

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**

**FAKULTA EKONOMICKÁ**

Bakalářská práce

**Energetická soběstačnost České republiky**

**Self-sufficiency of the Czech Republic in energy**

Milan Třebín

Plzeň 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma

*„Energetická soběstačnost České republiky“*

vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího bakalářské práce za použití pramenů uvedených v příložené bibliografii.

Plzeň dne 22. 04. 2023

v. r. Milan Třebín

### **Zásady pro vypracování práce**

1. Popište současný stav energetiky ČR a hlavní trendy jejího budoucího vývoje.
2. Charakterizujte současnou státní energetickou koncepci ČR z pohledu bezpečnosti, konkurenceschopnosti a udržitelnosti.
3. Analyzujte současné a budoucí náklady jednotlivých energetických zdrojů v souvislosti se společnou energetickou politikou EU.
4. V návaznosti na provedenou nákladovou analýzu navrhněte konkrétní opatření v oblasti energetické soběstačnosti ČR.

## Poděkování

Rád bych tímto poděkoval Ing. et Ing. Miloši Novému, vedoucímu bakalářské práce, za cenné rady, odborné vedení, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce. Mé poděkování také patří celé rodině, která mě při studiu velice podporovala.

# Obsah

Úvod.....	6
<b>1 Energetika České republiky .....</b>	<b>8</b>
1.1 Energetický mix ČR .....	8
1.1.1 Fosilní zdroje ČR .....	13
1.1.2 Jaderné zdroje ČR.....	15
1.1.3 Obnovitelné zdroje ČR .....	15
1.2 Budoucí trendy v energetice .....	17
1.2.1 Potenciál využívání obnovitelných zdrojů .....	18
1.2.2 Energetika 4.0.....	20
1.2.3 Elektromobilita.....	21
<b>2 Státní energetická koncepce .....</b>	<b>22</b>
2.1 Poslání státní energetické koncepce .....	22
2.2 Strategické cíle státní energetické koncepce .....	22
2.2.1 Bezpečnost dodávek.....	23
2.2.2 Konkurenceschopnost .....	27
2.2.3 Udržitelnost .....	30
<b>3 Analýza současných a budoucích nákladů.....</b>	<b>34</b>
3.1.1 Elektrárny pro srovnání.....	34
3.2 Investiční náklady.....	34
3.2.1 Doba výstavby a životnost .....	35
3.2.2 Investiční výdaje na elektrárnu .....	35
3.2.3 Diskontní sazba a inflace.....	35
3.3 Provozní náklady .....	38
3.3.1 Vyrobená energie .....	38

3.3.2	Provozní náklady na elektrárnu.....	38
3.4	Metodika ekonomického zhodnocení.....	39
3.4.1	LCOE .....	39
3.4.2	Výsledné ceny LCOE jednotlivých variant.....	42
<b>4</b>	<b>Zhodnocení a návrh konkrétních opatření energetického mixu.....</b>	<b>45</b>
4.1	Zhodnocení .....	45
4.1.1	Uhelné elektrárny .....	45
4.1.2	Plynové elektrárny.....	46
4.1.3	Jaderné elektrárny .....	46
4.1.4	Větrné elektrárny.....	47
4.1.5	Solární elektrárny .....	47
4.2	Návrh konkrétních opatření energetického mixu .....	47
4.2.1	První fáze.....	48
4.2.2	Druhá fáze .....	49
	<b>Závěr.....</b>	<b>52</b>
	<b>Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>53</b>
	<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>56</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>57</b>
	<b>Seznam zkratk .....</b>	<b>58</b>
	<b>Abstrakt</b>	
	<b>Abstract</b>	

# Úvod

Česká společnost si uvědomuje, že elektrická energie je již nedílnou součástí života. V návaznosti na to její spotřeba stále roste a s tím i význam jednotlivých energetických zdrojů. Aktuálně se ale vyskytly nové překážky, jako je například válečný konflikt na Ukrajině. Během energetické krize, kdy ceny energií rostou, se vlády evropských zemí snaží bojovat za udržení akceptovatelných cen. Je důležité dodat, že v mezinárodních kruzích převládá názor o nutnosti přechodu na jiné zdroje elektrické energie. Příkladem může být European Green Deal. K pozitivní implementaci Green Dealu nepřispívá již zmíněná válka na Ukrajině. V České republice stále převládá zdroj elektrické energie z fosilních zdrojů. V minulosti dominovaly uhelné zdroje, ovšem v průběhu let se výroba z uhlí utlumila a začaly se využívat nové zdroje, příkladem mohou být obnovitelné zdroje, které začínají zastávat významnou část energetického mixu nebo jaderné zdroje elektrické energie. Snaha přejít od uhlí k jiným zdrojům souvisí se zásobami dané komodity a zároveň s kvalitou životního prostředí.

Téma energetické soběstačnosti je z výše uvedených důvodů v současné době velice aktuální a mně velice blízké. Vzhledem k politické a ekonomické situaci v Evropě se bezpečnost dodávek energie stává stále důležitější. Energetická soběstačnost je klíčovým faktorem při snižování závislosti na dovozu energie a zajištění energetické bezpečnosti země. Nastává tedy otázka, zda-li se soustředit stále na konkurenceschopnost stejně jako v minulosti a nebo usilovat o vyšší bezpečnost státu v dodávkách energií i za cenu vyšších nákladů.

Cílem bakalářské práce je návrh konkrétního opatření v oblasti energetické soběstačnosti ČR v návaznosti na analýzu současných a budoucích nákladů jednotlivých energetických zdrojů v souvislosti se společnou energetickou politikou EU. Díky analýze jednotlivých zdrojů energetického mixu dokážeme vytvořit ucelený pohled na danou problematiku a poté navrhnout vhodná opatření pro energetickou soběstačnost ČR. Na základě Státní energetické koncepce bude zhodnocen daný stav české energetiky a její možný vývoj do budoucna, a to z pohledu bezpečnosti, konkurenceschopnosti a udržitelnosti.

Bakalářská práce se bude skládat ze čtyř hlavních kapitol. První kapitola se bude zabývat teoretickým popisem současného stavu energetiky České republiky a hlavními trendy jejího budoucího vývoje. V této kapitole práce se soustředí na jednotlivé energetické zdroje a jejich využití v energetickém mixu. V druhé kapitole bude charakterizována současná státní energetická koncepce České republiky, a to z pohledu tří základních cílů, tj. bezpečnosti,

konkurenceschopnosti a udržitelnosti. Třetí kapitola bude obsahovat analýzu současných a budoucích nákladů jednotlivých energetických zdrojů v souvislosti se společnou energetickou politikou Evropské unie. Obsahem čtvrté kapitoly bude návrh konkrétních opatření v oblasti energetické soběstačnosti ČR.

V rámci zpracování bakalářské práce budou aplikovány metody vědeckého popisu, komparace, analýzy. Veškerá data i informace budou čerpány ze statistických databází, relevantních webových zdrojů, též z vlastní praxe. V rámci práce bude dodržována citační norma ISO.

# 1 Energetika České republiky

Jako lidská civilizace si už těžko dokážeme představit fungování bez elektrické energie. Elektrická energie nám umožňuje nejen pohodlný a komfortní život, ale také pomáhá s rozvojem společnosti. Každý rok očekáváme zlepšení našeho životního standardu, což znamená, že se zvýší i naše spotřeba elektrické energie. Nicméně, aby se stát, jako Česká republika, mohl rozvíjet, musíme zajistit stabilní a cenově dostupnou dodávku elektrické energie. Každý zdroj energie má samozřejmě jiné vlastnosti, jako je například ekologičnost, bezpečnost a ekonomická výhodnost.

## 1.1 Energetický mix ČR

V energetickém sektoru rozlišujeme zdroje energie na základě jejich obnovitelnosti. Mezi neobnovitelné zdroje patří fosilní paliva jako je uhlí, ropa, plyn, a jaderná paliva.

Fosilní paliva jsou vytvářena přírodními procesy, jako je například rozklad organického materiálu, a jsou nezbytná pro výrobu elektřiny, též pro pohon dopravních prostředků. Avšak jejich využívání má negativní dopad na životní prostředí. Jaderná paliva jsou vytvářena procesem štěpení atomů a využívají se k výrobě elektřiny. I zde existuje riziko spojené s možností havárií a následnými radiačními účinky.

Obnovitelné zdroje energie jsou zdroje, které jsou obnovitelné a nevyčerpávají se, pokud se využívají. Patří sem vodní energie, větrná energie, sluneční energie, biomasa a geotermální energie.

Vodní energie se získává z toků vody nebo vodních nádrží a je jedním z nejvýkonnějších zdrojů obnovitelné energie. Větrná energie se získává z větrných turbín, jež využívají sílu větru k výrobě elektřiny. Sluneční energie je získávána ze slunečního záření a může být využita buď jako tepelná energie, nebo jako fotovoltaická energie. Biomasa se získává z organických materiálů, jako jsou rostliny a odpad. Geotermální energie se získává z přirozeného tepla zemského jádra. Obnovitelné zdroje energie jsou ekologičtější a udržitelnější alternativou k neobnovitelným zdrojům, avšak mají také svá omezení a náklady.

Každý zdroj energie má své výhody a nevýhody, které je třeba zvažovat při plánování a využívání energetických zdrojů, též budoucí implementace do energetických mixů (Informační portál energetické gramotnosti, 2022).

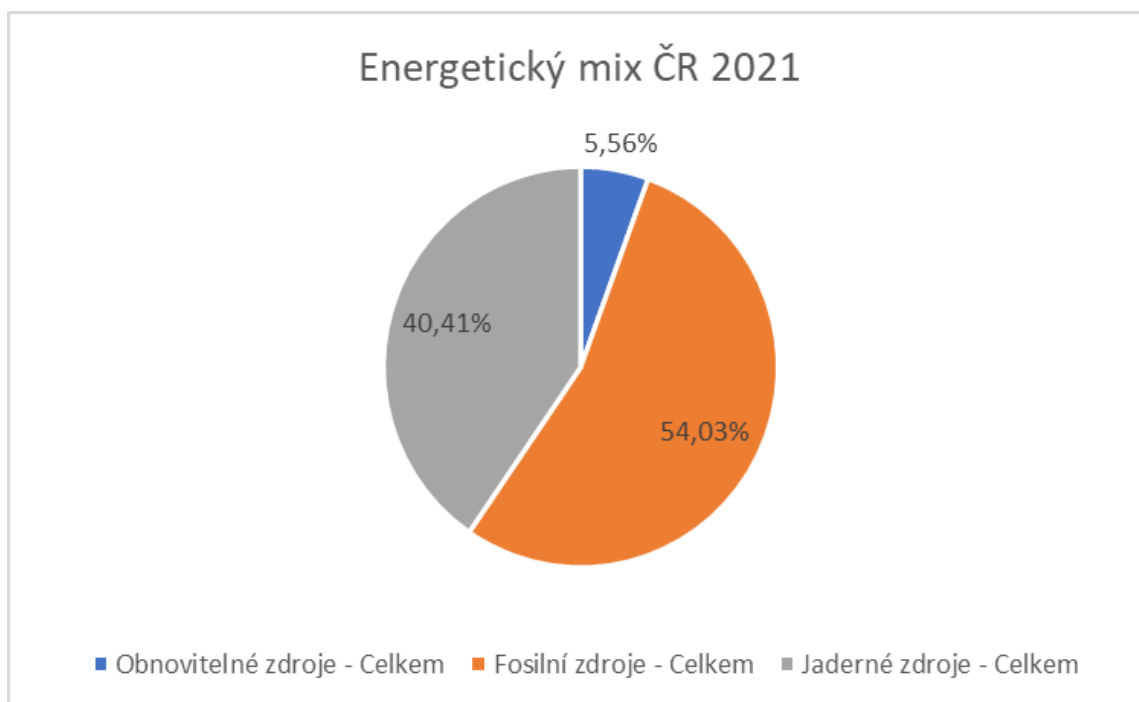


Složení zdrojů elektrické energie v ČR je výrazně ovlivněno geologickými podmínkami. Podle dat poskytnutých OTE v roce 2021 převažuje využívání fosilních zdrojů (54,03 %), mezi nimiž je nejvýznamnější hnědé uhlí (43,83 %). Toto hnědé uhlí se těží v pánvích Sokolovské a Mostecké. Černé uhlí je pak těženo v Ostravsko-karvinské pánvi.

Druhým největším zdrojem elektřiny jsou jaderné elektrárny s podílem 40,41 %. V České republice se nacházejí dvě takové elektrárny. První z nich jsou Dukovany, kde stavba započala v roce 1974 a byla dokončena v roce 1978. Elektrárna začala vyrábět elektřinu v roce 1985. Druhá elektrárna je Temelín, kde stavba započala v roce 1987 a byla dokončena v roce 2000 (ČEZ, 2021).

Posledním důležitým zdrojem pro ČR jsou obnovitelné zdroje (5,56 %), kam řadíme sluneční zdroje (1,65 %), větrné, vodní a biomasu.

Obr. 1: Energetický mix ČR



Zdroj: OTE-ČR, 2022

Tab. 1: Zdroje energie

Zdroje energie	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Obnovitelné zdroje – Celkem</b>	<b>5,68 %</b>	<b>10,95 %</b>	<b>11,77 %</b>	<b>10,11 %</b>	<b>7,60 %</b>	<b>6,17 %</b>	<b>3,90 %</b>	<b>6,75 %</b>	<b>5,56 %</b>
- Sluneční	1,96 %	2,63 %	2,88 %	2,77 %	2,14 %	2,07 %	1,66 %	2,27 %	1,65 %
- Větrné	0,47 %	0,57 %	0,71 %	0,63 %	0,45 %	0,22 %	0,00 %	0,43 %	0,00 %
- Vodní	1,93 %	2,56 %	2,67 %	1,15 %	1,43 %	0,77 %	0,44 %	0,65 %	0,61 %
- Geotermální	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
- Biomasa	1,33 %	2,19 %	2,34 %	5,57 %	3,58 %	3,11 %	1,81 %	3,40 %	3,31 %
- Ostatní	0,00 %	2,99 %	3,17 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
<b>Fosilní zdroje – Celkem</b>	<b>57,65 %</b>	<b>52,77 %</b>	<b>55,10 %</b>	<b>59,53 %</b>	<b>57,40 %</b>	<b>56,95 %</b>	<b>57,01 %</b>	<b>52,50 %</b>	<b>54,03 %</b>
- Hnědé uhlí	40,71 %	41,27 %	42,15 %	43,91 %	43,77 %	44,63 %	46,18 %	40,00 %	43,89 %
- Černé uhlí	6,11 %	5,78 %	6,31 %	6,97 %	5,38 %	4,18 %	2,84 %	2,66 %	0,00 %
- Zemní plyn	8,30 %	5,52 %	6,41 %	8,40 %	5,45 %	5,80 %	7,74 %	9,61 %	9,89 %
- Ropa a ropné produkty	0,01 %	0,06 %	0,05 %	0,05 %	0,06 %	0,04 %	0,15 %	0,11 %	0,12 %
Druhotné zdroje a ostatní	2,52 %	0,14 %	0,18 %	0,20 %	2,73 %	2,30 %	0,10 %	0,12 %	0,12 %
<b>Jaderné zdroje – Celkem</b>	<b>36,67 %</b>	<b>36,28 %</b>	<b>33,13 %</b>	<b>30,36 %</b>	<b>35,01 %</b>	<b>36,88 %</b>	<b>39,09 %</b>	<b>40,75 %</b>	<b>40,41 %</b>

Zdroj: OTE-ČR, 2022

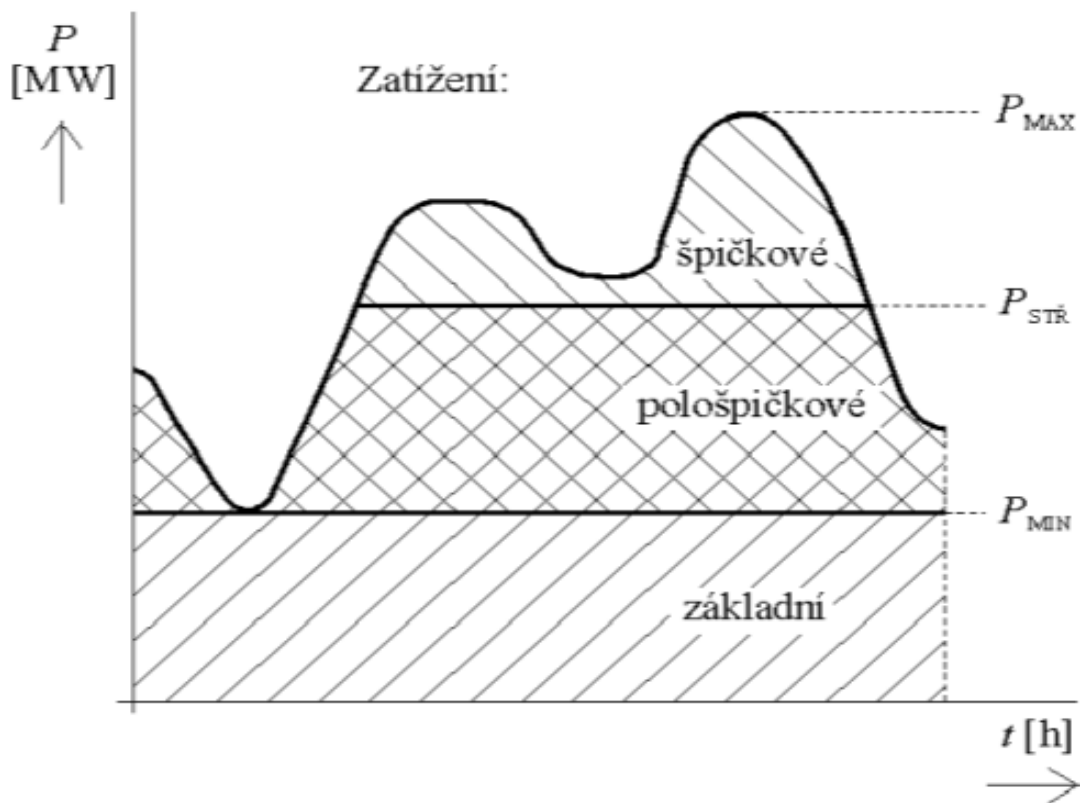
Každý zdroj elektrické energie má své specifické výhody a nevýhody. V závislosti na nich je zařazován do výroby v průběhu dne. Tento proces se nazývá denní diagram zatížení, který ukazuje spotřebu elektřiny v průběhu dne. Diagram se obvykle dělí do tří částí: základní zatížení, pološpičkové zatížení a špičkové zatížení. Každá část má své specifické vlastnosti, jako například regulovatelnost a cenovou výhodnost, a proto jsou pro výrobu elektřiny využívány různé typy elektráren (Informační portál energetické gramotnosti, 2022).

Základní zdroje tvoří minimální spotřebu elektřiny, která se vyskytuje v průběhu dne. Toto základní zatížení tedy pokrývají jaderné elektrárny, moderní tepelné elektrárny a průtočné vodní elektrárny. Tyto zdroje jsou charakteristické tím, že jsou hůře regulovatelné. Elektřina, kterou vyrábějí, je poměrně levná a vyrábějí ji nepřetržitě (Informační portál energetické gramotnosti, 2022).

Pološpičkové zdroje používáme, když máme větší zatížení, než je základní. Patří sem například akumulární vodní elektrárny a starší tepelné elektrárny. Charakteristické je, že tyto elektrárny jsou lépe regulovatelné, ale elektřina v nich není tak cenově výhodná (Informační portál energetické gramotnosti, 2022).

Špičkové zdroje jsou naopak velmi rychle regulovatelné zdroje. Používáme je pouze pár hodin, a to tehdy, když spotřeba elektrické energie dosahuje svého maxima. Patří mezi ně přečerpávací elektrárny a paroplynové elektrárny. Přečerpávací elektrárny jsou akumulárními zdroji, tedy v době menší spotřeby elektrické energie a v době, kdy je energie levná, čerpá vodu do horní akumulární nádrže a v době spotřební špičky vodu přes turbínu vypouští, tím generuje elektrickou energii (Informační portál energetické gramotnosti, 2022).

Obr. 2: Diagram denního zatížení



Zdroj: Informační portál energetické gramotnosti, 2022

Podle rozdělení zdrojů elektrické energie a jejich využitelnosti můžeme rozlišovat tři hlavní skupiny. První skupina, základní zdroje zatížení, tvoří 90 % celkové produkce elektrické energie a je zásadní pro udržení stability denního zatížení. Tyto zdroje jsou nejen nejrozšířenější, ale také nejdůležitější. Druhou a třetí skupinou tvoří pološpičkové a špičkové zdroje spolu s akumulacími zdroji, které slouží k pokrytí výkyvů a špiček v poptávce po elektrické energii. Tyto zdroje jsou také zásadní pro pokrytí nestabilní produkce elektrické energie (Perspektivy české energetiky, 2014).

K tomu, aby byl přenos elektrické energie bezpečný a spolehlivý, máme přenosovou soustavu spolu. Ta zajišťuje přenos elektrické energie od výrobců k odběrným místům. Přenosová soustava slouží k přenosu velkých výkonů na velké vzdálenosti a tvoří tedy páteř elektrizační soustavy a propojení i se zahraničími a velkými elektrárnami (Informační portál energetické gramotnosti, 2022).

### 1.1.1 Fosilní zdroje ČR

Tyto zdroje jsou omezené a tudíž neudržitelné. Mezi ně patří zejména zdroje, které vznikaly tisíce let, jako jsou uhelné, zemní plynové a ropné zdroje.

Jak již bylo zmíněno, uhelné zdroje jsou v ČR považovány za jedny z nejdůležitějších zdrojů elektrické energie. Tyto zdroje zajišťují energii v takzvaném diagramu zatížení, a to zejména pro základní zatížení.

V 70. letech byly zásoby uhlí přibližně 11,1012 tmp (tun měrného paliva), což odpovídá 8,14 MWh na jednu jednotku měrného paliva. Z těchto zásob bylo prokázáno pouze 1,1.1012 tmp a zbývající množství se musí posuzovat opatrně, protože pouze 6,5 % celkových zásob je ekonomicky těžitelných. Těžitelný ekonomický rozsah se však v čase postupně mění v závislosti na dostupnosti či nedostupnosti paliv na světových trzích (Kadrnožka, 1984).

V souvislosti se zásobami uhlí v České republice lze uvést, že k roku 2018 byly odhadnuty zásoby černého uhlí ve výši 29,2 milionů tun a při současné těžbě zbývá využitelných zdrojů pouze na následujících 7 let. Hlavním producentem této suroviny je společnost OKD Nástupnická s.r.o., která provozuje těžbu v třech důlních závodech v Karvinsko-ostravském regionu. Pokud jde o hnědé uhlí, zásoby na využívaných ložiscích jsou odhadovány na 634,2 milionů tun a jejich životnost by měla trvat do roku 2038. Do té doby musíme najít adekvátní alternativu, jinak bychom museli komoditu dovážet z okolních států. Dále je vhodné uhlí opouštět rovněž kvůli závazkům k EU. Těžbě lignitu (hnědému uhlí) se v České republice věnují čtyři společnosti, z nichž Severní energetická a Vršanská uhelná jsou součástí skupiny Seven Energy, Severočeské doly jsou součástí skupiny ČEZ a Sokolovská uhelná je součástí skupiny Sokolovská uhelná (Bufka & Veverková, 2019).

Uhlí využíváme jako zdroj energie a jako palivo v tepelných elektrárnách. Tepelné elektrárny dělíme na: parní, kondenzační parní, teplárny, plynové, dieselové.

Vláda respektuje doporučení Uhlé komise ohledně realistického termínu ukončení využívání hnědé uhlí v roce 2038 a plánuje další kroky jako jsou výstavby nových zdrojů, periodické vyhodnocování a zhodnocení socioekonomických dopadů. Vzhledem k rostoucím cenám emisních povolenek bude komise připravovat i varianty rychlejšího útlumu a pravidelně bude vše znovu vyhodnocovat. Pravidelně bude docházet k přezkumu klíčových parametrů a komise bude monitorovat dostupnost a spolehlivost nových technologií. Uhlé komise vznikla jako

poradní orgán vlády a má za cíl poskytovat objektivní výstupy v souvislosti s využíváním hnědého uhlí v ČR (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2021).

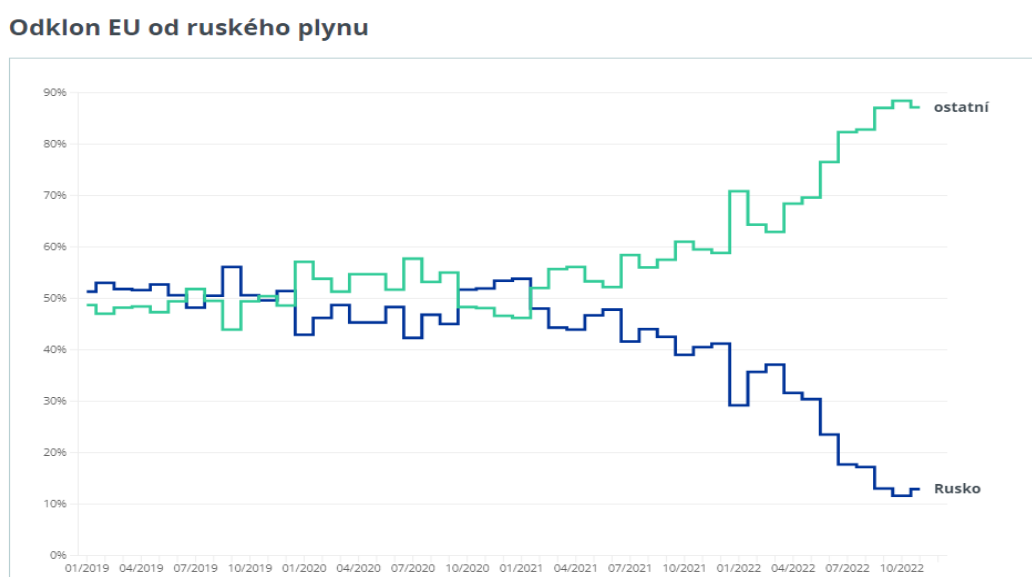
Dále v České republice máme paroplynové elektrárny, které se soustředí na zemní plyn. Paroplynová elektrárna je technické zařízení, které využívá nejčastěji zemní plyn pro získání jak elektrické, tak i tepelné energie. Koncept paroplynové elektrárny se skládá z dvou oběhů, a to z parního a z plynového, které sdílí stejný spalínový kotel. Díky této dvojité výrobě je energetická účinnost výroby elektřiny až 58 %.

Momentálně jsou v ČR v provozu tři tyto elektrárny: Elektrárna Vřesová, která využívá energoplyn, jenž vzniká zplyňováním uhlí; Elektrárna Alpiq Kladno, která je schopna využívat jak zemní plyn, tak i topný olej; Elektrárna v Počeradech, jež využívá zemní plyn (Informační portál energetické gramotnosti, 2022).

Plyn musíme dovážet do ČR kvůli nevhodným podmínkám. Zároveň plyn tvoří zhruba 10 % našeho energetického mixu, takže je nedílnou součástí české energetiky (Informační portál energetické gramotnosti, 2022).

V roce 2021 bylo 83 % spotřeby zemního plynu v EU dováženo z jiných zemí. Po ruské invazi na Ukrajinu došlo ke značnému poklesu dovozu plynu z Ruska do EU. Toto klesání bylo nahrazeno zejména rychlým nárůstem dovozu zkapalněného zemního plynu (LNG) z USA jakožto reakce na zmíněný konflikt a nedostatek plynu z Ruska (Rada Evropské unie, 2022).

Obr. 3: Odklon EU od ruského plynu



Zdroj: Rada Evropské unie, 2022

## 1.1.2 Jaderné zdroje ČR

Tyto zdroje jsou vyčerpatelné a tím pádem neudržitelné.

Jadernou elektrárnu řadíme mezi tepelnou elektrárnu, kde se pomocí turbíny převádí tepelná energie na energii elektrickou. Teplo vzniká v samotné jaderném reaktoru skrze štěpné řetězové reakce (Perspektivy české energetiky, 2014).

V současné době jsou tři základní témata, která ovlivňují vývoj a budoucnost jaderné energetiky. Prvním tématem je uvádění reaktorů III. generace do provozu, zda se podaří přechod k těmto typům a jestli budou úspěšné i ekonomicky. Dalším tématem je vývoj konkurenceschopných malých modulárních reaktorů. Nejbližší k tomuto konceptu je momentálně Rusko a Čína. Třetím tématem je přechod k reaktorům IV. generace (Česká energetika na křižovatce, 2018).

Česká republika má, z hlediska jaderné energetiky, dlouhodobé zkušenosti, a i úspěšnou tradici. Na našem území jsou elektrárny Dukovany a Temelín. Dukovany jsou první vystavěná jaderná elektrárna na českém území, kdy v roce 1985 byl postaven první reaktorový blok a v roce 1987 byly v provozu všechny čtyři výrobní bloky. Za celou dobu provozu Dukovany vyrobily přes 433 miliard kWh elektrické energie. Na jaderné elektrárně Temelín se začalo pracovat již v roce 1979 a první vyrobená elektřina z prvního jaderného bloku byla až na konci roku 2000. Při listopadu 1989 bylo rozhodnuto na snížení výstavby jaderných bloků pouze na dva. Temelín má tedy instalovaný výkon u obou turbogenerátorů 1125 MWe (ČEZ, 2021).

## 1.1.3 Obnovitelné zdroje ČR

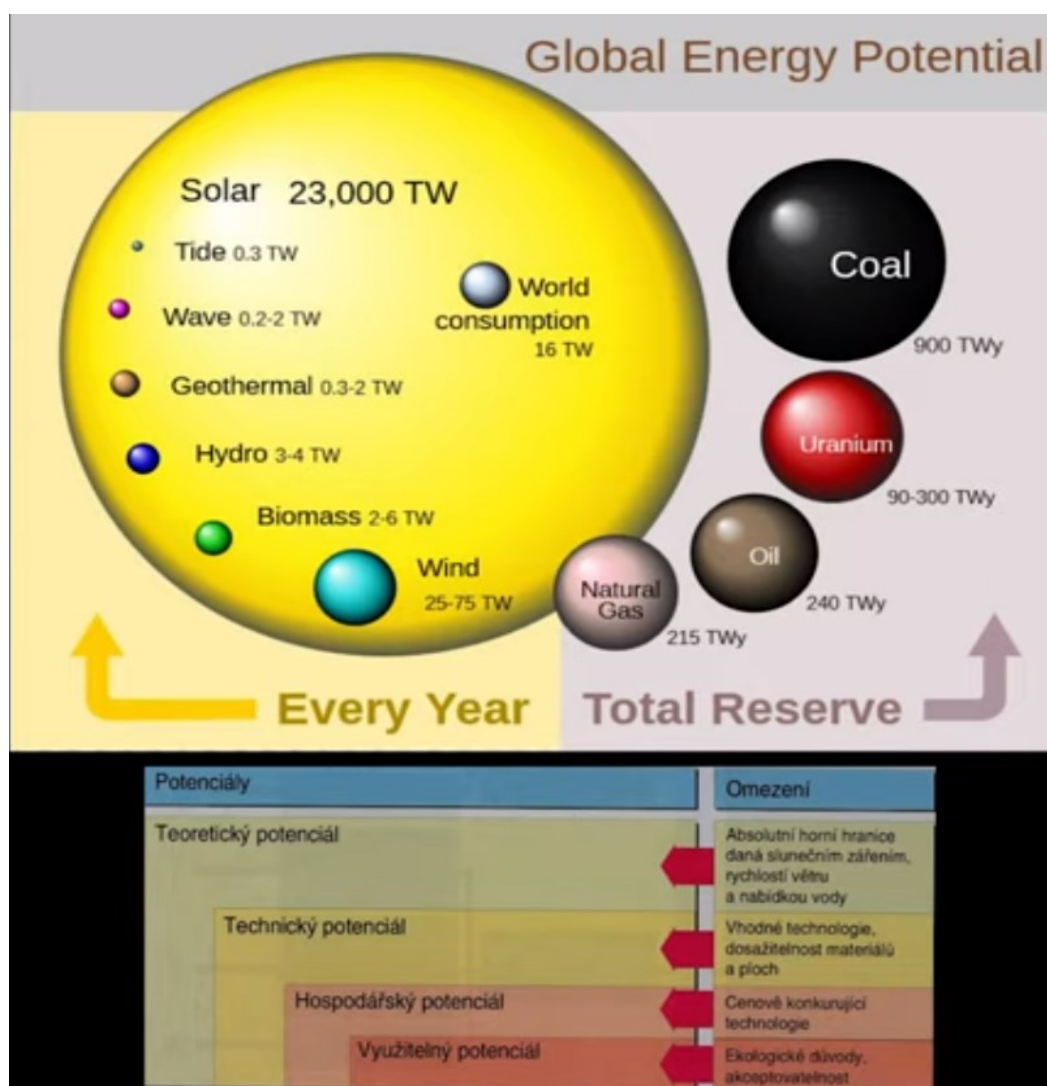
Obnovitelné zdroje energie se v současnosti stávají stále populárnějšími a jejich význam v energetických mixech států roste. Tento typ zdrojů se vyznačuje tím, že se přirozeně obnovuje v průběhu času a zahrnuje přírodní jevy, jako jsou sluneční záření, vítr, vodní toky a geotermální teplo. Mezi obnovitelné zdroje patří také biomasa. Přestože se obnovitelné zdroje stávají důležitějšími, stále nemáme dostatečně vyspělou technologii, která by umožnila využití pouze obnovitelných zdrojů pro výrobu elektrické energie (Česká energetika na křižovatce, 2018).

Sluneční energii dokážeme využívat skrz fotovoltaické elektrárny. Tyto elektrárny jsou stavěny jak v podobě velkých systémů, ale rovněž také v podobě malých osobních zdrojů energie na střechách. Právě proto jedna z nejvyšších výhod je, že tyto elektrárny se mohou stavět hned u spotřebitele, ale zároveň jsou panely vysoce závislé na počasí. V aktuální době (2022)

neexistují efektivní skladiště elektrické energie, takže tyto sluneční elektrárny mohou tvořit pouze část efektivního energetického mixu daného státu (Drábová, 2020).

Jak můžeme vyčíst z obrázku, sluneční energie by měla s naprostým přehledem zásobovat energii pro celý svět, ale technická nevypělost nám to nedovoluje.

Obr. 4: Global energy potencial – Energetika v době krize



Zdroj: Dana Drábová, 2020

Vodní energie využívají přeměnu potenciální energie umožněné spádem vody pomocí vodní turbíny na elektřinu. Vodní elektrárny můžeme postavit jak velké, s vysokým výkonem, ale i decentralizované, které dokážou uspokojit lokální potřeby. V nynější době (2022) jsou přečerpávací vodní elektrárny jedinou efektivní možností k uschování energie. Možnost k využívání vodních elektráren je silně závislá na geografických podmínkách, kdy se staví u velkých řek nebo v „příhorské“ oblasti s hustým systémem řek s velkým spádem. Vodní



elektrárny neprodukují emise a zároveň jsou velice stabilní zdroj energie, takže jsou dlouhodobě, ale i v budoucnu, velmi důležitým zdrojem elektrické energie. Mezi výhody patří, že dokážou vykrývat špičku spotřeby a nejsou závislé na počasí. Ovšem geografické podmínky jsou klíčové (Perspektivy české energetiky, 2014).

Větrná energie vzniká přeměnou kinetické energie na mechanickou, která je pak pomocí generátoru přeměněna na elektrickou. Tyto turbíny mají vysokou efektivitu, jenž se zvyšuje s rozměry a s rychlostí větru. Právě proto jsou nejlepší místa pro turbíny ty, kde jsou pravidelné a dlouhodobě vanoucí větry, jako jsou horské oblasti, pobřeží anebo moře. Největší výhodou je decentralizace elektráren, kdy můžeme stavět i malé jednotky, v nejlepší možné případě vedle zemědělské oblasti s kombinací s bioplynovými stanicemi, které slouží jako záloha větrné elektrárny. Nevýhodou je zase vysoká závislost na počasí. Zároveň nemáme dostatečné prostředky na uchovávání energie, takže opět tvoří jen část efektivního energetického mixu (Perspektivy české energetiky, 2014).

Biomasu chápeme jako hmotu organického původu, kterou používáme jakožto palivo nebo surovinu. Základní charakteristika biomasy je, že pochází z čerstvých nebo z nedávno žijících organismů (narozdíl od fosilních paliv). Využívání biomasy má vysoký potenciál a zároveň je podporováno skrz různé dotace, které zahrnují vyšší cenu vyprodukované zelené elektřiny, a také subvence za kombinovanou výrobu elektrické energie s biomasou. Biomasa má zároveň menší energetickou hustotu než fosilní paliva, tudíž se všeobecně obtížně přepravuje na větší vzdálenosti a její využívání ve větších jednotkách tím pádem je rovněž obtížné. Dále můžeme biomasu využívat ve formě plynu, oleje a pevné složky, které mají vyšší měrnou energii. K těmto složkám dojdeme skrze chemické procesy (Perspektivy české energetiky, 2014) (Energie z biomasy, 2013).

## **1.2 Budoucí trendy v energetice**

Jak uvádí zpráva EEA „Trendy a prognózy v Evropě, 2022“ hospodářské oživení po pandemii covidu-19, které rovněž souviselo s volným pohybem osob, vedlo v Evropě ke zvýšení emisí skleníkových plynů v dopravě, průmyslu a v sektoru dodávek energie. V sektoru dodávek energie došlo k částečnému přechodu na energetická paliva s vyšší uhlíkovou náročností právě kvůli hrozící energetické krizi a také kvůli vysokým cenám plynu. Zároveň silný růst podílu energie z obnovitelných zdrojů ztratil v roce 2021 na rychlosti, což lze vysvětlit menším podílem větrné a vodní energie a celkovým nárůstem spotřeby energie ve společnosti.

Zpráva zdůrazňuje potřebu přijmout zásadní opatření týkající se energetické infrastruktury, jež budou brát v potaz budoucí cíl klimatické neutrality a zabrání tak závislosti na uhlíku, aby bylo možné splnit plány snižování emisí a cíle EU v oblasti klimatu (Evropská agentura pro životní prostředí, 2022).

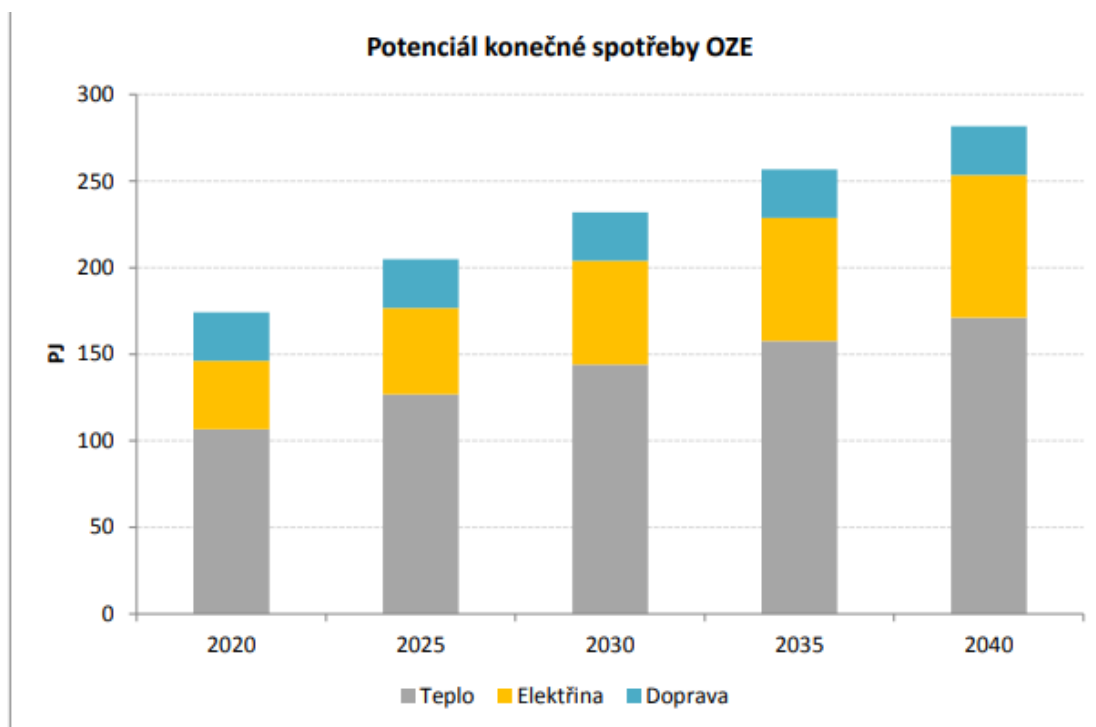
Podle dat, poskytnutých členskými státy EU, vzrostly emise skleníkových plynů v roce 2021 s porovnáním s rokem 2020 o 5 %. Zároveň ale zůstaly pod úrovní „předpandemického období“ roku 2019. Dále celková konečná spotřeba vzrostla o 5 % (z roku 2021 na 2022) a spotřeba primární energie o 6 %. Tento nárůst lze spojit hlavně s hospodářským oživením po covidové době (Evropská agentura pro životní prostředí, 2022).

Evropský parlament a členské státy EU jednaly o balíčku Fit for 55, který by měl zajistit minimálně 55% snížení čistých emisních skleníkových plynů do roku 2030 oproti úrovním z roku 1990. Právě proto je důležité, pro dosažení klimatické neutrality v dlouhodobém horizontu, udržovat relativně vysoké meziroční snižování emisí skleníkových plynů. Mimo to je nutné se soustředit na snižování emisí ve všech sektorech a zvyšovat pohlcování oxidu uhličitého. Dále existuje plán REPowerEU, jenž usiluje o dvojnásobné snížení energie v letech 2020 až 2030 a zároveň o zvýšení podílu z OZE na 45 %. Tím pádem členské státy aktualizují své plány v energetice a klimatu, aby se cílům EU přizpůsobily (Evropská agentura pro životní prostředí, 2022).

### **1.2.1 Potenciál využívání obnovitelných zdrojů**

Možnost využívání jednotlivých zdrojů energie je v ČR omezena přírodním potenciálem a ekonomikou dané země. ČR má omezený potenciál pro využívání a samotný rozvoj obnovitelných zdrojů, jak znázorňuje graf. Tento potenciál je omezen přírodními podmínkami, jako jsou geologické nebo klimatické podmínky, a zároveň též požadavky životního prostředí.

Obr. 5: Potenciál konečné spotřeby OZE



Zdroj: Státní energetická koncepce, 2015

Potenciál větrné elektrárny je významně limitován krajinným reliéfem, který definuje významné lokality, kde proudí dostatečný vzduch, jako jsou oblasti Krušných hor, Vysočiny a Jeseníků. Další limitující faktor jsou sídelné celky, chráněné přírodní oblasti, CHKO a lokality soustavy Natura 2000, pásma vojenských radarů a další. Podle Ústavu fyziky atmosféry, který zpracoval scénář pro ČR, kdy hodnota energie je zhruba 2300 MW, a to ve středním scénáři (Státní energetická koncepce, 2015).

Potenciál sluneční energie je limitován převážně klimatickými podmínkami a zeměpisnou šířkou ČR. Dále ochrana zemědělské půdy z pohledu udržitelnosti vylučuje systematické využívání zemědělské půdy pro fotovoltaické zdroje. Tedy samotný potenciál je dán hlavně účinností nových technologií, rozsahem ploch střech a jejich využití a brownfieldů. Podle Národního akčního plánu Smart Grids je realistický potenciální výkon 5800 MW, z čehož bude část postupně nahrazována fotovoltaickou elektrárnou na polích s dočasným vynětím zemědělské půdy. Využití sluneční energie by mělo stoupnout spolu s růstem účinnosti technologií. Podle analýz Ministerstva obchodu a průmyslu se potenciál solární energie pro výrobu tepla pohybuje kolem 5 PJ (Státní energetická koncepce, 2015).

Potenciál využití energie biomasy vychází z Akčního plánu pro biomasu. Kvůli dlouhodobému trendu snižování rozlohy zemědělských ploch se předpokládá spíše konzervativní odhad. Proto se uvažuje celková hodnota využití biomasy pro území ČR v rozmezí od 160 až 217 PJ, a to bez ohrožení potravinové bezpečnosti (Státní energetická koncepce, 2015).

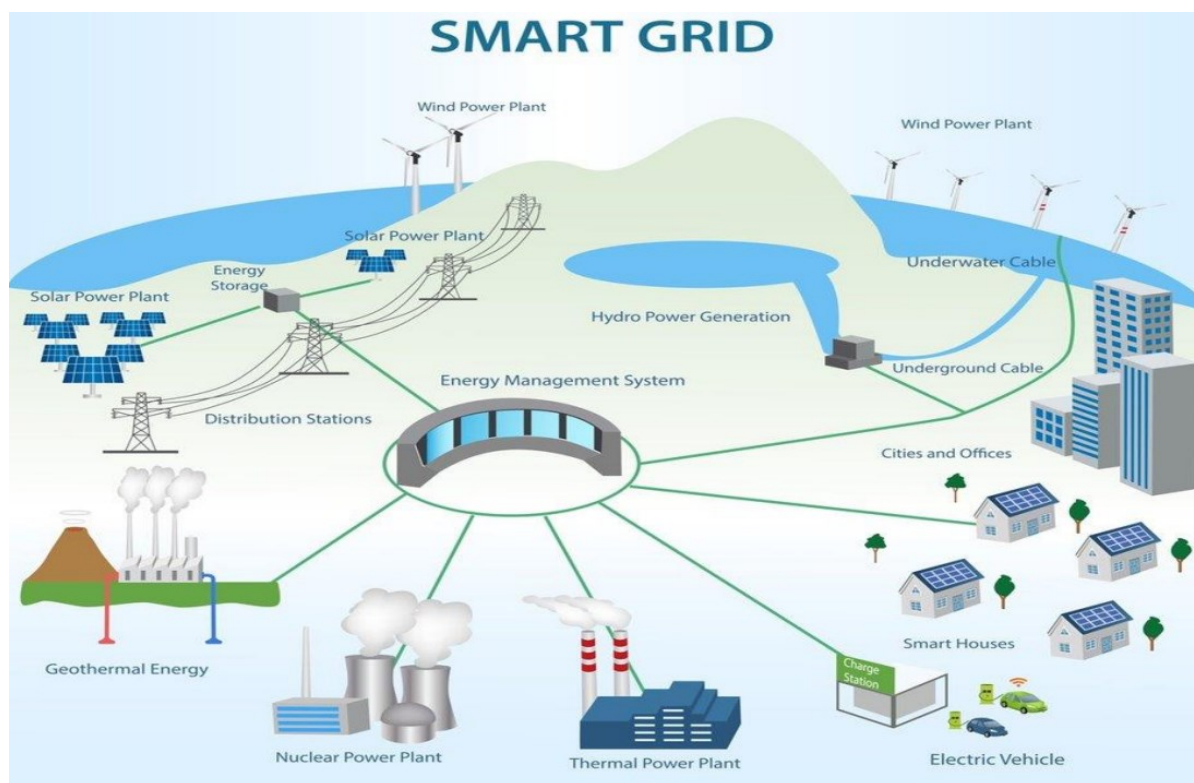
Potenciál využití geotermální energie souvisí hlavně s možností využití nízko-potenciálního tepla, jelikož technická a ani ekonomická způsobilost v ČR není otevřena pro využití vysoko-potenciálního tepla. Využití nízko-potenciálního tepla technologií čerpadel je komerčně zralé a dostupné, též se předpokládá zvýšené instalovaných kapacit nejméně na čtyřnásobek. Celkový potenciál je ale limitován potřebou tepelné energie, možnostmi a ekonomickou individuální výstavbou a ekonomickou integrací tepelných čerpadel do soustav zásobování teplem (Státní energetická koncepce, 2015).

### **1.2.2 Energetika 4.0**

Součástí Energetiky 4.0 je postupný útlum spalování uhlí a plynu, též paralelní nástup elektromobility a virtuálních elektráren. Cílem energetiky 4.0 je dosáhnout větší energetické efektivity, snížení nákladů, zvýšení flexibility a bezpečnosti energetických systémů a podpoření trvale udržitelného rozvoje (Drtina, 2021).

Do energetiky 4.0 patří neodmyslitelně chytré sítě, takzvané Smart Grids. Podle stránky proelektrotechniky.cz (2013) tyto sítě dokáží regulovat výrobu a spotřebu elektrické energie v reálném čase. Základním principem je tedy vzájemná komunikace mezi výrobními zdroji a spotřebiči o možnostech výroby a spotřeby elektrické energie. S tím souvisí i takzvaná decentralizace energetiky, na kterou se soustředí NAP SG (Národní Akční Plán Smart Grids), který se snaží vytvořit podmínky pro vyšší příjem decentralizovaných zdrojů elektřiny, akumulace a elektromobility. Zároveň decentralizovaná energetika by měla zvýšit spolehlivost, kvalitu a bezpečnost dodávek elektrické energie. Zároveň decentralizace energetiky klade důraz na vytvoření částečně soběstačného „ekosystému“, tedy například na zdroje, jako jsou solární panely na bytových jednotkách. Díky tomu vzniká z uživatele prosumer, tedy uživatel se může chovat jako zdroj elektrické energie pro ostatní, ale i jako spotřebitel své vlastní energie. Proto je velmi důležitá komunikace mezi stranami, jež jsou zainteresované (Novák, 2020).

Obr. 6: Smart Grid – Člověk a energie



Zdroj: Novák, 2020

Podle debaty: Energetika 4.0: Businessová transformace v energetice je potřeba zavést takzvanou digitalizaci energetiky, jakožto jeden z faktorů Energetiky 4.0, která je spojená s inteligentnější prací s daty a jejich uchováváním a související transparentností dat (AKA, 2021).

### 1.2.3 Elektromobilita

Elektromobilita se stává čím dál tím více aktuálním tématem, převážně v souvislosti s přechodem na udržitelnou a čistou energii. Elektromobily mají hlavně potenciál v městských oblastech, kde zlepší kvalitu ovzduší a zároveň sníží emise skleníkových plynů. Když ale hovoříme o potenciálu elektromobility, musíme myslet rovněž na kapacitu baterií, kde musíme vyvinout nové a levnější technologie pro baterie a nabíjení. Dále také neopomenout nutnost výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů, aby byla elektromobilita plně udržitelná a ekologická (International Energy Agency 2021).

## **2 Státní energetická koncepce**

„Státní energetickou koncepcí formuluje vláda České republiky to jest politický, legislativní a administrativní rámec ke spolehlivému, cenově dostupnému a dlouhodobě udržitelnému zásobování energií. Státní energetická koncepce je ve smyslu zákona strategickým dokumentem vyjadřujícím cíle státu v energetickém hospodářství v souladu s potřebami hospodářského a společenského rozvoje včetně ochrany životního prostředí, sloužící i pro vypracování územních energetických koncepcí“ (Státní energetická koncepce, 2015, s.4).

### **2.1 Poslání státní energetické koncepce**

Státní energetická koncepce (SEK) má za hlavní poslání zajistit spolehlivou a bezpečnou dodávku energie pro potřeby obyvatelstva a ekonomiky v České republice, která zároveň chrání životní prostředí a je dostupná za přijatelnou a konkurenceschopnou cenu za standardních podmínek. Kromě toho musí SEK také zabezpečit nepřerušované dodávky energie v případě krizových situací, aby bylo zajištěno přežití obyvatelstva a fungování nejdůležitějších státních složek (Státní energetická koncepce, 2015).

Za dlouhodobou vizi energetiky ČR chápeme spolehlivost, cenovou dostupnost a dlouhodobou udržitelnost v zásobování energie pro domácnosti a hospodářství. Můžeme to rovněž shrnout jako bezpečnost, konkurenceschopnost a udržitelnost.

V postupu energetiky v globálním měřítku panuje vysoká míra nejistoty kvůli dalšímu vývoji ekonomického a politického dění, rozvoji technologií a požadavků na ochranu přírody. Strategickou odpovědí na výzvy je efektivní využití domácích surovin a energetických zdrojů. Dále nutnost všestranného pohledu na dodávky všech forem energie, řetězec od výroby a produkce až ke spotřebě a zajištění dostatečné diverzifikace zdrojů, surovin a přepravních tras.

### **2.2 Strategické cíle státní energetické koncepce**

„Hlavním cílem je zajistit stabilní a předvídatelné podnikatelské prostředí, efektivní státní správu a dostatečnou a bezpečnou infrastrukturu“ (Státní energetická koncepce, 2015, s.6).

Vrcholové strategické cíle jsou:

Zajištění bezpečnosti dodávek energie zahrnuje nezbytnost zajištění dodávek energie pro spotřebitele v běžném provozu i při neočekávaných vnějších podmínkách, jako jsou výpadky dodávek primárních zdrojů, cenové výkyvy na trzích, poruchy a útoky. Hlavním cílem je rychle obnovit dodávky v případě výpadku a zároveň zajistit plné dodávky všech typů energie potřebných pro nouzový režim, který zahrnuje fungování ekonomiky a zásobování obyvatelstva při jakýchkoli nouzových situacích (Státní energetická koncepce, 2015).

Konkurenceschopnost (energetiky a sociální přijatelnost) se soustředí na dosažení konečných cen energie (elektřina, plyn, ropné produkty) pro průmyslové spotřebitele i domácnosti, které jsou srovnatelné se zeměmi regionu a dalšími přímými konkurenty. Toto zahrnuje i energetické podniky, které jsou schopny vytvářet dlouhodobou ekonomickou přidanou hodnotu (Státní energetická koncepce, 2015).

Udržitelnost energetiky je klíčovým cílem a zahrnuje vytvoření struktury energetiky, která je dlouhodobě udržitelná z hlediska klimatu, ekonomiky, lidských zdrojů a sociálních dopadů. Toto zahrnuje snížení emisí CO<sub>2</sub>, diverzifikaci primárních energetických zdrojů, udržení kladné výkonové bilance elektřiny a snížení dovozní závislosti na 65 % do roku 2030 a 70 % do roku 2040. Zajištění udržitelnosti také zahrnuje využívání všech dostupných zdrojů a schopnost energetických podniků zajistit potřebné investice do obnovy a rozvoje (Státní energetická koncepce, 2015).

### **2.2.1 Bezpečnost dodávek**

Bezpečnost dodávek je měřena parametry: pohotovostní zásoby primárních energetických zdrojů, diverzifikace primárních energetických zdrojů, diverzifikace importu, dovozní závislost, soběstačnost v dodávkách elektřiny, výkonová přiměřenost (Státní energetická koncepce, 2015).

#### **Pohotovostní zásoby primárních energetických zdrojů**

Pro dané období je zapotřebí spočítat pohotovostní zásoby, ty se spočítají jako součet okamžitě dostupných zásob PEZ z kapalných paliv a zemního plynu, v zásobnících z tuhých paliv, na skládkách těžebních společností a výrobců, z jaderného paliva a dále pak z intermitentních i neintermitentních obnovitelných zdrojů energie v odpovídajícím roce dle rovnic (Státní energetická koncepce, 2015).

$$AZ_{PEZ} = (Im_{KP} - Ex_{KP}) \cdot k_{KP} + PEZ_{ZP} \cdot k_{ZP} + PEZ_{TP} \cdot k_{TP} + PEZ_{JP} \cdot k_{JP} + PEZ_{iOZE} \cdot k_{iOZE} + PEZ_{nOZE} \cdot k_{nOZE}$$

$$H_{Im} = \frac{AZ_{PEZ}}{PEZ} * 100\%$$

kde:

*AZPEZ* ... absolutní výše pohotovostní zásoby PEZ [PJ]

*RZPEZ* ... relativní výše pohotovostní zásoby PEZ [%]

*ImKP* ... dovoz PEZ z kapalných paliv zahrnující ropu a ropné produkty [PJ]

*ExKP* ... vývoz PEZ z kapalných paliv zahrnující ropu a ropné produkty [PJ]

*kKP* ... koeficient podílu zásob PEZ z kapalných paliv na čistém dovozu [-]

*PEZZP* ... spotřeba PEZ ze zemního plynu [PJ]

*kZP* ... koeficient podílu zásob PEZ ze zemního plynu na tuzemské spotřebě [-]

*PEZTP* ... spotřeba PEZ z tuhých paliv zahrnujících uhlí a uhelné deriváty [PJ]

*kTP* ... koeficient podílu zásob PEZ z tuhých paliv na spotřebě [-]

*PEZJP* ... spotřeba PEZ z jaderného paliva [PJ]

*kJP* ... koeficient podílu zásob PEZ z jaderného paliva na spotřebě [-]

*PEZiOZE* ... spotřeba PEZ z intermitentních obnovitelných zdrojů [PJ]

*kiOZE* ... koeficient podílu zásob PEZ z intermitentních OZE [-]

*PEZnOZE* ... spotřeba PEZ z neintermitentních obnovitelných zdrojů [PJ]

*knOZE* ... koeficient podílu zásob PEZ z neintermitentních OZE [-]

*PEZ* ... celková spotřeba PEZ [PJ]

(Státní energetická koncepce, 2015, s.31)



### Diverzifikace primárních energetických zdrojů

Diverzifikace primárních zdrojů dokážeme určit přes součet druhých mocnin podílů dílčích druhů PEZ (primárních energetických zdrojů) a z celkové roční spotřeby energetických zdrojů v odpovídajícím roce na bázi Herfindahl-Hirschmanova indexu. Tyto zdroje rozlišujeme do čtyř kategorií: plyná paliva, tuhá paliva, jaderná paliva a obnovitelné zdroje. Diverzifikace primárních zdrojů slouží k zabezpečení dodávek daného zdroje ve spojitosti s výpadky (Státní energetická koncepce, 2015).

$$H_{PEZ} = \sum_{i=1}^N \left( \frac{PEZ_i}{PEZ} \right)^2$$

kde:

$H_{PEZ}$  ...diverzifikace primárních energetických zdrojů [-]

$PEZ_i$ ... spotřeba dílčího druhu PEZ [PJ]

$PEZ$  ...celková spotřeba PEZ [PJ]

$N$  ... počet dílčích druhů PEZ [-]

(Státní energetická koncepce, 2015, s.32)

### Diverzifikace importu

Diverzifikaci importu vypočteme jako součet druhých mocnin podílů dovozu a dílčích druhů PEZ. Uvažujeme čtyři kategorie: zemní plyn, ropu a ropné produkty, uhlí a uhelné deriváty, jaderné palivo. Dále použijeme bázi Herfindahl-Hirschmanova indexu dle následujícího vztahu (Státní energetická koncepce, 2015):

$$H_{Im} = \sum_{i=1}^N \left( \frac{Im_i}{PEZ} \right)^2$$

kde:

$H_{Im}$ ... diverzifikace importu [-]

$Im_i$ ... velikost dovozu dílčího druhu PEZ [PJ]

$PEZ$ ... celková spotřeba PEZ [PJ]

$N$ ... počet dílčích druhů PEZ [-]  
(Státní energetická koncepce, 2015, s.33)

#### Dovozní závislost

Dovozní závislost je určena dle metodiky Mezinárodní energetické agentury jako podíl čistého dovozu PEZ a celkové spotřeby PEZ. A přitom je určován podle varianty, a to bez započtení primárního tepla z jaderných reakcí, včetně započtení tepla z jaderných reakcí podle rovnice (Státní energetická koncepce, 2015):

$$DoZ = \frac{\sum_{i=1}^N Im_i - Ex_i}{PEZ} * 100$$

kde:

$DoZ$ ...dovozní závislost [%]

$Im_i$ ...velikost dovozu dílčího druhu PEZ [PJ]

$Ex_i$ ...velikost vývozu dílčího druhu PEZ [PJ]

$PEZ$ ... celková spotřeba PEZ [PJ]

$N$ ...počet dílčích druhů PEZ [-] (Státní energetická koncepce, 2015, s.34)

#### Soběstačnost v dodávkách elektřiny

Soběstačnost v dodávkách elektřiny určíme jako podíl hrubé výroby elektřiny a hrubé domácí spotřeby v roce (Státní energetická koncepce, 2015):

$$SEE = \frac{TBV}{TBS} \cdot 100\%$$

kde:

$SEE$             *soběstačnost v dodávkách elektřiny*

[%]  $TBV$         *tuzemská brutto výroba elektřiny*

[GWh]  $TBS$      *tuzemská brutto spotřeba elektřiny [GWh]*

(Státní energetická koncepce, 2015, s.35)

## Výkonová přiměřenost

Výkonová přiměřenost znamená dlouhodobá schopnost vyrovnávat výrobu a spotřebu elektrické energie. To zahrnuje flexibilitu výrobního portfolia a schopnost reagovat na náhlé změny výkonu. Výkonová přiměřenost je stanovena jako zbývající kapacita v elektrizační soustavě, která je určena rozdílem mezi spolehlivě dostupnou kapacitou v daném roce a zatížením v referenčním bodě. Matematicky lze tento vztah vyjádřit následovně (Státní energetická koncepce, 2015):

$$RC = RAC - (P_{Load} - P_{LoadM}) = NGC - UC - (P_{Load} - P_{LoadM})$$

kde:

*RC*... bývající kapacita [MW]

*RAC*... spolehlivě dostupná kapacita [MW]

*P<sub>Load</sub>*... zatížení [MW]

*P<sub>LoadM</sub>*... potenciál pro snížení zatížení [MW]

*NGC* ... čistá výrobní kapacita [MW]

*UC* ... nedostupná kapacita [MW]

(Státní energetická koncepce, 2015, s.35)

### 2.2.2 Konkurenceschopnost

Míra integrace do mezinárodních sítí

„Míra integrace do mezinárodních sítí je stanovena jako souhrnná disponibilní přenosová kapacita v poměru k maximálnímu zatížení, která je určena podílem sumární exportní, respektive importní, schopnosti přenosové soustavy (PS) v daném roce a výhledu maximálního netto zatížení PS pro odpovídající rok tímto způsobem“ (Státní energetická koncepce, 2015, s.35).

$$P_{EX\%} = \frac{P_{sumEx}}{P_{maxload}} * 100\%$$

$$P_{IM\%} = \frac{P_{sumIM}}{P_{maxload}} * 100\%$$

kde:

*P<sub>Ex</sub>%* souhrnná disponibilní přenosová kapacita v exportním směru [%]

*P<sub>Im</sub>%* souhrnná disponibilní přenosová kapacita v importním směru [%]

PsumEx sumární exportní schopnost PS [MW]

PsumIm sumární importní schopnost PS [MW]

PmaxLoad maximální netto zatížení PS [MW]

Ukazatel je určen dle vlastní metodiky za účelem plánování PS (přenosové soustavy) v horizontu 7 a 15 let. Cílem je udržení ukazatele minimálně na 30 % zatížení energetické soustavy České republiky, což je trojnásobek cílů Lisabonské dohody. Právě proto česká energetická koncepce odpovídá tranzitnímu charakteru. Ukazatel je vyhodnocován provozovatelem přenosové sítě ČEPS, a.s. (Státní energetická koncepce, 2015).

#### Diskontované náklady na zajištění energie

V rámci konkurenceschopnosti je klíčovým prvkem určení jednotlivých nákladů na zajištění energie. Když jsou náklady příliš vysoké, mohou mít významný dopad na konkurenceschopnost daného státu. Tyto diskontované náklady jsou stanoveny na základě nákladů vynaložených na zabezpečení dodávek energie, ostatních proměnlivých nákladech na provoz všech zdrojů elektřiny a tepla, investičních nákladech na zdroje a infrastrukturu, nákladech na realizaci úspor a nákladech na dovoz primárních energetických zdrojů. Všechny tyto náklady se sčítají pomocí následujícího vzorce (Státní energetická koncepce, 2015):

$$DCF = \sum_{j=1}^N \frac{CF_j}{(1 + DF)^j}$$

kde:

DCF...Diskontované náklady k danému roku (discounted cash flow) [mil Kč]

DF...Diskontní faktor odpovídající bezrizikové výnosové míře a rizikové příirážce [%]

CF<sub>j</sub>...Náklady (cash flow) v daném roce j [mil Kč]

N...Celkový počet let, na který jsou diskontované náklady kvantifikovány.

(Státní energetická koncepce, 2015, s.36)

Všechna potřebná data jsou opět statistiky a budoucí výhledy MPO podle jejich vlastních metodik. Cílem tohoto ukazatele je přiměřeně optimalizovat náklady s respektováním energetické bezpečnosti a udržitelnosti dodávek (Státní energetická koncepce, 2015, s.37).

#### Poměry cen energie na velkoobchodním trhu k průměru globálních konkurentů

Poměrem určíme cenovou hladinu, který je vypočten jako podíl cen energií obchodovaných na velkoobchodním trhu a průměrných cen příslušných energií v rámci zemí OECD. Cílem je udržení cenové hladiny energie nanejvýš na úrovni 120 % úrovně OECD. Tento poměr lze vypočítat pomocí následujícího vzorce (Státní energetická koncepce, 2015):

$$p_{CE} = \frac{C_{EVO}}{C_{Epr}} * 100\%$$

kde:

$p_{CE}$ ...poměr ceny energie na velkoobchodním trhu k průměru EU [%]

$C_{EVO}$ ...cena energie na velkoobchodním trhu [Kč/MWh]

$C_{Epr}$ ...průměrná cena energie v rámci OECD nebo BRICS [Kč/MWh]

(Státní energetická koncepce, 2015, s.37)

#### Konečná cena elektřiny na hladině nn a vn, též zemního plynu:

Konečnou cenu elektrické energie na hladině nízkého napětí i vysokého napětí určujeme jako součet cen za silovou elektřinu, za přenos distribuci elektřiny. Dále systémové služby a příspěvky na OZE a KVET (kombinovaná výroba elektřiny a tepla) zahrnující poplatek za činnost OTE. Cenu zemního plynu v konečné fázi určíme jako součet komoditní ceny plynu, plateb za uskladnění a služby, ceny za přepravu a cenu za distribuci v odpovídajícím roce a stejně jako u nízkého napětí a vysokého napětí včetně poplatku za činnost OTE (Státní energetická koncepce, 2015).

#### Obchodní bilance dovozu a vývozu energie

Ukazatel vyjadřuje stav České republiky z pohledu dovozu nebo vývozu. Díky tomu můžeme lépe hodnotit konkurenceschopnost v tomto oboru. Obchodní bilance dovozu a vývozu energie

je stanovena jako součet obchodních bilancí zahraničního obchodu jednotlivých dovážených a vyvážených druhů primárních energetických zdrojů v odpovídajícím roce následovně (Státní energetická koncepce, 2015):

$$OB_{pez} = \sum_{i=1}^N (Im_i - Ex_i) * c_i$$

kde:

OBPEZ ... obchodní bilance dovozu a vývozu energie [mld. Kč]

Im<sub>i</sub>...velikost dovozu dílčího druhu PEZ [PJ]

Ex<sub>i</sub>...velikost vývozu dílčího druhu PEZ [PJ]

c<sub>i</sub>...cena dílčího druhu PEZ [Kč/MJ]

N...počet dílčích druhů PEZ

(Státní energetická koncepce, 2015, s.39)

#### Ostatní parametry

Státní energetická koncepce zahrnuje další parametry pro sekci konkurenceschopnosti, které jsou významné pro posouzení energetiky v České republice. Těmito parametry jsou například podíl výdajů na energii na celkových výdajích domácností, podíl sektoru energetiky na hrubé přidané hodnotě, podíl dovozu energie na hrubé přidané hodnotě a sumární ekonomická přidaná hodnota (EVA) sektoru energetiky. Tyto faktory jsou rovněž významné a mají svou úlohu při posuzování konkurenceschopnosti energetického sektoru v České republice (Státní energetická koncepce, 2015).

### 2.2.3 Udržitelnost

#### Energetická náročnost tvorby hrubé přidané hodnoty

Státní energetická koncepce uvádí další parametry, které jsou důležité pro konkurenceschopnost. Tyto parametry zahrnují podíl výdajů na energii v celkových výdajích domácností, podíl sektoru energetiky na hrubé přidané hodnotě, podíl dovozu energie

na hrubé přidané hodnotě a sumární ekonomickou přidanou hodnotu (EVA) sektoru energetiky. Tyto faktory hrají důležitou roli při hodnocení konkurenceschopnosti energetického sektoru v České republice.

Energetickou náročnost tvorby hrubé přidané hodnoty měříme jako podíl celkově spotřebovaných primárních energetických zdrojů a velikosti hrubé přidané hodnoty (rozdíl mezi celkovou produkcí a mezi spotřebou) podle rovnice (Státní energetická koncepce, 2015):

$$EN = \frac{PEZ}{HPH} * 100\%$$

kde:

EN...energetická náročnost tvorby HPH [MJ/Kč]

PEZ...celková spotřeba PEZ [PJ]

HPH...hrubá přidaná hodnota [mld. Kč]

(Státní energetická koncepce, 2015, s.39)

#### Vliv na životní prostředí

Vliv výroby elektrické energie je jedním z nejdůležitějších parametrů pro hodnocení udržitelnosti. Určuje se jako množství vypuštěných emisí CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, polétavého prachu v tisících tun [tis. t] a polycyklických aromatických uhlovodíků (PAH v kilogramech [kg] v daném roce (Státní energetická koncepce, 2015, s.40).

#### Podíl energeticky užívané zemědělské půdy

Dalším významným faktorem je využívání zemědělské půdy pro výrobu elektřiny nebo tepla. K tomuto hodnocení používáme poměr součtu zemědělské půdy využívané pro pěstování energetických plodin a plochy zemědělské půdy využívané pro jiné energetické účely k celkové rozloze zemědělské půdy v daném roce. Tento poměr lze vypočítat pomocí následující rovnice (Státní energetická koncepce, 2015):

$$p_{ZeP} = \frac{ZeP_E}{ZeP} * 100\%$$

kde:

$p_{ZeP}$ ...podíl energeticky užívané zemědělské půdy [%]

$ZeP_E$ ...rozloha energeticky užívané zemědělské půdy [tis. ha]

*ZeP*...celková rozloha zemědělské půdy [tis. Ha]

(Státní energetická koncepce, 2015, s.40)

Podíl fosilních paliv na spotřebě primární energie

Podíl fosilních paliv na spotřebě primární energie udává, kolik spotřebujeme fosilních paliv na výrobu celkové elektrické energie v České republice. Tento ukazatel počítáme pro daný rok podle tohoto vzorce (Státní energetická koncepce, 2015):

$$p_{FP} = \frac{PEZ_{FP}}{PEZ} * 100\%$$

$p_{FP}$ ...podíl fosilních paliv na spotřebě primární energie [%]

$PEZ_{FP}$ ...primární energetické zdroje z fosilních paliv [PJ]

$PEZ$ ...celková spotřeba PEZ [PJ]

(Státní energetická koncepce, 2015, s.41)

Podíl obnovitelných zdrojů energie na hrubé konečné spotřebě

„Podíl OZE na hrubé konečné spotřebě v daném roce je stanoven jako poměr konečné spotřeby obnovitelných zdrojů energie k celkové hrubé konečné spotřebě energie v odpovídajícím roce“ (Státní energetická koncepce, 2015, s.42):

$$p_{OZE} = \frac{KS_{OZE}}{HKS} * 100\%$$

kde:

$p_{OZE}$ ...podíl OZE v konečné spotřebě [%]

$KS_{OZE}$ ... konečná spotřeba OZE [PJ]

$HKS$ ...hrubá konečná spotřeba [PJ]

(Státní energetická koncepce, 2015, s.42)



### Spotřeba elektřiny na obyvatele

Dalším faktorem pro hodnocení udržitelnosti české energetiky je množství elektřiny, které spotřebuje průměrný obyvateľ. Tento parametr se určuje jako podíl celkové domácí spotřeby elektřiny k počtu obyvatel v daném roce, tedy:

(Státní energetická koncepce, 2015)

$$SEO = \frac{TNS}{PO}$$

*kde:*

*SEO* ... spotřeba elektřiny na obyvatele [kWh/obv.]

*TNS* ... tuzemská netto spotřeba elektřiny [GWh]

*PO* ... počet obyvatel [mil. obyv.]

(Státní energetická koncepce, 2015, s.42)

### Ostatní parametry

Dalšími parametry pro hodnocení udržitelnosti energetiky v ČR je elektroenergetická náročnost tvorby hrubé přidané hodnoty a podíly OZE a KVET na dodávkách tepla ze SZT (Státní energetická koncepce, 2015)

.

### **3 Analýza současných a budoucích nákladů**

Pro jakékoliv investiční rozhodování je klíčovým faktorem ekonomická návratnost projektu. V minulosti byla tato hodnota nejlepší pro elektrickou energii z uhelných a jaderných zdrojů. Nicméně v dnešní době musíme brát v úvahu nejen ekonomickou stránku, ale i ekologické a bezpečnostní faktory, zejména pokud se jedná o jadernou energetiku. Náš pohled na energetiku se v posledních desetiletích posunul a je nutné tyto nové skutečnosti zohledňovat v nákladech.

Abychom posoudili ekonomickou návratnost, musíme počítat s investičními a provozními náklady. Tímto rozumíme například náklady na výstavbu, provoz a nebo na palivo. Dále přidáváme specifika k určitým elektrárnám, jako jsou emisní povolenky pro uhelné a plynové elektrárny anebo doba provozu v hodinách za rok (Energetické hospodářství Brno, 2022).

#### **3.1.1 Elektrárny pro srovnání**

Pro hodnocení ekonomických nákladů bylo vybráno pět různých typů elektráren a porovnáváme jejich vstupní parametry. Tyto elektrárny jsou zvoleny z důvodu vhodnosti pro Českou republiku a zahrnují tedy jaderné, fotovoltaické, větrné, uhelné a plynové elektrárny. Vodní elektrárny nejsou brány v potaz, jelikož v ČR není prostor pro další výstavbu. Dále větrné elektrárny uvažujeme typu onshore (ve vnitrozemí) a nebereme v potaz offshore (na pobřeží) z důvodu geografické polohy ČR.

#### **3.2 Investiční náklady**

Každý projekt má své investiční náklady. Pod tím si můžeme představit například náklady na přípravu výstavby, přípravu místa, samotnou výstavbu, uvedení do provozu a financování elektrárny. Pokud chceme specifickou představu, můžou to být dělníci, inženýři a další pracovníci. Materiál na stavbu jako je beton, technické komponenty a speciální technologie.

Investiční náklady můžeme dále rozdělit na náklady, které ovlivňuje čas, a tedy inflace a diskontní sazby v průběhu výstavby. V tomto případě se jedná o diskontované investiční náklady. Pokud zanedbáme inflaci a diskontní sazby v čase, jedná se o měrné investiční náklady, které můžeme používat u projektů s krátkou dobou výstavby, jelikož čas příliš neovlivní finální cenu.

### 3.2.1 Doba výstavby a životnost

Když se jedná o dobu výstavby a životnost projektů, musíme přiznat, že je to důležitý faktor. Podle stránky O energetice (2023) je průměrná doba výstavby jaderné elektrárny 12 let, 4 roky u uhelné elektrárny podle Schneidara a Froggatta (2020). Pro plynovou elektrárnu počítáme s 5 lety výstavby podle stránky plyn.cz (2023). Pro větrnou elektrárnu počítáme s dobou výstavby 4 roky podle stránky csve.cz (2023) a u solárních elektráren s dobou výstavby kolem 1 roku podle stránky chintglobal.com. Doba životnosti u jaderných elektráren je v průměru 30 let a u uhelných rovněž 30 let. U plynové elektrárny je životnost 30 let podle ČEZ (2023). U větrné elektrárny je doba životnosti 25 let podle stránky svetenergie.cz (2023) a u solární rovněž 25 let podle Staňkové (2021).

### 3.2.2 Investiční výdaje na elektrárnu

Pro zjištění investičních výdajů potřebných pro výstavbu elektráren jsme využili různé zdroje a hledali střední hodnoty dostupných dat. Při výpočtu jsme vzali v úvahu výkon elektrárny 1200 MW. Podle Opatrného (2022) jsou investiční výdaje jaderné elektrárny 213 mld. Kč, zatímco podle Mezinárodní agentury pro energii (2020) jsou investiční náklady uhlíkové elektrárny 79,6 mld. Kč. Pro větrnou elektrárnu jsou investiční výdaje, podle Pro-větrníky (2021), 45 mld Kč a pro solární elektrárnu jsou náklady, podle stránky Solar reviews (2021), zhruba 24,5 mld. Kč. V případě plynových elektráren jsou investiční výdaje, podle International Energy Agency (2020), 34,1 mld Kč.

### 3.2.3 Diskontní sazba a inflace

Při výpočtu nákladů na výstavbu je potřeba počítat s časem a jeho vlivem. Pro naše účely tedy využijeme takzvanou reálnou diskontní sazbu, která zahrnuje jak vliv inflace, tak i diskontní sazbu určenou ČNB. Tím započítáme budoucí náklady projektů.

Pro výpočet používáme regresní analýzu neboli matematický model závislosti, aby bylo možno aproximovat vývoj diskontní sazby, který je závislý na inflaci. Cílem je tedy najít matematickou funkci, v našem případě přímku, která nejlépe popisuje vztah mezi proměnnými, a tedy umožňuje predikci hodnot závislé proměnné (diskontní sazby) na základě hodnot nezávislých proměnných (inflace). Nejdříve zjistíme závislost proměnných, a to v programu Statistica, kde klikneme: Statistika -> Několikanásobná regrese, za proměnné u nezávislých dáme inflaci a u závislých diskontní sazbu. Klikneme na shrnutí. V kolonce R2 zjistíme

závislost, v našem případě 0,924, tedy silná závislost. Pak tedy přímku aproximace vypočítáme přes program Statistica, klikneme na Grafy -> Bodové grafy -> vybereme proměnné, tedy nezávislé a závislé, jak již bylo zmíněno. Výstupem bude matematický model, tedy přímka.

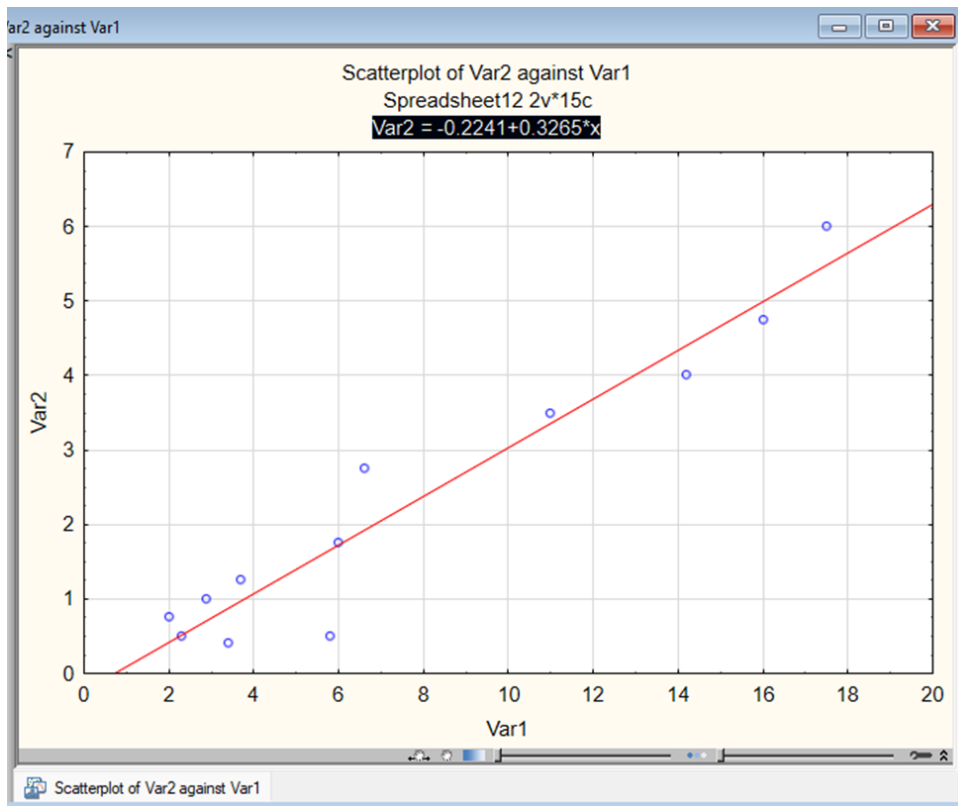
Pro výpočet používáme různé varianty a to kritické, polooptimistické a optimistické, se kterými souvisejí diskontní sazby a inflační míry. Závislost jsme zjistili přes regresní analýzu, kde data jsou k nalezení na stránkách ČNB a na kurzy.cz. Tedy pro určení diskontní sazby použijeme předpis přímky, která nám dokáže aproximovat vývoj diskontní sazby podle inflační míry. Předpis přímky je  $y = -0,2241 + 0,3265x$ , kde za x (nezávislá proměnná) dosazujeme inflační míru a y (závislá proměnná) je diskontní sazba.

Tab. 2: Vývoj inflace a diskontní sazby

Inflace v letech v % (x)	diskontní sazba v letech v % (y)
17.5	6
16	4.75
14.2	4
11	3.5
6.6	2.75
6	1.75
5.8	0.5
3.4	0.4
3.7	1.25
2.9	1
2	0.75
2.3	0.5

Zdroje: Kurzy.cz, 2023; Česká národní banka, 2022

Obr. 7: Regresní přímka



Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Když známe nominální diskont od ČNB a míru inflace, reálný diskont můžeme vypočítat podle vztahu (ČNB, 2023):

$$r = [(100 + R)/(100 + i) - 1] * 100,$$

kde:

r = reálná úroková míra (v %)

R = nominální úroková míra (v %)

i = skutečná, resp. očekávaná inflace (v %)

V kritické variantě počítáme tedy s inflací 17 % podle stránky kurzy.cz (2023), která je aktuální k začátku roku 2023 a nominální diskontní sazbou od ČNB 6 % podle ČNB (2022). A tedy reálná úroková míra vyšla 24 %.

V polooptimistické variantě používáme inflaci poloviční, tedy 8,5 % a diskontní sazbu po zaokrouhlení 3 % (0,0255115). Tedy reálná úroková míra vyšla 11,27 %.

V optimistické verzi používáme inflaci 2 %, kterou předpovídá ČNB (2023) v roce 2024, tedy diskontní sazbu po zaokrouhlení 0,4289 %, tzn. reálná úroková míra vyšla 2,4375 %.

### **3.3 Provozní náklady**

Abychom byli schopni vypočítat celkové provozní náklady, potřebujeme vstupní parametry, což jsou vyrobená energie a provozní náklady na MWh.

#### **3.3.1 Vyrobená energie**

Pro výpočty je klíčovým faktorem množství vyrobené elektrické energie, na kterém závisí provozní náklady. Podle reportu OECD u jaderných, uhelných a plynových elektráren jsme zvolili zátěžový parametr 85 %, což odpovídá 7446 hodinám zatížení ročně. Dále podle OECD jsme využili informace pro fotovoltaické a větrné elektrárny a spočítali průměrné kapacitní faktory. Pro fotovoltaické elektrárny jsme vzali průměrné vytížení ze zemí s podobnou zeměpisnou šířkou, které činí 1305 hodin, zatímco průměrný kapacitní faktor pro větrné elektrárny je 2575 hodin (International Energy Agency, 2020).

#### **3.3.2 Provozní náklady na elektrárnu**

Za účelem výpočtu provozních nákladů jsme využili informace z různých zdrojů a snažili se najít střední hodnoty na základě dostupných dat. Podle stránky Oenergetice (2019) jsou provozní náklady jaderné elektrárny 709,57 Kč/MWh, zatímco podle Mezinárodní agentury pro energii (2020) jsou provozní náklady uhelné elektrárny 240 Kč/MWh. Pro větrnou elektrárnu jsou náklady podle stránky Oenergetice (2019) 569 Kč/MWh a pro solární elektrárny 508 Kč/MWh. V případě plynových elektráren, podle zprávy společnosti ČEZ z roku 2020, jsou provozní náklady průměrně 900 Kč/MWh.

### 3.4 Metodika ekonomického zhodnocení

Abychom mohli porovnat náklady různých zdrojů energie, je důležité stanovit jednotkovou cenu každého z nich. K tomu je potřeba spočítat celkovou hodnotu investice zvýšenou o diskontní sazbu a přičíst k ní jednotlivé náklady na provoz elektrárny. Výslednou hodnotu pak vydělíme celkovým výkonem, hodinami zatížení v roce a délkou životnosti daného zdroje. Tím získáme náklady na MWh energie, kterou daný zdroj produkuje.

#### 3.4.1 LCOE

Pro výpočet těchto nákladů využijeme tzv. LCOE – Levelized Cost of Energy, neboli standardizovanou cenu energie (International Energy Agency, 2020, s. 35).

$$\text{LCOE (P)} = \frac{\text{INV} + (1+r_n)^t + (\text{FN} * \text{V} * \text{T}) + (\text{V} * \text{VN} * \text{T})}{\text{V} * \text{T} * \text{T}_H}$$

kde:

P ... jednotková cena (Kč/MWh)

INV ... celková hodnota investice

$r_n$  ... diskontní sazba

FN ... průměrné fixní náklady (Kč/MWh)

VN ... průměrné variabilní náklady na provoz (Kč/MWh)

T ... doba životnosti (roky, resp. hodiny)

t ... doba výstavby (roky)

V ... výkon elektrárny (MW)

$T_h$  ... roční vytížení (hodiny)

Tab. 3: LCOE pro jadernou elektrárnu

	kritická varianta	polooptimistická var.	optimistická var.
LCOE pro <b>jadernou elektrárnu</b> CZK/MWh	11355.73432	3696.311937	1895.65441
investiční výdaje (CZK)	2.13E+11		
diskontní sazba	24 %	11 %	2 %
výkon (MW)	1200		
doba výstavby (roky)	12		
doba životnosti (roky)	30		
provozní náklady (CZK/MWh)	709.57		
roční vytížení (hodiny)	7446		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Tab. 4: LCOE pro uhelnou elektrárnu

	kritická varianta	polooptimistická var.	optimistická var.
LCOE pro <b>uhelnou elektrárnu</b> CZK/MWh	984.42479	737.2317903	609.1289484
investiční výdaje (CZK)	7.96E+10		
diskontní sazba	24 %	11 %	2 %
výkon (MW)	1200		
doba výstavby (roky)	4		
doba životnosti (roky)	30		
provozní náklady (CZK/MWh)	240		
roční vytížení (hodiny)	7446		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023



Tab. 5: LCOE pro větrnou elektrárnu

	kritická varianta	polooptimistická var.	optimistická var.
LCOE pro <b>větrnou elektrárnu</b> CZK/MWh	3314.758036	2829.541557	2578.087794
investiční výdaje (CZK)	45000000000		
diskontní sazba	24 %	11 %	2 %
výkon (MW)	1200		
doba výstavby (roky)	4		
doba životnosti (roky)	25		
provozní náklady (CZK/MWh)	569.28		
roční vytížení (hodiny)	2575		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Tab. 6: LCOE pro solární elektrárnu

	kritická varianta	polooptimistická var.	optimistická var.
LCOE pro <b>solární elektrárnu</b> CZK/MWh	4189.092065	4109.455854	4054.309288
investiční výdaje (CZK)	24449161704		
diskontní sazba	24 %	11 %	2 %
výkon (MW)	1200		
doba výstavby (roky)	1		
doba životnosti (roky)	25		
provozní náklady (CZK/MWh)	508.68		
roční vytížení (hodiny)	1305		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

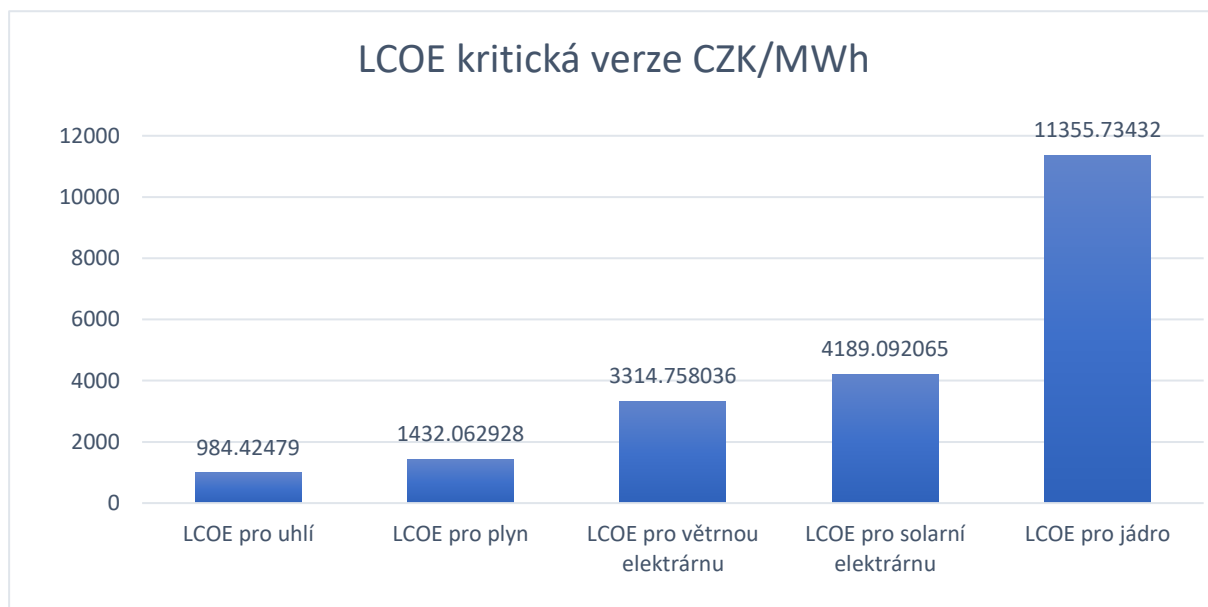
Tab. 7: LCOE pro plynovou elektrárnu

	kritická varianta	polooptimistická var.	optimistická var.
<b>LCOE plynovou elektrárnu CZK/MWh</b>	1432.062928	1275.783799	1202.314058
investiční výdaje (CZK)	3.41E+10		
diskontní sazba	24 %	11 %	2 %
výkon (MW)	1200		
doba výstavby (roky)	5		
doba životnosti (roky)	30		
provozní náklady (CZK/MWh)	900		
roční vytížení (hodiny)	7446		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

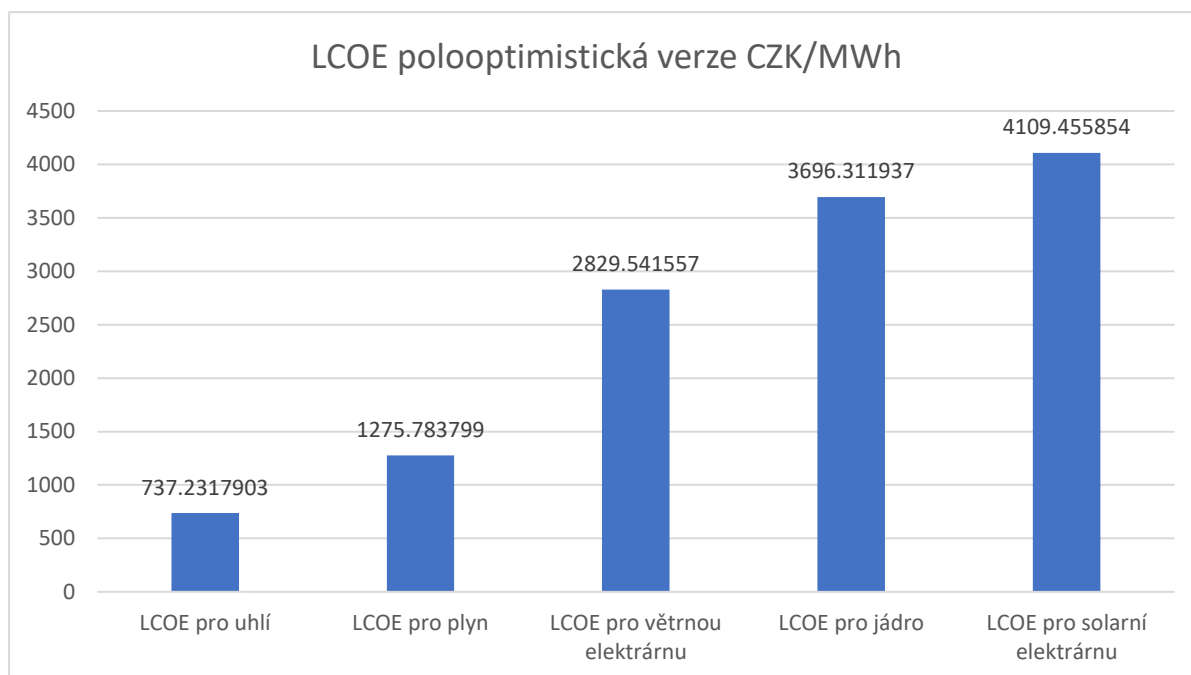
### 3.4.2 Výsledné ceny LCOE jednotlivých variant

Tab. 8: LCOE, kritická varianta



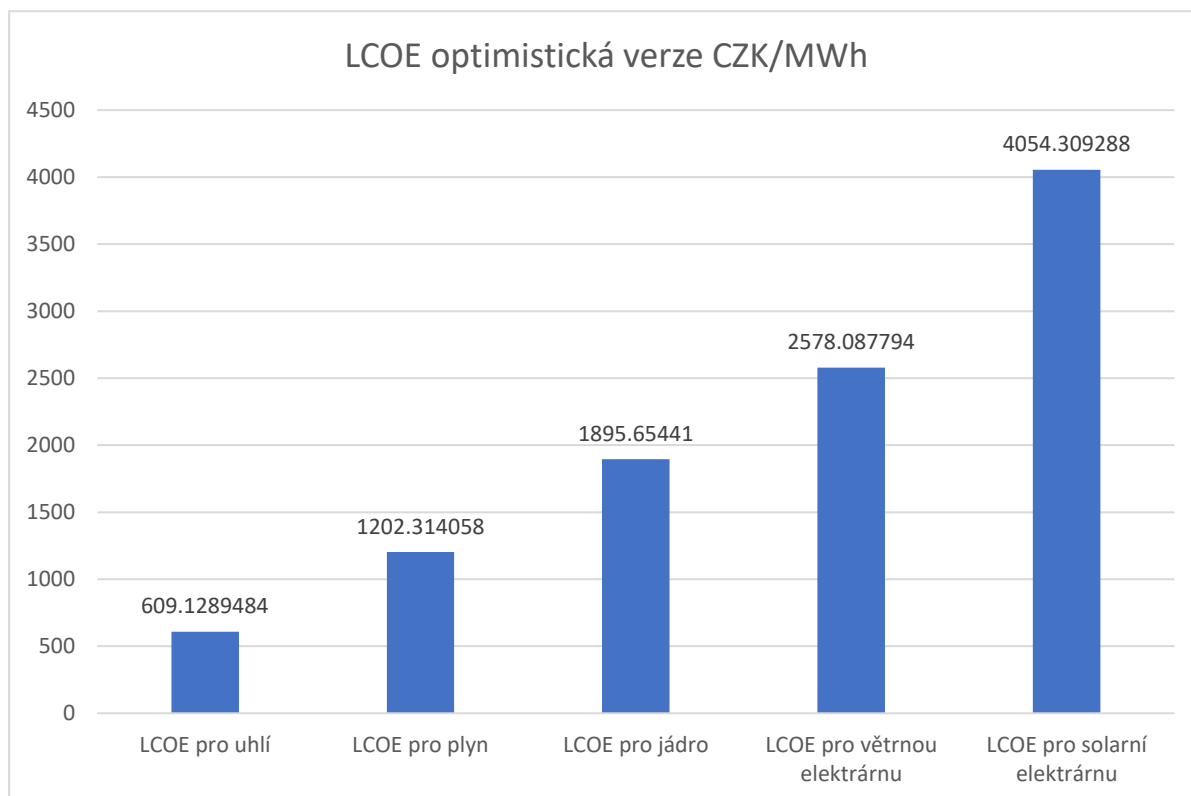
Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Tab. 9: LCOE, polooptimistická varianta



Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Tab. 10: LCOE, optimistická varianta



Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Z výpočtů a grafů dokážeme vyčíst, že nejnižší náklady v CZK/MWh jsou v současné době na uhelné zdroje, ovšem nejsou započteny emisní povolenky, stejně jako u ceny z energie z plynových elektráren. Dále můžeme vyčíst, že náklady z jaderných elektráren ovlivňuje nejvíce inflace, respektive diskontní sazba. Při kritické variantě, kdy inflace činí 17 % a diskontní sazba 24 %, je cena energie z jaderné elektrárny téměř trojnásobná jak cena druhého nejdražšího zdroje, tedy ze solárních elektráren. Inflace nejvíce ovlivňuje právě zdroje z jaderných elektráren kvůli času na výstavbu. Dalšími nejdražšími zdroji jsou obnovitelné zdroje. Je to zapříčiněno díky ročnímu vytížení, které je relativně nízké u solárních elektráren 14,9 % a u větrných 29,9 % v porovnání s 85 % u uhelných, plynových a jaderných elektráren. Ovšem EU přispívá různými dotacemi, aby byly ceny konkurenceschopné.

## 4 Zhodnocení a návrh konkrétních opatření energetického mixu

V předchozí kapitole jsme vypočítali výhodnost každého relevantního zdroje pro ČR podle LCOE. Z výsledků zjišťujeme, že OZE jsou stále dražší, než zdroje konvenční jako je uhlí, plyn a jádro vyjímaje kritickou variantu, kdy zdroje z jaderných elektráren jsou nejdražší. Přesto je potřeba dodržovat naše povinnosti a závazky k EU a změnit energetiku tak, abychom omezili uhlíkovou stopu a zvýšili udržitelnost v rámci našich možností.

Při současné situaci spojené s válečným konfliktem na Ukrajině vzniká otázka, jestli stále dává smysl ukončit uhelné zdroje rychle z důvodu bezpečnosti a diverzifikace ve výrobě elektrické energie.

### 4.1 Zhodnocení

V tuto chvíli se budeme věnovat zkoumání jednotlivých zdrojů a jejich přínosů a nedostatků, stejně jako přezkumu jejich konkurenceschopné ceny, bezpečnosti a stálosti v dodávkách. Nebudeme rovněž opomínat ekologickou stránku kvůli povinnostem, které máme k EU.

#### 4.1.1 Uhelné elektrárny

Pro uhelné zdroje nám vyšla cena nejnižší, a to v kritické variantě 984,42 CZK/MWh, polooptimistické 737,23 CZK/MWh a v optimistické pouze 609,13 CZK/MWh. I přesto, že se jedná o nejvýhodnější výsledek z pohledu ceny, nesmíme zapomínat na ceny emisních povolenek, zásoby komodity a na snižování uhlíkové stopy.

Cena emisních povolenek se trendově zvyšuje a k datu 7. 4. 2023. Na kurzy.cz vyšplhala cena až k téměř 97 eur (2272 CZK) za tunu. Uhelné elektrárny v průměru vyprodukují 820 kg CO<sub>2</sub> na MWh podle stránky Veronica.cz (2021), tedy necelých 80 eur (1863 CZK) za MWh se musí připlácet. Takto vysoká cena zapříčiňuje neatraktivnost uhelných zdrojů a snižuje tedy poptávku po uhelných zdrojích a od uhlí se pomalu opouští.

Ovšem při přechodné době, která je zapříčiněna válkou, uhelné zdroje přinášejí jisté výhody. Díky emisním povolenkám nepřímo investujeme do budoucí výstavby elektráren obnovitelných zdrojů, jelikož platíme EU, která poté dotuje tyto výstavby. Dále řada uhelných elektráren je ve

studené záloze, což znamená, že je stále funkční a za relativně nízké náklady dokážeme opět spustit a vyrábět elektrickou energii. Tímto se zajistí bezpečnost dodávek, zajistí se vyšší diverzifikace ve výrobě a cenová výhodnost a stabilita pro ČR.

#### **4.1.2 Plynové elektrárny**

Dalším výhodným zdrojem nám vyšly plynové elektrárny. Ceny byly v kritické variantě 1432,1 CZK/MWh, v polooptimistické 1275,78 CZK/MWh a v optimistické 1202,31 CZK/MWh. Cenově se jedná o konkurenční zdroj, ovšem nesmíme zapomínat, že plyn dovážíme, tedy závislost na ostatních státech je u tohoto zdroje relativně vysoká, a tedy bezpečnost může být v ohrožení. Proto si nemyslím, že je to vhodná náhrada za uhelné elektrárny během přechodné doby zapříčiněné konfliktem na Ukrajině, jak z pohledu bezpečnosti, tak i soběstačnosti ČR. Dále plynové elektrárny mají rovněž uhlíkovou stopu, ale v porovnání s uhelnými elektrárnami, je, podle stránky Veronica.cz (2021), stopa méně než 60 % (490 kg na MWh). Cena za emisní povolenky u plynových elektráren je tedy v průměru necelých 48 eur (1113 CZK) za MWh. Tím pádem bude vhodné jejich využívání opouštět i z našich závazků vůči EU v rámci našich možností.

#### **4.1.3 Jaderné elektrárny**

Co se týče jaderných elektráren z výpočtů jsme zjistili, že výstavba je nejvíce závislá na inflační míře, a tedy i na diskontní sazbě, jelikož délka výstavby je relativně vysoká. Ceny byly v kritické variantě 11355,73 CZK/MWh, v polooptimistické 3696,31 CZK/MWh a v optimistické 1895,65 CZK/MWh. Z těchto cen si můžeme odvodit, že ne každá doba je vhodná na výstavbu jaderných elektráren, kdy v kritické variantě, kde inflace dosahuje 17 %, je cena naprosto nekonkurenceschopná a výstavba nevýhodná, i přes veškeré klady, které jaderné elektrárny přináší. Ovšem jakmile se inflační míra zvládne udržet pod kontrolou, zjišťujeme, že výstavba elektrárny je velice výhodná.

Pro přechodnou dobu, kdy se potýkáme s vysokou inflační mírou, nedává vůbec smysl stavět nové jaderné elektrárny z důvodu samotné ceny. Jakmile se ekonomika uklidní a ustálí, po zmíněné přechodné době začínají dávat čím dál tím větší smysl nové výstavby jaderných elektráren, kdy ceny jsou naopak velice přívětivé, a přitom nejsou téměř žádné uhlíkové stopy (12kg/MWh). Zároveň díky výstavbě nových jaderných bloků přispíváme k bezpečnosti, diverzifikaci, a tedy soběstačnosti našeho státu.

#### **4.1.4 Větrné elektrárny**

Podle výpočtů můžeme zjistit, že sice ceny jsou relativně vysoké, ovšem vliv inflace je téměř minimální, tudíž výstavba větrných elektráren je téměř vždy stejně výhodná. Ceny větrných elektráren byly v kritické variantě 3314,76 CZK/MWh, v polooptimistické 2829,54 CZK/MWh a v optimistické 2578,1 CZK/MWh. Ceny jsou relativně vysoké a určitě méně konkurenceschopné než například uhelné zdroje. Dalším negativním prvkem je stálost dodávek, kdy výroba elektrické energie je ovlivněna počasím daného státu. U nás navíc k tomu nemáme ideální podmínky, aby větrné elektrárny byly efektivní. Ovšem z pohledu udržitelnosti a ekologičnosti nemají větrné elektrárny téměř konkurenci.

#### **4.1.5 Solární elektrárny**

Podle výpočtů zjišťujeme, že ceny jsou opět relativně vysoké, ovšem solární elektrárny jsou ještě méně ovlivněné inflací než větrné elektrárny. Z toho si můžeme odvodit, že výstavba solárních elektráren je téměř stejně výhodná v jakékoli době. Ceny solárních elektráren byly v kritické variantě 4189,1 CZK/MWh, v polooptimistické 4109,46 CZK/MWh a v optimistické 4054,31 CZK/MWh. Největší výhoda solárních elektráren je ekologičnost a vysoký budoucí potenciál jak v bateriích, tak i ve vývoji samotné technologie. Nevýhodou ovšem stále je konkurenční cena, která se ale trendově snižuje a nestálost dodávek, která je ještě vyšší než u větrných elektráren.

### **4.2 Návrh konkrétních opatření energetického mixu**

Pokud se chceme zaměřit na bezpečnost dodávek a soběstačnost našeho státu, musíme vytvořit takové konkrétní opatření energetického mixu, které tyto vlastnosti budou splňovat. Musíme se tedy soustředit na pokrytí energetického zatížení v průběhu dne, tedy bezpečnost dodávek, a v rámci možností na nezávislost na okolních státech, tedy soběstačnost. Ovšem musíme stále brát v potaz naše závazky k EU, kdy musíme podporovat ekologičnost a omezovat uhlíkovou stopu.

Z mého pohledu existují dvě fáze, na které se musíme zaměřit. První fáze je takzvaná přechodná, kdy se budeme potřebovat stabilizovat jak v ekonomice, tak v energetice. Tato fáze je spojená převážně s válečným konfliktem na Ukrajině. Z mého pohledu v této fázi by měla jít stranou ekologičnost a do popředí by měla jít bezpečnost dodávek a konkurenceschopné ceny. Druhá fáze bude navazovat na stabilizovanou energetiku a ekonomiku. Bude se tedy soustředit

na dodržení závazků k EU, jako je například Fit for 55, kdy se omezí uhlíková stopa do roku 2030, ovšem z důvodu konfliktu se nejspíše tento termín posune.

#### 4.2.1 První fáze

Byly časy (Q4 2021–2022), kdy jsme museli stabilizovat energetiku, kdy se cena základního produktu elektřiny dostala nad 200 EUR/MWh a 26. 8. 2022 až na 984 EUR/MWh podle kurzy.cz (2023). Stav byl umocněn invazí Ruska na Ukrajinu. Díky válečnému konfliktu jsme přišli o významný zdroj plynu, který pokrýval zhruba 10 % energetického mixu ČR, proto bylo potřebné stabilizovat ekonomiku a energetiku, tedy investice do nových elektráren se musí přehodnotit, jelikož samotná výstavba a realizace je nákladná a nevýhodná. Proto bychom měli používat takové zdroje, které jsou ve studené záloze.

Uhelné elektrárny jsou jeden z nejvýznamnějších zdrojů elektrické energie, které pokrývají zatížení denního diagramu. Z ekologických důvodů je počet uhelných elektráren v takzvané studené záloze, tedy jsou stále funkční, ale nepoužívají se. Ovšem samotné spuštění dokáže zvýšit produkci elektrické energie za nízké náklady. Můžeme argumentovat, že spuštění uhelných elektráren půjde proti našim závazkům k EU, ovšem toto spuštění bude pouze na přechodnou dobu, tedy do té doby, než se uklidní konflikt na Ukrajině, respektive najdeme-li náhradu ruského plynu, stabilizuje se ekonomika a energetika. Z mého pohledu je důležitější zaručit bezpečnost dodávek nežli ekologičnost, na kterou se budeme soustředit ve druhé fázi. Další protiargument je, že je nedostatek komodity a museli bychom zmíněné uhlí dovážet, a tedy by klesla jak bezpečnost, tak soběstačnost našeho státu. Podle serveru O energetice nám zbývají zásoby hnědého uhlí, podle Švábové (2022), až do roku 2038, tedy dostatečně dlouhá doba, kdy by měla již začít druhá fáze, a tedy zásoby komodity by neměly být problémem.

Mé přesvědčení je, že uhelné elektrárny mají důležitou přednost. Emisní povolenky, které ubírají na atraktivnosti cen, ovšem pomáhají nám do budoucnosti ve výstavbě nových elektráren, jako jsou solární a větrné. Tedy nepřímou investujeme skrze zvýšené ceny do našeho dalšího vývoje, kdy EU nám bude dotovat výstavby již zmíněných ekologických zdrojů.

Tedy znovuspuštění uhelných elektráren, které jsou ve studené záloze, napomůže bezpečnosti dodávek, diverzifikaci ve výrobě, ulehčí se distribuce a popřípadě bude lepší schopnost reagovat na problémy v distribuci. S nimi budou pracovat jaderné elektrárny, aby se pokrylo denní zatížení. Budou se upřednostňovat cenově výhodné zdroje, abychom dokázali



stabilizovat energetiku a ekonomiku ČR. Na pološpičkové zatížení bychom stále využívali akumulární vodní elektrárny a na špičkové zatížení bychom dále používali přečerpávací elektrárny, které jsou rychle regulovatelné.

Po stabilizaci energetiky musíme vracet uhelné elektrárny, které jsme vzali ze zálohy, zpátky do stavu studené zálohy, jelikož jsme si obstarali zdroj plynu z USA (LNG). Budeme používat uhelné elektrárny ve stejném množství tak dlouho, dokud se neustálí ekonomika, což je podle ČNB (2023) do roku 2024 na 2 % inflaci. Konec přechodné doby nastane po energetické a ekonomické krizi.

#### **4.2.2 Druhá fáze**

Po stabilizaci ekonomiky a energetiky nastává druhá fáze. V této fázi se musíme soustředit na zajištění bezpečnosti dodávek a energetické soběstačnosti státu v horizontu roku 2038. Měly by začít investice do jaderných bloků, jelikož inflace již nebude mít negativní dopady na nákladovost výstavby jaderné elektrárny a cena bude konkurenceschopná. Zároveň je nezbytné zahájit i paralelní investice do inovací, které se zaměřují na Energetiku 4.0 a tedy i na akumulaci energie či decentralizaci energetiky, protože po roce 2038 je nutno počítat se zákazem těžby uhlí pro energetické účely.

Podle mého názoru bude nezbytné vytvářet nový pohled na energetiku a diskutovat, jak vznikne nový společenský konsensus ohledně modifikace spotřebního jednání, protože po roce 2038 přijdeme o komoditu, která nám zajišťovala potřebnou energetickou soběstačnost a bezpečnost. Celkově lze říci, že budoucnost energetiky bude záviset na komplexním řešení, které bude zahrnovat technologické inovace, úspory energie, optimalizaci systémů, společenský konsensus a zvýšenou informovanost veřejnosti. Toto všechno bude vyžadovat spolupráci mezi vládou, průmyslem, akademickým sektorem a občanskou společností.

Z mého pohledu se investice do jaderných bloků jeví jako nezbytné jak z hlediska bezpečnosti a soběstačnosti státu tak z hlediska ekologičnosti výroby elektrické energie (12 kg CO<sub>2</sub>/MWh, podle Veronika.cz, 2021). Jelikož inflace již bude pod kontrolou, bude i cena elektřiny z jaderných bloků konkurenceschopná. Jaderné elektrárny jsou jediné konvenční elektrárny, kromě uhelných elektráren, které dokážeme využít na pokrytí většiny našich potřeb. Investice do jaderných bloků by mohla také přinést řadu technologických výhod. Vývoj jaderné technologie se stále zdokonaluje a moderní jaderné elektrárny jsou schopny dosahovat vysoké

účinnosti a spolehlivosti. Navíc jaderné elektrárny dokážou lépe řídit svou výrobu, což umožňuje rychle reagovat na změny v poptávce po elektřině a na potřeby regulace sítě.

Myslím si, že investice do inovace baterií, tedy uchovávání elektrické energie, povede ke spolehlivějšímu a méně nákladnému pokrývání základního zatížení v denním diagramu. Zároveň to povede k vylepšení z hlediska decentralizace energetiky a k její bezpečnosti, a to k efektivní distribuci elektrické energie mezi spotřebitelem a elektrárnou (zdrojem), tedy v návaznosti na vylepšení inteligentních sítí a jejich chytré komunikace. Dále investice do baterií snižuje závislost na fosilních palivech, tím že umožňuje uchovávat vyrobenou energii z obnovitelných zdrojů, a tedy ji použít tehdy, pokud tyto zdroje nejsou k dispozici.

Podle mého názoru, investice do inovace chytré sítě povede k efektivnímu přerozdělování elektrické energie tam, kde je to zapotřebí. Pokud elektrická energie zapotřebí nikde nebude, budou se nabíjet velkokapacitní baterie, které zaručí určitou schopnost reagovat a udržet bezpečnost v dodávkách. Dále investice povede k podpoře obnovitelných zdrojů, jelikož chytré sítě umožňují lepší integraci těchto zdrojů a snižují tedy závislost na fosilních palivech. Chytré sítě rovněž dokáží snížit náklady na rozvod elektrické energie, protože bude docházet k efektivnějšímu přerozdělování a využívání sítě a rovněž přinášejí vyšší transparentnost do celé energetiky.

Decentralizace energetiky klade důraz na vytvoření částečně soběstačného ekosystému, kdy se využívá spíše množství malých zdrojů na pokrytí potřeb těchto okresů, a to například ekologických, jako jsou solární a větrné elektrárny. Zároveň spotřebitelé se mohou chovat jako zdroj elektrické energie pro ostatní, ale i jako spotřebitel své vlastní energie. Z tohoto vyplývá, že tito spotřebitelé budou často podřizovat svoji spotřebu elektrické energie její výrobě. Tento trend decentralizace energetiky a využívání obnovitelných zdrojů energie však může mít i své nevýhody. Kromě vysokých počátečních nákladů na instalaci těchto zdrojů může dojít k výpadkům energie v případě nepříznivého počasí nebo technických problémů. Ovšem tyto chyby by měly být schopny pokrýt buď baterie anebo konvenční zdroje elektrické energie.

Pro tento návrh je nutný konsensus společnosti kvůli zavedení zmiňovaných decentralizovaných elektráren k těmto lokalitám, ale zároveň k podřizování své spotřebě ve výrobě, což může být často stresově náročné a bude to jistě výzva nejen technická, ale i sociální a politická. Právě proto, že tato změna bude mít dopad na celou společnost, bude

nutné provést důkladné informování o výhodách a výzvách, které decentralizované elektrárny a podřízení spotřeby výrobnímu procesu přinášejí.

## Závěr

Energetika je jedním z nejdůležitějších průmyslových odvětví, jenž se během několika desetiletí vyvíjelo a přizpůsobovalo se současným potřebám. Nicméně energetika je známá svou konzervativností a pomalým tempem inovací, což z ní činí nákladný a náročný obor pro investice. V letech 2022 a 2023 čelíme ekonomické a energetické krizi, což nás nutí přemýšlet o budoucím vývoji energetiky a závazcích vůči Evropské unii.

Na základě nákladové analýzy, jež měla tři různé varianty: kritickou, polooptimistickou a optimistickou, jsme zjistili postavení jednotlivých zdrojů. Ve dvou ze tří variant nám vyšly nejméně cenově výhodné obnovitelné zdroje. Je to z toho důvodu, že vytížení v roce není v porovnání s konvenčními zdroji konkurenceschopné. Zatímco v kritické variantě nejméně cenově konkurenceschopné zdroje jsou ty jaderné, z důvodu inflace a doby výstavby. Můžeme ale předpovídat zvýšení konkurenceschopnosti u obnovitelných zdrojů, jelikož inovace technologií dovoluje efektivnější a levnější výstavbu. V poslední době se ukazuje výhodnost využívání uhelných elektráren kvůli odklonu od ruského plynu v souvislosti s konfliktem na Ukrajině. Tyto elektrárny nám umožnily stabilizovat energetiku a ekonomiku díky opětovnému zapojení studených záloh uhelných elektráren do energetického mixu. Toto je ale dočasné řešení, především kvůli závazkům k EU a také kvůli zásobám komodity. Proto musíme do budoucího vývoje, kdy již bude stabilizovaná ekonomika, počítat s investicemi jak do jaderných bloků, které nám zajistí zmíněnou bezpečnost a soběstačnost státu, tak i do inovací, které rovněž podpoří naši bezpečnost a soběstačnost, jako jsou chytré sítě, vysokokapacitní baterie a s tím související energetika 4.0 a též decentralizace energetiky.

Cílem práce tedy bylo navrhnout konkrétní opatření v oblasti energetického mixu, který klade větší důraz na bezpečnost a soběstačnost státu v souvislosti s politikou České republiky, respektive Evropské unie a současnými požadavky na ekologičnost. Tento cíl byl z pohledu společensko-ekonomického splněn, a to díky vhodným zpracováním výzkumu energetických technologií a vytvoření nákladové analýzy LCOE, která nám pomohla lépe proniknout do problematiky jak energetické, tak ekonomické. Nový návrh konkrétních opatření energetického mixu splňuje požadavky společenského pohledu na budoucnost energetiky a zohledňuje budoucí potřeby České republiky a požadavky Evropské unie.

## Seznam použitých zdrojů

- AKA – Asociace komunikačních agentur (2021). *Energetika 4.0: Businessová transformace v energetice*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.youtube.com/watch?v=oFjjPVgNGig>
- Beran, H., Wagner, V., & Pačes, V. (Eds.). (2018). *Česká energetika na křižovatce*. Management Press.
- Bufka, A., & Veverková, J., Ministerstvo průmyslu a obchodu (2019). *Uhlí v České republice*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://energetika.tzb-info.cz/19810-uhli-v-ceske-republice>
- Česká národní banka (2022). *Jak se vyvíjela diskontní sazba ČNB? Často kladené dotazy*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.cnb.cz/cs/casto-kladene-dotazy/Jak-se-vyvijela-diskontni-sazba-CNB/>
- Česká národní banka (2023). *Co to jsou nominální a reálné úrokové sazby?*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.cnb.cz/cs/casto-kladene-dotazy/Co-to-jsou-nominalni-a-realne-urokove-sazby/>
- Česká národní banka (2023). *Od jara má inflace klesat*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.cnb.cz/cs/verejnost/servis-pro-media/autorske-clanky-rozhovory-s-predstaviteli-cnb/Od-jara-ma-inflace-klesat>
- ČEZ (2021). *Výsledky hospodaření skupiny ČEZ za rok 2020*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.cez.cz/cs/pro-investory/informacni-povinnost/vysledky-hospodareni-skupiny-cez-za-rok-2020-138967>
- ČEZ, a. s. (2021). *Jaderná energetika v České republice*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobní-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice>
- ČEZ, a. s. (2023). *Paroplynové a plynové zdroje – Provozované paroplynové elektrárny*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobní-zdroje/paroplynove-a-plynove-zdroje/provozovane-paroplynove-elektrarny>
- Chint Global (n.d.). *Solar Power Plants*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://chintglobal.com/blog/solar-power-plants/>
- CSVE (n.d.). *Československá vědeckotechnická společnost pro energetiku*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.csve.cz/img/wysiwyg/file/CSVE-brozura-v08-preview-timeline.pdf>
- Drábová, D. (2020). *Energetika v době krize – Dana Drábová. Skupina CEZ*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.youtube.com/watch?v=qfHCW60KVwQ>
- Drábová, D., & Pačes, V. (2014). *Perspektivy české energetiky: současnost a budoucnost*. Novela bohemia.
- Drtina, J. (2021). *Energetika 4.0 má budoucnost. Investujte do ní s UCED a podfondem Creditas Energy*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/energetika-4-0-ma-budoucnost-investujte-do-ni-s-uced-a-podfondem-creditas-energy-1380617>
- Energetické hospodářství Brno, a.s. (2022). *Výrobní náklady elektřiny v ČR*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.egubrno.cz/wp-content/uploads/2022/01/VyrobníNakladyElektriny.pdf>

- Evropská agentura pro životní prostředí (2022). *Trendy a prognózy: mírné zvýšení emisí skleníkových plynů v Evropě do roku 2035*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.eea.europa.eu/cs/highlights/trendy-a-prognozy-mirne-zvyseni>
- Informační portál energetické gramotnosti (2022). *Energetický mix České republiky*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/energeticky-mix-ceske-republiky>
- Informační portál energetické gramotnosti (2022). *Parní elektrárny*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/paroplynove-elektrarny#article-top>
- Informační portál energetické gramotnosti (2022). *Přenosová soustava*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/prenosova-soustava>
- Informační portál energetické gramotnosti (2022). *Zdroje elektrické energie*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/zdroje-elektricke-energie>
- International Energy Agency (2020). *Projected Costs of Generating Electricity – 2020 Edition*. Dostupné 20. 4. 2023 z: [https://www.oecd-neo.org/jcms/pl\\_51110/projected-costs-of-generating-electricity-2020-edition?details=true](https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_51110/projected-costs-of-generating-electricity-2020-edition?details=true)
- International Energy Agency (2020). *World Energy Investment 2020*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2020>
- International Energy Agency (2021). *Global EV Outlook 2021*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>
- Kadrnožka, J. (1984). *Tepelné elektrárny a teplárny*. SNTL-Nakladatelství technické literatury.
- Kurzy.cz (2023). *Elektrina – ceny a grafy elektriny, vývoj ceny elektriny 1 MWh - 1 rok – měna EUR*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.kurzy.cz/komodity/cena-elektriny-graf-vyvoje-ceny/>
- Kurzy.cz (2023). *Inflace - 2023, míra inflace a její vývoj v ČR*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.kurzy.cz/makroekonomika/inflace/>
- Ministerstvo průmyslu a obchodu (2015). *STÁTNÍ ENERGETICKÁ KONCEPCE ČESKÉ REPUBLIKY*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/52841/60959/636207/priloha006.pdf>
- Ministerstvo průmyslu a obchodu (2021). *Doporučení Uhelné komise o konci hnědého uhlí v roce 2038 projednala vláda*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.mpo.cz/cz/rozcestnik/pro-media/tiskove-zpravy/doporuzeni-uhelne-komise-o-konci-hnedeho-uhli-v-roce-2038-projednala-vlada--261557/>
- Murtinger, K., & Beranovský, J. (2006). *Energie z biomasy*. ERA.
- Novák, M. (2020). *Člověk a energie*. Dostupné 20. 4. 2023 z: [http://home.zcu.cz/~novakm42/clovek\\_a\\_energie-KKE-CE\\_2020\\_2021/CE\\_10\\_cviceni\\_prezentace.pdf](http://home.zcu.cz/~novakm42/clovek_a_energie-KKE-CE_2020_2021/CE_10_cviceni_prezentace.pdf)
- Oenergetice.cz (2019). *Srovnání cen elektriny různých energetických zdrojů*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://oenergetice.cz/nazory/se-srovnanim-cen-elektriny-ruznych-energetickyh-zdroju>

Opatrný, V. (2022). *K otázce výstavby nového jaderného bloku Dukovany*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://oenergetice.cz/nazory/k-otazce-vystavby-noveho-jaderneho-bloku-dukovanech>

OTE-ČR (2022). *Zbytkový energetický mix*. Dostupné 20.4. 2023 z: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/zbytkovy-energeticky-mix>

Plyn.cz (2021). *5 největších výhod plynových elektráren*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.plyn.cz/5-nejvetsich-vyhod-plynovych-elektren>

Proelektrotechniky.cz (n.d.). *Vzdělávací kurzy a školení v oboru elektrotechniky*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.proelektrotechniky.cz/vzdelavani/22.php>

Pro-Větrníky (2021). *Investice a návratnost větrné elektrárny [Investment and Return of Wind Power Plants]*. Dostupné 20. 4. 2023 z <https://www.pro-vetrniky.cz/cs/fakta-o-vetrnych-elektrenach/investice-a-navratnost-ve>

Rada Evropské unie (2022). *EU gas supply – Infographic*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/infographics/eu-gas-supply/>

Schneider, M., Froggatt, A. (2020). *The World Nuclear Industry Status Report 2020*. Dostupné 20. 4. 2023 z: [https://www.worldnuclearreport.org/IMG/pdf/wnisr2020-v2\\_lr.pdf](https://www.worldnuclearreport.org/IMG/pdf/wnisr2020-v2_lr.pdf)

Solar Reviews (2021). *What Is a Solar Farm & Do I Need One?*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.solarreviews.com/blog/what-is-a-solar-farm-do-i-need-one>

Staňková, E. (2021). *Provozní životnost a likvidace solárních panelů*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.products.pcc.eu/cs/blog/provozni-zivotnost-a-likvidace-solarnich-panelu/>

Švábová, J. (2022). *Hnědého uhlí k vytěžení v ČR ubývá. Za prolomenými limity dolů Bílina se zatím netěží*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://oenergetice.cz/uhli/hnedeho-uhli-k-vytezeni-v-cr-ubyva-za-prolomenymi-limity-dolu-bilina-se-zatim-netezi>

Svět energie (n.d.). *Jak postavit větrnou elektrárnu?*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/obnovitelne-zdroje-energie-pro-deti/vetrna-energie-pro-deti/vetrna-elektarna/jak-postavit-vetrnou-elektarnu>

Veronica.cz (2021). *Jaké emise CO2 připadají na vyrobenou jednotku elektřiny dle typu elektrárny?*. Dostupné 20. 4. 2023 z: <https://www.veronica.cz/otazky?i=514>

## Seznam tabulek

Tab. 1: Zdroje energie	10
Tab. 2: Vývoj inflace a diskontní sazby	36
Tab. 3: LCOE pro jadernou elektrárnu	40
Tab. 4: LCOE pro uhelnou elektrárnu	40
Tab. 5: LCOE pro větrnou elektrárnu	41
Tab. 6: LCOE pro solární elektrárnu	41
Tab. 7: LCOE pro plynovou elektrárnu	42
Tab. 8: LCOE, kritická varianta	42
Tab. 9: LCOE, polooptimistická varianta	43
Tab. 10: LCOE, optimistická varianta	43



## Seznam obrázků

Obr. 1: Energetický mix ČR	9
Obr. 2: Diagram denního zatížení	12
Obr. 3: Odklon EU od ruského plynu	14
Obr. 4: Global energy potencial	16
Obr. 5: Potenciál konečné spotřeby OZE	19
Obr. 6: Smart Grid	21
Obr. 7: Regresní přímka	37

## Seznam zkratek

EEA – Evropská enviromentální agentura

EVA – ekonomická přidaná hodnota

GWh – gigawatt hodina

KVET – kombinovaná výroba elektřiny a tepla

kWh – kilowatt hodina

LCOE – levelized cost of energy (standardizovaná cena energie)

LNG – Liquid natural gas (zkapalněný plyn)

MPO – Ministerstvo průmyslu a obchodu

MW – megawatt

MWe – megawatt elektrický

MWh – megawatt hodina

NAP – národní akční plán

OECD – Organization for Economic Co-operation and Development (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj)

OTE – Operátor trhu s energiemi

OZE – obnovitelné zdroje energie

PAH – polycyklické aromatické uhlovodíky

PEZ – primární energetické zdroje

PJ – petajoule

PS – přenosová soustava

SEK – Státní energetická koncepce

SG – smart grids (chytré sítě)

SZT – soustava zásobování teplem

tmp – tuny měrného paliva

# Abstrakt

Třebín, M. (2023). *Energetická soběstačnost České republiky*, Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta ekonomická, Česko.

**Klíčová slova:** energetika, náklady, energie, elektřina, cena, jaderná elektrárna, obnovitelné zdroje, státní energetická koncepce, elektrárna, MWh, uhlí, budoucnost, trendy, uchování energie, inovace, technologie, bezpečnost, soběstačnost

Tématem bakalářské práce je problematika energetické soběstačnosti České republiky. Práce se zaměřuje na současný stav české energetiky a její předpokládaný vývoj v budoucnosti. Dále popisuje Státní energetickou koncepci a klade důraz na bezpečnost, konkurenceschopnost a udržitelnost. Práce se rovněž věnuje možným budoucím trendům v energetickém odvětví a konceptům inovativních technologií. Pomocí nákladové analýzy zjišťuje, jaké energetické zdroje jsou z pohledu konkurenceschopnosti a bezpečnosti nejlepší a navrhuje nové budoucí kroky k vytvoření nových konkrétních opatření energetického mixu, který bude vyhovovat nynějšímu a budoucímu vývoji České republiky.

# Abstract

Třebín, M. (2023). *Self-sufficiency of the Czech Republic in energy*, University of West Bohemia, Faculty of Economics, Czech Republic.

**Key words:** energy, energetic, costs, energy, electricity, price, nuclear powerplant, renewable energy, national energetic konception, MWh, coal, future, trends, energy storage, inovation, technology, safety, sufficiency

The topic of the bachelor's thesis is the issue of energy self-sufficiency of the Czech Republic. The thesis focuses on the current state of the Czech energy sector and its expected development in the future. It also describes the State Energy Concept and emphasizes the importance of safety, competitiveness, and sustainability. The thesis also examines possible future trends in the energy industry and innovative technology concepts. Using cost analysis, it determines which energy sources are the most competitive and secure and proposes new future steps to create specific measures for an energy mix that will meet the current and future development of the Czech Republic.