetickou situaci v Evropě mělo velký vliv jednání Německa, které začalo rušit jaderné elektrárny i když produkovaly značnou část vyrobené elektrické energie.

### 5.1 Výroba elektrické energie v ČR 2003-2021

Celková výroba jako i mnoho z jejích dílčích částí měla převážně kolísavý charakter, ale vždy pokryla spotřebu elektrické energie v ČR za daný rok. Výroba vodními elektrárnami je velmi závislá na počasí a množství vody v řekách. V posledních letech došlo k mírnému nárůstu výroby v tomto typu elektráren z důvodu modernizace elektráren a jejich výroba elektrické energie se tak v roce 2021 dostala na 3620 MWh. Výroba elektrické energie větrnými elektrárnami měla rostoucí trend hlavně v letech 2003-2013. Tento nárůst byl způsobený hojnou výstavbou nových větrných elektráren, který se v roce 2015 dostal na počet 128. Kromě této výstavby měla na jejich výrobu největší vliv rychlost větru, která nesmí být příliš nízká ani vysoká.

Výrobu parními elektrárnami je velká snaha omezit i za cenu zdražení elektřiny kvůli škodlivosti pro životní prostředí. Ve sledovaném období je tak patrný velký pokles. Tuto chybějící vyrobenou elektřinu zastupují z největší části elektrárny paroplynové a plynové, které jsou naopak na vzestupu i přesto, že výroba v tomto typu elektráren je úplně nejdražší z používaných a na základě principu merit order zdražuje elektrickou energii spotřebitelům. Výroba jadernými elektrárnami je poměrně konstantní po celé období, protože jaderné elektrárny vyrábí v závislosti na instalovaném výkonu a je nevýhodné štěpnou reakci zastavovat. K nárůstu během sledovaných let došlo kvůli modernizaci jaderné elektrárny Dukovany, čímž se zvýšil i instalovaný výkon. Fotovoltaické elektrárny v roce 2003 v podstatě nebyly a k výstavbě došlo hlavně v letech 2008-2011 kvůli dotacím na podporu obnovitelných zdrojů a zlevnění výroby.

## **5.2 Spotřeba elektrické energie v ČR 2003-2021**

Celková spotřeba elektrické energie v ČR byla roku 2021 na své nejvyšší hodnotě za celé sledované období a to 56132 MWh. To odpovídá i její celkově rostoucí tendenci. Poklesy, ke kterým došlo v roce 2009 a 2020, byly způsobeny hospodářskou krizí a covidem. Největší část spotřebují VO z vn, u kterých právě v roce 2020 došlo k poklesu spotřeby. Naopak kvůli práci z domova za dob covidu v roce 2020 narostla spotřeba MOO, která má rostoucí tendenci až za poslední roky (do té doby téměř konstantní vývoj). Spotřeba VO z vvn má kolísavý charakter a jen mírně roste jako celková spotřeba. Téměř beze změny je za sledované období spotřeba MOP se spotřebou 7748,7 MWh za rok 2021, kde konstantnost dokazuje i hodnota bazického indexu 100,7 %.

## 6. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vystižení a popis vývojových tendencí ve vývoji výroby a spotřeby elektrické energie v České republice v letech 2003-2021.

Výsledky vlastní práce dochází k závěru, že většina způsobů výroby elektrické energie má ve zvoleném období rostoucí tendenci ať už z důvodů modernizace nebo stavby nových elektráren. Jediné parní elektrárny výrazně klesají, protože je zde snaha o omezení jejich výroby s ohledem na životní prostředí. K největšímu zvýšení výroby došlo u fotovoltaických elektráren z důvodu státní podpory a zlevnění jejich výstavby v letech 2009 a 2010, kde se poté rostoucí tendence zastavila a od té doby je časová řada konstantní. Nárůst výroby elektrické energie je také patrný u paroplynových a plynových elektráren, protože částečně nahrazují chybějící výrobu parních elektráren. A u větrných elektráren došlo k nárůstu oproti výchozímu roku na 15424 %, ale jejich podíl na celkové výrobě ČR je méně než 1 % a proto nemají na celkovou výrobu elektrické energie velký vliv. Celková výroba i spotřeba v České republice je poměrně konstantní, přičemž spotřeba poslední roky roste výrazně rychleji než výroba, ale ČR má stále velkou rezervu na pokrytí případného zvýšení spotřeby.

K největší spotřebě došlo roku 2021 a to konkrétně ke spotřebě 56 132 GWh, což je oproti výchozímu roku 111,4 %. Největší podíl na spotřebě mají po celou sledovanou dobu velkoodběratelé z vysokého napětí s průměrnou spotřebou 23136,1 GWh a rostoucí tendencí 111,5 % oproti výchozímu roku. U těchto velkoodběratelů došlo k nejvyššímu poklesu v roce 2020 v důsledku covidové krize. Druhou největší spotřebu v ČR mají maloodběratelé obyvatelstvo, u kterých byla dlouhé roky konstantní spotřeba a až v posledních letech má rostoucí tendenci pravděpodobně i v důsledku covidové krize. Dostali se tak během pěti let na 118,97 % spotřeby elektrické energie oproti roku 2003. U velkoodběratelů z velmi vysokého napětí spotřeba mírně stoupá, ale vykazuje velmi kolísavý charakter. A maloodběratelé podnikatelé mají stále podobnou spotřebu s několika výkyvy, kdy v posledních letech spotřeba poklesla pravděpodobně též kvůli covidové krizi. Od roku 2003 jsou ale 100,65% spotřeby, takže zůstala téměř stejná.

## 7. Seznam použitých zdrojů

1. ROČNÍ ZPRÁVA O PROVOZU ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVY ČESKÉ REPUBLIKY ZA ROK 2021. In: . Jihlava: Energetický regulační úřad, 2022. Dostupné také z: [https://www.eru.cz/zpravy-o-provozu-elektrizacni-soustavy?fbclid=IwAR1evr5u4C4GMTlaeJHWvAZNLBoY1\\_BFrqMKEvIx-W76](https://www.eru.cz/zpravy-o-provozu-elektrizacni-soustavy?fbclid=IwAR1evr5u4C4GMTlaeJHWvAZNLBoY1_BFrqMKEvIx-W76). [Online]
2. HENDL, Jan. *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat. Páté, rozšířené vydání. Praha: Portál, 2015. ISBN 978-802-6209-812.*
3. HINDLS, Richard. *Statistika pro ekonomy. 8. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-43-6.*
4. SOUČEK, Eduard. *Statistika pro ekonomy. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu, 2007. ISBN 978-80-86730-06-6.*
5. FISCHER, Jakub, Věra JEŘÁBKOVÁ, Ludmila PETKOVÁ, Veronika PTÁČKOVÁ a Petra ŠVARCOVÁ. *Základní metody statistického srovnávání. Praha: Oeconomica, 2019. ISBN 978-80-245-2342-2.*
6. MAREK, Luboš. *Statistika pro ekonomy: aplikace. 2. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-808-6946-405.*
7. ARLT, Josef, Markéta ARLTOVÁ a Eva RUBLÍKOVÁ. *Analýza ekonomických časových řad s příklady. Praha: Vysoká škola ekonomická, 2002. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-245-0307-7.*
8. Elektromagnetická indukce. ČEZ [online]. Praha: ČEZ, 1999 [cit. 2022-07-31]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/vykladovy-slovník-energetiky/hesla/elektromag\\_induk.html](https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/vykladovy-slovník-energetiky/hesla/elektromag_induk.html). [Online]
9. [https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/05/stroje\\_2.html](https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/05/stroje_2.html). [Online]
10. Kompenzace elektrického jalového výkonu. Elektro [online]. 2009, 4 [cit. 2022-07-31]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/kompenzace-elektrického-jaloveho-vykonu--11073>. [Online]
11. ELEKTRICKÝ PROUD A FYZIKÁLNÍ JEDNOTKY. ČEZ [online]. Praha: ČEZ, 1999 [cit. 2022-07-31]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/05/jednotky\\_1.html](https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/05/jednotky_1.html). [Online]
12. Elektrický výkon. Informační portál energetické gramotnosti [online]. Praha: EFEKT 2, 2017 - 2021 [cit. 2022-07-31]. Dostupné z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/elektricky-vykon>. [Online]
13. Elektrický proud. Informační portál energetické gramotnosti [online]. Praha: EFEKT 2, 2017 - 2021 [cit. 2022-07-31]. Dostupné z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/elektricky-proud#article-top>. [Online]
14. Biomechanika - studijní materiály. Katedra mechaniky [online]. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2022 [cit. 2022-07-31]. Dostupné z: <https://www.kme.zcu.cz/kmet/bio/mechenzze.php>. [Online]
15. ELEKTRIZAČNÍ A PŘENOSOVÁ SOUSTAVA. Svět energie [online]. Praha: ČEZ, 2020 [cit. 2022-07-29]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elektřiny/distribuce-elektrické-energie-podrobně/elektrizacni-a-prenosova-soustava/vyklad>. [Online]
16. Transformace napětí. Informační portál energetické gramotnosti [online]. Praha: EFEKT 2, 2017 - 2021 [cit. 2022-07-31]. Dostupné z:

- [http://elektross.gjn.cz/elektrina/el\\_proud/generace\\_proudu/generator/transformator.html](http://elektross.gjn.cz/elektrina/el_proud/generace_proudu/generator/transformator.html). [Online]
17. **PROPOJOVACÍ A DISTRIBUČNÍ TRANSFORMÁTORY**. Svět energie [online]. Praha: ČEZ, 2020 [cit. 2022-07-31]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elektřiny/distribuce-elektrické-energie-podrobne/propojovací-a-distribucni-transfo>. [Online]
18. **CHARAKTERISTIKA ZDROJE** [online]. Praha: Svět energie [cit. 2022-06-29]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/uhelne-elektřarny/uhelna-elektřarna-podrobne/charakteristika-zdroje/vyklad>.
19. **Elektřárny** [online]. Praha: ČEZ [cit. 2022-06-29]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/05/elektřarny\\_2.html](https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/05/elektřarny_2.html).
20. **QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií**. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.
21. **PAROPLYNOVÉ ELEKTRÁRNY** [online]. Praha: Svět energie [cit. 2022-06-29]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/plynove-a-paroplynove-elektřarny>. [Online]
22. **JAK FUNGUJE FOTOVOLTAICKÁ ELEKTRÁRNA** [online]. Praha: ČEZ [cit. 2022-06-29]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobní-zdroje/obnovitelne-zdroje/slunce/jak-funguje-slunecni-elektřarna>.
23. **Skladování elektrické energie: možnosti**. Nazeleno [online]. Brno: Narrative Media, 2011 [cit. 2022-07-28]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/skladovani-elektrické/energie/energetika/skladovani-elektrické-energie-moznosti.aspx>. [Online]
24. **Akumulace energie**. Svět energie [online]. Praha: ČEZ, 2020 [cit. 2022-07-28]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/decentralizovana-energetika/decentralizovane-energetické-zdroje-podrobne/akumulace-energie/vyklad>. [Online]
25. **VODÍKOVÁ ENERGETIKA** [online]. Praha: Svět energie [cit. 2022-07-07]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/decentralizovana-energetika/decentralizovane-energetické-zdroje-podrobne/vodikova-energetika/vyklad>.
26. **PRŮTOČNÉ A AKUMULAČNÍ VODNÍ ELEKTRÁRNY**. Svět energie [online]. Praha: ČEZ [cit. 2022-06-28]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/obnovitelne-zdroje-energie-pro-deti/vodni-energie-pro-deti/prutocne-a-akumulacni-vodni-elektřarny/jak>.
27. **Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v ČR**. Cez.cz [online]. Praha: ČEZ, 2007 [cit. 2022-07-17]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/obnovitelne\\_zdoje\\_energie\\_a\\_moznosti\\_jejich\\_vyuziti\\_pro\\_cr.pdf](https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/obnovitelne_zdoje_energie_a_moznosti_jejich_vyuziti_pro_cr.pdf).
28. **PŘEČERPÁVACÍ VODNÍ ELEKTRÁRNY**. Svět energie [online]. Praha: ČEZ, 2020 [cit. 2022-07-28]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/obnovitelne-zdroje-energie-pro-deti/vodni-energie-pro-deti/precerpavaci-vodni-elektřarny/jak-funguji>. [Online]
29. **VOBOŘIL, David. Vodní elektrárny - princip, rozdělení, elektrárny v ČR** [online]. Třebíč: OM Solutions, 2016 [cit. 2022-06-28]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/vodni-elektřarny-princip-a-rozdeleni>.
30. **NA DLOUHÝCH STRÁNÍCH ZAČALA Odstávka, Probíhájí opravy za 40 MIL. Kč**. Skupina ČEZ [online]. Praha: ČEZ [cit. 2022-06-28]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/na-dlouhych-stranich-zacala-odstavka-probihaji-opravy-za-40-mil.-kc-85325>.



31. *Větrné elektrárny - princip, rozdělení, elektrárny v ČR. O energetice [online].* Třebíč: OM Solutions, 2015 [cit. 2022-06-28]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/typy-elektraren/vetrne-elektrarny-princip-cinnosti-zakladni-rozdeleni>.
32. *INVESTICE A NÁVRATNOST VĚTRNÝCH ELEKTRÁREN [online].* Praha: Skupina ČEZ [cit. 2022-06-29]. Dostupné z: <https://www.pro-vetrniky.cz/cs/fakta-o-vetrnych-elektrarnach/investice-a-navratnost-ve>.
33. *ODSÍŘENÍ SPALIN [online].* Praha: Svět energie [cit. 2022-07-07]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/uhelne-elektrarny/uhelna-elektrarna-podrobne/odsireni-spalin/vyklad>.
34. *Energosádrovec [online].* Praha: ČEZ energetické produkty [cit. 2022-07-07]. Dostupné z: <https://www.cezep.cz/cs/vedlejsi-energeticke-produkty/energoadrovec>.
35. *Paroplynová elektrárna – princip funkce [online].* Třebíč: OM Solutions, 2015 [cit. 2022-06-29]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/paroplynova-elektrarna-princip-funkce>.
36. *Úvod do liberalizované energetiky. 2., aktualiz. vyd. Praha: Asociace energetických manažerů, 2016. ISBN 978-80-260-9212-4. Dostupné také z: https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/kniha-trh-s-elektrinou.pdf*
37. ZAMOUŘIL, Jakub a Jan KRČÁL. *Jak se na trhu stanovuje cena elektřiny? Fakta o klimatu [online].* Brno: Otevřená data o klimatu, 2022 [cit. 2022-07-20]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/explainery/cena-elektriny-na-trhu>. [Online]
38. *JADERNÁ ELEKTRÁRNA TEMELÍN. Skupina ČEZ [online].* Praha: ČEZ, 2022 [cit. 2022-07-29]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobnizdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice/ete>. [Online]
39. *JAK FUNGUJE JADERNÁ ELEKTRÁRNA. Skupina ČEZ [online].* Praha: ČEZ, 2022 [cit. 2022-07-29]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobnizdroje/jaderna-energetika/je-ve-svete/jak-funguje-jaderna-elektrarna>. [Online]
40. *Správa uložišť radioaktivních odpadů [online].* Praha: SÚRAO, 2022 [cit. 2022-07-07]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/o-nas/financovani/>.
41. *NORDMANN, Roger. Budoucnost bez atomu a ropy. Praha: E-knihy jedou, 2018. ISBN 9788075892676.*
42. *SLUNEČNÍ FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY. Svět energie [online].* Praha: ČEZ, 2020 [cit. 2022-07-29]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/obnovitelne-zdroje-energie/slunecni-elektrarny-podrobne/slunecni-fotovoltaicke-elektrarny/vyklad>. [Online]
43. *FOJTL, Martin. Energetický mix v ČR [online].* Brno, 2020 [cit. 2022-06-25]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/193330>. *Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. Energetický ústav. Vedoucí práce Martin Lisý.*
44. *Národní energetický mix [online].* Praha: OTE [cit. 2022-06-29]. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/narodni-energeticky-mix>.
45. *European Residual Mix [online].* Belgie: AIB, 2022 [cit. 2022-06-30]. Dostupné z: [https://www.aib-net.org/sites/default/files/assets/facts/residual-mix/2021/AIB\\_2021\\_Residual\\_Mix\\_Results\\_1\\_1.pdf](https://www.aib-net.org/sites/default/files/assets/facts/residual-mix/2021/AIB_2021_Residual_Mix_Results_1_1.pdf).
46. *Státní energetická koncepce [online].* Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2014 [cit. 2022-06-29]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/52841/60959/636207/priloha006.pdf>.
47. *NIGRIN, Tomáš, Martin LANDA a Tereza SVOBODOVÁ. Německo bez jádra?: SRN na cestě k odklonu od jaderné energie. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-802-4631-868.*

48. *Německo se dohodlo na ukončení výroby elektřiny z hnědého uhlí k roku 2038 [online]. Praha: ČTK, 2020 [cit. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/ekonomika/3031199-nemecko-se-dohodlo-na-ukonceni-vyroby-elekriny-z-hnedeho-uhli-k-roku-2038>.*
49. *Německo zvažuje ponechat jádro v provozu, v energetice už prý neexistují tabu [online]. Praha: vaj, swp, ČTK, 2022 [cit. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/nemecko-zvazuje-ponechat-jadro-v-provozu-v-energetice-uz-pry-n>.*
50. *Polsko se připravuje na výstavbu první jaderné elektrárny, u veřejnosti má podporu [online]. Třebíč: OM Solutions, 2019 [cit. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/zahranicni/polsko-se-pripravuje-vystavbu-prvni-jaderne-elekrarny-u-verejnosti-ma>.*
51. *Slovensko zvažuje, že bude kupovat palivo pro jaderné elektrárny nejen z Ruska [online]. Třebíč: OM Solutions, 2022 [cit. 2022-06-30]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/jaderne-elekrarny/slovensko-zvazuje-ze-bude-kupovat-palivo-pro-jaderne-elekrarny-ne>.*
52. *Rakousko chce do roku 2030 vyrábět elektřinu pouze z obnovitelných zdrojů [online]. Praha: Ministerstvo zahraničních věcí, 2021 [cit. 2022-06-30]. Dostupné z: [https://www.mzv.cz/vienna/cz/obchod\\_a\\_ekonomika/akce/rakousko\\_chce\\_do\\_roku\\_2030\\_vyrabet.html](https://www.mzv.cz/vienna/cz/obchod_a_ekonomika/akce/rakousko_chce_do_roku_2030_vyrabet.html).*
53. *Vyhláška č. 408/2015 Sb. In: . Praha, 2015, číslo 408. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-408>. Příloha 7. [Online]*
54. *Distribuční soustava. Svět energie [online]. Praha: ČEZ, 2018 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elekriny/distribuce-elekricke-energie-podrobne/distribucni-soustava/vyklad>.*
55. *Zdroje elektrické energie. Informační portál energetické gramotnosti [online]. Praha: EFEKT 2, 2017 - 2021 [cit. 2022-07-20]. Dostupné z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/zdroje-elekricke-energie>. [Online]*
56. *VLČEK, Tomáš a Filip ČERNOCH. The Energy Sector and Energy Policy of the Czech Republic. Brno: Masarykova univerzita, 2019, 174 s. ISBN 9788021093522.*
57. *BERAN, Hynek, Vladimír WAGNER a Václav PAČES, ed. Česká energetika na křižovatce. V Praze: Management Press, 2018. ISBN 978-80-7261-560-5.*
58. *Co je PXE. PXE [online]. Praha: PXE, 2022 [cit. 2022-07-29]. Dostupné z: <https://pxe.cz/cs/o-nas/co-je-pxe>. [Online]*
59. *JAK SE SKLÁDÁ CENA ELEKTRINY. ČEZ [online]. Praha: ČEZ, 2022 [cit. 2022-07-29]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/podpora/vsechny-clanky/jak-se-sklada-cena-elekriny-59072>. [Online]*
60. *Trh s elektřinou. Informační portál energetické gramotnosti [online]. Praha: EFEKT 2, 2020 [cit. 2022-07-29]. Dostupné z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/trh-s-elekrinou#article-top>. [Online]*
61. *Vyrovňovací trh. Informační portál energetické gramotnosti [online]. Praha: EFEKT 2, 2020 [cit. 2022-07-29]. Dostupné z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/vyrovnavaci-trh>. [Online]*
62. *KODEX PŘENOSOVÉ SOUSTAVY. ČEPS [online]. Praha: ČEPS, 2021 [cit. 2022-07-29]. Dostupné z: [https://www.eru.cz/sites/default/files/import\\_files/Kodex\\_II.pdf](https://www.eru.cz/sites/default/files/import_files/Kodex_II.pdf). [Online]*
63. *Povodně 2013. Aktuálně.cz [online]. Praha: Ekonomia, 2013 [cit. 2022-10-20]. Dostupné z: <https://www.aktualne.cz/wiki/domaci/povodne-2013/r~i:wiki:3791/>.*

64. *Vodní elektrárny stále nesou stopy povodní. IDNES [online]. Praha: MAFRA, 2003 [cit. 2022-10-20]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/ekonomika/podniky/vodni-elektrarny-stale-nesou-stopy-povodni.A030218\\_141525\\_ekoakcie\\_ven](https://www.idnes.cz/ekonomika/podniky/vodni-elektrarny-stale-nesou-stopy-povodni.A030218_141525_ekoakcie_ven).*
65. *Tůma, A., Viskot, M. 2018. Sucho 2018 v oblastech povodí Moravy a Dyje – dopady, opatření. In: Vodní toky 2018. ISBN 978-80-7458-109-0.*
66. *SCHREIER, Martin. Zmodernizované vodní elektrárny ČEZ jedou na rekordní vlně. Loni zvedly výrobu o 17 procent a pokryly spotřebu více než 350 tisíc domácností. Skupina ČEZ [online]. Praha: ČEZ, 2022 [cit. 2022-10-20]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro>.*
67. *VÝVOJ POČTU PROVOZOVEN A INSTALOVANÉHO VÝKONU PODPOROVANÝCH ZDROJŮ ENERGIE KE DNI 31. 12. 2021. Energetický regulační úřad [online]. Jihlava: Energetický regulační úřad, 2022 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/vyvoj-poctu-provozoven-instalo>.*
68. *Moderní větrné elektrárny u Věžnic na Vysočině otevírají už tuto sobotu!. Skupina ČEZ [online]. Praha: ČEZ, 2016 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/moderni-vetrne-elektrarny-u-veznic-na-vysocine-otviraji-uz-tuto>.*
69. *Meteorologové varují před silným větrem na Moravě, v noci ještě zesílí. IDNES [online]. Praha: MAFRA, 2016 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/vystraha-vitr-pocasi.A161120\\_104454\\_domaci\\_pku](https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/vystraha-vitr-pocasi.A161120_104454_domaci_pku).*
70. *Silný vítr se prohnal Českem, bez proudu jsou stále tisíce domácností. Aktuálně.cz [online]. Praha: Ekonomia, 2021 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/domaci/v-cesku-uderil-silny-vitr-lame-stromy-a-zhruba-160-tisic-odb/r~0860dad23260>.*
71. *PRAX, Martin. Proměny české energetiky: uzavření elektrárny Pruněřov I není nic víc, než první krok. Obnovitelně [online]. Brno: Obnovitelně, 2020 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: <https://www.obnovitelne.cz/clanek/1245/promeny-ceske-energetiky-uzavreni-elek>.*
72. *Vědecká komise žádá konec uhlí v ČR do roku 2033, uvedla doporučení. O energetice [online]. Třebíč: OM Solutions, 2021 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/uhli/vedecka-komise-zada-konec-uhli-v-cr-do-roku-2033-uedla-doporuceni>.*
73. *Pařížská dohoda o změně klimatu. Evropská rada [online]. Belgie: Evropská rada, 2022 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/policies/climate-change/paris-agreement/>.*
74. *Výroba elektřiny v ČR: Éra uhlí končí, nahradí jej jádro. Nazeleno [online]. Brno: Narrative Media, 2010 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/energie/energetika/vyroba-elekriny-v-cr-era-uhli-konci-nahradi-jej-jadro.aspx>.*
75. *Elektrárny Pruněřov. ČEZ [online]. Praha: ČEZ, 2022 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/uhelne-elektrarny-a-teplarny/uhelne-elektrarny-a-teplarny-cez-v-cr/elektrarny-prunerov-58176>.*
76. *Emisní obchodování. Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2022 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/emisni\\_obchodovani](https://www.mzp.cz/cz/emisni_obchodovani).*
77. *KUBÁTOVÁ, Zuzana. Jaderné Dukovany nestačí, přijde éra plynu. A elektřina musí zdražit. Seznam zprávy [online]. Praha: Seznam Zprávy, 2020 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/jaderne-dukovany-destaci-prijde-era-plynu-a-elektr>.*

78. *Uhelná elektrárna Mělník III je odstavená. Lokalita míří k ekologičtějšímu provozu. Aktuálně [online]. Praha: Ekonomia, 2021 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/elektrarna-melnik-iii-bude-definitivne-odstavena-v-druhe-pol/r>.*
79. *Indexy cen průmyslových výrobců - únor 2022. Český statistický úřad [online]. Praha: Český statistický úřad, 2022 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/indexy-cen-prumyslovych-vyrobcu-unor-2022>.*
80. *SPIILKA, Petr. Jaderná elektrárna Dukovany na novém výkonu 454MW (jeden blok). Skupina ČEZ [online]. Praha: ČEZ, 2005 [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/jaderna-elektrarna-dukovany-na-novem-vykonu-454mw-jeden-blok>.*
81. *Modernizace Dukovan pokračuje. Výkon zvýší i druhý blok. Aktuálně [online]. Praha: Ekonomia, 2010 [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/regiony/vysocina/modernizace-dukovan-pokracuje-vykon-zvysi-i-druhy-blok/r~i:article:676799/>.*
82. *STEJSKALOVÁ, Věra. Dukovany - Jaderná elektrárna Dukovany na Třebíčsku plánuje po čtvrt století výroby namísto útlumu další rozvoj. Žďárský deník [online]. Praha: Vltava labe media, 2010 [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://zdarsky.denik.cz/podnikani/at>.*
83. *MORAVEC, Jan. Nekvalitní snímky svarů v Dukovanech způsobily ČEZ ztrátu 2,5 miliardy korun. O energetice [online]. Třebíč: OM Solutions, 2016 [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/slug/nekvalitni-snimky-svaru-zpusobily-cez-ztraty-2-a-pul-m>.*
84. *Elektrárna Dukovany odstaví další dva bloky kvůli kontrole svárů. Deník [online]. Praha: Vltava labe media, 2015 [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/kraj-vysocina/elektrarna-dukovany-odstavi-dalsi-dva-bloky-kvuli-kontrola-svaru-20150917-lh>.*
85. *VOBOŘIL, David. Příčiny solárního boomu v České republice. O energetice [online]. Třebíč: OM Solutions, 2015 [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/priciny-solarniho-boomu>.*
86. *KUČEROVÁ, Barbora. Doba solárního temna končí. Poslanci uvolnili pravidla pro fotovoltaiky. Seznam zprávy [online]. Praha: Seznam Zprávy, 2021 [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/doba-temna-konci-poslanci-schvalili-nova-pravi>.*
87. *STUHLÍK, Jan. Se stropy pro vyplácenou podporu obnovitelných zdrojů se už nepočítá. E15 [online]. Praha: CZECH NEWS CENTER, 2014 [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/solarni-energie-2011-novy-zakon-o-obnovitelnych-zdrojich/>.*
88. *PONCAROVÁ, Jana. Solární energie 2011: Nový zákon o obnovitelných zdrojích. Nazeleno [online]. Brno: Narrative Media, 2011 [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/solarni-energie-2011-novy-zakon-o-obnovitelnych-zdrojich/>.*
89. *Krize v datech: Kudy vedla cesta k pádu Lehman Brothers a recesi. Česká televize [online]. Praha: Česká televize, 2018 [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/ekonomika/2586556-krize-v-datech-kudy-vedla-cesta-k-padu-lehman-brothers-a->.*
90. *Krize v roce 2009? Zchudne celý svět, bohatí i chudí. Aktuálně [online]. Praha: Ekonomia, 2008 [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/krize-v-roce-2009-zchudne-cely-svet-bohati-i-chudi/r~i:article:624100/>.*

## 8. Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk

### 8.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 Dlouhé stráně.....	23
Obrázek 2 Střekov .....	24
Obrázek 3 Lipno .....	24
Obrázek 4 Přeměny energie ve větrné elektrárně .....	26
Obrázek 5 Schéma funkce spalovací tepelné elektrárny .....	27
Obrázek 6 Dětmorovice .....	28
Obrázek 7 Počeradý .....	29
Obrázek 8 Schéma jaderné elektrárny .....	31
Obrázek 9 Temelín.....	32
Obrázek 10 Fotovoltaický článek .....	33
Obrázek 11 Bilance elektřiny za rok 2021 (TWh).....	37
Obrázek 12 Diagram denního zatížení.....	39

### 8.2 Seznam grafů

Graf 1 Energetický mix ČR 2021 .....	34
Graf 2 Energetický mix sousedních zemí 2021 .....	36
Graf 3 Roční cyklus spotřeby elektrické energie ČR 2021 .....	39
Graf 4 Princip merit order.....	41
Graf 5 Výroba elektrické energie v ČR 2003-2021 .....	43
Graf 6 Výroba elektrické energie dle druhů výroby 2003–2021 v ČR.....	44
Graf 7 Výroba elektrické energie vodními elektrárnami v ČR 2003–2021 (GWh) .....	45
Graf 8 Výroba vodních elektráren bez elektráren přečerpávacích 2007–2021 .....	46
Graf 9 Výroba větrnými elektrárnami v ČR podle měsíců za rok 2021 (GWh).....	47
Graf 10 Výroba elektrické energie větrnými elektrárnami v ČR 2003–2021 (GWh) .....	47
Graf 11 Větrné elektrárny k 30.6.2022 .....	48
Graf 12 Výroba elektrické energie parními elektrárnami 2003-2021.....	50
Graf 13 Výroba elektrické energie paroplynovými a plynovými elektrárnami 2003-2021 .....	51
Graf 14 Průměrné ceny zemního plynu za dodávky pro průmysl v ČR (Kč/MWh bez daní) .....	52
Graf 15 Výroba elektrické energie jadernými elektrárnami 2003-2021 .....	53
Graf 16 Výroba elektrické energie fotovoltaickými elektrárnami 2003-2008 .....	54
Graf 17 Výroba elektrické energie fotovoltaickými elektrárnami 2009-2021 .....	54
Graf 18 Instalovaný výkon fotovoltaických elektráren 2009–2021 .....	55
Graf 19 Porovnání výroby a spotřeby elektrické energie v ČR za roky 2003-2021.....	56
Graf 20 Spotřeba elektrické energie v ČR 2003–2021 .....	57
Graf 21 Vývoj spotřeby jednotlivých odběratelů v ČR 2003-2021 .....	58

## Přílohy

Tabulka 1 Elementární charakteristiky vývoje celkové výroby elektrické energie v ČR....	71
Tabulka 2 Průměrné elementární charakteristiky celkové výroby elektrické energie v ČR .....	71
Tabulka 3 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie vodními elektrárnami včetně přečerpávacích v ČR .....	72
Tabulka 4 Průměrné elementární charakteristiky výroby vodními elektrárnami včetně přečerpávacích .....	72
Tabulka 5 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie vodními elektrárnami v ČR (bez přečerpávacích).....	73
Tabulka 6 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie větrnými elektrárnami v ČR .....	74
Tabulka 7 Průměrné elementární charakteristiky výroby větrnými elektrárnami .....	74
Tabulka 8 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie parními elektrárnami v ČR .....	75
Tabulka 9 Průměrné elementární charakteristiky výroby parními elektrárnami .....	75
Tabulka 10 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie paroplynovými a plynovými elektrárnami v ČR.....	76
Tabulka 11 Průměrné elementární charakteristiky výroby paroplynovými a plynovými elektrárnami .....	76
Tabulka 12 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie jadernými elektrárnami v ČR .....	77
Tabulka 13 Průměrné elementární charakteristiky výroby jadernými elektrárnami.....	77
Tabulka 14 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie fotovoltaickými elektrárnami v ČR .....	78
Tabulka 15 Průměrné elementární charakteristiky výroby fotovoltaickými elektrárnami ..	78
Tabulka 16 Elementární charakteristiky vývoje celkové spotřeby elektrické energie v ČR	79
Tabulka 17 Průměrné elementární charakteristiky celkové spotřeby elektrické energie v ČR .....	79
Tabulka 18 Elementární charakteristiky vývoje spotřeby elektrické energie VO z vn v ČR .....	80
Tabulka 19 Průměrné elementární charakteristiky spotřeby VO z vn v ČR.....	80
Tabulka 20 Elementární charakteristiky vývoje spotřeby elektrické energie MOP v ČR ..	81
Tabulka 21 Průměrné elementární charakteristiky spotřeby MOP v ČR.....	81
Tabulka 22 Elementární charakteristiky vývoje spotřeby elektrické energie VO z vvn v ČR .....	82
Tabulka 23 Průměrné elementární charakteristiky spotřeby VO vvn v ČR .....	82
Tabulka 24 Elementární charakteristiky vývoje spotřeby elektrické energie MOO v ČR ..	83
Tabulka 25 Průměrné elementární charakteristiky spotřeby MOO v ČR.....	83
Tabulka 26 trendové funkce daných časových řad .....	84

Tabulka 1 Elementární charakteristiky vývoje celkové výroby elektrické energie v ČR

roky	výroba v ČR (GWh)	1. absolutní diference [1]	2. absolutní diference [2]	tempo růstu (%) [3]	bazický index (%) [4]
2003	83 226,6	-	-	-	100,00
2004	84 102,7	876,1	-	101,05	101,05
2005	82 578,6	-1 524,1	-2 400,2	98,19	99,22
2006	84 360,9	1 782,3	3 306,4	102,16	101,36
2007	88 023,8	3 662,9	1 880,6	104,34	105,76
2008	83 288,2	-4 735,6	-8 398,5	94,62	100,07
2009	82 250,0	-1 038,2	3 697,4	98,75	98,83
2010	85 900,1	3 650,1	4 688,3	104,44	103,21
2011	87 560,6	1 660,5	-1 989,6	101,93	105,21
2012	87 334,5	-226,1	-1 886,6	99,74	104,94
2013	87 064,9	-269,6	-43,5	99,69	104,61
2014	86 003,4	-1 061,5	-791,9	98,78	103,34
2015	83 888,3	-2 115,1	-1 053,6	97,54	100,80
2016	83 074,3	-814,0	1 301,1	99,03	99,82
2017	87 041,0	3 966,7	4 780,8	104,77	104,58
2018	88 002,0	961,0	-3 005,8	101,10	105,74
2019	86 990,5	-1 011,5	-1 972,4	98,85	104,52
2020	81 222,9	-5 767,6	-4 756,1	93,37	97,59
2021	84 907,3	3 684,3	9 451,9	104,54	102,02

Zdroj: ERÚ, vlastní zpracování, 2022

Tabulka 2 Průměrné elementárních charakteristiky celkové výroby elektrické energie v ČR

elementární charakteristiky průměrné	hodnota
průměrná absolutní diference [5]	93,4
průměrné tempo růstu 2011-2016 (%) [6]	99,0

Zdroj: vlastní zpracování, 2022

Tabulka 3 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie vodními elektrárnami včetně přečerpávacích v ČR

roky	výroba vodních elektráren (GWh)	1. absolutní diference [1]	2. absolutní diference [2]	tempo růstu (%) [3]	bazický index (%) [4]
2003	1 794,2	-	-	-	100,00
2004	2 555,8	761,6	-	142,45	142,45
2005	3 027,0	471,2	-290,4	118,44	168,71
2006	3 257,3	230,3	-240,9	107,61	181,55
2007	2 523,7	-733,6	-963,9	77,48	140,66
2008	2 369,8	-153,9	579,7	93,90	132,08
2009	2 982,7	612,9	766,8	125,86	166,24
2010	3 380,6	397,9	-215,0	113,34	188,42
2011	2 835,0	-545,6	-943,5	83,86	158,01
2012	2 954,9	119,9	665,4	104,23	164,69
2013	3 761,7	806,8	686,9	127,30	209,66
2014	2 960,7	-801,0	-1 607,7	78,71	165,02
2015	3 070,8	110,0	911,0	103,72	171,15
2016	3 193,3	122,5	12,5	103,99	177,98
2017	3 040,0	-153,3	-275,8	95,20	169,43
2018	2 678,1	-361,9	-208,6	88,10	149,26
2019	3 175,3	497,2	859,1	118,57	176,98
2020	3 427,8	252,5	-244,7	107,95	191,05
2021	3 619,9	192,1	-60,3	105,61	201,76

Zdroj: ERÚ, vlastní zpracování, 2022

Tabulka 4 Průměrné elementární charakteristiky výroby vodními elektrárnami včetně přečerpávacích

elementární charakteristiky průměrné	hodnota
průměrná absolutní diference [5]	101,4
průměrné tempo růstu 2003-2006 (%) [6]	122,0
průměrné tempo růstu 2018-2021 (%) [6]	110,6

Zdroj: vlastní zpracování, 2022



Tabulka 5 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie vodními elektrárnami v ČR (bez přečerpávacích)

roky	výroba vodních elektráren (GWh)	1. absolutní diference [1]	2. absolutní diference [2]	tempo růstu (%) [3]	bazický index (%) [4]
2007	2 089,6	-	-	-	100,00
2008	2 018,8	-70,9	-	96,61	96,61
2009	2 429,6	410,8	481,6	120,35	116,27
2010	2 789,4	359,9	-50,9	114,81	133,49
2011	2 134,1	-655,3	-1 015,2	76,51	102,13
2012	2 225,5	91,3	746,6	104,28	106,50
2013	2 856,4	630,9	539,6	128,35	136,69
2014	1 909,2	-947,2	-1 578,1	66,84	91,37
2015	1 794,8	-114,4	832,8	94,01	85,89
2016	1 995,0	200,2	314,6	111,16	95,47
2017	1 869,5	-125,5	-325,7	93,71	89,47
2018	1 627,5	-242,0	-116,5	87,05	77,89
2019	2 008,7	381,1	623,2	123,42	96,12
2020	2 138,2	129,6	-251,5	106,45	102,33
2021	2 408,5	270,3	140,7	112,64	115,26

Zdroj: ERÚ, vlastní zpracování, 2022

Tabulka 6 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie větrnými elektrárnami v ČR

roky	výroba větrnými elektrárnami (GWh)	1. absolutní diference [1]	2. absolutní diference [2]	tempo růstu (%) [3]	bazický index (%) [4]
2003	3,9	-	-	-	100,00
2004	9,9	6,0	-	253,15	253,15
2005	21,3	11,4	5,5	215,74	546,15
2006	49,4	28,1	16,7	231,92	1266,67
2007	125,1	75,7	47,6	253,24	3207,69
2008	244,0	118,9	43,2	195,07	6257,22
2009	288,1	44,1	-74,9	118,06	7387,18
2010	335,5	47,4	3,3	116,45	8602,56
2011	396,8	61,3	13,9	118,28	10175,20
2012	416,2	19,3	-42,0	104,88	10671,35
2013	478,3	62,1	42,8	114,93	12264,10
2014	476,5	-1,8	-63,9	99,63	12219,09
2015	572,6	96,1	97,8	120,16	14682,35
2016	495,6	-77,0	-173,1	86,55	12707,68
2017	591,0	95,4	172,5	119,26	15154,83
2018	609,3	18,3	-77,1	103,09	15623,84
2019	700,0	90,7	72,4	114,89	17949,59
2020	697,2	-2,9	-93,6	99,59	17876,24
2021	601,5	-95,6	-92,8	86,28	15423,95

Zdroj: ERÚ, vlastní zpracování, 2022

Tabulka 7 Průměrné elementární charakteristiky výroby větrnými elektrárnami

elementární charakteristiky průměrné	hodnota
průměrná absolutní diference [5]	33,2
průměrné tempo růstu 2003-2013 (%) [6]	161,8
průměrné tempo růstu 2016-2019 (%) [6]	112,2

Zdroj: vlastní zpracování, 2022

Tabulka 8 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie parními elektrárnami v ČR

roky	výroba parními elektrárnami (GWh)	1. absolutní diference [1]	2. absolutní diference [2]	tempo růstu (%) [3]	bazický index (%) [4]
2003	53 045,6	-	-	-	100,00
2004	52 666,7	-378,9	-	99,29	99,29
2005	52 137,2	-529,5	-150,6	98,99	98,29
2006	52 395,4	258,2	787,7	100,50	98,77
2007	56 728,2	4 332,8	4 074,6	108,27	106,94
2008	51 078,9	-5 649,3	-9 982,1	90,04	96,29
2009	48 457,4	-2 621,5	3 027,9	94,87	91,35
2010	49 979,7	1 522,3	4 143,8	103,14	94,22
2011	49 973,0	-6,7	-1 529,0	99,99	94,21
2012	47 131,9	-2 841,1	-2 834,5	94,31	88,85
2013	44 737,0	-2 394,9	446,3	94,92	84,34
2014	44 419,3	-317,7	2 077,2	99,29	83,74
2015	44 816,5	397,2	714,9	100,89	84,49
2016	45 579,2	762,7	365,5	101,70	85,92
2017	45 431,7	-147,5	-910,2	99,68	85,65
2018	45 070,8	-360,9	-213,4	99,21	84,97
2019	41 386,7	-3 684,1	-3 323,1	91,83	78,02
2020	35 101,4	-6 285,3	-2 601,2	84,81	66,17
2021	38 629,8	3 528,4	9 813,7	110,05	72,82

Zdroj: ERÚ, vlastní zpracování, 2022

Tabulka 9 Průměrné elementární charakteristiky výroby parními elektrárnami

elementární charakteristiky průměrné	hodnota
průměrná absolutní diference [5]	-800,9
průměrné tempo růstu 2010-2014 (%) [6]	97,1
průměrné tempo růstu 2016-2020 (%) [6]	93,7

Zdroj: vlastní zpracování, 2022

Tabulka 10 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie paroplynovými a plynovými elektrárnami v ČR

roky	výroba paroplynovými a plynovými elektrárnami (GWh)	1. absolutní diference [1]	2. absolutní diference [2]	tempo růstu (%) [3]	bazický index (%) [4]
2003	2 511,0	-	-	-	100,00
2004	2 617,4	106,4	-	104,24	104,24
2005	2 665,4	48,0	-58,5	101,83	106,15
2006	2 612,1	-53,3	-101,3	98,00	104,03
2007	2 472,9	-139,2	-85,9	94,67	98,48
2008	3 104,2	631,3	770,5	125,53	123,62
2009	3 225,2	121,0	-510,3	103,90	128,44
2010	3 600,4	375,2	254,2	111,63	143,39
2011	3 955,1	354,7	-20,5	109,85	157,51
2012	4 423,0	467,9	113,2	111,83	176,14
2013	5 272,4	849,4	381,5	119,20	209,97
2014	5 699,1	426,7	-422,7	108,09	226,97
2015	6 323,8	624,6	197,9	110,96	251,84
2016	7 642,2	1 318,4	693,8	120,85	304,35
2017	7 442,1	-200,1	-1 518,5	97,38	296,38
2018	7 381,3	-60,8	139,3	99,18	293,96
2019	9 195,2	1 813,9	1 874,7	124,57	366,20
2020	9 804,5	609,3	-1 204,7	106,63	390,46
2021	9 171,5	-633,0	-1 242,2	93,54	365,25

Zdroj: ERÚ, vlastní zpracování, 2022

Tabulka 11 Průměrné elementární charakteristiky výroby paroplynovými a plynovými elektrárnami

elementární charakteristiky průměrné	hodnota
průměrná absolutní diference [5]	370,0
průměrné tempo růstu 2007-2016 (%) [6]	113,4

Zdroj: vlastní zpracování, 2022

Tabulka 12 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie jadernými elektrárnami v ČR

roky	výroba jadernými elektrárnami (GWh)	1. absolutní diference [1]	2. absolutní diference [2]	tempo růstu (%) [3]	bazický index (%) [4]
2003	25 871,9	-	-	-	100,00
2004	26 252,8	380,9	-	101,47	101,47
2005	24 727,6	-1 525,2	-1 906,0	94,19	95,58
2006	26 046,5	1 318,9	2 844,1	105,33	100,67
2007	26 172,1	125,6	-1 193,3	100,48	101,16
2008	26 478,5	306,4	180,8	101,17	102,34
2009	27 207,8	729,3	423,0	102,75	105,16
2010	27 988,2	780,4	51,1	102,87	108,18
2011	28 282,6	294,4	-486,0	101,05	109,32
2012	30 241,3	1 958,7	1 664,3	106,93	116,89
2013	30 745,3	504,0	-1 454,7	101,67	118,84
2014	30 324,9	-420,4	-924,4	98,63	117,21
2015	26 840,8	-3 484,0	-3 063,6	88,51	103,75
2016	24 038,4	-2 802,5	681,5	89,56	92,91
2017	28 339,6	4 301,2	7 103,7	117,89	109,54
2018	29 921,3	1 581,7	-2 719,5	105,58	115,65
2019	30 246,2	324,9	-1 256,8	101,09	116,91
2020	29 961,2	-285,0	-609,9	99,06	115,81
2021	30 731,2	770,0	1 055,0	102,57	118,78

Zdroj: ERÚ, vlastní zpracování, 2022

Tabulka 13 Průměrné elementární charakteristiky výroby jadernými elektrárnami

elementární charakteristiky průměrné	hodnota
průměrná absolutní diference [5]	270,0
průměrné tempo růstu 2005-2013 (%) [6]	102,8
průměrné tempo růstu 2013-2016 (%) [6]	92,1
průměrné tempo růstu 2016-2019 (%) [6]	108,0

Zdroj: vlastní zpracování, 2022

Tabulka 14 Elementární charakteristiky vývoje výroby elektrické energie fotovoltaickými elektrárnami v ČR

roky	výroba fotovoltaickými elektrárnami (GWh)	1. absolutní diference [1]	2. absolutní diference [2]	tempo růstu (%) [3]
2003	0,0	-	-	-
2004	0,1	0,1	-	-
2005	0,1	0,0	-0,1	100,27
2006	0,2	0,1	0,1	200,00
2007	1,8	1,6	1,5	900,00
2008	12,9	11,1	9,5	714,71
2009	88,8	75,9	64,9	690,26
2010	615,7	526,9	451,0	693,36
2011	2 118,0	1 502,3	975,4	343,99
2012	2 167,2	49,2	-1 453,1	102,32
2013	2 070,2	-97,0	-146,2	95,52
2014	2 122,9	52,7	149,7	102,54
2015	2 263,8	141,0	88,3	106,64
2016	2 125,6	-138,2	-279,2	93,89
2017	2 196,7	71,0	209,2	103,34
2018	2 341,2	144,6	73,5	106,58
2019	2 287,0	-54,2	-198,7	97,69
2020	2 230,9	-56,2	-2,0	97,54
2021	2 153,3	-77,6	-21,4	96,52

Zdroj: ERÚ, vlastní zpracování, 2022

Tabulka 15 Průměrné elementární charakteristiky výroby fotovoltaickými elektrárnami

elementární charakteristiky průměrné	hodnota
průměrná absolutní diference [5]	119,6
průměrné tempo růstu 2004-2012 (%) [6]	348,4
průměrné tempo růstu 2009-2011 (%) [6]	488,4
průměrné tempo růstu 2018-2021 (%) [6]	97,2

Zdroj: vlastní zpracování, 2022

Tabulka 16 Elementární charakteristiky vývoje celkové spotřeby elektrické energie v ČR

roky	celková spotřeba (GWh)	1. absolutní diference [1]	2. absolutní diference [2]	tempo růstu (%) [3]	bazický index (%) [4]
2003	50 405,0	-	-	-	100,00
2004	51 887,8	1 482,8	-	102,94	102,94
2005	53 514,0	1 626,2	143,3	103,13	106,17
2006	53 435,0	-79,0	-1 705,2	99,85	106,01
2007	55 305,9	1 870,9	1 949,9	103,50	109,72
2008	55 169,3	-136,5	-2 007,4	99,75	109,45
2009	52 409,7	-2 759,6	-2 623,1	95,00	103,98
2010	53 070,1	660,4	3 420,1	101,26	105,29
2011	52 961,1	-109,0	-769,5	99,79	105,07
2012	52 936,9	-24,2	84,8	99,95	105,02
2013	53 575,0	638,1	662,3	101,21	106,29
2014	51 711,8	-1 863,2	-2 501,3	96,52	102,59
2015	52 832,0	1 120,2	2 983,4	102,17	104,82
2016	53 922,5	1 090,5	-29,8	102,06	106,98
2017	55 313,9	1 391,4	300,9	102,58	109,74
2018	55 637,9	324,0	-1 067,4	100,59	110,38
2019	55 434,4	-203,5	-527,5	99,63	109,98
2020	53 416,2	-2 018,2	-1 814,7	96,36	105,97
2021	56 132,0	2 715,8	4 734,1	105,08	111,36

Zdroj: ERÚ, vlastní zpracování, 2022

Tabulka 17 Průměrné elementární charakteristiky celkové spotřeby elektrické energie v ČR

elementární charakteristiky průměrné	hodnota
průměrná absolutní diference [5]	318,2
průměrné tempo růstu 2014-2018 (%) [6]	101,8

Zdroj: vlastní zpracování, 2022

Tabulka 18 Elementární charakteristiky vývoje spotřeby elektrické energie VO z vn v ČR

roky	spotřeba VO z vn (GWh)	1. absolutní diference [1]	2. absolutní diference [2]	tempo růstu (%) [3]	bazický index (%) [4]
2003	20 981,0	-	-	-	100,00
2004	22 380,7	1 399,7	-	106,67	106,67
2005	23 468,0	1 087,3	-312,4	104,86	111,85
2006	22 512,0	-956,0	-2 043,3	95,93	107,30
2007	23 225,2	713,2	1 669,2	103,17	110,70
2008	23 405,7	180,6	-532,6	100,78	111,56
2009	21 737,0	-1 668,7	-1 849,3	92,87	103,60
2010	23 013,2	1 276,2	2 944,9	105,87	109,69
2011	23 724,3	711,1	-565,0	103,09	113,08
2012	22 994,1	-730,2	-1 441,3	96,92	109,60
2013	23 896,0	901,9	1 632,0	103,92	113,89
2014	22 587,5	-1 308,5	-2 210,4	94,52	107,66
2015	23 354,1	766,6	2 075,1	103,39	111,31
2016	23 542,9	188,9	-577,7	100,81	112,21
2017	24 171,8	628,9	440,0	102,67	115,21
2018	24 626,6	454,8	-174,1	101,88	117,38
2019	24 236,4	-390,2	-845,0	98,42	115,52
2020	22 341,5	-1 894,9	-1 504,7	92,18	106,48
2021	23 387,0	1 045,5	2 940,4	104,68	111,47

Zdroj: ERÚ, vlastní zpracování, 2022

Tabulka 19 Průměrné elementární charakteristiky spotřeby VO z vn v ČR

elementární charakteristiky průměrné	hodnota
průměrná absolutní diference [5]	133,7
průměrné tempo růstu 2014-2018 (%) [6]	102,2

Zdroj: vlastní zpracování, 2022



Tabulka 20 Elementární charakteristiky vývoje spotřeby elektrické energie MOP v ČR

roky	spotřeba MOP (GWh)	1. absolutní diference [1]	2. absolutní diference [2]	tempo růstu (%) [3]	bazický index (%) [4]
2003	7 699,0	-	-	-	100,00
2004	7 905,3	206,3	-	102,68	102,68
2005	7 899,0	-6,3	-212,7	99,92	102,60
2006	8 062,0	163,0	169,3	102,06	104,71
2007	7 917,7	-144,3	-307,3	98,21	102,84
2008	8 447,2	529,5	673,8	106,69	109,72
2009	8 390,1	-57,2	-586,7	99,32	108,98
2010	8 478,2	88,2	145,3	101,05	110,12
2011	8 050,5	-427,7	-515,9	94,96	104,57
2012	8 078,5	27,9	455,6	100,35	104,93
2013	8 172,0	93,5	65,6	101,16	106,14
2014	7 733,7	-438,3	-531,9	94,64	100,45
2015	7 799,7	66,0	504,4	100,85	101,31
2016	8 005,4	205,7	139,7	102,64	103,98
2017	8 109,0	103,6	-102,1	101,29	105,33
2018	8 064,0	-45,0	-148,6	99,45	104,74
2019	8 019,5	-44,5	0,5	99,45	104,16
2020	7 768,1	-251,4	-206,9	96,87	100,90
2021	7 748,7	-19,4	232,0	99,75	100,65

Zdroj: ERÚ, vlastní zpracování, 2022

Tabulka 21 Průměrné elementární charakteristiky spotřeby MOP v ČR

elementární charakteristiky průměrné	hodnota
průměrná absolutní diference [5]	2,8
průměrné tempo růstu 2014-2017 (%) [6]	101,6
průměrné tempo růstu 2017-2021 (%) [6]	98,9

Zdroj: vlastní zpracování, 2022

Tabulka 22 Elementární charakteristiky vývoje spotřeby elektrické energie VO z vvn v ČR

roky	spotřeba VO z vvn (GWh)	1. absolutní diference [1]	2. absolutní diference [2]	tempo růstu (%) [3]	bazický index (%) [4]
2003	7 217,0	-	-	-	100,00
2004	7 116,5	-100,5	-	98,61	98,61
2005	7 428,0	311,5	412,0	104,38	102,92
2006	7 663,0	235,0	-76,5	103,16	106,18
2007	9 517,2	1 854,2	1 619,2	124,20	131,87
2008	8 653,6	-863,6	-2 717,8	90,93	119,91
2009	7 595,4	-1 058,1	-194,5	87,77	105,24
2010	6 551,2	-1 044,3	13,9	86,25	90,77
2011	6 985,9	434,8	1 479,0	106,64	96,80
2012	7 323,5	337,6	-97,2	104,83	101,48
2013	6 791,0	-532,5	-870,0	92,73	94,10
2014	7 266,1	475,1	1 007,6	107,00	100,68
2015	7 296,4	30,3	-444,7	100,42	101,10
2016	7 595,6	299,2	268,9	104,10	105,25
2017	7 821,8	226,2	-73,0	102,98	108,38
2018	7 897,8	76,0	-150,2	100,97	109,43
2019	7 921,7	23,9	-52,1	100,30	109,76
2020	7 377,7	-544,0	-567,9	93,13	102,23
2021	7 736,3	358,6	902,6	104,86	107,20

Zdroj: ERÚ, vlastní zpracování, 2022

Tabulka 23 Průměrné elementární charakteristiky spotřeby VO vvn v ČR

elementární charakteristiky průměrné	hodnota
průměrná absolutní diference [5]	28,9
průměrné tempo růstu 2004-2007 (%) [6]	110,2
průměrné tempo růstu 2007-2010 (%) [6]	88,3
průměrné tempo růstu 2013-2019 (%) [6]	102,6

Zdroj: vlastní zpracování, 2022

Tabulka 24 Elementární charakteristiky vývoje spotřeby elektrické energie MOO v ČR

roky	spotřeba MOO (GWh)	1. absolutní diference [1]	2. absolutní diference [2]	tempo růstu (%) [3]	bazický index (%) [4]
2003	14 508,0	-	-	-	100,00
2004	14 485,3	-22,7	-	99,84	99,84
2005	14 719,0	233,7	256,4	101,61	101,45
2006	15 198,0	479,0	245,3	103,25	104,76
2007	14 645,8	-552,2	-1 031,2	96,37	100,95
2008	14 662,8	17,0	569,2	100,12	101,07
2009	14 687,2	24,4	7,4	100,17	101,23
2010	15 027,5	340,4	316,0	102,32	103,58
2011	14 200,3	-827,2	-1 167,6	94,50	97,88
2012	14 540,8	340,5	1 167,8	102,40	100,23
2013	14 716,0	175,2	-165,3	101,20	101,43
2014	14 124,6	-591,4	-766,6	95,98	97,36
2015	14 381,9	257,3	848,7	101,82	99,13
2016	14 778,6	396,7	139,4	102,76	101,87
2017	15 211,3	432,7	35,9	102,93	104,85
2018	15 049,5	-161,8	-594,5	98,94	103,73
2019	15 256,8	207,3	369,1	101,38	105,16
2020	15 928,9	672,1	464,8	104,40	109,79
2021	17 260,0	1 331,1	659,1	108,36	118,97

Zdroj: ERÚ, vlastní zpracování, 2022

Tabulka 25 Průměrné elementární charakteristiky spotřeby MOO v ČR

elementární charakteristiky průměrné	hodnota
průměrná absolutní diference [5]	152,9
průměrné tempo růstu 2007-2010 (%) [6]	100,9
průměrné tempo růstu 2014-2017 (%) [6]	102,5
průměrné tempo růstu 2018-2021 (%) [6]	104,7

Zdroj: vlastní zpracování, 2022

Tabulka 26 trendové funkce daných časových řad

časová řada		funkce	index determinace (%)
celková výroba elektrické energie v ČR		$y = 84314e^{0,0009x}$	3,95
		$y = 76,622x + 84330$	3,98
		$y = 783,46\ln(x) + 83474$	8,56
		$y = -29,123x^2 + 659,08x + 82291$	17,65
		$y = 83473x^{0,0092}$	8,53
celková spotřeba elektrické energie v ČR		$y = 52146e^{0,0028x}$	29,81
		$y = 148,5x + 52150$	29,77
		$y = 1095,1\ln(x) + 51368$	33,33
		$y = 3,3712x^2 + 81,079x + 52386$	30,13
		$y = 51372x^{0,0206}$	33,23
obnovitelné zdroje	vodní elektrárny	$y = 2466e^{0,0176x}$	32,84
		$y = 47,714x + 2502,3$	33,83
		$y = 381,66\ln(x) + 2189,2$	44,57
		$y = -3,2901x^2 + 113,52x + 2272$	37,67
		$y = 2172,6x^{0,1464}$	43,01
	větrné elektrárny	$y = 20,574e^{0,2324x}$	60,54
		$y = 41,3x - 38,662$	94,40
		$y = 278,35\ln(x) - 201,99$	88,29
		$y = -1,3573x^2 + 68,446x - 133,67$	96,82
		$y = 4,411x^{1,8662}$	84,11
	fotovoltaické elektrárny	$y = 168,77x - 382,6$	78,07
		$y = 1120,1\ln(x) - 1014$	70,08
		$y = -7,728x^2 + 323,33x - 923,56$	81,97
	neobnovitelné zdroje	parní elektrárny	$y = 56771e^{-0,019x}$
$y = -868,82x + 55992$			82,51
$y = -5264\ln(x) + 58203$			62,37
$y = -30,692x^2 - 254,98x + 53843$			84,96
$y = 59392x^{-0,113}$			58,68
plynové a paroplynové elektrárny		$y = 1950,3e^{0,0868x}$	96,48
		$y = 437,85x + 838,3$	92,87
		$y = 2600,7\ln(x) - 168,02$	67,47
		$y = 19,227x^2 + 53,301x + 2184,2$	97,14
		$y = 1521,3x^{0,5391}$	84,43
jaderné elektrárny		$y = 25471e^{0,0089x}$	42,40
		$y = 249,81x + 25419$	42,60
		$y = 1666,7\ln(x) + 24466$	39,05
		$y = -5,2826x^2 + 355,46x + 25049$	43,05
		$y = 24612x^{0,0595}$	39,73

Zdroj: vlastní zpracování, 2022