

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**

**FAKULTA EKONOMICKÁ**

**Bakalářská práce**

**Vývoj energetiky v České republice ve vztahu  
k Evropské unii**

**Development of energy industry in the Czech Republic  
in relation to the European Union**

**Filip Janoušek**

**Plzeň 2020**



# ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta ekonomická

Akademický rok: 2019/2020

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Filip JANOUŠEK**  
Osobní číslo: **K17B0433P**  
Studijní program: **B1301 Geografie**  
Studijní obor: **Ekonomická a regionální geografie**  
Téma práce: **Vývoj energetiky v České republice ve vztahu k Evropské unii**  
Zadávající katedra: **Katedra geografie**

### Zásady pro vypracování

1. Stanovte osnovu a cíl práce v souladu se zadáním.
2. Prostudujte odbornou literaturu k problematice energetické politiky v Česku ve vztahu k EU.
3. Stanovte metody zpracování.
4. Získejte veřejně dostupná data k energetice v Česku a v EU.
5. Zpracujte informace včetně grafického a kartografického zpracování získaných dat.
6. Proveďte analýzu (vývojovou, komparativní) získaných dat.
7. Na základě získaných poznatků proveďte syntézu k vývoji energetiky v Česku ve vztahu k energetické politice EU a formulujte závěry.


Rozsah bakalářské práce: **40-60 stran**  
Rozsah grafických prací: **neuveđen**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

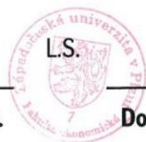
- Bihack, P., & Tichý, L. (2011). *Energetická bezpečnost ČR a budoucnost energetické politiky EU*. Praha: Ústav mezinárodních vztahů.
- Drábová, D., & Pačes, V. (2014). *Perspektivy české energetiky, Současnost a budoucnost*. (1.vyd.). Praha: Novela bohemia.
- Hrala, V., Kašpar V., & Vitvarová, I. (2005). *Geografie světového hospodářství vybrané kapitoly*. Praha: VŠE.
- Smil, V. (2013). *Fakta a mýty o energetice*. (1. vyd.). Ostrava: VŠB.
- Toušek, V., & Kunc, J. (2008). *Ekonomická a sociální geografie*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk.
- Vlček, T., & Černoch, F. (2012). *Energetický sektor České republiky*. (1. vyd.). Brno: Muni.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. PaedDr. Jaroslav Dokoupil, Ph.D.**  
Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: **22. října 2019**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **22. dubna 2020**



**Doc. Ing. Michaela Krechovská, Ph.D.**  
děkanka



**Doc. PaedDr. Alena Matušková, CSc.**  
vedoucí katedry

V Plzni dne 22. října 2019

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma

*„Vývoj energetiky v České republice ve vztahu k Evropské unii“*

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

Plzeň dne

.....

podpis autora

## **Poděkování.**

Rád bych poděkoval vedoucímu práce panu Doc. PaedDr. Jaroslavu Dokoupilovi, Ph.D., za jeho odborné rady a věcné připomínky, které mi pomohly bakalářskou práci zkompletovat.

# Obsah

<b>Úvod.....</b>	<b>11</b>
1.1 Cíle práce .....	12
1.2 Metodika práce.....	13
1.2.1 Koeficient ročního využití .....	13
1.3 Rozbor literatury .....	14
<b>2 Charakteristika energetiky v České republice a v EU .....</b>	<b>17</b>
2.1 Nerostné energetické suroviny.....	17
2.1.1 Uhlí.....	18
2.1.2 Ropa .....	19
2.1.3 Zemní plyn.....	20
2.1.4 Uran.....	21
2.2 Energetická politika EU .....	22
2.3 Energetická politika ČR .....	25
2.4 Strategické zásobování EU ropou a zemním plynem.....	27
2.5 Výroba elektřiny z neobnovitelných zdrojů energie .....	30
2.5.1 Uhelové elektrárny .....	30
2.5.2 Plynové elektrárny .....	32
2.5.3 Jaderné elektrárny .....	33
2.6 Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů energie.....	35
2.6.1 Větrné elektrárny.....	35
2.6.2 Solární elektrárny .....	37
2.6.3 Vodní elektrárny .....	38
2.6.4 Biomasa a bioplyn.....	39

2.6.5	Geotermální elektrárny.....	40
2.7	Vliv spotřeby fosilních paliv na životní prostředí.....	41
<b>3</b>	<b>Vývoj vybraných energetických ukazatelů v letech 1990-2017.....</b>	<b>43</b>
3.1	Vývoj spotřeby nerostných energetických surovin v ČR a v EU .....	43
3.1.1	Zemní plyn.....	43
3.1.2	Ropa.....	45
3.1.3	Uhlí.....	47
3.2	Vývoj spotřeby elektřiny v ČR a v EU.....	48
3.3	Vývoj podílu paliv a technologií na výrobě elektřiny v ČR.....	50
3.4	Vývoj emisí škodlivých látek vyprodukovaných výrobou a distribucí energie v ČR a v EU .....	51
3.4.1	Oxidy dusíku.....	52
3.4.2	Oxid siřičitý .....	53
3.4.3	PM 2.5 .....	54
3.5	Vývoj emisí oxidu uhličitého vyprodukovaného výrobou elektřiny a tepla v ČR a v EU .....	55
<b>4</b>	<b>Energetická náročnost členských států EU.....</b>	<b>57</b>
4.1	Metodika hodnocení energetické náročnosti .....	57
4.2	Energetická náročnost členských států EU.....	57
4.3	Energetická náročnost ČR .....	59
4.4	Energetická náročnost v přepočtu na jednoho obyvatele .....	60
<b>5</b>	<b>Současné instalace větrných a fotovoltaických elektráren v EU a budoucí rozvoj .....</b>	<b>62</b>
5.1	Masivní rozvoj větrných a fotovoltaických elektráren v EU.....	62
5.2	Instalovaný výkon a produkce elektrické energie větrných a fotovoltaických elektráren.....	63



5.3	Využití instalovaného výkonu větrných elektráren v EU.....	64
5.4	Využití instalovaného výkonu fotovoltaických elektráren v EU.....	66
5.5	Zhodnocení koeficientu využití u současných instalací větrných a fotovoltaických elektráren s ohledem na další rozvoj OZE v ČR.....	67
5.6	Geografické zhodnocení plánovaného rozšíření větrných a fotovoltaických elektráren dle Vnitrostátního plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu .....	69
	<b>Závěr.....</b>	<b>72</b>
	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>76</b>
	<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>82</b>
	<b>Seznam grafů .....</b>	<b>83</b>
	<b>Seznam map.....</b>	<b>84</b>
	<b>Seznam použitých zkratk .....</b>	<b>85</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>86</b>
	<b>Přílohy</b>	
	<b>Abstrakt</b>	
	<b>Abstract</b>	



## Úvod

Energetika je průmyslové odvětví, které se zabývá výrobou a distribucí elektrické a tepelné energie. Díky tomu je energetika v dnešní době zcela nepostradatelná pro fungování národní i globální ekonomiky. Stejně jako řada dalších průmyslových odvětví i energetika prochází v posledních desetiletích dynamickým rozvojem. V globální společnosti je totiž v posledních letech kladen velký důraz na udržitelný rozvoj a minimalizaci dopadů lidské činnosti na životní prostředí. Z tohoto důvodu se i energetika začala rychle měnit a přizpůsobovat novým pravidlům a zásadám. Dynamika, s jakou se energetika mění, mě ale velmi zaujala, a proto jsem se rozhodl ve své bakalářské práci zabývat právě touto problematikou.

Z hlediska vývoje by měl jen velmi malou vypovídající hodnotu výzkum, který by zkoumal strukturu energetiky pouze v jednom státě. Proto jsem se rozhodl v práci porovnat vývoj energetického sektoru v České republice s vývojem v ostatních členských zemích Evropské unie. To mi tak poskytne pohled na vývoj energetiky v Evropě v širších souvislostech.

Věnovat se vývoji energetiky na české území od jejích úplných počátků až po současnost by bylo v rámci bakalářské práce takřka nemožné, proto se v práci zaměřuji na vývoj energetiky v České republice v posledních letech a snažím se zanalyzovat, jak podobu tohoto sektoru změnila transformace české ekonomiky v 90. letech 20. století a poté následné přípravy a vstup České republiky do Evropské unie. Dále se také budu zabývat výhledem na rozvoj energetiky v České republice v následujících letech.

## 1.1 Cíle práce

Výsledkem bakalářské práce bude komplexní charakteristika a popis vývoje energetického sektoru České republiky v období od roku 1990 až po současnost. Hlavní cíle bakalářské práce jsou formulovány v následujících bodech:

- 1) Na základě rozboru odborné literatury porovnat energetický sektor ČR s ostatními členskými státy EU
- 2) Zjistit vývoj vybraných energetických ukazatelů v ČR a v EU v období 1990-2017
- 3) Zhodnotit energetickou náročnost členských zemí EU a zjistit postavení ČR mezi ostatními státy
- 4) Za pomoci koeficientu ročního využití zjistit, v jakých členských státech EU dosahují větrné a fotovoltaické elektrárny nejlepších výrobních výsledků, a výsledky porovnat s Českou republikou
- 5) Geograficky zhodnotit plánované rozšíření větrných a fotovoltaických elektráren dle Vnitrostátního plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu

## 1.2 Metodika práce

Při tvorbě bakalářské práce bylo postupováno podle zásad geografického výzkumu a obecných pravidel výzkumné činnosti.

Prvním krokem při tvorbě práce bylo stanovení výzkumných cílů. Tento krok je zcela nezbytný pro další průběh výzkumu.

Druhá fáze spočívala ve sběru potřebných dat. Samotné získávání dat pak probíhalo výhradně formou kabinetního výzkumu. Sekundární data byla získána z odborné literatury nebo z důvěryhodných internetových zdrojů. Většina statistických dat byla ale získána z oficiálních webových stránek a databází převážně zahraničních institucí, jako jsou International Energy Agency (IEA), Eurostat nebo European Environment Agency (EEA).

V další fázi byla získaná data pomocí statistických a kartografických metod roztríděna do tabulek, grafů a map. K tvorbě těchto grafických a kartografických výstupů byly použity programy Microsoft Excel a Arcmap.

V závěrečné fázi byla utříděná data následně zhodnocena. Pro zhodnocení dat zpracovaných do tabulek, grafů a map byla využita nejčastěji metoda vysvětlujícího slovního popisu a také prostorová analýza. Dále k objasnění vývoje vybraných energetických ukazatelů ve sledovaném období od roku 1990 až do roku 2017 byla použita vývojová analýza. Další analytické metody, které byly použity pro zhodnocení dat, byly situační a také komparativní analýza. Komparativní analýza byla potom použita pro zjištění postavení ČR mezi ostatními členskými státy EU v oblasti energetické náročnosti. Na základě komparativní analýzy byla pak také srovnána produkce elektřiny větrných a fotovoltaických elektráren v ČR a v ostatních státech EU.

Na základě poznatků získaných z analýz byla provedena závěrečná syntéza, na jejímž základě byly formulovány závěry týkající se výzkumných cílů.

### 1.2.1 Koeficient ročního využití

Koeficient ročního využití byl využit v této práci z toho důvodu, aby na základě jeho výsledků bylo možné kvantifikovat, v jakých zemích EU dosahují současné instalace větrných a fotovoltaických elektráren nejlepších výrobních výsledků.

Tento koeficient totiž odhaluje, do jaké míry byl využíván jmenovitý výkon elektrárny během celého roku. V zásadě lze vzorec jednoduše definovat porovnáním skutečného množství vyrobené energie s potenciaálně maximálním množstvím energie, které je schopno zařízení vyrobit za jeden rok. Jelikož jsou větrné a fotovoltaické elektrárny plně závislé na proměnlivých přírodních podmínkách, respektive jejich výkon. Je proto jasné, že jejich koeficient ročního využití nemůže již z principu dosahovat 100 %. Za pomoci tohoto vzorce pak můžeme zjistit, jaké je opravdové procentuální využití instalovaného výkonu daných elektráren na určitých místech (Křenek, 2006, s. 11-13).

$$K_r = \frac{W_r}{P_i * 8760} * 100$$

$K_r$ = koeficient ročního využití v %

$W_r$ = množství vyrobené energie za jeden rok (KWh)

$P_i$ = instalovaný výkon (kW)

8760= počet hodin za jeden rok

### 1.3 Rozbor literatury

V této kapitole uvádím odborné publikace a internetové zdroje, které významně přispěly k tvorbě bakalářské práce. K tvorbě této práce byly použity i další zdroje, tyto zdroje ale nepovažuji za tak zásadní, a proto jsou uvedeny pouze v seznamu zdrojů.

Za velmi významnou publikaci pro tvorbu práce považuji *Energetický sektor České republiky* od autorů Tomáše Vlčka a Filipa Černocho. Tato publikace poskytuje ucelené informace z oblasti vývoje české energetiky. Zaměřuje se konkrétně na vývoj těžby a spotřeby energetických surovin a také pojednává o vývoji jednotlivých oblastí energetiky v České republice. Teoretický základ práce také významně rozšířila kniha *Perspektivy české energetiky: současnost a budoucnost* od kolektivu autorů v čele s Danou Drábovou a Václavem Pačesem. V této knize jsou srozumitelně popsány proměny, které nastaly v české energetice od počátku využívání elektrické energie až po současnost. Je zde také nastíněn reálný potenciál České republiky pro další rozvoj obnovitelných zdrojů energie do budoucna.

K lepší orientaci mezi současnými energetickými zařízeními posloužila publikace *Technicko-ekonomické aspekty energetiky* od kolektivu autorů v čele s Janem Osičkou.

Tato publikace je významně technicky zaměřena a poskytuje například informace o přednostech a nevýhodách jednotlivých elektrárenských zařízeních.

Základní teoretický rámec z oblasti geografie poskytla publikace *Ekonomická a sociální geografie* od autorů Václava Touška, Josefa Kunce a Jiřího Vystoupila. Z této knihy byly čerpány informace především z kapitol zabývajících se geografii průmyslu a dopravy. Přínosné byly také kapitoly, které se zabývají energetickými surovinami a vymezením významných těžebních oblastí ropy, uhlí, zemního plynu a uranu. Problematika týkající se geografie těžby, spotřeby a obchodu s energetickými surovinami je popsána v knize *Geografie světového hospodářství: vybrané kapitoly* publikovanou kolektivem autorů v čele s Václavem Hralou.

K nastínění vývoje energetické politiky v České republice a Evropské unii byla použita kniha *Energetická bezpečnost České republiky* od panů Zdeňka Hrubého a Libora Lukáška a také publikace *Energetická bezpečnost ČR a budoucnost energetické politiky EU* od autorů Petra Binhacka a Lukáše Tichého. V těchto knihách je pojednáno o vývoji energetické politiky EU a ČR, podrobně jsou zde rozebrány priority energetické bezpečnosti a také směr, kam bude energetická politika EU a ČR v budoucnu směřovat. Zde získané poznatky byly pak použity zejména k tvorbě kapitol zabývajících se energetickou politikou ČR a EU.

Publikace *Deskriptivní ekonomie České republiky* od Jany Gibarti popisuje vývoj jednotlivých složek národního hospodářství ČR v ekonomických souvislostech. Pro tvorbu práce byly ale využity pouze vybrané kapitoly, týkající se zejména energetické náročnosti státu. V těchto kapitolách je popsáno, čím se vyznačuje vysoká energetická náročnost státu, a také jsou zde popsány pozitivní efekty vzniklé při snižování spotřeby primárních energetických surovin.

O problematice rozvoje obnovitelných zdrojů energie, zejména v Evropě, pojednává publikace *Globální energetický problém a hospodářská politika: se zaměřením na obnovitelné zdroje energie* od Petra Musila. Publikace je celkově zaměřena na vývoj světového hospodářství ve vztahu ke spotřebě fosilních paliv a následném přechodu na obnovitelné zdroje energie. Autor zde kritickým způsobem popisuje aktuální stav v Evropě a hodnotí potenciál rozvoje obnovitelných zdrojů do budoucna. V závěru této

publikace jsou také analyzovány makroekonomické a mikroekonomické dopady podpory rozvoje obnovitelných zdrojů.

Kniha *Energy and the environment* od autorů Jamese Faye a Daniela Golomba popisuje dopady nejrůznějších energetických aktivit na životní prostředí. Přínosné pro tvorbu práce byly zejména kapitoly, které se zabývají škodlivostí emisí, jež byly vyprodukovány v důsledku spalování fosilních paliv.

Článek *The territorial and landscape impact of photovoltaic systems: Definition of impact and assessment of the glare risk* od autorů Roberta Chiabranda, Enrica Fabrizia a Gabriele Garnero se zabývá dopadem výstavby fotovoltaických elektráren na krajinu a lokální ekosystémy v Itálii. Článek byl velmi užitečný pro tvorbu práce, protože celou řadu zde uvedených závěrů je možné aplikovat i na problematiku rozvoje fotovoltaických elektráren i v jiných evropských zemích.

Nezbytné pro tvorbu práce byly také internetové zdroje, ty byly použity zejména pro získání statistických dat potřebných pro analýzy vývoje vybraných energetických ukazatelů. V tomto ohledu nejpoužívanějším zdrojem byla internetová databáze IEA (International Energy Agency). Dále velké množství dat bylo čerpáno z internetových stránek Eurostatu, zde získaná data se týkala i obyvatelstva. Bez těchto dat by nebylo totiž možné vyjádřit určité energetické ukazatele v přepočtu na jednoho obyvatele (per capita). Dále jsou v práci využity data získaná z ročenek publikovaných Eurostatem samotným. Potřebná data pro analýzu produkce vybraných škodlivin vypuštěných do ovzduší energetickým sektorem byla čerpána z internetových stránek EEA (European Environment Agency).



## 2 Charakteristika energetiky v České republice a v EU

### 2.1 Nerostné energetické suroviny

Nerostné energetické suroviny jsou celosvětově komodity nesmírného strategického významu. Dostupnost těchto surovin je v současnosti naprosto zásadní pro fungování ekonomik vyspělých států včetně těch evropských. Pokud navíc nějaký stát disponuje těžitelnými ložisky těchto surovin, často z následné těžby a prodeje velmi silně ekonomicky profituje. Situace v EU je v tomto ohledu poměrně komplikovaná, i když se na jejím území nachází, nebo se v minulosti nacházely, významné těžební lokality všech těchto surovin. Díky jejich většinovému vytěžení nebo kvůli nedostatečné produkci, která není schopná pokrýt poptávku, je třeba každoročně tyto komodity v obrovském množství do EU dovážet (Hrala, Kašpar, & Vošta, 2005, s. 49-51).

Ropa, potažmo zemní plyn, jsou dnes nejvýznamnějšími energetickými komoditami pro EU. Dalšími významnými energetickými surovinami jsou uhlí, zemní plyn a potom také uran. Uran sice neřadíme mezi fosilní paliva, ale díky jeho fyzikálním vlastnostem je používán jako palivo v jaderných elektrárnách (Hrala et. al., 2005, s. 49-51). Na důležitost uranu poukazuje fakt, že v roce 2017 se v EU vyrobilo nejvíce elektřiny právě v jaderných elektrárnách. Uhlé elektrárny jsou pak na druhém místě (Eurostat, 2019c, s. 93). Do nerostných energetických surovin samozřejmě neřadíme pouze tyto čtyři komodity, ale spadají sem i další paliva. Obecně totiž platí, že nerostné energetické suroviny jsou nerosty, ze kterých za pomocí různých technologií umíme získávat energii. Tyto suroviny pak můžeme rozdělit na přírodní radioaktivní suroviny a kaustobiolity. Mezi přírodní radioaktivní suroviny patří již zmíněný uran, ale také thorium a radium. Kaustobiolity jsou hořlavé uhlovodíky, které mohly vzniknout díky nashromáždění odumřelých organických látek. Kaustobiolity dále rozdělujeme podle takzvané uhlé řady, sem spadají rašelina, lignit, hnědé uhlí, antracit, a řadu živičnou, do této skupiny pak patří kromě ropy roponosné písky, roponosné břidlice, zemní plyn, hydráty metanu, ozokerit, minerální vosky a asfalt. Je ale třeba podotknout, že energetický význam ropy, zemního plynu, uranu a pak také černého a hnědé uhlí

naprosto převyšuje v současné době ostatní zmíněné nerostné energetické suroviny (Toušek, Kunc & Vystoupil, 2008, s. 204).

### **2.1.1 Uhlí**

Navzdory masovému využívání tohoto zdroje od počátku průmyslové revoluce existují stále jak v EU, tak v samotné ČR ještě zcela netěžená ložiska která by v případě potřeby měla zajistit při stávající spotřebě dostatečné množství tohoto paliva na další dlouhé desítky let. Velkým problémem ale je, že stávající těžba uhlí, a to jak povrchová nebo hlubinná, nesmírně poškozuje životní prostředí a krajinný ráz (Hrala et. al., 2005, s. 58). Černé uhlí je považované za kvalitnější oproti hnědému, má větší obsah uhlíku mezi 69-92 %. Hnědé uhlí oproti tomu obsahuje asi jen 65-69 % uhlíku (Vlček & Černocho, 2012, s. 120). V Evropě najdeme největší ložiska černého uhlí v karbonských vrstvách táhnoucí se z britských ostrovů přes severní Francii a část Belgie až do německého Porúří, dále pak přes hornoslezskou pánev dále na východ. Obecně lze černé uhlí rozdělit na dva podtypy, na takzvané antracitické (hubené) a žirné (mastné). Antracitické se využívá hlavně v energetice, oproti tomu žirné slouží k výrobě koksu. Další využití černého uhlí najdeme v chemickém průmyslu. V EU má aktuálně největší zásoby černého uhlí Polsko (Toušek et. al., 2008, s. 205-206).

Hnědé uhlí je dnes významné především jako energetická surovina. V celosvětovém měřítku těžba hnědé uhlí nedosahuje hodnot těžby černého uhlí. Největším producentem v EU je Německo, a to i celosvětově. ČR také dlouhodobě patří mezi deset zemí světa s nejvyšší těžbou. Hnědé uhlí se těží takřka výhradně v povrchových dolech. (Toušek et. al, 2008, s. 206). Stávající produkce v ČR bez problému pokrývá státní potřeby. Na druhou stranu zahraniční export je zanedbatelný a směřuje takřka výhradně na Slovensko. Největší ložiska u nás jsou v Mostecké a Sokolovské pánvi, kde také probíhá velmi intenzivní těžba. V ČR probíhá neustálá diskuze o prolomení územních ekologických limitů těžby. V případě ponechání stávajících legislativních limitů by došlo při současném tempu k vyčerpání zásob asi za 20 let. V případě prolomení limitů v dolech ČSA, Bílina a Vršany by se zásoby zvýšily na dalších 20 let. Stávající těžbu, jak se ukázalo, je neekonomičtější provádět tak, že svrchní vrstvy zeminy shrnete velkými rypadly, aby byl umožněn přístup k uhelným slojím. Tyto svrchní vrstvy zpravidla nepřesahují mocnost 50-100 m. Vytěžitelnost takového ložiska je tak

mnohem větší a pohybuje se okolo 90 % oproti pouhým 60 % v případě hlubinné těžby (Vlček & Černoch, 2012, s. 117-120).

### **2.1.2 Ropa**

Dosud objevená ložiska ropy v EU nejsou tak vydatná, aby byla schopna pokrýt poptávku uvnitř Unie, naprostá většina ropy je tak do EU dovážena. Přeprava probíhá dvěma základními způsoby, buďto tankery nebo sítí ropovodů. Tankery přiváží ropu do EU nejčastěji ze zemí Perského zálivu, ropovody naopak do EU přivádí ropu z Ruska nebo z Norska. To souvisí také s lokalizací jednotlivých rafinérií. Rafinérie se totiž buďto nacházejí ve vnitrozemí na trase ropovodů, nebo ty největší evropské jsou lokalizovány naopak v přístavních městech, kam je ropa přivážena tankery. Příkladem může být Rotterdam nebo obrovský petrochemický komplex ležící v přístavu Marseille v ústí řeky Rhony (Hrala et. al, 2005, s. 54). Významné vnitrozemské rafinérie v EU napojené na ropovodnou síť jsou v Karlsruhe, Ingolstadtu a Burgausenu v jižním Německu, Lednavě ve Slovinsku, v Plocku v Polsku, ale také v Bratislavě nebo v chorvatské Rijeci (Vlček & Černoch, 2012, s. 179). V ČR máme tři rafinérie, a to v Litvínově, Kralupech nad Vltavou a v Pardubicích. Všechny jsou zásobovány ropovody Družba nebo IKL. Výhradním provozovatelem mezinárodních ropovodů na českém území je společnost MERO ČR, a. s. Jedná se o státní podnik a jejím 100 % vlastníkem je Ministerstvo financí České republiky. Společnost samotnou ropu nevlastní, pouze ji přepravuje. Za tyto služby dostává zapláceno od jednotlivých zpracovatelských závodů (Vlček & Černoch, 2012, s. 154).

Ropa, neboli „černé zlato“, jak je velmi často nazývána, je směs uhlovodíků. Její výskyt je vázán především na pórovité horniny mezi dalšími dvěma nepropustnými horninami. Nejčastěji je ropa rozptýlena v pískovcových vrstvách, a to v 85 %, ve zbylých 15 % pak ve vápencových vrstvách (Toušek et. al., 2008, s. 207). Těžba je velmi náročná, její technologie se ale samozřejmě stále vylepšuje a v současnosti je tedy možné těžít ropu až z hloubky 12 km pod povrchem. (Vlček & Černoch, 2012, s. 150). Zvyšuje se také výtěžitelnost ložiska z dřívějších 20-35 % na současných 50-60 % (Hrubý & Lukášek, 2015, s. 12). Surovou ropu také nelze chápat jako zcela jednotný pojem. Ropu totiž rozdělujeme do několika kategorií, například podle původu, kde byla vytěžena. Je totiž známo, že ropa z odlišných míst má jinou kvalitu, viskozitu, konzistenci. Další

rozdělení je na takzvanou těžkou a lehkou podle hustoty ropy. Posledním používaným rozdělením je rozdělení na sladkou a kyselou, a to na základě obsahu síry. U tohoto rozdělení platí, že kyselá ropa s větším obsahem síry je náročnější na následné zpracování. Ropa, která se nachází v ložiscích na evropském území, je nejčastěji typu Brent. Jedná se o lehký směsný typ ropy. Tento typ se nachází například v největším evropském nalezišti v Severním moři. Další významnou ropnou těžařskou oblastí v EU je ta v Rumunsku (Hrubý & Lukášek, 2015, s. 14). Na českém území se také nachází ložiska ropy, ty ale nejsou naprosto schopna pokrývat českou spotřebu. Tato ložiska se nachází na jižní Moravě, konkrétně v moravské části Vídeňské tabule. Dlouhodobě zde vytěžená ropa pokrývá ročně asi jen 2-4 % celkové spotřeby státu (Vlček & Černoch, 2012, s. 153-154).

Ve světě asi 95 % pohonných hmot pro dopravní prostředky je vyrobeno právě z ropy. Z toho se nejvíce ropy využije na výrobu motorové nafty, automobilového benzínu a leteckého kerosinu. Zbytek ropy, který tvoří asi 40 % celkového objemu, je zpracován chemickým průmyslem. Zde se z ropy vyrábí široká paleta produktů, počínaje umělými vlákny a barvivy až po léčiva, kosmetiku a hnojiva pro zemědělskou činnost (Osička et. al., 2014, s 70).

### **2.1.3 Zemní plyn**

Zemní plyn se ze všech fosilních paliv začal používat v energetice jako poslední, a to až na začátku 20. století. Dokonce se dlouhou dobu považoval pouze jako odpadní plyn při těžbě ropy. Jeho význam jako globální energetická surovina se začal formovat až s rozvojem dálkových plynovodů a pak také s objevem technologie zkapalnění, která umožnila přepravu tankery. Díky tomu mohlo dojít k vývozu plynu do celého světa (Toušek et. al., 2008, s. 212). Největší zásoby v Evropě se nachází v Severním moři, dlouhodobě jsou největšími producenty Norsko, Velká Británie a Nizozemsko. Díky novým poznatkům, zejména z USA a Kanady bude již brzy možné těžit zemní plyn z nekonvenčních ložisek, které se nachází v komplexních heterogenních a hůře dostupných podzemních zásobárnách tvořených buďto plynonosnými břidlicemi nebo propustnými pískovci. Tato nová technologie by mohla způsobit revoluci, protože kdybychom byli schopni získávat plyn z těchto ložisek, tak by se mnohonásobně zvýšily

celosvětové zásoby, což by mohlo zemní plyn následně akcelarovat na první místo v žebříčku nejvyužívanějších energetických surovin (Osička et. al., 2014, s.119- 120).

Z geopolitického hlediska má ČR velmi významnou polohu z pohledu přepravy plynu. Směřují sem totiž mezinárodní tranzitní plynovody hned ze čtyř směrů. Respektive jedna hraniční předávací stanice se nachází v Lanžhotu na Břeclavsku a pak další tři, Sv. Kateřina, Brandov a Waindhaus, se nachází poblíž hranic s Německem. ČR je dlouhodobě nejvíce zásobována zemním plynem z Ruska a Norska. Drobným technickým problémem ale je, že ruský plyn obsahuje daleko více čistého metanu a oproti norskému obsahuje méně dalších uhlovodíků, což se projevuje na jeho nižší výhřevnosti při spalování. Proto je norský plyn, který k nám putuje plynovodem přes Německo, ještě před vstupem do ČR smíchán s plynem vytěženým v Německu, tak aby bylo dosaženo totožné kvality s plynem ruským (Vlček & Černocho, 2012, s. 199).

Zemní plyn je směs uhlovodíků nahromaděných v zemské kůře. Výskyt konvenčních ložisek je dvojího typu. Buďto jsou ložiska vázána na naleziště ropy a černého uhlí nebo se vyskytují zcela odděleně. Chemické složení zemního plynu je různé, v podstatě se liší v každém nalezišti. Obecně však zemní plyn můžeme rozdělovat na takzvaný suchý plyn s velkým obsahem metanu, mokřý plyn s vyšším obsahem etanu, propanu a butanu a také na kyselý plyn s vysokým obsahem sirovodíků (Toušek et. al., 2008, s. 212).

#### **2.1.4 Uran**

Největší těžitelné zásoby uranu má aktuálně Kazachstán, Kanada a Austrálie. Těžba uranu v ČR měla dlouhou tradici a zároveň je ČR poslední evropskou zemí, kde se uran těžil. Dalšími členskými zeměmi EU, kde se uran těžil, byly Francie a Německo (Osička et. al, 2014, s. 179).

V ČR probíhala těžba uranu velmi dlouho a intenzivně, ložiska na českém území se v průběhu 20. století velmi významně podílela na celosvětové produkci. První lokalita v ČR, kde se uran těžil, byl Jáchymov, a to již v 19. století. Nerost, ve kterém se zde uran vyskytoval, se nazývá smolinec. Jedná se o jeden z nerostů obsahující velké množství oxidu uranu  $UO_2$ . V průběhu let započala těžba i v dalších lokalitách, a to v Horním Slavkově, Příbrami a Českolipsku, k maximalizaci těžby na českém území došlo ve druhé polovině 20. století. Od roku 1989 pak nastává období útlumu těžby a postupné

zavírání všech těžebních lokalit (Vlček & Černocho, 2012, s. 241-244). Úplně posledním místem, kde v ČR těžba probíhala, byl důl Rožná v Dolní Rožince. Zde byla těžba oficiálně ukončena až v roce 2017 (idnes.cz, 2017).

Jelikož se v ČR v dnešní době již uran netěží, je tedy ČR plně závislá na dodávkách uranu ze zahraničí. ČR musí každoročně nakupovat tuto komoditu, protože je potřeba pravidelně doplňovat palivo (uran) v obou našich jaderných elektrárnách. Obecně platí, že trh s uranem pracuje na dlouhodobých bilaterálních kontaktech. Dodávky většinou přichází až po 1 až 3 letech od uzavření smlouvy a doba kontraktu většinou trvá 10 let (Osička et al., 2014 s. 205). ČR od roku 2009 nakupuje uran výhradně z Ruska a to už v obohacené podobě pro obě naše jaderné elektrárny (Vlček & Černocho, 2012, s. 256).

## 2.2 Energetická politika EU

Hlavní prioritou energetické politiky obecně by měla být energetická bezpečnost. Ta je například definována podle IEA jednoduše, jako přístup k dostatečnému množství spolehlivé energie za přijatelnou cenu s ohledem na životní prostředí. Tato velmi obecná definice vznikla v 70. letech v období takzvaných ropných šoků a dnes již nevyhovuje současným okolnostem a podmínkám zejména v Evropě (Binhack & Tichý, 2011, s. 11-12).

Jak tedy EU přistupuje k energetické politice, aby byla zajištěna energetická bezpečnost jejich členů? V současnosti, jak bylo již zmíněno v předešlých kapitolách, EU se potýká s velmi vysokou závislostí na fosilních palivech, což se odráží ve faktu, že EU je největším dovozcem energetických paliv na světě. Největší dovozní závislost je pak konkrétně u ropy a zemního plynu. Jak tedy orgány EU k problematice přistoupily? Evropská komise hovoří o energetické bezpečnosti tak, že *bezpečnost dodávek neznamená maximalizaci soběstačnosti nebo minimalizaci závislosti, ale především o minimalizaci rizika spojeného se závislostí*. Evropská komise se jinými slovy domnívá, že zásobování vnějšími zdroji je spojeno s určitými riziky, které je třeba minimalizovat. Situace se podle predikcí v nejbližších letech nemá zlepšovat. Podle některých prognóz by měla EU dokonce v roce 2030 dovážet až 70 % celkové spotřeby zemního plynu. Hodnoty u dovozu ropy jsou ještě vyšší, odhaduje se, že se bude dovážet ve stejném časovém horizontu něco mezi 90 % a 100 % celkové spotřeby (Binhack & Tichý, 2011,

s. 13). Podle mého názoru se k těmto hodnotám dostaneme ještě o něco rychleji z důvodu odchodu Velké Británie z EU. EU totiž kvůli brexitu přijde o britská naleziště ropy a zemního plynu v Severním moři. Navíc je momentálně velkou neznámou, jak se nastaví obchodní podmínky mezi zmíněnými subjekty, například v této problematice. Tuto budoucí nepříznivou situaci navíc s velkou pravděpodobností zhorší fakt, že některé další spotřebitelské státy (hlavně Čína) také očekávají nárůst spotřeby, což se minimálně projeví na zdražení ropy, v horším případě na její nedostupnosti ( Anochin, Cupalová, Eichler, Iličeva, Krejčí, Málek, ... Prokop, 2008, s. 161-162). Podle Evropské komise je nezbytné zavést opatření, které by vedly k diverzifikaci zdrojů a navíc hledat nový flexibilní a spolehlivý zdroj energie (Binhack & Tichý, 2011, s. 12-13).

Do energetické politiky EU zasahuje celá řada témat. Kromě těch klasických, jako jsou vládní, geopolitická a ekonomická, se klade stále větší význam zájmům environmentálním. Tyto environmentální zájmy jsou navíc stále silněji podporované a díky nim dochází k celkové transformaci energetické politiky EU (Binhack & Tichý, s. 28-29). Přesto nemůžeme chápat environmentální opatření pouze jako politiku posledních let. Již v 80. letech si světové vlády uvědomovaly, že lidé ovlivňují klima celé planety. Proto již roku 1992 byla sepsána Rámcová úmluva OSN o změně klimatu, ve které byl hlavně definován a přiblížen pojem globální oteplování a nastíněn finanční mechanismus, který by umožňoval rozvojovým státům boj s oteplováním. Díky různým průtahům byl dokument účinný až od roku 1995, což je pouhé dva roky před sepsáním Kjótského protokolu, ve kterém se EU zavázala snížit emise skleníkových plynů do roku 2012 o 8 % v porovnání s emisemi vyprodukovanými v roce 1990. Tento dokument byl zaměřen na redukci emisí v jednotlivých státech a popsal mechanismus emisního obchodování mezi státy a také systém podpory rozvojových států. V roce 2009 na konferenci v Kodani se očekávalo, že budou přijaty nové přísnější závazky pro EU, které navážou na Kjótský protokol. Výsledky jednání lze považovat za neúspěch. Byly stanoveny totiž pouze dobrovolné závazky pro jednotlivé státy (Balounová, 2019).

Velmi významným dokumentem pro EU z roku 2009 byla ale takzvaná Lisabonská smlouva, která mimo jiné obsahovala samostatnou kapitolu o energetice. Byly zde vytyčeny nové cíle energetické politiky EU, kterými byly například podpora energetické účinnosti, rozvoj a podpora nových zdrojů obnovitelné energie a propojování

energetických sítí členských států. V roce 2015 na konferenci v Paříži pak byla uznána nová smlouva, která nahradila Kjótský protokol. Tato nová Pařížská dohoda (The Paris Agreement) se ale stala velmi rychle terčem kritiky, protože zkrátka nepřinesla příliš nového. Neobsahuje například opatření na snižování emisí z letecké a lodní dopravy, které v současnosti tvoří asi 3-4 % celosvětových emisí. Navíc zde představené národní emisní závazky nezamezí oteplení globální průměrné teploty o méně než 2 °C, dokonce podle některých studií by v tomto případě teplota stoupla až o 3,7 °C do roku 2050. Tyto emisní závazky budou navíc právně závazné až od roku 2020 (Balounová, 2019). V roce 2018 byla pak Pařížská dohoda na konferenci v polských Katovicích významně upravena. Hlavními závěry této konference pro EU jsou, že členské státy mají přehodnotit své závazky pro období 2020-2030, respektive ještě více snížit emise. V celounijním měřítku to znamená snížení emise skleníkových plynů o 55 % místo zamýšlených 40 % procent v porovnání s rokem 1990. Německo, jako jediná země, zde deklarovalo zdvojnásobit svůj příspěvek do Zeleného klimatického fondu, který slouží pro pomoc rozvojovým státům s bojem s globálním oteplováním (Hnutí DUHA, 2018).

Evropský parlament má ještě ambicióznější očekávání v boji proti globální změně klimatu, a tak na základě usnesení z března roku 2019 požaduje po členských státech takové opatření, aby bylo dosaženo takzvané uhlíkové neutrality do roku 2050. Přístup k tomuto rozhodnutí je v jednotlivých státech odlišný. Například již tři evropské země stanovily svůj cíl o uhlíkové neutralitě zákonem. Švédsko dokonce deklaruje dosáhnout svého závazku již do roku 2045, Francie a Velká Británie pak do roku 2050 (Evropský parlament, 2019). Celkově tak nemůže chápat energetickou politiku EU jako zcela jednotnou pro všechny členské státy. Přístup jednotlivých členských států k zajištění jejich energetické bezpečnosti je velmi často zcela odlišný. Nejvíce je tento fakt vidět na způsobu výroby elektřiny a na vyváženosti energetického mixu. Například v roce 2018 Polsko vyrobilo 80 % elektřiny v uhelných elektrárnách a naopak Francie vyrobila 75 % své elektřiny v jaderných elektrárnách. Na druhou stranu v celé EU můžeme pozorovat rozvoj výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie (OZE). Instalovaný výkon elektráren využívajících OZE totiž mezi lety 2005-2015 narostl o 71 %. Největší nárůst instalovaného výkonu pak konkrétně můžeme sledovat u větrných elektráren. Energetická politika EU je tedy v tomto jednoznačná a směřuje k podpoře OZE. Opět je zde ale vidět nerovný přístup členů. Německo a Dánsko dlouhodobě nejvíce investují do



OZE a rozšiřují výrobní kapacitu a pak na druhé straně jsou zde státy jako Malta a Lucembursko, které získávají z OZE asi jen 5 % energie. Pravda, díky velikosti těchto států je můžeme považovat za specifické evropské regiony.

### 2.3 Energetická politika ČR

Energetická politika ČR od roku 1989 prošla velkou přeměnou, která směřovala k liberalizaci energetického trhu a podpoře obnovitelných zdrojů energie, v poslední fázi pak ke slučování s politikou a normami EU. Tento přerod můžeme specifikovat do třech fází. V první fázi došlo k významné restrukturalizaci centrálně řízeného energetického systému. Vznikla celá řada nových subjektů, ty ale nadále spadaly pod stát. Druhá fáze, která započala v druhé polovině devadesátých let, se vyznačovala jednak privatizací významných společností a pak také docházelo k pozvolné liberalizaci trhu, jehož cílem je, aby koncový zákazník si mohl vybrat svého dodavatele elektřiny a zemního plynu podle svého uvážení. Třetí fázi může definovat jako období od vstupu ČR do EU až po dnešek. Toto období se vyznačuje uzavřenou privatizací a dokončováním liberalizace trhu (Vlček & Černocho, 2012, s. 64-65). Celá tato restrukturalizace byla samozřejmě postavena na nové legislativě. Byla tak prosazena celá řada nových zákonů například takzvaný „Atomový zákon“ *Zákon č. 18/1997 Sb. o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření* upravující zásady provozu jaderných elektráren a zacházení vyhořelým jaderným palivem. Další významný *Zákon č. 309/1991 Sb. o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami* také mimo jiné upravoval náležitá opatření k odsiřování uhelných elektráren (Vlček & Černocho, 2012, s. 56-57). V roce 2000 pak poprvé Ministerstvo průmyslu a obchodu vydalo strategický dokument, Státní energetickou koncepci (SEK). Tímto základním dokumentem vláda určuje budoucí směr energetického sektoru na několik dalších let (Musil, 2009, s. 157). Druhá SEK byla vydaná v roce 2004. Třetí v roce 2009 a poslední vešla v platnost v roce 2015. Do tohoto již zaběhlého mechanismu v roce 2008 vstoupila takzvaná *Zpráva Nezávislé odborné komise pro stanovení energetických potřeb České republiky*. Mimo jiné také dobře známá jako Pačesova zpráva. Tato zpráva vznikla na základě rozporu uvnitř vládní koalice. Zpráva byla vytvořena odbornou a transparentní komisí a v zásadě měla odpovědět na otázky spojené s dalším rozvojem jaderné energetiky a prolomením uhelných limitů. V zásadě jde ale jenom o jakýsi expertní dokument, ne o formální

dokument na úrovni SEK. Nicméně tento dokument vyústil k velmi výrazné veřejné debatě (Vlček & Černocho, 2012, s. 60-61). V poslední platné SEK jsou kladeny tyto strategické priority energetiky ČR (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).

- I. Vyvážený energetický mix
- II. Úspory a účinnost
- III. Infrastruktura a mezinárodní spolupráce
- IV. Výzkum, vývoj a inovace
- V. Energetická bezpečnost

Energetická bezpečnost jako jedna z priorit podle SEK může v zásadě předcházet pouze externím rizikům, které jsou spojeny zejména s omezením dodávek energetických surovin. Takřka bezradná je ale SEK při eliminaci rizik interních. Tyto vnitřní problémy mohou totiž mít stejně neblahý efekt jako rizika externí, možná ještě negativnější. První toto vnitřní riziko je opět spojeno s dodávkami klíčových surovin, ropou a zemním plynem, ale princip je opačný. Za tyto dodávky do ČR se každoročně platí stovky miliard korun. V případě, že bude ekonomika slabá s nízkým vývozem, snadno by se tak mohlo stát, že se ČR dostane v rámci mezinárodního obchodu do záporných čísel. Další riziko je spojeno se zneužitím státních dotací v energetickém sektoru, a to ať už ze strany jednotlivců nebo pod vlivem některých lobbistických skupin, které mohou oslabit některé ochranné mechanismy státu. V této návaznosti pak může docházet například k nedostatku peněz na nové investice (Drábová, Pačes, Beran, Cílek, Noskovič, Procházka, ...Wágner, 2014, s. 52-53).

Na základě nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2018/1999 ze dne 11. prosince 2018 o správě energetické unie a opatření v oblasti klimatu, byl vytvořen takzvaný Vnitrostátní plán ČR v oblasti energetiky a klimatu, který má zaručit transparentní a spolehlivý harmonogram, jak dosáhnout stanovených cílů ČR v oblasti emisí skleníkových plynů, podílu obnovitelných zdrojů energie, energetické náročnosti a interkonektivity elektrizační sítě. Tento plán byl schválen vládou ČR 13. ledna 2020, nicméně se jedná již o přepracovanou verzi zveřejněnou v roce 2019. Důvodem tohoto přepracování bylo přehodnocení určitých oblastí, například byl navýšen cíl ČR v oblasti podílu obnovitelných zdrojů energie na celkové spotřebě energie z 20,3 % na 22 %, tak,

aby se zvýšil příspěvek ČR v plnění cíle EU, kterým je celkový podíl obnovitelných zdrojů energie na celkové spotřebě energie ve výši 32 %.

Poměrně znepokojivé ale je, tak jak se píše v dokumentu samotném, že doposud nebyly provedeny výzkumy, které by zhodnotily dopady tohoto plánu na zdraví obyvatel, sociální sféru, přírodu a krajinu v ČR i přesto, že byl plán již schválen vládou. V tomto ohledu byly pouze přiloženy již starší studie z roku 2015, které se zabývají problematikou dopadů těžby uhlí. Při tvorbě plánu byl brán zřetel zejména na ekonomickou proveditelnost a s tím spojené minimální ekonomické dopady na odběratele energie. Samozřejmě lze očekávat, že všechna tato opatření budou spíše ku prospěchu kvality životního prostředí v ČR a měla by vést hlavně k postupnému omezování výroby elektřiny v uhelných elektrárnách, jejichž provoz nesmírně zatěžuje životní prostředí. Nelze se však domnívat, že podpora obnovitelných zdrojů nemůže mít v důsledku žádné negativní dopady na životní prostředí. Proto budou v závěrečné části této práce nastíněny negativní dopady, které mohou nastat v případě očekávaného dalšího masivního rozvoje větrných a fotovoltaických elektráren v ČR (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2020).

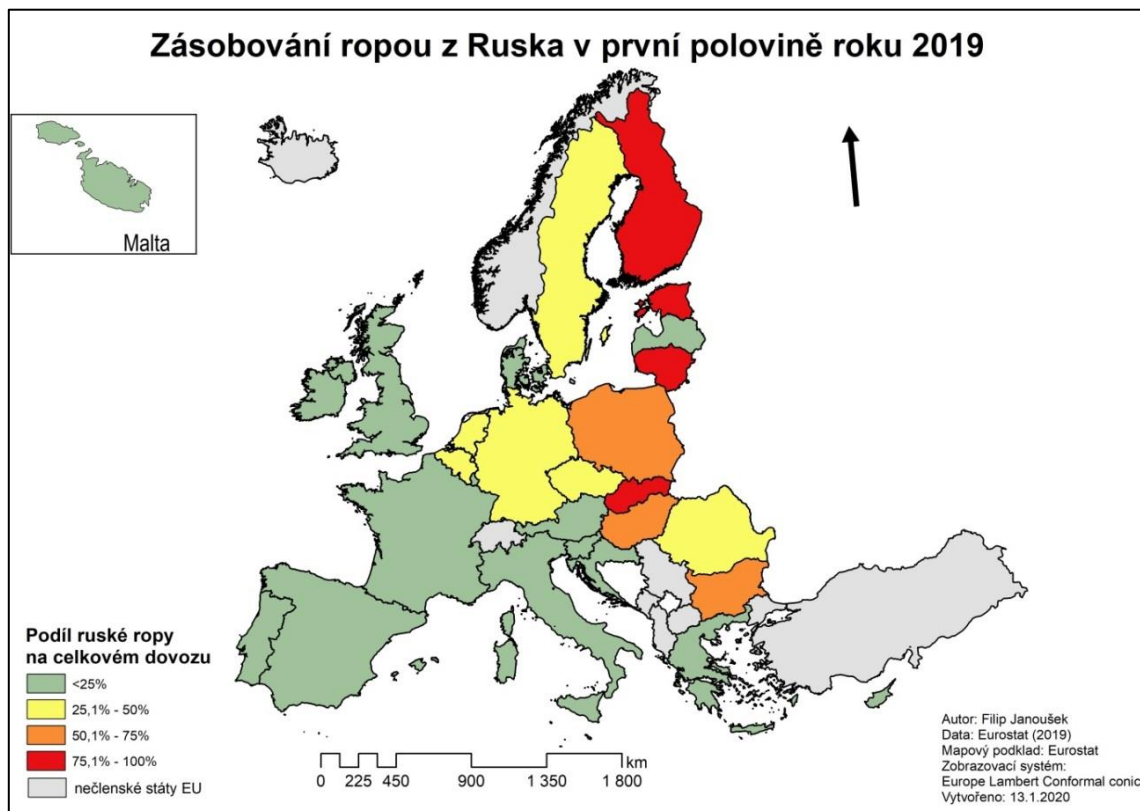
## **2.4 Strategické zásobování EU ropou a zemním plynem**

Jak bylo již řečeno v předešlé kapitole Energetická politika EU, největším dovozcem ropy a zemního plynu na světě je právě EU. Nejvíce ropy i zemního plynu do EU proudí dlouhodobě z Ruska a některé členské státy i třeba díky své poloze zkrátka nemají možnost diverzifikovat svoji paletu dodavatelů. V takovém případě pak hrozí, že v případě zastavení dodávek z Ruska, a to z jakéhokoliv důvodu, přijdou o nejdůležitější současné komodity (Hrubý & Lukášek, 2015, s. 38). Na mapě č. 1 a na mapě č. 2 jsou interpretována data, která ukazují vysoký podíl dovozu ruské ropy a zemního plynu u některých členských států. Data jsou již Eurostatem publikována pouze v tomto číselném rozmezí, protože jsou jednak považována za citlivá, ale také dochází k meziročním výkyvům v řádech jednotek procent (Eurostat, 2019b).

Pokud ale tedy opravdu některé země nemají záložní možnost, jak se zásobovat v případě výpadku, hrozí jim opravdu velké ekonomické problémy. Na druhou stranu nesmíme chápat přerušení dodávek těchto surovin pouze jako problém pro odběratele.

Ve skutečnosti by přerušení dodávek ropy mohlo uškodit více Rusku. V Rusku je totiž ekonomika poháněna hlavně primárním sektorem. Samotný vývoz energetických surovin naplňuje státní rozpočet ze 40 %. Rusko tedy zkrátka potřebuje ropu a zemní plyn prodávat. Pokud se nějakým dynamickým způsobem nezmění geopolitická situace, je možné predikovat, že tato vzájemná závislost bude trvat minimálně do poloviny tohoto století. Fakt, který by ale mohl mísky vah překloupit v neprospěch EU, je rychlý růst Číny a Indie. Tyto země budou totiž v budoucnu potřebovat více energetických surovin, a tudíž nelze vyloučit, že EU bude o dodávky z Ruska soutěžit právě s těmito státy (Hrubý & Lukášek, 2015, s. 38). ČR ale patří mezi státy, které jsou na podobné situace dobře připraveni. Z dlouhodobého hlediska každoročně odebírá ČR asi 50 % celkového objemu spotřebované ropy právě z Ruska. Tato ropa je sem přepravena ropovodem Družba. Tato hodnota sama o sobě není zdaleka tak vysoká v porovnání s ostatními členskými státy. Navíc od roku 1996 ČR disponuje i druhým ropovodem IKL (Ingolstadt – Kralupy nad Vltavou – Litvínov), který v případě potřeby je zcela schopen pokrýt potřeby státu, protože jeho maximální potenciální přepravní kapacita je 10 mil. tun ropy, což je množství větší než množství, které se v ČR za celý rok spotřebuje (Vlček & Černocho, 2012, s. 154-156). Tento ropovod vedoucí z německého Ingolstadtu až do Litvínova, je napojen na ropovod TAL, který zase vede do italského Terstu, odkud je zásobován. Problémem je, že ropovod TAL je využit takřka na 100 % své kapacity, takže prostor pro další navyšování dodávek není velký. Pro ropovod IKL se tedy musí nominovat plánovaný objem přepravy 18 měsíců dopředu (ropovod Družba má 12 měsíční nominační dobu). Navíc nárok na kapacity ropovodu mají přednostně akcionáři ropovodu, kam ale ČR prozatím nepatří. Samotná cesta ropy od těžebních pump až k nám je naopak velmi rychlá. Cesta vedoucí od nakládky ropy do tankeru v Perském zálivu přes vyložení Terstu a následný potrubní tranzit až do Kralup nad Vltavou trvá 6-8 týdnů (Vlček & Černocho, 2012, s. 180-181).

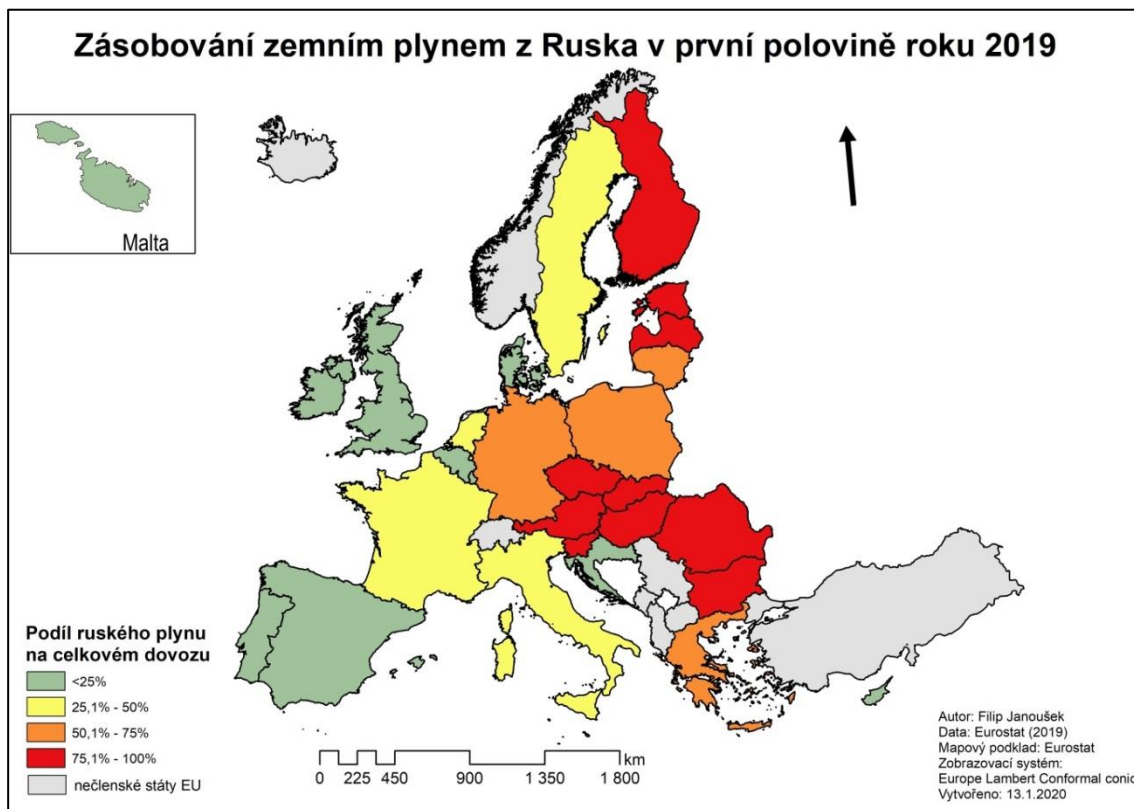
Mapa č. 1: Zásobování ropou z Ruska v první polovině roku 2019



Zdroj: Eurostat (2019a), Eurostat (2019b); zpracováno autorem Filipem Janouškem

Strategické zásobování EU zemním plynem je neméně komplikované v porovnání se zásobováním ropou. Z mapy č. 2 můžeme vyčíst ještě větší závislost členských států na dodávkách zemního plynu z Ruska, než tomu bylo u ropy. Navíc síť plynovodů vedoucí do EU je ještě komplikovanější v porovnání s ropovody. V současné době hlavními zásobovacími plynovody EU z Ruska jsou plynovody Bratrství, Jamal, Nord stream a Transgas, který vede přes území ČR (Vlček & Černocho, 2012, s. 233). I když ČR podle dat z mapy č 2 se řadí mezi potenciálně nejohroženější země v rámci dodávek zemního plynu, tak na druhou stranu na základě smluv může v případě potřeby zásadně zvýšit dodávky z Norska (Vlček & Černocho, 2012, s. 237). Dalším významným prvkem, který zlepšuje energetickou bezpečnost ČR, jsou podzemní zásobníky pro zemní plyn. Aktuálně ČR disponuje šesti těmito zásobníky, a to v lokalitách Háje, Dolní Dunajovice, Tvrdonice, Lobodice, Štramberk a Třanovice. Kapacita těchto všech zásobníků dohromady pokrývá více než jednu třetinu roční spotřeby ČR (Vlček & Černocho, 2012, s. 204-205).

Mapa č. 2: Zásobování zemním plynem z Ruska v první polovině roku 2019



Zdroj: Eurostat (2019a), Eurostat (2019b); zpracováno autorem Filipem Janouškem

## 2.5 Výroba elektřiny z neobnovitelných zdrojů energie

### 2.5.1 Uhelné elektrárny

Elektrárny spalující uhlí byly dlouhodobě největším producentem elektřiny v EU v posledních letech díky energetické politice EU, která směřuje jasně k omezení produkce CO<sub>2</sub>. Dochází k postupnému zavírání uhelných elektráren, což se projevuje na postupném snižování produkce elektřiny. V důsledku tohoto útlumu zhruba od roku 2013 tedy platí, že největším producentem elektřiny v EU nejsou již uhelné elektrárny, ale jaderné. Nejčastěji jsou uhelné elektrárny nahrazovány elektrárnami spalující zemní plyn, ty totiž neprodukují takové množství znečišťujících emisí a zároveň dosahují elektrického výkonu jako uhelné. Takový trend výměny uhelných elektráren za plynové můžeme pozorovat například ve Velké Británii a Belgii. Belgie dokonce již v roce 2017 vyprodukovala v uhelných elektrárnách jen naprosté minimum elektřiny, rovnající se asi 5 % podílu na celkové výrobě elektřiny v zemi. Naopak nejvíce elektřiny se vyprodukuje v uhelných elektrárnách v Německu a Polsku (Eurostat, 2019c, s. 93).

Důvody, proč se ustupuje od výroby elektřiny z uhlí, jsou především environmentální, z toho dva nejpodstatnější jsou tvorba velkého množství emisí a také degradace krajiny spojená s těžbou uhlí (Drábová et. al., 2014, s. 24). I přes postupný útlum výroby elektřiny v uhelných elektrárnách stále platí, že uhelné elektrárny jsou největším producentem CO<sub>2</sub> v EU. Tím úplně největším producentem je polská uhelná elektrárna Belchatów, která v roce 2019 emitovala do ovzduší 32,7 milionů tun CO<sub>2</sub>. Situace v ČR je v tomto ohledu velmi podobná. Také zde platí, že největším producentem emisí CO<sub>2</sub> jsou uhelné elektrárny, konkrétně tím největší zdrojem emisí CO<sub>2</sub> je hnědohelná elektrárna Počerady, která v roce 2019 vyprodukovala 4,7 milionů tun této látky (irozhlas. 2020).

Z pohledu elektrotechnického uhelné elektrárny můžeme definovat jako zdroj elektřiny typu C. Jde tedy o zdroj, ze kterého můžeme odebírat elektřinu podle přání odběratele, výkon ale nelze v čase příliš rychle měnit (Drábová et. al., 2014, s. 24).

V ČR se dlouhodobě uhelné elektrárny podílejí na produkci elektřiny největším podílem. To je dáno zejména přírodními podmínkami, díky kterým ČR disponuje velkými uhelnými ložisky, které představují levné a dostupné palivo. V roce 2000 vyráběly více než 70 % elektrické energie (Drábová et. al., 2014, s. 24). V budoucnu stát počítá s postupným odklonem od výroby elektřiny z uhlí. Chybějící kapacitu pak plánuje nahradit jadernými elektrárnami. Nicméně podle SEK 2015 je plánováno využívat uhlí minimálně do roku 2040 (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).

Princip výroby elektřiny v uhelných elektrárnách je velmi jednoduchý. Spalováním uhlí vzniká tepelná energie, která slouží k ohřevu vody, která se po zahřátí následně mění na páru. Pára pak putuje do turbíny, kde svou kinetickou energií roztáčí rotor, který zase roztáčí generátor vyrábějící elektřinu. Uhelné elektrárny v Čechách v drtivé většině používají jako palivo hnědé uhlí, výjimkou je například elektrárna Dětmarovice v Moravskoslezském kraji spalující černé uhlí. Velkým problémem portfolia uhelných elektráren v ČR je poměrně velká technická zastaralost některých elektrárenských bloků, ta se pak následně projevuje na malé výkonnosti a naopak na velké neekologičnosti provozu. Nejvýkonnějším blokem by pak měl být ten nejnovější v elektrárně v Ledvicích, ten dosahuje výkonu 660 MW. Tento blok také dosahuje vyšší energetické účinnosti, asi 42,5 %. Pro porovnání staršími bloky dosahovaly asi jen 32 %

účinnosti. Důvod, proč bylo dosaženo větší účinnosti, je čistě technologický. Tento blok totiž pracuje s párou o vyšší teplotě (600 C°) (Svět energie, 2020a).

Uhelné elektrárny jsou také velmi často vybaveny sekundárními systémy, které využívají jinak nevyužité přebytečné teplo, proto jsou současně velmi často využívány jako teplárny. Například elektrárna Mělník I, kromě výroby elektřiny, je zároveň i velkým zdrojem tepla pro Prahu. Toto teplo je pak do Prahy transportováno teplovodem (Svět energie, 2020b). Do budoucna se tedy musí počítat s tím, že při nahrazování uhelných elektráren jinými elektrickými zdroji bude potřeba také zajistit dodávky tepla pro subjekty, které v důsledku uzavírky elektrárny přijdou o svůj zdroj tepla.

### **2.5.2 Plynové elektrárny**

Výroba elektřiny spalováním zemního plynu v posledních letech stále více zvyšuje svůj podíl na celkovém množství vyrobené elektřiny. Plynové elektrárny velmi často po celé EU nahrazují uhelné elektrárny. Hlavním problémem plynových elektráren je cena plynu, ta je totiž vázaná na cenu ropy mnohem více než cena uhlí. Pro porovnání, v posledních letech docházelo k tomu, že za uhlí ve stejné energetické hodnotě se zaplatila cena 3x nižší oproti plynu. Na druhou stranu plynové elektrárny, jako zařízení samotná v porovnání s uhelnými vycházejí mnohem lépe. Mají mnohem kratší náběh výkonu a hlavně jsou šetrnější k životnímu prostředí a i investiční náklady na výstavbu jsou nižší. Produkují o polovinu méně emisí CO<sub>2</sub> a nesrovnatelně méně emisí síry a pevných částic (Osička et. al., 2014, s. 207).

V současnosti se již příliš nevyžívají plynové elektrárny s jednostupňovým cyklem. Velké elektrárny s výkonem v řádech stovek MW využívají nejčastěji dvou tepelných oběhů parního a plynového. Tyto elektrárny spalující plyn označujeme jako paroplynové (PPE). Vyznačují se vyšší energetickou účinností, která dosahuje až 60 %. Energetická efektivita tohoto zařízení je vyšší, protože část spalin o vysoké teplotě, vzniklá při spalování plynu v plynové turbíně (první okruh) je následně ve spalinovém kotli využita k výrobě páry. Tato pára pak roztáčí druhou turbínu (Osička et. al., 2014, s. 207).

Paroplynové elektrárny se ale v ČR zatím moc nevyžívají. Doposud se zkrátka využívaly uhelné elektrárny kvůli levnějšímu a dostupnějšímu palivu. Přesto najdeme



v ČR výjimky, tradiční paroplynovou elektrárnou je elektrárna ve Vřesové, která patří společnosti Sokolovská uhelná. Využívá se zde technologie zplynování hnědého uhlí. Při tomto procesu vzniká plyn, který je zde pak následně spalován. Výkon tohoto zařízení je 440 MW. Další PPE najdeme v Kladně a Trmicích (Vlček a kol., s 211-212). Nejvýkonnější paroplynová elektrárna se ale nachází v Počeradech. Byla vystavěna v komplexu již dříve fungující uhelné elektrárny. Jedná se o velmi moderní zařízení, které je v provozu od roku 2014. Maximální výkon zařízení činí 838 MW (Svět energie, 2020c).

V ČR jsou vytipovány i další lokality pro výstavbu plynových elektráren. Jedna z nich je například Mochov u Čelákovic, kde má podle plánu vyrůst PPE o výkonu minimálně 1 000 MW. Díky nesouhlasu obyvatelstva v oblasti, se ale výstavba v nejbližších letech neuskuteční (Vlček & Černochoch, 2012, s. 211).

Situace s výrobou elektřiny ze zemního plynu v EU je velmi zajímavá a dynamicky se vyvíjí. Celá řada států totiž v posledních letech významně zvyšuje instalovaný výkon plynových elektráren. V roce 2017 nejvíce elektřiny v plynových elektrárnách vyrobila Itálie, a to celkem 142 TWh těsně následovaná Velkou Británií se 137 TWh (Eurostat, 2019c, s. 93).

### **2.5.3 Jaderné elektrárny**

Počátky jaderné energetiky v Evropě sahají až do 50. let 20. století. Prvními zeměmi, které disponovaly jadernou elektrárnou, byly Francie a Velká Británie. Následné havárie jaderných elektráren v americké Pensylvánii a ukrajinském Černobyli pak v důsledku znamenaly úplné přehodnocení postoje některých evropských zemí k jaderné energetice. K úplnému uzavření jaderných elektráren se odhodlala ale pouze Itálie. V dalších zemích jako je Irsko a Rakousko se pak jaderná energetika stala zcela neakceptovatelným tématem. Poslední významnou událostí, která měla negativní dopad na vnímání jaderné energetiky, byla havárie v japonské elektrárně Fukušima v roce 2011. Po této havárii Německo přehodnotilo svůj postoj a odhodlalo se k postupnému odstavení všech svých současných jaderných elektráren (Osička et al., 2014, s. 162-163).

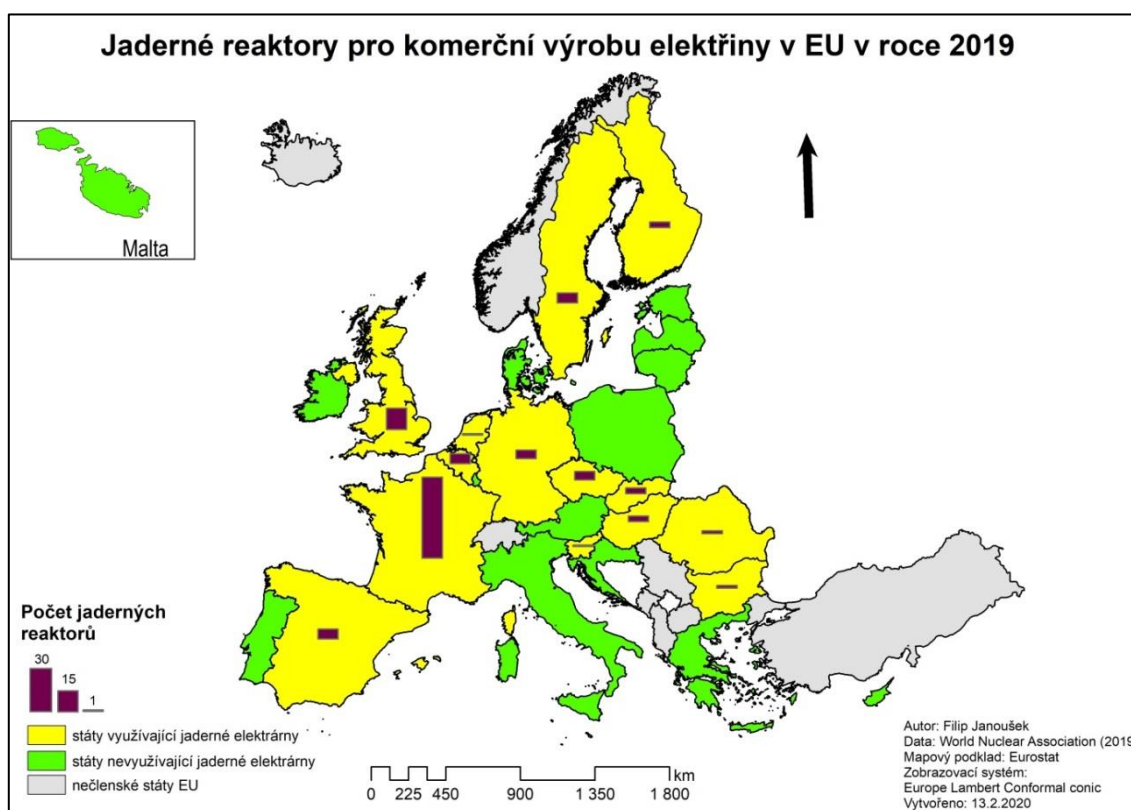
Počátky jaderné energetiky na českém území vznikaly ještě před Sametovou revolucí. Socialistická vláda ČSR měla dokonce velmi smělý plán s jadernou energetikou. Kdyby se ho podařilo plně realizovat, dnes bychom měli v ČR celkem 14 reaktorů. Ty by se kromě stávajících lokalit nacházely také v zamýšlených lokalitách v Blahutovicích a Tetově. Tento plán samozřejmě nebyl nikdy naplněn. Před příchodem Sametové revoluce se podařilo dokončit pouze elektrárnu v Dukovanech, která byla uvedena do plného provozu v roce 1988 s instalovanými čtyřmi reaktory VVER-440. Tato elektrárna je po proběhlé modernizaci stále v provozu a s jejím dalším využitím se počítá nejméně do roku 2035. Druhou jadernou elektrárnou v ČR je jaderná elektrárna Temelín, která sice disponuje pouze dvěma reaktory VVER-1000. Tyto reaktory jsou ale výkonnější oproti reaktorům instalovaným v Dukovanech (Vlček & Černoch, 2012, s. 245-247). V příštích letech se v ČR počítá s výstavbou minimálně jednoho dalšího bloku, nicméně momentálně není známo, v jaké lokalitě a kdy stavba začne probíhat (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).

Princip výroby elektřiny v současných komerčních jaderných elektrárnách, je v zásadě velmi jednoduchý. Uvnitř reaktoru dochází ke štěpení jaderného paliva, následkem toho vzniká tepelná energie, jejíž část se v turbíně mění na energii mechanickou, ta je pak v generátoru přeměněna na elektřinu (Vlček & Černoch, 2012, s. 251). Nemůžeme však všechny jaderné elektrárny považovat za zcela totožná technická zařízení. Jednak záleží, kdy byla elektrárna uvedena do provozu, ale hlavně v celé řadě států se používají reaktory zcela odlišného typu. Nelze obecně říct, který typ je nejlepší. Každý má své výhody i nevýhody. Při rozhodování států, kterou technologii budou využívat, rozhodovala a rozhoduje celá řada faktorů. Mezi nejvýznamnější můžeme zařadit ty geopolitické a ekonomické. Například nejpoužívanějším typem reaktoru na světě i v EU jsou takzvané tlakovodní reaktory, které v současnosti tvoří asi 60 % všech energetických reaktorů. Tuto technologii také využívají obě české jaderné elektrárny. Druhým typem jsou takzvané varné reaktory (BWR), které najdeme hlavně ve Švédsku, ale také ve Španělsku a Německu. Oba tyto typy používají obyčejnou vodu jako chladivo i jako moderátor neutronů. Ve Velké Británii se pak dlouhodobě sází na reaktory typu MAGNOX. Tyto reaktory jsou chlazeny oxidem uhličitým a moderovány grafitem. Nejméně používaným reaktorem v EU je těžkovodní reaktor (PHWR), momentálně jediným státem v Evropě, který tento typ využívá, je Rumunsko. Ke

chlazení a moderování neutronů se v tomto reaktoru používá těžká voda (Deuterium) (Skupina ČEZ,2020a).

Jednoznačnou velmocí v oblasti jaderné energetiky v rámci EU je Francie. Dlouhodobě se zde v jaderných elektrárnách vyrábí nejvíce elektřiny z celé EU, konkrétně v roce 2017 to bylo celkem 398 TWh. Pro porovnání v ČR to bylo ve stejném roce pouze 28 TWh (Eurostat, 2019c, s. 93). Na mapě č. 3 pak můžeme názorně vidět, které státy aktuálně využívají jadernou energetiku a kolika reaktory na komerční výrobu elektřiny disponují.

Mapa č. 3: Jaderné reaktory pro komerční výrobu elektřiny v EU v roce 2019



Zdroj: Eurostat (2019a), World Nuclear Association (2019); zpracováno autorem Filipem Janouškem

## 2.6 Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů energie

### 2.6.1 Větrné elektrárny

Větrné elektrárny jsou v současnosti podle energetické politiky EU velmi preferovaným zdrojem energie. S dalším rozvojem jejich instalací mají být nahrazovány zejména elektrárny spalující fosilní paliva.

Větrné elektrárny momentálně v Evropě vyrábějí nejvíce elektřiny ze všech druhů OZE a jejich instalovaný výkon se od roku 2008 neustále zvyšuje. V roce 2018 z hlediska instalovaného výkonu v jednotlivých členských zemích disponovalo největším výkonem Německo, a to téměř výkonem 3 500 MW. Se značným rozestupem na druhém místě byla Velká Británie s necelými 2000 MW výkonu. Dále pak následovaly Francie, Švédsko a Belgie. I přesto podíl větrné energie nepřesáhnul v Německu 21 % na celkovém objemu vyrobené elektřiny. Naopak v Dánsku, kde větrné elektrárny pokrývaly v roce 2018 41 % spotřeby státu, byl instalovaný výkon pouze 281 MW, což řadilo Dánsko v žebříčku instalované kapacity až na osmé místo mezi státy EU. V porovnání s ostatními členskými státy se ČR ve využívání větrných elektráren řadí na samý chvost. Větrná energie se v ČR podílí asi jen 1 % na celkovém množství vyrobené elektřiny. Nižší čísla mají už jenom Slovensko a Slovinsko (WindEurope, 2018).

Větrné elektrárny řadíme mezi zdroje typu D, zařazují se tak mezi zdroje intermitentní. Jejich výkon závisí na externích podmínkách, a proto je nelze efektivně řídit. Jedná se tedy o zdroje, které potřebují mít zálohu pro případ, kdy nebudou vlivem podmínek schopny vyrábět elektřinu (Drábová et. al., 2014, s. 24). Pro výstavbu větrných elektráren jsou nejvhodnější lokality s pravidelným a dostatečně silným větrem. V dnešní době vlivem technologického pokroku je navíc takřka jedno, jestli se tyto lokality nachází na pevnině nebo na moři. Z výzkumů ale vyplývá, že nejlepších výrobních výsledků v Evropě dosahují větrné elektrárny, které jsou umístěny v Severním moři. Zde totiž platí, že kromě přijatelné rychlosti místní větry vanou i s velmi dobrou pravidelností, což je zásadní pro stabilní výrobu elektřiny. V zásadě se hovoří o hodnotách rychlosti proudění vzduchu okolo 10 m/s v padesáti metrech nad zemí, které se považují za optimální pro výrobu elektřiny. Pokud je rychlost větru menší, elektrárny vyrábějí jen velmi málo elektřiny, nebo dokonce nevyrábí elektřinu žádnou. Příliš silný vítr je ale také ke škodě. Platí totiž, že maximálního výkonu dosahují větrné elektrárny při rychlosti větru asi 15 m/s. Pokud je pak rychlost větru vyšší než 25 m/s, musí být zařízení odstaveno, jinak by hrozilo poškození elektrárny. Vnímání těchto zdrojů energie obyvateli se v rámci unie velmi liší, jedni na ně pohlížejí velmi pozitivně a spatřují v nich zdroj energie, který nezatěžuje životní prostředí, druzí je považují jen za hlučná a nevykonná zařízení, které narušují krajinný ráz (Smil, 2013, s. 108-111).

## 2.6.2 Solární elektrárny

V dnešní době máme dva hlavní způsoby výroby elektřiny za pomoci slunečních paprsků. Prvním je systém, ve kterém dopadající sluneční paprsky ohřívají vodu nebo jinou kapalinu. Z té pak vzniká pára, která pohání turbínu. Tyto systémy se ale v Evropě takřka nevyskytují, pouze ve Španělsku. Druhý systém představují fotovoltaické články (Musil, 2009, s. 60). Ty se naopak těší v posledních letech velké oblibě zejména v EU a jejich počet radikálním způsobem vzrostl. Zejména Německo a Španělsko hodně spoléhají na tento druh energie, a proto i díky státní podpoře disponují největším množstvím těchto zařízení (Osička et. al, 2014, s. 226-229). V roce 2017 nejvíce elektřiny v solárních elektrárnách vyrobilo Německo, a to celkem 39 TWh. Poměrně se značným rozestupem pak následovala Itálie s vyrobenými 24 TWh elektřiny, až poté následovalo Španělsko s 14 TWh (Eurostat, 2019c, s. 94).

Solární elektrárny podobně jako elektrárny větrné jsou zdrojem energie typu D. Jde tedy o intermitentní zařízení a jejich výkon je závislý na externích parametrech a nelze jejich výkon efektivně řídit (Drábová et al., 2014, s. 27).

Rozvoj fotovoltaických elektráren v posledních letech je nejen u nás, ale i v celé řadě evropských států spojen s celou řadou negativ. Jeden z hlavních problémů je skryt v neuvážených dotacích do těchto zařízení. Tyto dotace totiž pohltily velkou část peněz uvolněných pro energetický sektor. Avšak ve většině zemí EU podíl fotovoltaických elektráren na celkovém množství vyrobené energie nepřesáhl několik procent (Drábová et. al., 2014, s. 27). Další negativa výstavby fotovoltaických elektráren spočívají v záboru kvalitní zemědělské půdy a také v negativním dopadu na krajinný ráz. Zábor zemědělské půdy je nešťastný hlavně z toho důvodu, protože zemědělci ztratí další plochy, které by jinak využívali k potravinářské produkci. V tomto vztahu je potřeba také uvést, že současně dochází k tomu, že se zvyšuje podíl zemědělských ploch, které slouží k pěstování energetických surovin (biomasy). Energetika tak v posledních letech v mnoha státech EU velmi výrazně zvyšuje svoje požadavky na půdu, což v důsledku může způsobit na určitém území omezení potravinářské produkce a následný drahý dovoz potravin z jiných zemí (Chiabrande, Fabrizio & Garnero, 2009). S instalacemi nových velkých fotovoltaických elektráren jsou spojeny také technické problémy. Ty spočívají v problematickém zapojení těchto zařízení do elektrizační sítě, konkrétně se

energetici potýkají s problémem proměnlivosti výkonu těchto elektráren. V důsledku toho dochází k narušování stability sítě. Tyto nestability mohou pak vest až k výpadku elektřiny na poměrně velkém území. V ČR je tento efekt ještě umocněn blízkostí německých, zejména pak bavorských fotovoltaických elektráren. V Německu se totiž solární systémy podílí na celkové produkci elektřiny již 7 %, ale při slunečných letních dnech, kdy vyrábí maximum, jsou přebytky odváděny na český trh. Ten je pak doslova zahlcen touto elektřinou. I proto se zdá být další nárůst počtu velkých fotovoltaických elektráren v ČR velmi problematický. V nejbližších letech by bylo tedy rozumné podporovat zejména výstavbu menších fotovoltaických elektráren s možností instalace na střechy výrobních hal nebo i střech rodinných domů. Situaci by mohla změnit snad jen nově vyvinutá bateriová uložení, kde by se vyrobená elektřina akumulovala, a poté podle potřeby, by byla distribuována (Beran, Wágner & Pačes, 2018, s. 78-79).

### **2.6.3 Vodní elektrárny**

Vodní elektrárny jsou v EU dlouhodobě velmi významným zdrojem elektřiny, avšak každoroční množství vyrobené elektřiny od roku 1990 až po současnost se v rámci celé EU příliš nemění, pouze můžeme během tohoto období sledovat sezónní výkyvy (Eurostat, 2019c).

Akumulační vodní elektrárny nejčastěji rozdělujeme pomocí kritéria výkonu. Do takzvané kategorie malých vodních elektráren řadíme ty s výkonem do 10 MW. Mezi střední pak řadíme ty s výkonem do 100 MW a velké vodní elektrárny se vyznačují výkonem nad 100 MW (Musil, 2009, s. 68). Existují však také přečerpávací vodní elektrárny, které jsou tvořeny dvěma nádržemi a voda mezi nimi putuje obousměrně. V době odběrové špičky voda odtéká z horní nádrže do dolní a vyrábí „drahý proud“ a v době minimálního odběru za „levný proud“ je voda ze spodní nádrže přečerpána zpět do horní. Přečerpávací elektrárny jsou tak ceněny zejména pro svou flexibilitu při vyrovnávání růstu i poklesu poptávky po elektřině (Osička et. al., 2014, s. 212).

Akumulační vodní elektrárny v ČR za předpokladu dostatečné výšky vodní hladiny řadíme mezi zdroje typu B. Jedná se tedy o špičkové zdroje energie, odkud lze odebírat elektřinu podle přání, a jejich výkon je možný velice rychle měnit. Přečerpávací elektrárny jsou pak dokonce zdrojem energie typu A. Lze v nich energii akumulovat a odebírat podle přání odběratele. Další rozvoj vodních elektráren v ČR je problematický.

Potenciál nových lokalit je totiž do značné míry v podstatě vyčerpaný. Lze předpokládat, že v nejbližších letech budou budovány jen elektrárny spadající do kategorie malých vodních elektráren, a tak podíl vodních elektráren na celkové výrobě elektřiny ze současných necelých 3 % se už příliš zvyšovat nebude (Drábová et. al., 2014, s. 27).

Mezi současnými přečerpávacími elektrárnami je asi nejznámější elektrárna Dlouhé stráně, která se nachází v Jeseníkách. Tato elektrárna plní dvě významné funkce. V době odběrové špičky vyrábí elektrickou energii a zároveň v době přebytku elektřiny v síti, zejména v nočních hodinách, spotřebovává tyto přebytky tím, že přečerpává vodu ze spodní nádrže zpět do horní. Mimo jiné se jedná o nejvýkonnější vodní elektrárnu v ČR s výkonem 2x 325 MW (Svět energie, 2020d). Druhou nejvýkonnější vodní elektrárnou je pak přečerpávací elektrárna Dalešice na řece Jihlavě, která je schopna maximálního výkonu 480 MW. Její spodní nádrž tvoří vodní nádrž Mohelno. Tento komplex je mimo jiné důležitý pro dodávky technologické vody pro jadernou elektrárnu Dukovany, která se nachází nedaleko (Svět energie, 2020e). Nejvýkonnější čistě akumulační elektrárnou v ČR je elektrárna Orlický náhon, která se nachází na objemově největší vodní nádrži v ČR. Její maximální výkon je 364 MW a podílí se tak významným dílem na řízení celostátní energetické soustavy (Svět energie, 2020f).

V rámci EU se nejvíce elektřiny z vodní energie vyrábí ve Švédsku. Dále pak následují Francie a Rakousko. V roce 2017 se ve Švédsku ve vodních elektrárnách vyrobilo celkem 65 TWh elektřiny, ve Francii 55 TWh a v sousedním Rakousku 42 TWh (Eurostat, 2019c, s. 94).

#### **2.6.4 Biomasa a bioplyn**

Biomasa je látka biologického původu, kterou můžeme získávat jako výsledek výrobní činnosti nebo se může jednat o odpad ze zemědělské, potravinářské nebo lesní výroby. Konkrétně biomasu mohou tvořit jak vypěstované rostliny, tak látky živočišného původu, dokonce i organické odpady. V ČR aktuálně nejpoužívanějším druhem biomasy jsou dřevěné odpady (štěpky, kůra, piliny a další), dále pak nedřevní fytomasa (zelená biomasa, řepková i obilná sláma). Dalšími druhy biomasy, které se v ČR využívají, jsou pak papírenské odpady a produkty živočišného původu (kejda, chlévská mrva) (Musil, 2009, s. 61-63).

V současnosti existuje několik způsobů na energetické zpracování biomasy. Nejpoužívanějším suchým procesem je spalování. Při tomto druhu zpracování je navíc jedno, o jakou plodinu se jedná, protože v absolutně suchém stavu se výhřevnost pohybuje mezi 17,5-19,5 MJ na 1 kilogram. Z mokrých procesů je pak hojně využívána anaerobní fermentace k výrobě bioplynu. Mezi výhody využívání biomasy v energetice patří menší dopad na životní prostředí v porovnání s fosilními palivy. Nevýhodou je nízká energetická hodnota v biomase ukrytá oproti fosilním palivům, z čehož plynou velké nároky na množství tohoto materiálu. Proto je ekonomičtější vytvářet více menších biomasových stanic, kde se pak vyrábí následně teplo nebo elektřina, protože při výstavbě větších stanic by se musela dovážet biomasa z větších vzdáleností, což by pak následně snižovalo ekonomičnost provozu (Musil, 2009, s. 61-63).

Od roku 2009 je jeden blok Hodonínské elektrárny určen výhradně na spalování biomasy. Jedná se o nejmodernější elektrárnu spalující biomasu vlastněnou skupinou ČEZ. Součástí je i laboratoř na analýzu biomasy. Elektrárna spaluje hlavně dřevní štěpky, kořeny, slámu, ale také slunečnicové slupky. Denně se zde spálí 1 200 tun biomasy a elektrický výkon tohoto zařízení je 30 MW (Svět energie, 2020g).

ČR v rámci EU patří k průměru ve výrobě elektřiny z biomasy. V roce 2017 se nejvíce elektřiny z biomasy vyrobilo ve Velké Británii, a to celkem 24 TWh, na druhém místě následovalo Německo se 17 TWh (Eurostat, 2019c, s. 94).

### **2.6.5 Geotermální elektrárny**

Geotermální elektrárny pracují na principu využití tepla z hlubin země. Aktuálně se geotermální energie využívá dvěma hlavními způsoby, a to k provozu elektráren nebo je zemské teplo využíváno přímo pomocí tepelných čerpadel, která slouží k vytápění (Musil, 2009, s. 68). V současnosti jak v Evropě, tak ve světě je využívání geotermální energie koncentrováno jen do několika málo regionů, kde je přírodní potenciál pro využití geotermální energie největší. Například francouzské Alsasko má tepelný přírůstek na každých 100 metrech hloubky 10 °C, v podhůří Pyrenejí jsou tu už ale jenom 2 °C na každých 100 hloubky. Pro porovnání na Islandu, kde je největší potenciál z celé Evropy, je to pak 30 °C na každých 100 metrů hloubky. Nezáleží ale jen na tepelném přírůstku, důležitá je také tepelná propustnost hornin (Osička et. al., 2014, s. 229-230). V roce 2017 se jednoznačně nejvíce elektřiny v geotermálních



elektrárnách vyrobilo v rámci EU v Itálii. Ve stejném roce pak geotermálními elektrárnami disponovalo také Německo, Portugalsko a Francie (Eurostat, 2019c).

Při vhodných přírodních podmínkách je princip geotermálních elektráren velmi jednoduchý. Základem je vrt až 4 kilometry hluboký, kde se nachází takzvaný geotermální rezervoár. V těchto podmínkách okolní hornina dosahuje teploty větší než 200°C a podzemní voda se tak mění na páru, která je ihned odváděna vrtem nahoru do elektrárny, kde roztáčí turbínu, potažmo generátor. Pára pak po ochlazení zkondenzuje a opět je vrácena zpět do země (Musil, 2009, s. 70).

Využití geotermální energie pro výrobu elektřiny v ČR je velmi komplikované a souvisí s nízkým potenciálem území. Nicméně SEK 2015 počítá do budoucna s rozvojem tohoto odvětví. Došlo by tak k diverzifikaci energetického mixu ČR o další OZE. Počítá se s tím, že od roku 2020 bude počet těchto zařízení růst. Po roce 2030 by se pak měla geotermální energie podílet na celkovém množství vyrobené elektřiny v řádu několika procent. Vypadá to ale, že dojde k výraznému zpoždění, protože ještě v roce 2018 nebyla v ČR jediná funkční elektrárna tohoto druhu, ani žádná nebyla ve výstavbě. V současnosti je pouze v ČR vyhlouben průzkumný vrt asi 2,1 km hluboký nedaleko Litoměřic. Jeho koncová teplota je 63 °C a bude sloužit pro nově vznikající výzkumné centrum RINGEN. Zdá se ale být jasné, že vzhledem ke geologickým podmínkám v ČR připadá v úvahu jen technologie využívající teplo suchých hornin. Potřebný k tomu bude vrt s hloubkou okolo 5 kilometrů a očekávanou teplotou 140-160 °C. Elektrárna tohoto typu se nachází již ve Francii, investiční náklady na výstavbu jsou ale vysoké (Oenergetice.cz, 2018a).

## **2.7 Vliv spotřeby fosilních paliv na životní prostředí**

Energetika v EU i v dnešní době má velmi negativní dopad na životní prostředí a krajinný ráz. Tyto dopady můžeme rozdělit na lokální až globální, podle toho na jak velkém území se projevují. Nejpálčivější problémy jsou aktuálně spojovány se spalováním fosilních paliv. Musíme si však uvědomit, že negativní vliv už má i samotná těžba těchto surovin. Jen samotná těžba fosilních paliv přeměňuje krajinu a narušuje ekosystémy. Nejčastějšími problémy spojenými s těžbou jsou narušení podzemních vod, pokles terénu, degradace půd a kyselé půdní průsaky. Další paleta environmetálních

rizik je spojena s přepravou a zpracováním fosilních surovin. Mezi ty nejnebezpečnější můžeme zařadit havárie tankerů, ropovodů a pak také nehody v samotných rafinériích nebo skladovacích tancích. Největší ekologická zátěž spojená s fosilními palivy spočívá ale v jejich spalování. Při tomto procesu uniká do atmosféry velké množství škodlivých látek. Tyto emise pak mají vliv jak na klima, tak přímo i na organismy a ekosystémy (Smil, 2018, s. 183). Velmi diskutovaným tématem je vliv emisí na globální změnu klimatu. Jako hlavním viníkem se zdají být vysoké emise oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>). Jelikož je tento plyn považovaný za nejvýznamnější skleníkový plyn produkovaný člověkem, dochází tak zřejmě k oteplování na většině míst světa (Smil, 2018, s. 190-192).

Tyto změny klimatu se v oblasti střední Evropy pravděpodobně projeví pozvolným nárůstem průměrné roční teploty. Celkový úhrn ročních srážek se asi příliš lišit nebude. Budou se ale pravděpodobně střídát období sucha a povodní. Díky oteplení budou také vát silnější větry s častějším výskytem bouří (Drábová et. al., 2014, s. 50). Dalším environmentálním problémem spojeným se spalováním fosilních paliv v Evropě je kyselý déšť. Tento fenomén trápil oblast střední Evropy a jižní Skandinávie zejména v období mezi 50. a 90. lety 20. století. Kyselé deště jsou výsledkem nadměrných exhalací oxidů síry a dusíku. Tyto exhalace vznikaly zejména jako výsledek spalování hnědého uhlí jak v lokálních topeništích, tak hlavně v uhelných elektrárnách v Čechách, Německu a Polsku. Výsledný efekt kyselých dešťů se pak projevil poškozením jehličnatých lesů a ohrožením života citlivých ryb a obojživelníků v celé této oblasti (Smil, 2018, s. 185-186).

Podle dalších průzkumů je dokázáno, že některé další chemické látky vyprodukované spalováním fosilních paliv mohou vyvolat zdravotní potíže a dokonce i akutní a chronická onemocnění jak u lidí, tak u zvířat. Mezi těmito exhalovanými látkami pak můžeme dokonce najít i toxiny, mutageny, teratogeny a karcinogeny. Byly proto stanoveny hygienické limity, které stanovují maximální přípustné množství vybraných škodlivých látek v ovzduší. V jednotlivých státech se ale limitní hodnoty často liší. Nejčastěji se sledují tyto látky: oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>), oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>), suspendované pevné částice (PM), polycyklické aromatické uhlovodíky a přízemní ozon O<sub>3</sub> (Fay & Golomb, 2002, s. 233-234).

## **3 Vývoj vybraných energetických ukazatelů v letech 1990-2017**

Energetické ukazatele nebo také energetické indikátory slouží pro zjištění vývoje dané problematiky na určitém území nebo také k mezinárodnímu srovnání. V tomto konkrétním výzkumu se zaměřím na vývoj vybraných energetických ukazatelů, které budou vyjádřeny v absolutních hodnotách, dále u ukazatelů, které vyjadřují spotřebu energetických surovin a elektřiny, bude vypočítána spotřeba na jednu osobu (per capita) v ČR a v EU tak, aby bylo možné z výsledků vyvodit, zdali ČR patří v dané problematice mezi podprůměrné nebo nadprůměrné spotřebitele. Přepočet na jednu osobu bude také využit u ukazatelů, které vyjadřují produkci škodlivých látek vypuštěných do ovzduší energetickým sektorem tak, aby bylo možné říci, zdali energetický sektor v ČR produkuje nadprůměrné množství vybraných škodlivin v porovnání s úrovní v EU.

Tento výzkum bude sledovat vývoj vybraných energetických ukazatelů v období od roku 1990-2017. Toto časové období bylo zvoleno proto, aby bylo možné sledovat, jak se na jednotlivých ukazatelích projevila transformace českého hospodářství po roce 1990, poté následný vstup ČR do EU a následná transformace české energetické politiky.

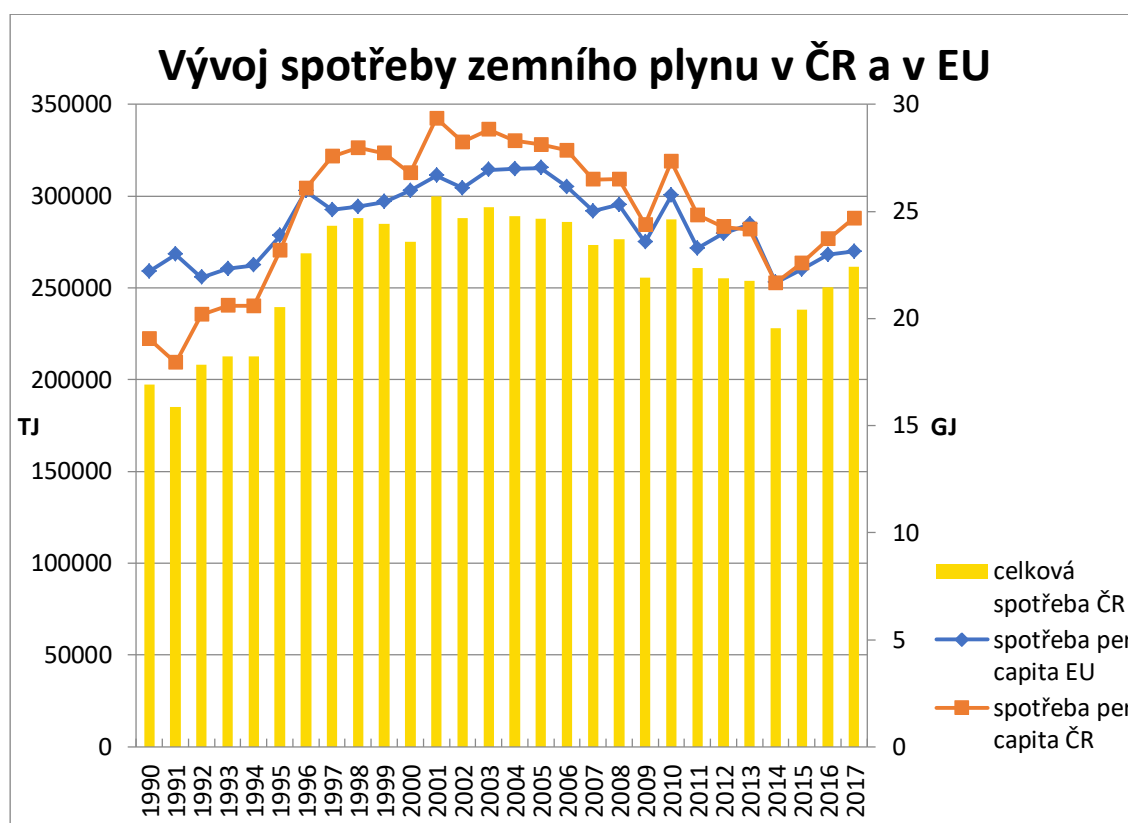
### **3.1 Vývoj spotřeby nerostných energetických surovin v ČR a v EU**

#### **3.1.1 Zemní plyn**

Zemní plyn od počátku 90. let zaznamenal v ČR největší nárůst spotřeby ze všech druhů fosilních paliv. Prakticky celá 90. léta byla ve znamení zvyšování spotřeby, a to zejména následkem neustále se rozšiřující plynofikace. Zlom přišel až v roce 1998, kdy roční spotřeba přestala stoupat a v několika dalších letech až do roku 2004 kolísala především z důvodu nárůstu ceny zemního plynu (Brožová, Dlouhá, Fereš, Horatius, Jungvirtová, Kovář, ...Zeman. 2008, s. 34). V následujících letech měla spotřeba spíše klesající tendenci vlivem dvou hlavních faktorů. Prvním faktorem bylo snížení energetické náročnosti odběratelů, které spočívalo v modernizaci spotřebičů a v

zateplování budov. Druhý faktor se týkal hlavně vnitřní politiky spotřebitelských firem, které se začaly více snažit snižovat energetické výdaje podniku zejména v přechodných obdobích roku (Energetický regulační úřad, 2017). Spotřeba dále klesala až do roku 2009, tento rok dozajista poznamenala světová hospodářská krize, kdy došlo k poklesu výroby a tudíž i k poklesu odběru zemního plynu. Nárůst spotřeby v roce 2010 je spojený s obnovením průmyslové výroby a také se snížením ceny zemního plynu.

Graf č. 1: Vývoj spotřeby zemního plynu v ČR a v EU



Zdroj: International Energy Agency (2020a), International Energy Agency (2020b), Český statistický úřad (2019), Eurostat (2017a); zpracováno autorem Filipem Janouškem

Z hlediska spotřeby dle odběratelů dlouhodobě největší spotřebu vykazují velkoobdobě. V roce 2017 jejich podíl na spotřebě činil 45,1 %, druhý největší podíl měly domácnosti s 28,5 % (Energetický regulační úřad, 2017). Z velkoobdobě nejvyšší spotřebu mají průmyslové podniky, zejména působící v průmyslu ocelářském a železářském, chemickém, strojírenském, potravinářském a pak také ty, které zpracovávají nekovové minerály. V domácnostech se zemní plyn využívá k vaření, individuálnímu vytápění nebo k ohřevu vody. V ČR se nikdy zemní plyn ve velkém

nevyužíval k výrobě elektřiny, tuto skutečnost pozměnila až výstavba nejvýkonnější české paroplynové elektrárny (PPE) Počerady v roce 2014. V budoucnu se počítá s nárůstem spotřeby v dopravě. Zemní plyn totiž skýtá veliký potenciál jako palivo pro pohon dopravních prostředků, a to ať už ve formě CNG nebo LNG (Vlček & Černocho, 2012, s. 209).

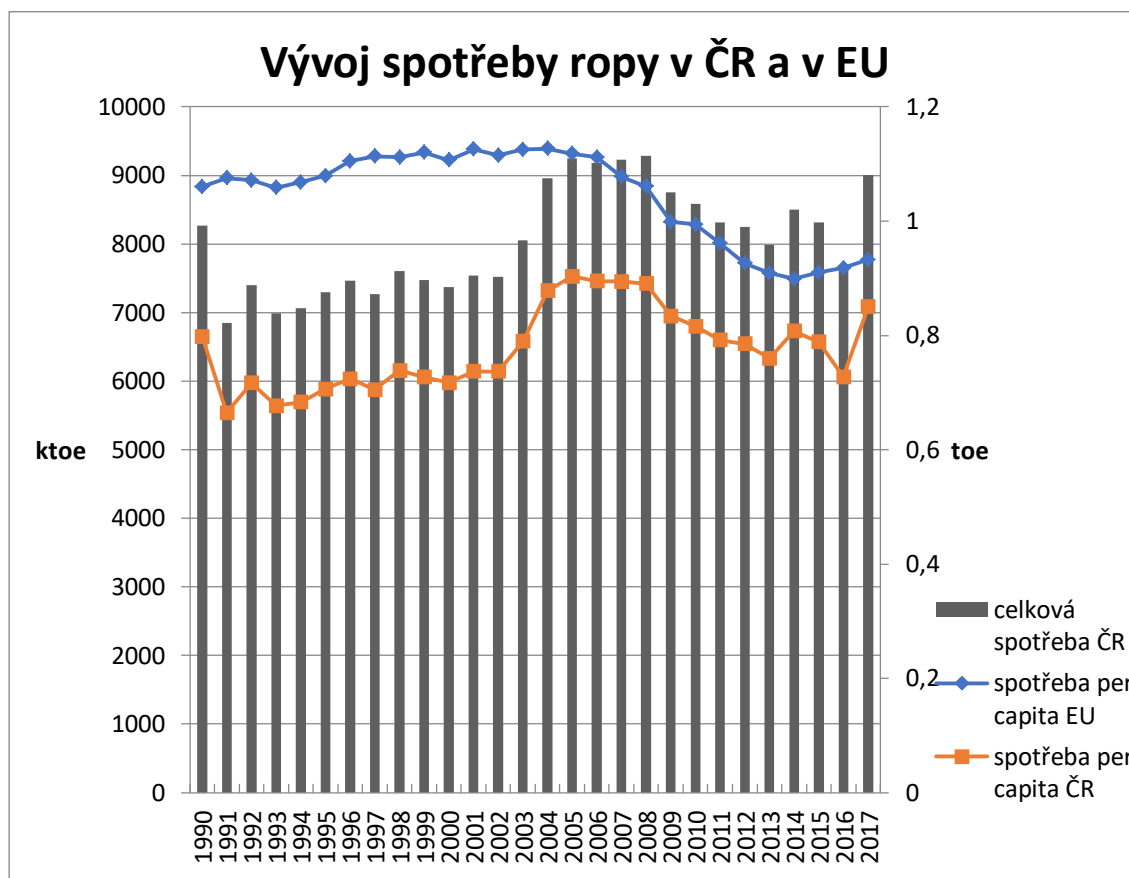
Nárůst spotřeby po roce 2014 je spojen s dotační politikou státu. V této době začal stát finančně podporovat mimo jiné výměnu kotlů spalující tuhá paliva za kotle spalující zemní plyn. V důsledku těchto opatření tak narostl počet plynových kotlů, což se následně odrazilo na celkové spotřebě plynu (Státní fond životního prostředí ČR, 2020). Dále se na zvýšení celkové spotřeby projevilo i zprovoznění již zmíněné PPE Počerady.

V grafu č. 1 můžeme vidět dvě křivky, které zobrazují spotřebu zemního plynu v přepočtu na jednoho obyvatele u nás a v celé EU. Sledováním jejich vývoje můžeme pozorovat, že po počáteční nižší spotřebě v Čechách na začátku 90. let se spotřeba v ČR přehoupla nad úroveň druhé osy, což znamená, že spotřeba na jednoho obyvatele byla najednou v ČR vyšší než v EU. V následujících letech měly obě křivky totožné vývojové trendy, úroveň české spotřeby se ale takřka nedostala pod úroveň té evropské. Vysvětlení je následující. Po zvýšení úrovně plynofikace v ČR se projevil fakt, že ČR patří mezi klimaticky chladnější státy Unie a tudíž je zde během topné sezóny spotřebováno v přepočtu na jednoho obyvatele více plynu než v EU. Dalším důvodem je pak vyšší spotřeba našeho průmyslu.

### **3.1.2 Ropa**

Trh s ropou má obrovský význam pro celosvětové hospodářství. Cena ropy jakožto nejvýznamnější světové komodity má velký význam pro vývoj ekonomik jednotlivých zemí. Často se poukazuje na korelaci mezi skokovým nárůstem ceny ropy a poklesem světového hospodářství. Státy EU, jelikož patří mezi ekonomicky vyspělé, v posledních letech nezaznamenaly tak velké výkyvy ve vývoji ekonomiky v návaznosti na cenu ropy jako tomu je u méně vyspělých států. Nicméně i zde trh okamžitě na změnu ceny reaguje (Osička et. al., 2014, s. 70-71).

Graf č. 2: Vývoj spotřeby ropy v ČR a v EU



Zdroj: International Energy Agency (2020c), International Energy Agency (2020d), Český statistický úřad (2019), Eurostat (2017a); zpracováno autorem Filipem Janouškem

V ČR ale i v EU se ropa spotřebovává hlavně v dopravě, respektive její produkty z ní vyrobené. V roce 2007 bylo v ČR 65 % celkového spotřebovaného objemu ropy využito na výrobu pohonných hmot, nafty, benzínu, leteckého paliva a dalších paliv. Druhým největším spotřebitelem je dlouhodobě průmysl, který v roce 2007 spotřeboval asi 27 % celkového objemu. Tuto surovou ropu zpracovává petrochemický průmysl, který zejména vytváří meziprodukty, ze kterých se pak následně v jiných podnicích vyrábí například farmaceutické výrobky, detergenty, barviva, výbušniny, nátěrové hmoty, pryže ale i důležitá hnojiva pro zemědělství (Vlček & Černocho, 2012, s. 167-170).

V grafu č. 2 můžeme vidět poměrně značnou vyrovnanost spotřeby ropy v ČR v letech 1991 až 2002. Poté ale následoval nárůst spotřeby, který trval až do roku 2008. Je velmi zajímavé, že celosvětová hospodářská krize se nijak významně neprojevila na celkové spotřebě v ČR, byť cena ropy se v tomto období měnila velmi drasticky. Cena ropy totiž v polovině roku 2007 vystoupala až k ceně 144 USD za barel ropy a pak během

několika následujících měsíců klesla na cenu 43 USD za barel ropy (Anochin et. al., 2008, s. 7-9). Křivky vyjadřující spotřebu ropy na jednoho obyvatele ukazují, že spotřeba v Česku se po celou dobu pohybuje výrazně pod úrovní spotřeby evropské. Důvodem toho pravděpodobně není nižší spotřeba dopravních prostředků nebo průmyslu, poukazuje to spíše na to, že v ostatních členských státech se využívají daleko více jiné ropné produkty (např. topný olej) k produkci tepla nebo elektřiny, což se pak projevuje na celkové spotřebě ropy. Spotřeba ropy na výrobu elektřiny je pak hodně vysoká zejména ve Španělsku, Itálii a Kypru, v Česku se toto palivo k výrobě elektřiny takřka vůbec nepoužívá (Eurostat, 2019c, s. 93).

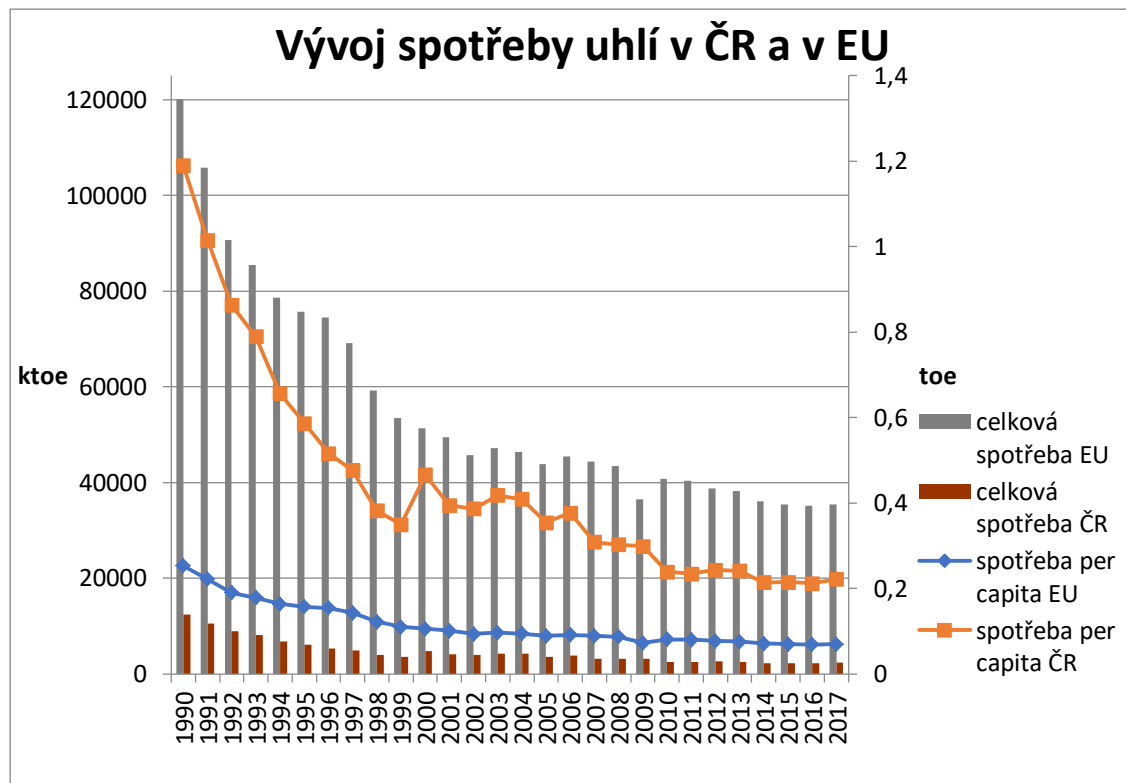
### 3.1.3 Uhlí

Tento graf č. 3 vyjadřuje spotřebu uhlí, jak černého tak hnědého. Hodnoty ale nejsou uvedeny v hmotnostních jednotkách, ale v hodnotách ropného ekvivalentu (toe). Z grafu je jasně patrné, že absolutní spotřeba uhlí, jak v ČR tak v EU, má neustálou klesající tendenci. Při pohledu na vývoj v 90. letech můžeme dokonce mluvit o skokovém snížení spotřeby. Je zde také patrné, že ČR se poměrně významně podílí na celkové spotřebě uhlí celé EU.

Snížování spotřeby uhlí v EU je výsledkem působení celé řady aspektů. Kromě environmentálních důvodů měla velký vliv na snížení spotřeby restrukturalizace průmyslu v EU. Ta se projevila zejména na spotřebě černého uhlí, které je kromě energetického využití ve velkém využíváno v průmyslu. Od 90. let 20. století v celé západní Evropě začal černouhelný sektor slábnout. Toto oslabení se projevilo jednak na útlumu těžby a pak také na úpadku těžkého průmyslu, který černé uhlí ve velkém spotřebovával. Princip této restrukturalizace je velmi jednoduchý, zvyšování cen pracovní síly na západoevropských trzích a naopak výrazné zlevnění ceny dovozu způsobily, že černé uhlí se zde přestalo těžit. To v důsledku znamenalo, že uhlí samotné, zejména metalurgické výrobky se zde přestaly takřka vyrábět a začaly se dovážet zejména z Číny. Tento trend je patrný v Německu, Velké Británii i v ČR. Dokonce ve Francii a Belgii se již dnes vůbec černé uhlí netěží (Toušek et. al., 2008, s. 205-206). Úpadkem těžkého průmyslu však černé uhlí zcela neztratilo význam pro spotřebu v průmyslu. Karbonizací černého uhlí se totiž kromě koksu získávají i další produkty, například benzol, amoniak a naftalen, které se následně využívají

v chemickém, farmaceutickém nebo textilním průmyslu. Množství uhlí potřebné k výrobě těchto látek však není tak vysoké, proto se jej vyplatí dovážet.

Graf č. 3: Vývoj spotřeby uhlí v ČR a v EU



Zdroj: International Energy Agency (2020e), International Energy Agency (2020f) Český statistický úřad (2019), Eurostat (2017a); zpracováno autorem Filipem Janouškem

Spotřeba hnědého uhlí také od počátku 90. let klesá, je to dáno zejména tím, že hnědé uhlí se výhradně používá v energetice k výrobě elektřiny nebo tepla. Snižování spotřeby v ČR je tedy hlavně spojeno s uzavíráním uhelných elektráren (Vlček & Černochoch, 2012, s. 123-125).

Křivky vyjadřující spotřebu na jednoho obyvatele jasně ukazují, že spotřeba v ČR je po celé zkoumané období výrazně vyšší než v EU, což je výsledek enormního využívání uhlí jako paliva právě pro výrobu elektřiny.

### 3.2 Vývoj spotřeby elektřiny v ČR a v EU

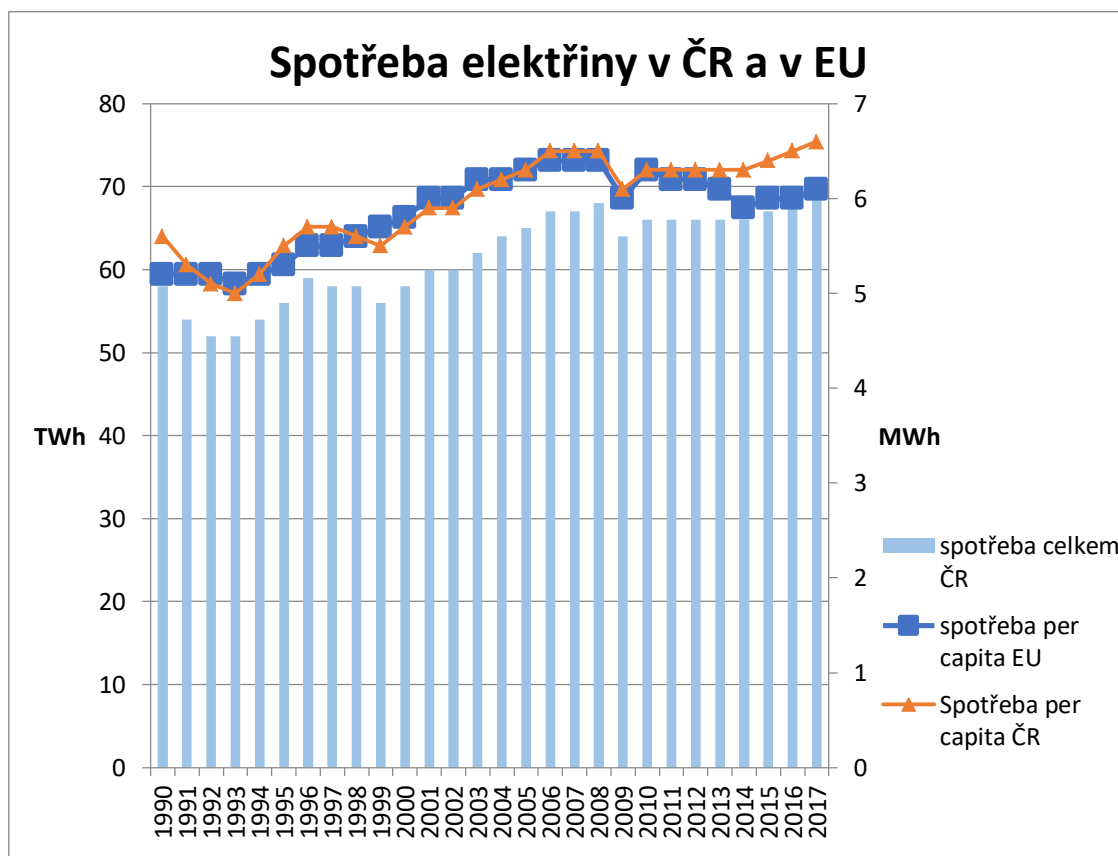
Před zhodnocením vývoje spotřeby elektřiny je třeba uvést, že již od počátku 90. let ještě před úplným přechodem na tržní ekonomiku byla ČR zcela soběstačná v dodávkách elektřiny jako jedna z mála evropských zemí bývalého východního bloku.



V průběhu následujících let se navíc navýšily výrobní kapacity, což dovolilo exportovat elektřinu do zahraničí a nyní ČR dokonce patří mezi největší exportéry elektřiny v EU (Brožová et. al., 2008, s. 29-30).

Dlouhodobě největším spotřebitelem elektřiny v ČR je průmysl, v roce 2017 odebral 31 % celkového množství vyrobené elektřiny (Energetický regulační úřad, 2018). Konkrétně nejnáročnějšími odběrateli na množství spotřebované elektřiny jsou průmyslové podniky působící v průmyslu chemickém, petrochemickém, kovovýrobním a také zabývající se výrobou nekovových minerálů (Brožová et. al., 2008, s. 29-30). Dále se na celkové spotřebě výrazně podílí domácnosti 26 % a sektor služeb 21 %.

Graf č. 4: Vývoj spotřeby elektřiny v ČR a v EU



Zdroj: International Energy Agency (2020g), International Energy Agency (2020h), Český statistický úřad (2019), Eurostat (2017a); zpracováno autorem Filipem Janouškem

Spotřeba elektřiny v ČR na začátku 90. let klesala až do roku 1993. Bylo to zapříčiněno probíhající restrukturalizací české ekonomiky. V tomto období byla zavřena celá řada průmyslových závodů, které byly nekonkurenceschopné. Díky tomu došlo ke snížení celkové spotřeby elektřiny. Od roku 2000 můžeme pozorovat trend zvyšování spotřeby

elektrické energie, který v podstatě nepřerušeně trvá až do roku 2017. Výjimka nastala pouze v letech 2009 až 2013, kdy se česká ekonomika dostala dvakrát do recese. Recese byla spojena s poklesem průmyslové výroby, což se projevilo na spotřebě elektřiny. Pozvolná narůstající spotřeba po roce 2000 byla způsobena hlavně vznikem nových průmyslových závodů na českém území, dále pak instalací nových klimatizačních jednotek a také celkově větší vybaveností domácností elektrickými spotřebiči. Do budoucna bude velmi zajímavé sledovat, jak se na spotřebě elektřiny projeví narůstající počet elektromobilů.

Obě křivky v grafu č. 4 vyjadřující spotřebu v přepočtu na jednoho obyvatele mají po celé sledované období velmi podobné hodnoty, avšak spotřeba v ČR od roku 2013 začíná pomalu oproti spotřebě v EU stoupat.

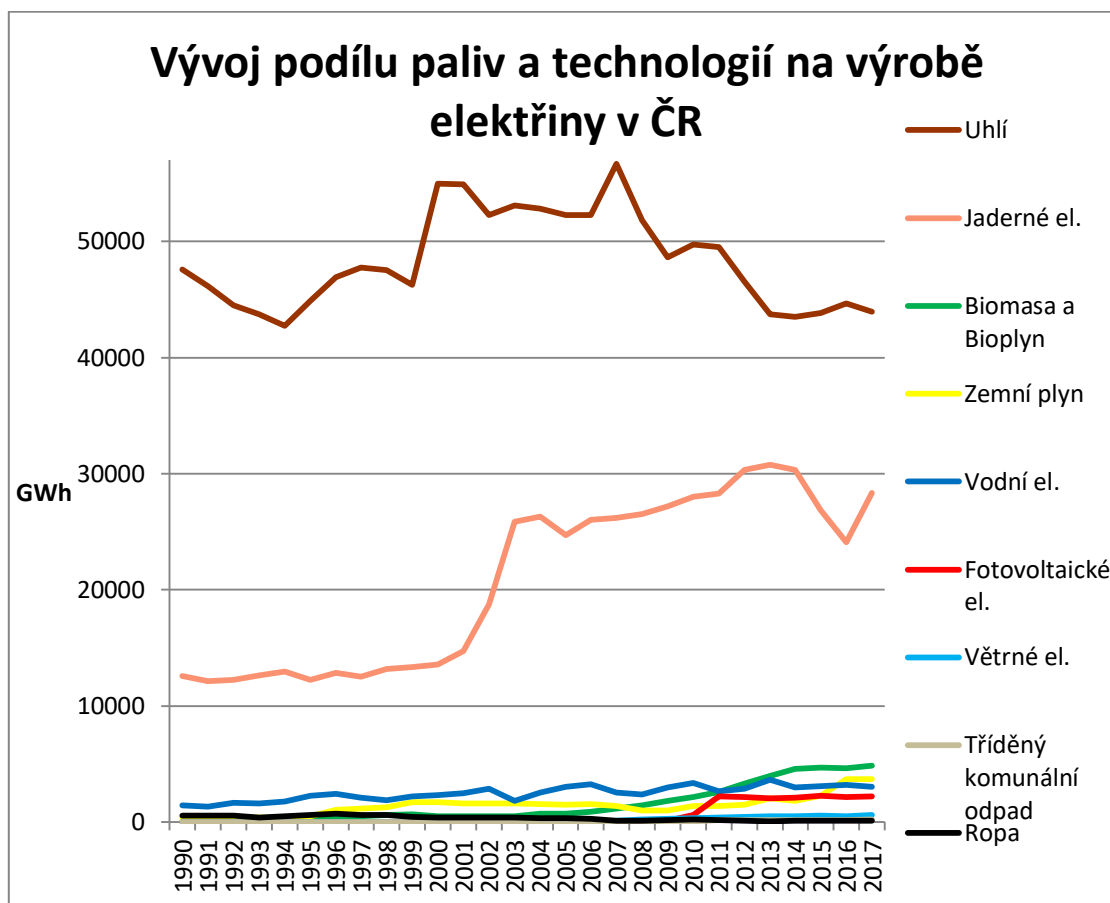
### **3.3 Vývoj podílu paliv a technologií na výrobě elektřiny v ČR**

V grafu č. 5 je jasně vidět, že po celé sledované období naprostou většinu elektřiny vyrobily uhelné a jaderné elektrárny. Je zde také patrné, že ve sledovaném období žádný z OZE nebyl schopný konkurovat v množství vyrobené elektřiny jaderným a uhelným elektrárnám.

Při pohledu na křivku vyjadřující množství vyrobené elektřiny v uhelných elektrárnách můžeme vidět na začátku 90. let pokles výroby, který byl výsledkem zavírání nejstarších a nejméně ekologických uhelných elektráren. V dalších letech průběžně docházelo k modernizaci dalších uhelných elektráren, což se projevilo i na výkyvech výroby elektřiny. Maximální množství elektřiny za celé sledované období bylo v uhelných elektrárnách vyrobeno v roce 2007, od tohoto roku však dochází v podstatě ke každoročnímu snižování výroby.

Vývoj výroby elektřiny z jádra ve sledovaném období v zásadě ovlivnily tři nejzásadnější události. První událostí bylo zahájení provozu druhé české jaderné elektrárny Temelín. Elektřina se v Temelíně začala vyrábět na konci roku 2000, a to v prvním bloku. Do plnohodnotného provozu včetně spuštění i druhého bloku se elektrárna dostala až v roce 2003. Další významnou událostí byla modernizace a

Graf č. 5: Vývoj podílu paliv a technologií na výrobě elektřiny v ČR



Zdroj: International Energy Agency (2019a); zpracováno autorem Filipem Janouškem

současně navýšení výkonu všech čtyřech dukovanských bloků. Tato modernizace byla dokončena v roce 2012, momentálně tak každý blok disponuje výkonem 510 MW oproti předešlým 440 MW (Vlček & Černocho, 2012, s. 253). Třetí významnou událostí bylo neplánované odstavení třech dukovanských bloků v letech 2015 až 2016. Společnost ČEZ musela kvůli chybné dokumentaci dodané od dodavatelů zkontrolovat sváry v jaderné části zařízení, ztráty způsobené odstávkou reaktorů pro skupinu ČEZ jen za rok 2015 dosáhly 2,5 miliardy korun (deník.cz, 2016).

### 3.4 Vývoj emisí škodlivých látek vyprodukovaných výrobou a distribucí energie v ČR a v EU

Z pohledu metodiky EEA do kategorie výroba a distribuce energie se řadí emise, které vznikly zejména při výrobě v elektrárnách a teplárnách. Řadíme sem ale také emise

vzniklé při rafinaci ropy a výrobě tuhých paliv, dále sem spadají fugitivní emise vzniklé při těžbě, manipulaci a transformaci pevných paliv a zemního plynu.

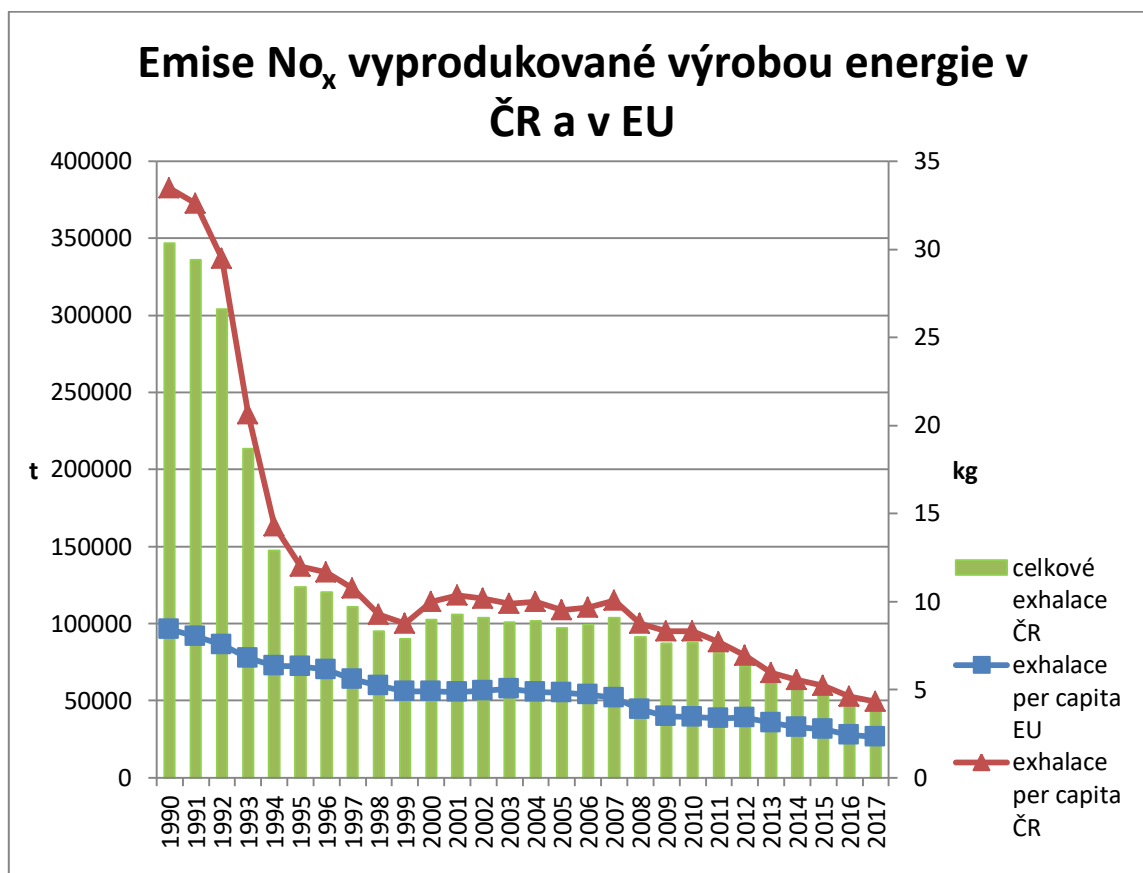
Pro tuto analýzu jsem zvolil následující škodliviny, jejichž produkce je spojována zejména se spalováním fosilních paliv. Konkrétně se jedná o následující látky: oxidy dusíku ( $\text{NO}_x$ ), oxid siřičitý ( $\text{SO}_2$ ) a pak také o suspendované částice PM 2,5. Tyto látky jednak poškozují životní prostředí a zároveň i přímo škodí lidskému zdraví.

### **3.4.1 Oxidy dusíku**

Sektor výroby energie byl dlouhodobě největším producentem oxidů dusíku v ČR, avšak od roku 2012 je největší producentem silniční doprava. Jak můžeme vidět z grafu č. 6, během sledovaného období došlo ke strmému poklesu produkce emisí. Nejstrmější propad produkce nastal během 90. let jako následek uzavírání nejstarších nejméně ekologických uhelných elektráren. Další pokles produkce je spojen se zaváděním nových technických opatření v uhelných elektrárnách a teplárnách, v důsledku kterých došlo ke snížení produkce oxidů dusíku. Konkrétně se jedná o technologie využívající metodu selektivní nekatalytické a selektivní katalytické redukce  $\text{NO}_x$  (Skupina ČEZ, 2020b).

Při pohledu na křivky vyjadřující množství exhalací v přepočtu na jednoho obyvatele je zřejmé, že ČR po velmi vysokých exhalacích v 90. letech se začíná přibližovat evropské úrovni produkce  $\text{NO}_x$ , nicméně v roce 2017 bylo množství exhalací na jednoho obyvatele v ČR stále dvakrát vyšší než v EU.

Graf č. 6: Emise NO<sub>x</sub> vyprodukované výrobou energie v ČR a v EU



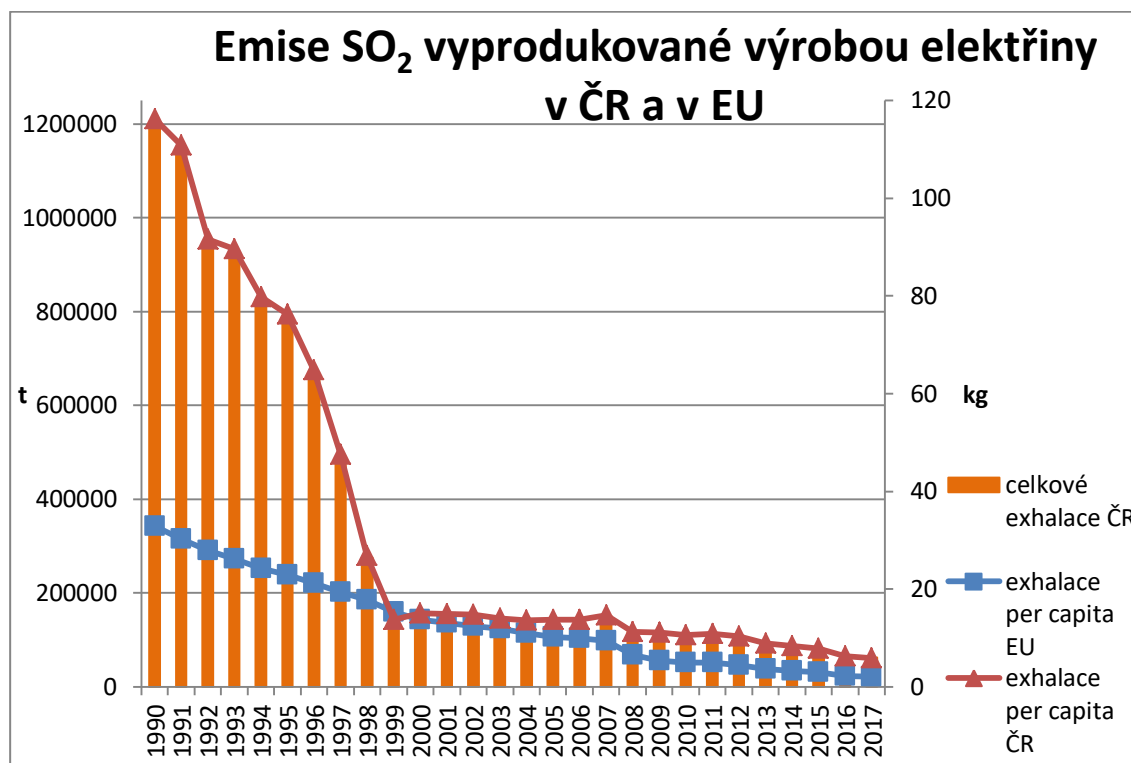
Zdroj: European Environment Agency (2019), Eurostat (2017a), Český statistický úřad (2019); zpracováno autorem Filipem Janouškem

### 3.4.2 Oxid siřičitý

Z grafu č. 7 je patrný strmý pokles produkce emisí oxidu siřičitého v 90. letech. Tento pokles nastal jako důsledek technologických opatření v uhelných elektrárnách. Tyto technologické úpravy probíhaly v ČR mezi lety 1992 a 1998, jejich cílem bylo odsíření spalin. K tomu byla použita technologie využívající mokrou vápencovou vypírku (Skupina ČEZ, 2020b).

Z grafu č. 7 je také zřejmé při pohledu na křivky vyjadřující exhalace na jednoho obyvatele neustálé takřka konstantní klesání množství exhalací v EU, naproti tomu exhalace v ČR po strmém poklesu v 90. letech se v roce 1999 dokonce dostaly až pod úroveň emisí EU. V následujících letech se ale emise v ČR opět zvýšily a od této doby v podstatě každoročně nepatrně klesají. Přesto v roce 2017 byly emise SO<sub>2</sub> v přepočtu na jednoho obyvatele v ČR více než dvakrát vyšší než v EU.

Graf č. 7: Emise SO<sub>2</sub> vyprodukované výrobou elektřiny v ČR a v EU

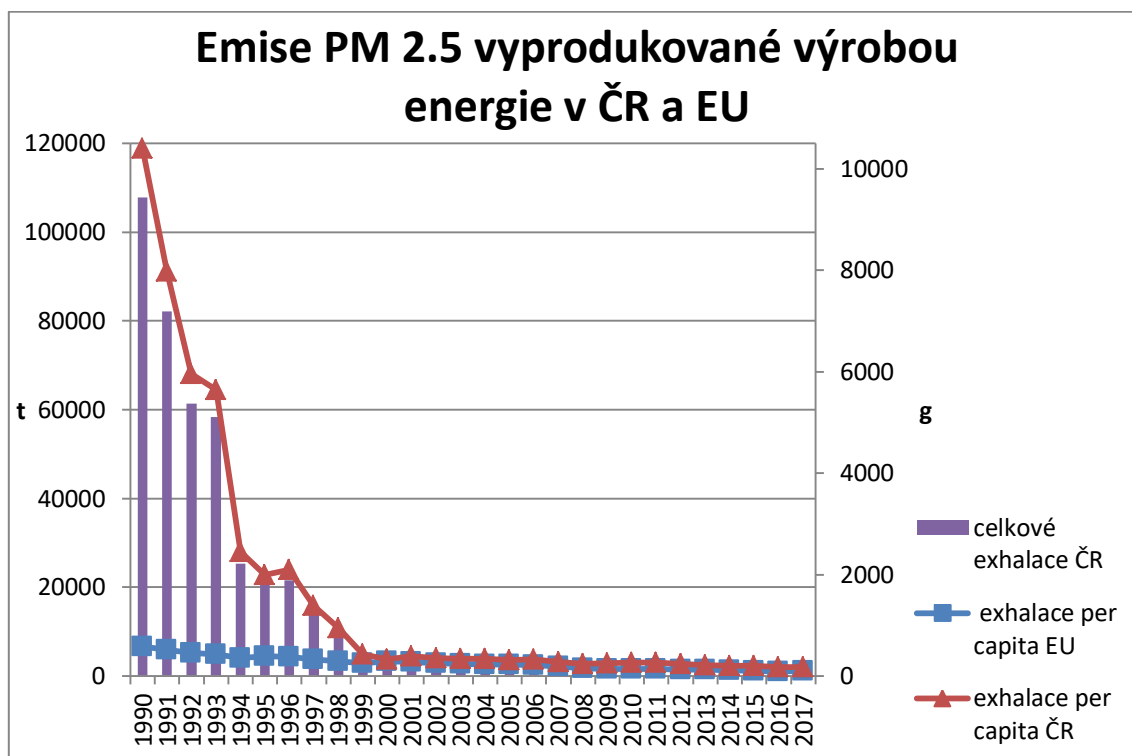


Zdroj: European Environment Agency (2019), Eurostat (2017a), Český statistický úřad (2019); zpracováno autorem Filipem Janouškem

### 3.4.3 PM 2.5

Emise PM 2,5 tedy pevných částic menších než 2,5 mikrometru jsou v poslední době velice diskutovaným tématem. Jejich nadměrná exhalace podle EEA v roce 2015 zapříčinila jen v EU přes 391 000 předčasných úmrtí (European Environment Agency, 2018). Je ale třeba podotknout, že sektor výroby energie je zhruba od roku 2000 jak v ČR, tak v celé EU minoritním producentem těchto látek. Zapříčinila se o to především nová technická vylepšení v uhelných elektrárnách, respektive zavádění elektrostatických odlučovačů nebo látkových filtrů, což v důsledku snížilo produkci těchto látek mezi lety 1990 až 2000 o 90 % (Skupina ČEZ, 2020b). Tento trend prudkého poklesu produkce je dobře patrný v grafu č. 8. V následujících letech produkce částic PM 2,5 sektorem výroby energie v ČR nadále klesala pomalým konstantním tempem, nicméně exhalace v přepočtu na jednoho obyvatele byly v ČR v roce 2017 stále takřka dvakrát vyšší než v EU.

Graf č. 8: Emise PM 2.5 vyprodukované výrobou energie a v ČR a v EU



Zdroj: European Environment Agency (2019), Eurostat (2017a), Český statistický úřad (2019); zpracováno autorem Filipem Janouškem

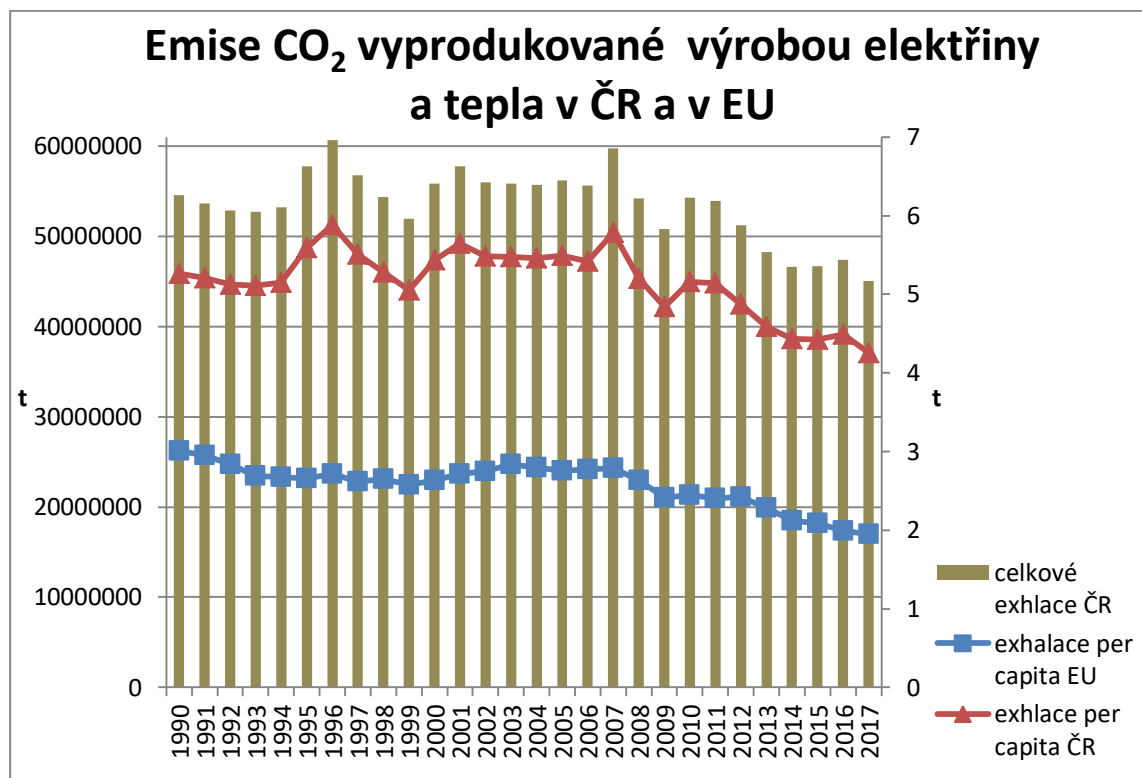
### 3.5 Vývoj emisí oxidu uhličitého vyprodukovaného výrobou elektřiny a tepla v ČR a v EU

Oxid uhličitý je nejvýznamnější skleníkový plyn produkovaný činností člověka, sektor výroby energie je v rámci EU jeho největším producentem, byť množství tohoto plynu vyprodukovaného dopravními prostředky je takřka totožné. EU se snaží dlouhodobě množství exhalací CO<sub>2</sub> snižovat, proto se snaží podporovat výrobu energie z OZE. Nicméně jak je z grafu č. 9 patrné, emise ve sledovaném období jak v ČR, tak v EU měly poměrně velké sezónní výkyvy a během celého tohoto období v porovnání s jinými exhalovanými látkami emise příliš neklesly.

Při pohledu na křivky vyjadřující exhalace v přepočtu na jednoho obyvatele je zřetelně vidět po celé sledované období, že množství vypuštěného CO<sub>2</sub> je v ČR v podstatě každoročně dvakrát vyšší než v EU. Významně se na této skutečnosti podepisuje fakt, že ČR se při výrobě energie opírá více o uhelné elektrárny než většina evropských zemí a zároveň se zde OZE podílí méně na výrobě elektřiny. Bohužel musíme také

konstatovat, že ani dostavba jaderné elektrárny Temelín, která byla dokončena v roce 2003, příliš nepomohla ke snížení emisí CO<sub>2</sub> v ČR. I přesto, že jaderná elektrárna Temelín nahradila jiné uhelné elektrárny, v následujících letech došlo totiž v ČR k navýšení poptávky po elektřině (graf č. 4) a tudíž jiné uhelné elektrárny musely vyrábět více.

Graf č. 9: Emise CO<sub>2</sub> vyprodukované výrobou elektřiny a tepla v ČR a v EU



Zdroj: European Environment Agency (2019b), Eurostat (2017a), Český statistický úřad (2019); zpracováno autorem Filipem Janouškem



## **4 Energetická náročnost členských států EU**

### **4.1 Metodika hodnocení energetické náročnosti**

Pro zjištění energetické náročnosti státu musíme znát celkovou spotřebu primárních zdrojů energie (PEZ) za jeden rok. Mezi PEZ řadíme zdroje, které jsou získány přímo z přírody. Jedná se tedy zejména o fosilní paliva a energii vyrobenou v jaderných, větrných, geotermálních a vodních elektrárnách s výjimkou těch přečerpávacích, dále je zde zahrnuto saldo dovozu a vývozu elektřiny. Samotná spotřeba PEZ není uvedena v hmotnostních jednotkách, ale je uvedena joulech nebo v toe, tedy v jednotkách, které vyjadřují množství energie. V zásadě se jedná o součet energie ukryté v PEZ. Energetickou náročnost můžeme pak vyhodnocovat ze dvou pohledů. První je ve vztahu k tvorbě hrubého domácího produktu toe/tis. amerických dolarů (USD). Popřípadě je HDP vyjádřené v takzvané paritě kupní síly (PPP), která je vhodnější pro mezinárodní srovnání, protože lépe respektuje fakt, že ne ve všech zemích je stejná cenová hladina a neplatí se všude stejnou měnou. Druhý způsob je ve vztahu k počtu spotřebované energie na obyvatele toe/ 1 osobu (Brožová et. al., 2008, s. 36).

### **4.2 Energetická náročnost členských států EU**

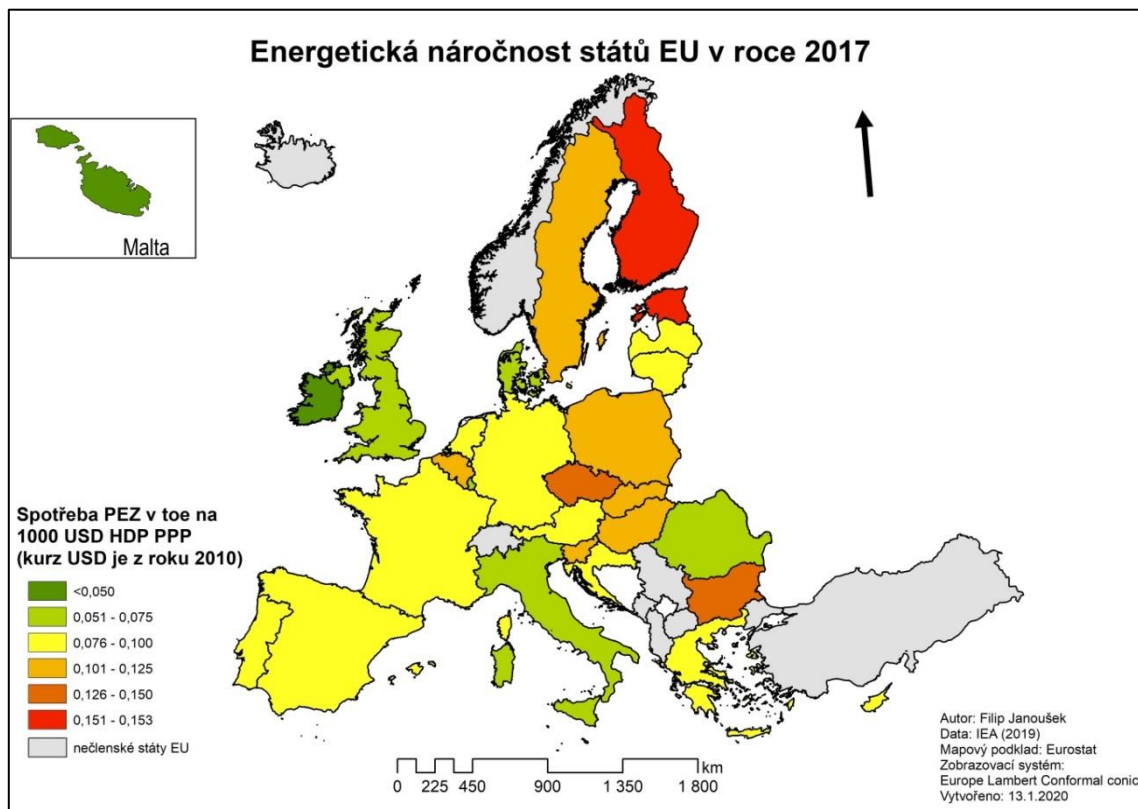
Při zkoumání výsledků energetické náročnosti jednotlivých států je potřeba brát v potaz celou řadu faktorů, které se odráží na výsledné spotřebě. Jako jeden z nejvýznamnějších faktorů musíme považovat samotnou geografickou polohu státu. Je totiž jasné, že státy v severní Evropě budou mít vždy v zimních měsících větší spotřebu energií spojenou s vytápěním domů, než země ležící ve Středomoří. Dalším důležitým faktorem je struktura ekonomiky jednotlivých států, zdali je postavena na energeticky náročných odvětvích, jako je například těžký a chemický průmysl nebo opačně, jestli je ekonomika založena na odvětvích s nízkou energetickou náročností jako například cestovní ruch. Další faktor souvisí s tím, jak je daná ekonomika schopná efektivně spotřebovat energii, respektive jak hospodárně jí transformuje v místě spotřeby. V neposlední řadě hraje roli také životní úroveň obyvatelstva a technická vybavenost jeho obyvatel.

Například Finsko, které podle mapy č. 4 je jeden ze dvou energeticky nejnáročnějších států EU, jednoznačně v tomto ohledu doplácí na svoji geografickou polohu. I když

Finsko řadíme mezi ekonomicky výkonnější státy EU, velmi dobře si vede zejména ve tvorbě HDP v přepočtu na jednoho obyvatele a podíl sektoru služeb na tvorbě HDP je vyšší než v ČR. Jeho spotřeba zejména v zimních měsících je zkrátka vysoká. Podobně je na tom i sousední Švédsko, které sice nevykazuje tak vysokou energetickou náročnost, ale také do jisté míry doplácí na svoji polohu. Přesným opakem je Malta. Ta díky své poloze na jihu a velkému podílu služeb na tvorbě HDP je energeticky nejméně náročným státem EU. Poměrně zajímavé jsou i výsledky států Visegrádské čtyřky, u všech těchto zemí se průmysl významně podílí na tvorbě HDP. Zároveň platí, že tyto země byly dříve součástí východního bloku, takže vyšší energetická náročnost je tedy více méně očekávaná. Jako překvapivé ale můžeme označit to, že zejména Polsko je energeticky méně náročné než ČR i přesto, že v Polsku uhlí ještě více dominuje mezi primárními zdroji energie než v ČR.

Druhou energeticky nejméně náročnou zemí v EU v roce 2017 bylo Irsko. Tato ostrovní země by v tomto ohledu mohla jít příkladem mnoha zemím EU. Za posledních 30 let zde dochází takřka pořád ke kontinuálnímu snižování energetické náročnosti. Během této doby v Irsku proběhla celá řada systémových změn, které se následně velmi pozitivně projeví na výsledku. Jednak byla velmi důležitá změna způsobu výroby elektřiny, ropné produkty nahradil zemní plyn a větrné elektrárny. Dokonce v posledních letech dochází k omezování výroby elektřiny v uhelných elektrárnách. Druhým a možná ještě významnějším faktorem byla restrukturalizace hospodářství. Významným způsobem zde totiž posílil sektor služeb a došlo k velké transformaci v průmyslu. Zcela se totiž vytratily průmyslové závody vyrábějící ocel a hnojiva, naopak výrazně zesílil farmaceutický a elektrotechnický průmysl (Sustainable Energy Authority of Ireland, 2018).

Mapa č. 4: Energetická náročnost států EU v roce 2017



Zdroj: Eurostat (2019a), International Energy Agency (2019b), zpracováno autorem Filipem Janouškem

### 4.3 Energetická náročnost ČR

ČR dlouhodobě jako většina zemí bývalého východního bloku vykazuje každoročně vyšší energetickou náročnost v porovnání s ostatními státy EU. Před vstupem ČR do EU v roce 2004 byla dokonce energetická náročnost dvakrát vyšší, než byl tehdejší průměr EU. Byly tak stanoveny opatření, pomocí kterých mělo dojít k postupnému snižování energetické náročnosti. Konkrétní opatření měla hlavně vést ke snižování spotřeby energie samotné. Doporučeno bylo zateplování budov, investice do nových šetrnějších technologií a snižování spotřeby paliv v dopravě všeho druhu. Od této doby můžeme konstatovat, že energetická náročnost pomalu klesá, ale je zde stále velký rozdíl mezi námi a energeticky nejefektivnějšími státy EU. Je proto velmi důležité neustále pracovat na snižování energetické náročnosti státu, protože snižování náročnosti se pak odráží v celé řadě pozitivních výsledků, jako nejdůležitější můžeme jmenovat snížení množství vypuštěných emisí, zmenšení dovozní energetické závislosti a prodloužení

životnosti domácích zásob neobnovitelných zdrojů energie (Vlček & Černocho, 2012, s. 432-434).

Hlavní důvody, proč je ČR energeticky náročnější v porovnání s nejvyspělejšími státy EU, jsou následující, především jde o nižší souhrnnou hospodářskou produktivitu, dále hraje velký význam nepříznivé složení primárních energetických zdrojů, kde dlouhodobě dominuje uhlí. Dalším významným faktorem je struktura našeho hospodářství, které je dlouhodobě založené na průmyslu (Gibarti, 2004, s. 123). Od 90. let sice velkým způsobem ubývá množství energeticky nejnáročnějších podniků zabývajících se zejména těžkým průmyslem, za to ale zde od té doby významně posílil zpracovatelský průmysl a bylo zde vybudováno mnoho podniků, které zaměstnávají velké množství lidí a zároveň generují velké množství výrobků jen s velmi nízkou přidanou hodnotou (Brožová et. al., 2008, s. 36).

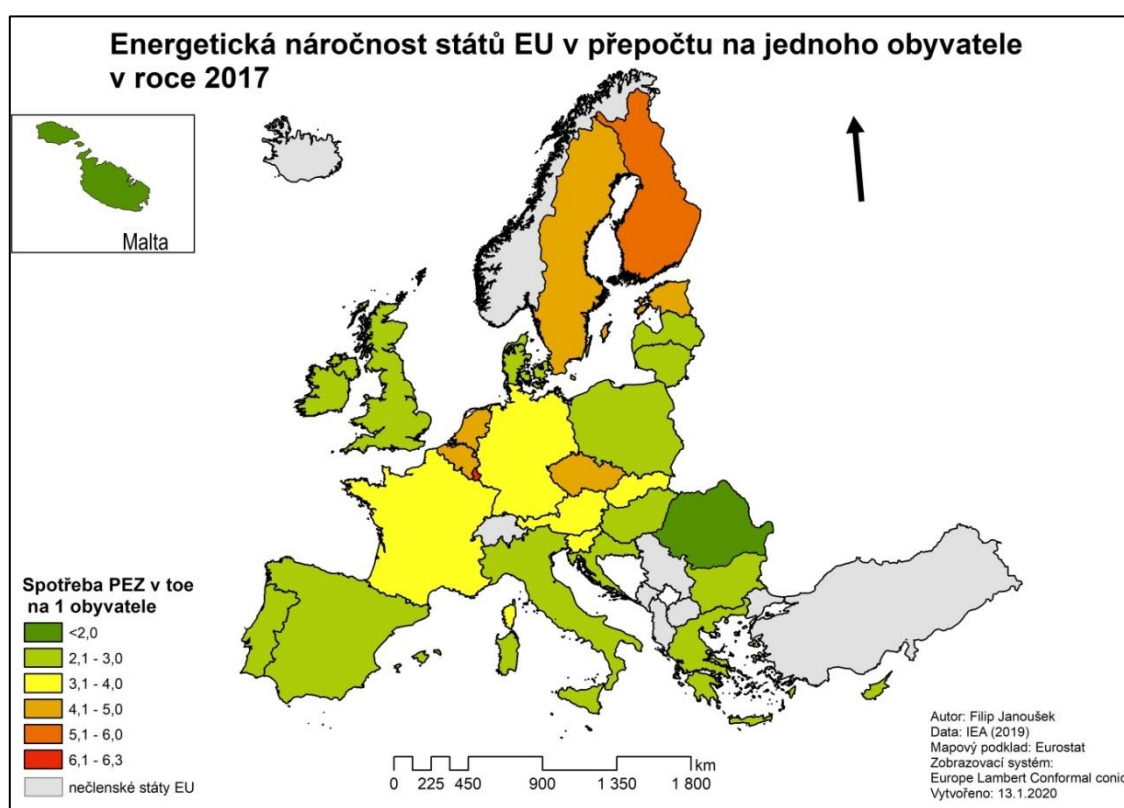
Můžeme tedy zkonstatovat při pohledu na mapu č. 4, že i přes citelné snížení energetické náročnosti ČR stále patří mezi energeticky náročnější státy EU. V podstatě jsme na tom velmi podobně jako Bulharsko a zaostáváme i za průměrem EU, což pro ČR určitě není lichotivá bilance.

#### **4.4 Energetická náročnost v přepočtu na jednoho obyvatele**

Při pohledu na mapu č. 5 je jasné, že geografická poloha hraje ještě větší roli, než tomu bylo v případě výpočtu energetické náročnosti klasickým způsobem. Je zde lehce patrný severojižní gradient, kdy můžeme pozorovat, že státy na jihu jsou energeticky méně náročné a směrem k severu energetická náročnost států stoupá, samozřejmě to neplatí ve 100 % , ale jistý vztah s průměrnou roční teplotou lze z mapy vyvodit. Dalšími významnými faktory, které tento ukazatel ovlivňují, je životní úroveň obyvatelstva daného států a technická vybavenost domácností. Konkrétně v mapě č. 5 je vidět, že energeticky druhým nejméně energeticky náročným státem EU je Rumunsko, což je pravděpodobně spojeno právě s nízkou životní úrovní obyvatel a s nízkou technickou vybaveností domácností, ta se mimo jiné v Rumunsku projevuje nízkou spotřebou elektřiny na jednoho obyvatele. Naopak při opačném pohledu je vidět jistá korelace mezi vysokou energetickou náročností a státy, které generují vysoký HDP v přepočtu na jednoho obyvatele. Tento fakt je nejlépe vidět na příkladu Beneluxu, tím energeticky

nejnáročnějším státem je pak jednoznačně Lucembursko, které dosahuje dokonce třikrát vyšší náročnosti než některé jiné státy EU. Lucembursko má vysokou energetickou náročnost na jednoho obyvatele z toho důvodu, že jeho primární energetické zdroje tvoří v podstatě jen ropa a zemní plyn. Při výpočtu energetické náročnosti klasickým způsobem řadíme Lucembursko mezi energeticky efektivnější státy EU, což poukazuje na poměrně špatnou vypovídací schopnost tohoto ukazatele, respektive výsledky jsou snadno zkresleny tím, pokud stát generuje velké množství HDP v přepočtu na jednoho obyvatele.

Mapa č. 5: Energetická náročnost států EU v přepočtu na jednoho obyvatele v roce 2017



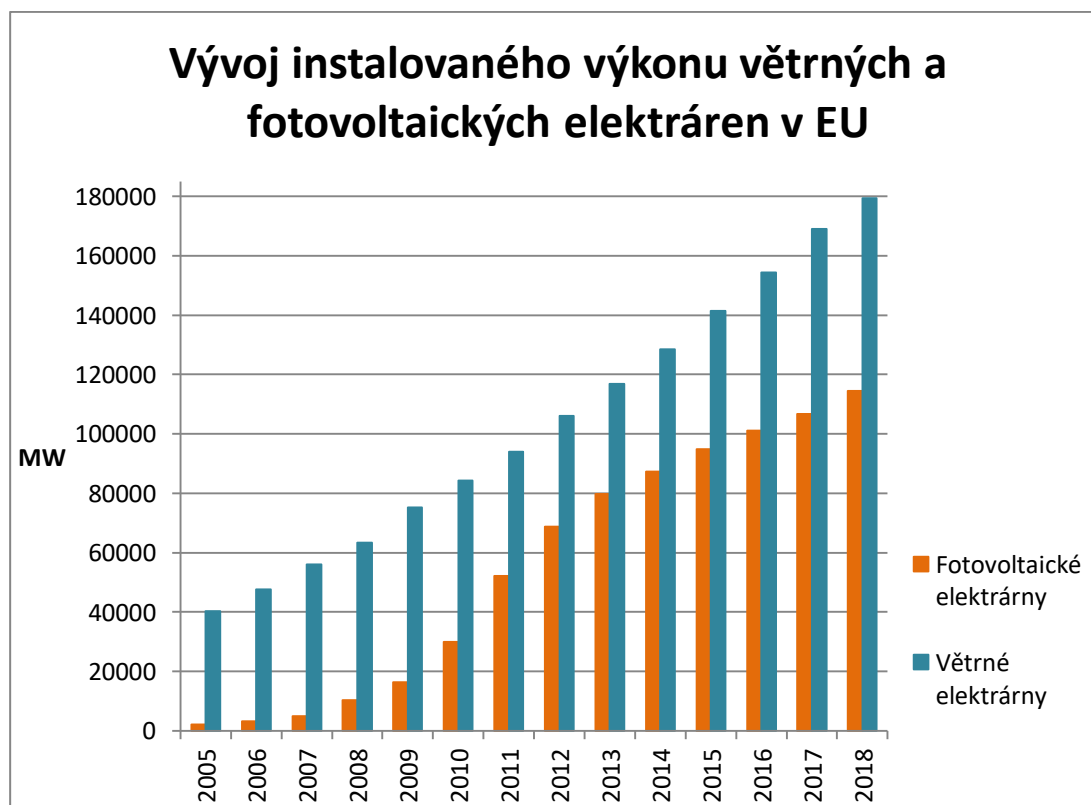
Zdroj: Eurostat (2019a), International Energy Agency (2019c); zpracováno autorem Filipem Janouškem

## 5 Současné instalace větrných a fotovoltaických elektráren v EU a budoucí rozvoj

### 5.1 Masivní rozvoj větrných a fotovoltaických elektráren v EU

Po roce 2005 začíná v EU významný rozvoj technologií, které vyrábějí elektrinu a teplo z obnovitelných zdrojů energie. V tomto konkrétním průzkumu se ale zaměřím pouze na větrné a fotovoltaické elektrárny, které zaznamenaly od zmíněného roku 2005 masivní rozvoj ve většině členských států EU. Prudký nárůst instalovaného výkonu těchto elektráren v EU je dobře patrný v grafu č. 10. K úplnému boomu ve výstavbě fotovoltaických elektráren došlo v roce 2009, částečně jako reakce uvedení v platnost směrnice Evropského parlamentu 2009/28/ES ze dne 23. dubna 2009 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (Evropský účetní dvůr, 2019).

Graf č. 10: Vývoj instalovaného výkonu větrných a fotovoltaických elektráren v EU



Zdroj: EurObserv'ER (2020); zpracováno autorem Filipem Janouškem

## 5.2 Instalovaný výkon a produkce elektrické energie větrných a fotovoltaických elektráren

Samotný instalovaný výkon větrných a fotovoltaických elektráren nemá, ale zcela jasnou vypovídající hodnotu o tom, jak velké množství elektřiny bude zařízení po dokončení vyrábět. Jedná se totiž o technologie, jejichž provoz je plně závislý na okolních přírodních podmínkách. Je tedy zřejmé, že využití jejich výkonu bude záviset na geografickém potenciálu, který daná lokalita pro danou technologii nabízí. Pro úplnou názornost si představme, pokud bychom umístili dvě zcela totožné ať už větrné nebo fotovoltaické elektrárny na dvě rozdílná místa, například jednu na Sicílii a druhou do Dánska, je jasné, že kvůli rozdílným podmínkám budou vyrábět rozdílné množství energie. Samozřejmě je vždy při výstavbě cíl investorů stavět tyto elektrárny na místech s co největším potenciálem. Přesto i v ČR byly v minulosti prováděny výstavby větrných elektráren na místech, které se nacházely mimo oblasti s vhodným potenciálem, které ve své studii vymezil Ústav fyziky atmosféry AV ČR (Beran et. al., 2018, s.73-74). Lokalizace fotovoltaických elektráren v ČR z pohledu přírodního potenciálu je ještě méně opodstatněná, protože celé území státu vzhledem k zeměpisné šířce spadá již do oblastí, které nejsou ideální pro využívání fotovoltaických elektráren. Lze tedy očekávat, že koeficient ročního využití bude výrazně nižší než u států ležících blíže rovníku (Beran et. al., 2018, s. 78). Samozřejmě nelze tvrdit, pokud koeficient ročního využití dosahuje v nějaké oblasti pouze nízkých hodnot, že celá instalace byla nesmyslná. Je ale třeba se zamyslet nad tím, jaké byly očekávané výsledky instalace. Ty pak porovnat s konkrétní energetickou politikou země a případně zvážit podporu jiného druhu OZE.

V tomto konkrétním výzkumu byl koeficient ročního využití vypočítán v jednotlivých státech EU u větrných a fotovoltaických elektráren ve třech po sobě jdoucích letech 2015, 2016 a 2017, výsledné hodnoty byly potom sečteny a zprůměrovány. Výsledky koeficientů, týkajících se větrných elektráren, byly pak zobrazeny v mapě č. 6. Výsledky koeficientů, týkajících se fotovoltaických elektráren, byly zobrazeny v mapě č. 7. Důvod, proč nebyly vypočítány hodnoty pouze za jeden rok, je prostý, snaha byla totiž zamezit tomu, aby výsledky byly zkresleny sezónním výkyvem.

### 5.3 Využití instalovaného výkonu větrných elektráren v EU

Příklad výpočtu pro větrné elektrárny v ČR v roce 2015:

Tabulka č. 1: Proměnné pro výpočet koeficientu ročního využití větrných elektráren v ČR

Země	Druh elektrárny	$P_i$ Instalovaný výkon (kW)	$W_r$ Množství vyrobené elektřiny (kWh)
ČR	Větrné	281 000	573 000 000

Zdroj: Eurostat (2017b), International Energy Agency (2019d); zpracováno autorem Filipem Janouškem

$$k_{\text{ČR VE 15}} = \frac{W_r}{P_i * 8760} = \frac{573\,000\,000}{281\,000 * 8\,760} * 100 = 23,28\%$$

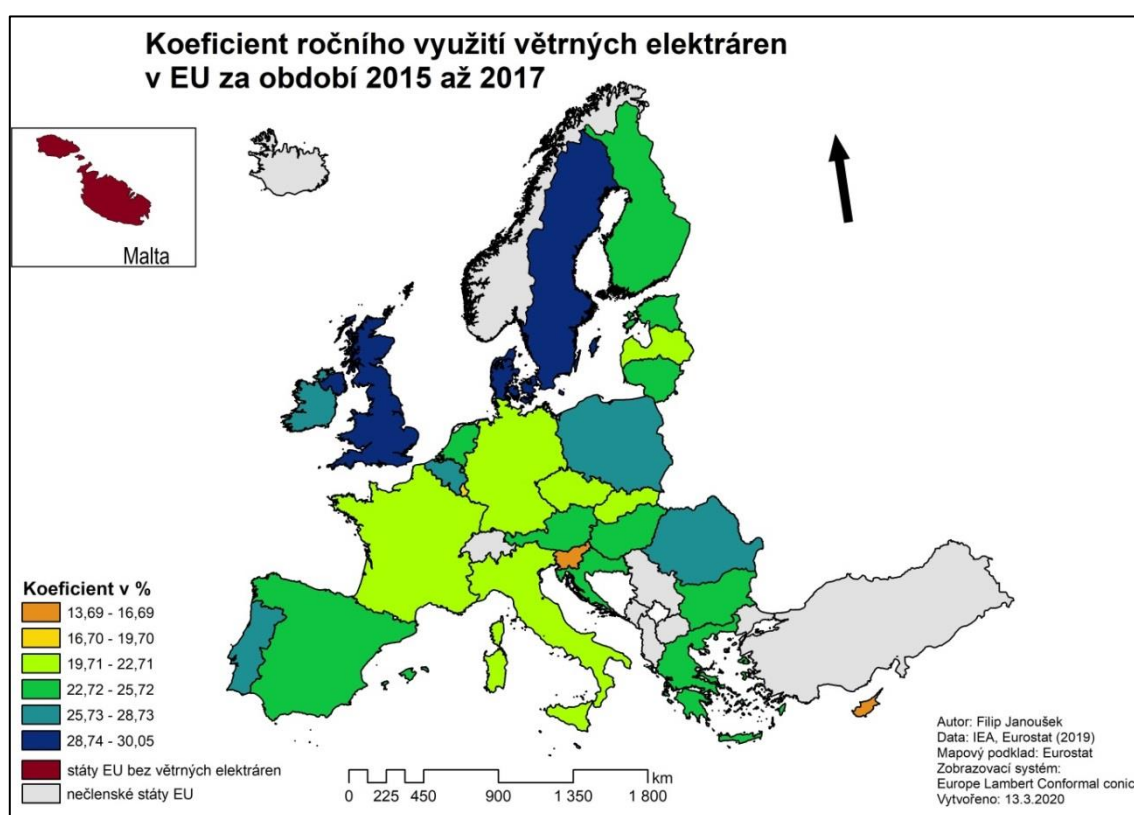
Z mapy č. 6 je patrné, že nejvyšší hodnoty koeficientu ročního využití dosahují větrné elektrárny v Dánsku, Švédsku a ve Spojeném království Velké Británie a Severního Irska. Nejvyšších hodnot tedy dosahují větrné elektrárny ve státech ležících na pobřeží Severního moře. Tyto výsledky nejsou nijak velkým překvapením a do jisté míry jen potvrzují, že tyto oblasti jsou z pohledu přírodního potenciálu ty nejvhodnější v Evropě. V opačném případě je dobře vidět, že ve středomořských státech tak vysokého koeficientu využití větrné elektrárny nedosahují. Z jižních států EU dosahují dobrých hodnot hlavně větrné elektrárny v Portugalsku, které využívají silné a pravidelné větry vanoucí z Atlantiku. Jediným státem EU, který ve sledovaném období vůbec nevyužíval větrné elektrárny, byla Malta. Důvodem pravděpodobně nejsou zcela nevhodné přírodní podmínky, ale spíše výstavbě zamezuje hlučnost těchto zařízení a pak také poměrně velká plocha, kterou větrné elektrárny zabírají. Tato negativa na tak malém ostrově pak nelze akceptovat. Pravděpodobně výstavbě větrných elektráren také zamezuje nepříznivý vliv na krajinu, respektive větrné elektrárny by až příliš narušovaly přírodní krásu ostrova, což by ve výsledku mohlo narušit cestovní ruch na ostrově, který je tak důležitý pro ekonomiku Malty. Přesné výsledky koeficientu ročního využití větrných elektráren ve sledovaném období jsou k nahlédnutí v přílohách (viz Příloha A).

Celkově hodnoty v mapě č. 6 jsou ale přeci jen o něco nižší, než byla očekávání. Již v dnešní době totiž v EU najdeme takové větrné parky, jejichž koeficient ročního



využití dosahuje daleko vyšších hodnot. Příkladem je větrný park Hywind u pobřeží Skotska, který po svém zprovoznění v prvních třech měsících provozu na přelomu let 2017 a 2018 dosáhl využití 65 % svého instalovaného výkonu. Tento větrný park je ale prozatím vedený pouze jako pilotní projekt, protože využívá novou technologii. Jednotlivé elektrárny totiž nejsou přímo postaveny na mořském dnu, ale plavou na hladině a ke dnu jsou ukotveny pouze lanem. Tato technologie tak umožňuje stavět elektrárny na místech dál od pevniny, kde je moře sice hlubší ale zároveň proudění vzduchu jsou příznivější, pro větší výkon těchto zařízení (Oenergetice.cz, 2018b).

Mapa č. 6: Koeficient ročního využití větrných elektráren v EU za období 2015 až 2016



Zdroj: Eurostat (2019a), Eurostat (2019c), Eurostat (2018), Eurostat (2017b), International Energy Agency (2019d); zpracováno autorem Filipem Janouškem

## 5.4 Využití instalovaného výkonu fotovoltaických elektráren v EU

Příklad výpočtu pro fotovoltaické elektrárny v ČR v roce 2015:

Tabulka č. 2: Proměnné pro výpočet koeficientu ročního využití fotovoltaických elektráren v ČR

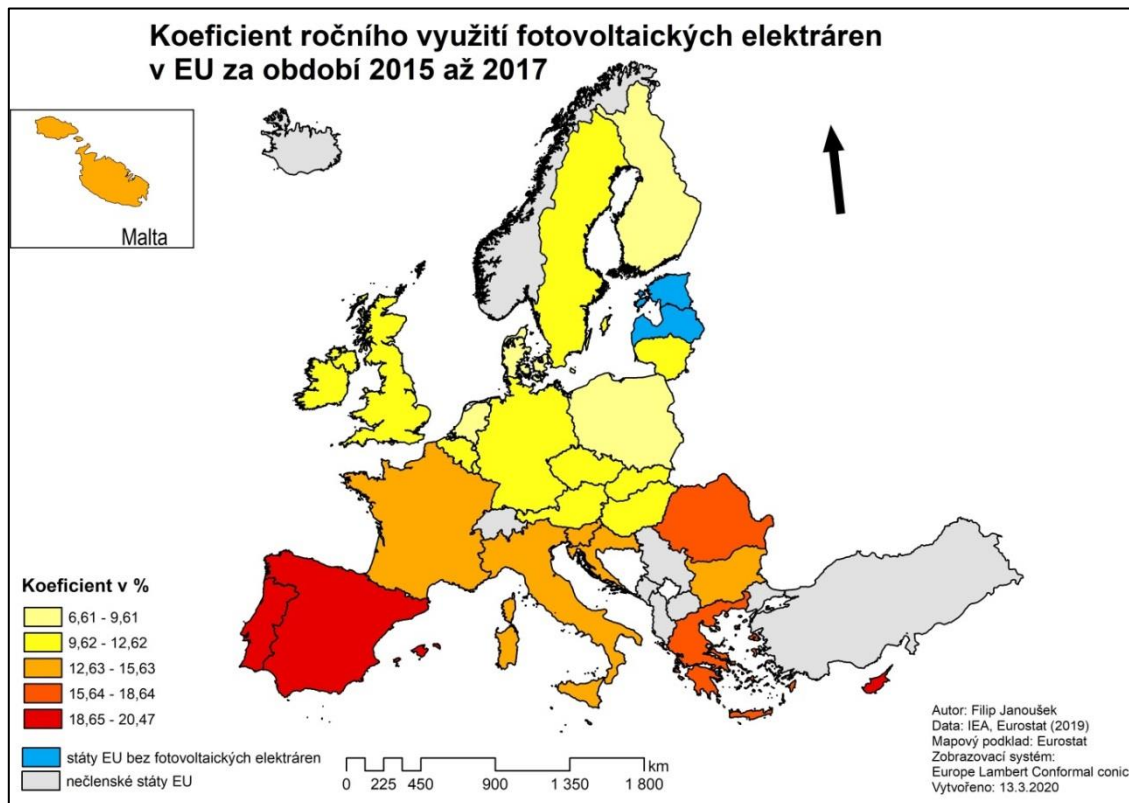
Země	Druh elektrárny	$P_i$ Instalovaný výkon (kW)	$W_r$ Množství vyrobené elektřiny (kWh)
ČR	Fotovoltaické	2 075 000	2 264 000 000

Zdroj: Eurostat (2017b), International Energy Agency (2019d); zpracováno autorem Filipem Janouškem

$$k_{\text{ČR FVE 15}} = \frac{W_r}{P_i * 8760} = \frac{2\,264\,000\,000}{2\,075\,000 * 8\,760} * 100 = 12,46\%$$

Z mapy č. 7 je jasné vidět, že koeficient ročního využití je u fotovoltaických elektráren obecně nižší než u elektráren větrných. Je zde také dobře patrný severojižní gradient, který vypovídá, že státy ležící blíže k jihu dosahují vyšších hodnot koeficientu ročního využití. Tento gradient je tak v naprostém souladu s geografickým potenciálem. Obecně totiž platí, čím blíže je území k rovníku, tím větší množství sluneční energie ročně dopadá na povrch. Samotné množství sluneční energie dopadající na jeden  $m^2$  je pak jeden z nejzásadnějších předpokladů pro výstavbu solárních elektráren. V tomto ohledu pak můžeme označit za poměrně překvapivé výrobní výsledky fotovoltaických elektráren v Rumunsku, protože jejich koeficient ročního využití dosahuje byť jen v řádech jednotek procent vyšších hodnot ve srovnání oproti jižněji položeným fotovoltaickým elektrárnám v Bulharsku. To poukazuje na to, že množství elektřiny, které tyto zařízení vyrobí, také ovlivňují další faktory, například oblačnost. V některých oblastech je zkrátka větší počet slunečných dní než v oblastech jiných. Další zajímavou skutečností vyplývající z mapy č. 7 je, že ve sledovaném období nebyly vůbec fotovoltaické elektrárny využívány v Estonsku a Lotyšsku. Tyto země totiž disponují jen velmi malým geografickým potenciálem pro využívání fotovoltaických elektráren, a proto zřejmě se tyto země rozhodly takto malý potenciál zatím nevyužívat a získávají elektřinu jinými způsoby. Přesné výsledky koeficientu ročního využití fotovoltaických elektráren ve sledovaném období jsou k nahlédnutí v přílohách (viz Příloha B).

Mapa č. 7: Koeficient ročního využití fotovoltaických elektráren v EU za období 2015 až 2016



Zdroj: Eurostat (2019a), Eurostat (2019c), Eurostat (2018), Eurostat (2017b), International Energy Agency (2019d); zpracováno autorem Filipem Janouškem

## 5.5 Zhodnocení koeficientu využití u současných instalací větrných a fotovoltaických elektráren s ohledem na další rozvoj OZE v ČR

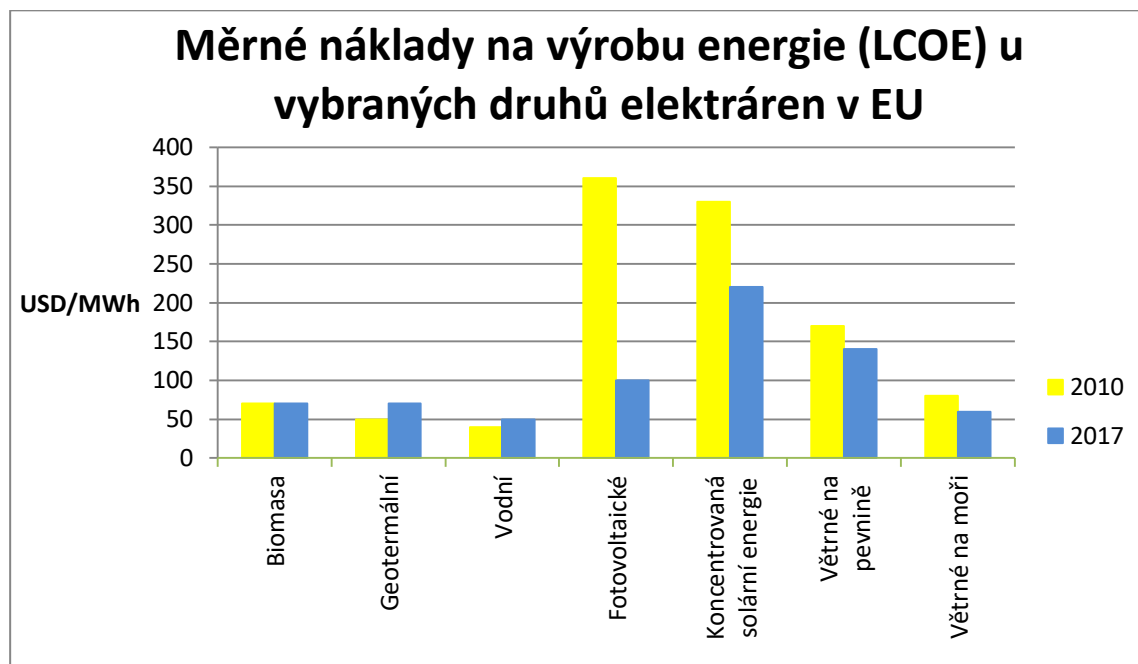
Z výsledných dat interpretovaných v mapách č. 6 a 7 můžeme konstatovat, že větrné a fotovoltaické elektrárny dosahují nižších hodnot koeficientu ročního využití například oproti uhelným elektrárnám, které v ČR dosahují koeficientu využití okolo 50 %. Jestli EU bude trvat do budoucna na dodržování cílů týkajících se snižování emisí CO<sub>2</sub> do roku 2030 a následně do roku 2050, je jasné, že bez dalšího rozvoje elektráren využívajících OZE to nebude možné. Pokud by ale měly být čistě teoreticky uhelné elektrárny nahrazeny pouze větrnými nebo fotovoltaickými elektrárnami, vzhledem k takřka o polovinu nižšímu koeficientu využití by bylo nezbytné, aby celkový instalovaný výkon větrných nebo fotovoltaických elektráren byl minimálně o polovinu větší než u uhelných elektráren tak, aby bylo možné dostatečně uspokojit poptávku po elektřině. V případě takového plánu by bylo také třeba rozsáhlých investic do přenosové

sítě tak, aby byla schopná přenášet elektřinu od těchto intermitentních zdrojů. Je také nutno si uvědomit, že takový projekt by vyžadoval obrovské prostorové nároky.

V horizontu let 2020-2030 navíc nemůžeme počítat s tím, že k snižování emisí CO<sub>2</sub> v ČR, pomůže výstavba dalšího jaderného bloku. S dalším rozvojem jaderné energetiky v ČR se totiž počítá dle Vnitrostátní plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu až po roce 2030.

Jako pozitivum pro další rozvoj obnovitelných zdrojů energie se zdá být ekonomická strana věci. Pokud nebudeme počítat s náklady spojenými s nutnými investicemi do elektrizační soustavy, cena nových instalací větrných a fotovoltaických elektráren během let výrazně klesla. Tato skutečnost je velmi dobře vidět v grafu č. 11, zde jsou interpretovány výsledky ukazatele LCOE, tedy ukazatele měrných nákladů na výrobu energie. Tento ukazatel zobrazuje náklady na výstavbu a provoz zařízení v přepočtu na MWh za celou dobu jeho předpokládané životnosti.

Graf č. 11: Měrné náklady na výrobu energie (LCOE) u vybraných druhů elektráren v EU

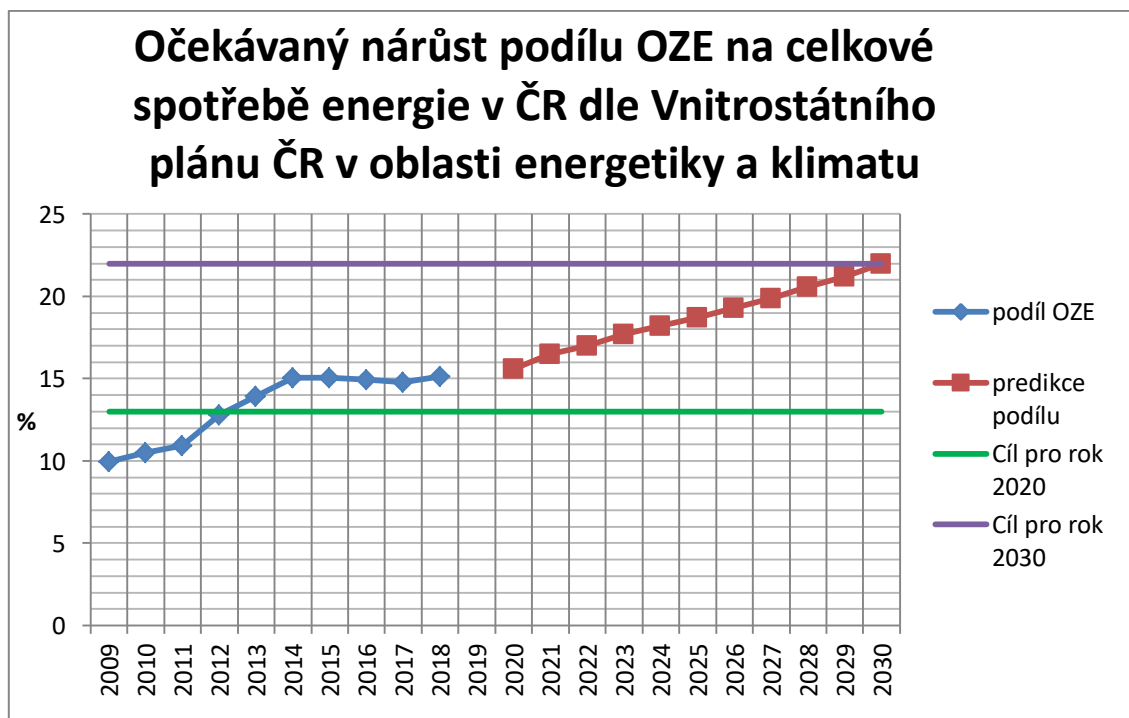


Zdroj: Evropský účetní dvůr (2019); zpracováno autorem Filipem Janouškem

## 5.6 Geografické zhodnocení plánovaného rozšíření větrných a fotovoltaických elektráren dle Vnitrostátního plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu

Vnitrostátní plán ČR v oblasti energetiky a klimatu počítá podle očekávání v souladu s evropskými cíli s dalším rozvojem technologií využívající obnovitelné zdroje energie. V časovém horizontu do roku 2030 plánuje ČR navýšit svůj podíl obnovitelných zdrojů energie na 22 % (patrné z grafu č. 12) a tím přispět k dekarbonizaci a zkvalitňování úrovně životního prostředí v Evropě. Plánované je navyšování výrobních kapacit u všech současných technologií získávající energii obnovitelným způsobem, plus by se nově měla začít využívat i geotermální energie, ale jak uvádím v kapitole 2.6.5, rozvoj geotermálních elektráren bude v ČR oproti plánu opožděn.

Graf č. 12 Očekávaný nárůst podílu OZE na celkové spotřebě energie v ČR dle Vnitrostátního plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu



Zdroj: Eurostat (2020), Ministerstvo průmyslu a obchodu (2020); zpracoval autor Filip Janoušek

Pokud se zaměříme čistě na další rozvoj fotovoltaických a větrných elektráren podle Vnitrostátního plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu, z grafu č. 13 je pak jasně vidět, že plánovaný nárůst fotovoltaických elektráren v následujících letech sice není tak strmý jako po prvním boomu po roce 2009. Mělo by však do roku 2030 dojít takřka

k zdvojnásobení instalovaného výkonu oproti současnému stavu. V zásadě to tedy znamená, že se zdvojnásobí i zastavěná plocha fotovoltaickými elektrárnami a to podle mého negativně ovlivní celou řadu aspektů. Když pomíneme samotný vliv na krajinný ráz, který je většinou hodnocen jako negativní. Lze očekávat, vzhledem k tomu, že doposud nebyly stanoveny žádné normy, které by upravovaly, na jakých typech půd se smí budoucí instalace těchto elektráren stavět, že dojde k dalšímu přinejmenším dočasnému záboru zemědělské půdy, který bohužel může vést k trvalé degradaci kvality půdy. Nelze v této souvztažnosti očekávat, že soukromí investoři budou sami od sebe přihlížet ke kvalitě půdy, na které má být elektrárna vystavěna. V ČR navíc v tomto ohledu na sebe naráží dva fenomény, platí totiž, že Jihomoravský a dále jih Olomouckého kraje, které jsou velice zemědělsky exponovanými oblastmi, jsou zároveň i místy s největším geografickým potenciálem pro využití fotovoltaických elektráren. Případný zábor těchto oblastí fotovoltaickými elektrárnami by byl z pohledu zemědělství velmi nešťastný.

Rozvoj větrných elektráren v takovémto rozsahu v ČR (patrně z grafu č. 13) bude narážet v podstatě také na prostorové problémy. Místa s nejvyšším geografickým potenciálem u nás se nachází v zásadě v nejvyšších oblastech našich pohraničních hor, kde výstavba není možná, protože se jedná zároveň o území národních parků nebo chráněné krajinné oblasti. Samozřejmě studie, kterou provedl Ústav fyziky atmosféry AV ČR ukazuje, že místa s dostatečným potenciálem pro větrné elektrárny se nachází i v oblastech s nižší nadmořskou výškou, příkladem může být například Vysočina (Beran et. al., 2018, s.73-74), kde takové oblasti mají poměrně značnou rozlohu, ale jak se ukázalo vzhledem k hlučnosti a negativnímu vlivu na krajinný ráz, jsou pro mnoho občanů větrné elektrárny nepřijatelné, což v důsledku zamezuje novou výstavbu větrných elektráren.

Při výstavbě fotovoltaických nebo větrných elektráren by mělo být vždy na paměti, že pokud není zařízení správně umístěno, není zaručeno, že zařízení během své životnosti splní očekávaný environmentální přínos (Chiabrando et al., 2009). Ba naopak, pokud bude probíhat „druhá vlna“ rozvoje fotovoltaických elektráren v ČR bez stanovení jasných pravidel, například kde může být zařízení umístěno, tak je klidně možné, že se sice významně přiblížíme k zamýšlené uhlíkové neutralitě, ale přitom si zde vytvoříme jiný problém, který bude potřeba následně řešit. Myslím, že by bylo velmi přínosné,

kdyby vznikla jednotná metodika, ideálně na úrovni EU, která by stanovovala, v jakých lokalitách může výstavba probíhat. Ideální by bylo podporovat výstavbu v místech, kde je jednak dostatečný potenciál pro fungování elektrárny a zároveň půda na které se bude zařízení naházet, neposkytovala žádné jiné ekonomické ani zemědělské využití. Příkladem mohou být například místa, která byla v minulosti poškozena těžební činností.

Z geografického pohledu se mi zdá reálnější dosáhnout cíle 22 % podílu OZE na celkové spotřebě energie v zemi. Spíše za pomoci zrychlení tempa snižování energetické náročnosti státu, než maximalizací výstavby nových zdrojů OZE. Z předešlé kapitoly 4.3 totiž vyplývá, že ČR patří mezi energeticky náročnější státy EU, prostor zde pro zlepšení je zde tedy značný. Neoddiskutovatelným faktem navíc je, že energie, kterou nespotřebujeme, nemusíme ničím nahrazovat.

Graf č. 13 Očekávaný nárůst instalovaného výkonu větrných a fotovoltaických elektráren dle Vnitrostátního plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu



Zdroj: EurObserv'ER (2020), Ministerstvo průmyslu a obchodu (2020); zpracováno autorem Filipem Janouškem

## Závěr

Z teoretické části práce vyplývá, že energetika v ČR má jistá specifika v porovnání s ostatními členskými státy EU. Vývoj energetiky v ČR do jisté míry ovlivnilo nerostné bohatství země, které spočívá ve stále velkých zásobách hnědého i černého uhlí. Toto palivo poskytuje z elektroinženýrského pohledu kvalitní palivo pro výrobu elektrické energie a tepla, dokonce umožňuje vyrábět výrazně větší množství elektřiny, než je v ČR spotřebováno a proto stabilně zhruba od roku 2000 patří ČR mezi největší vývozce elektřiny v EU. Když se ale na uhelnou energetiku podíváme z environmentálního pohledu, zjistíme, že tento způsob výroby elektřiny nesmírně poškozuje životní prostředí. Nacházíme se ale již v době, kdy začínají negativa uhelné energetiky převažovat nad pozitivy a výsledkem toho je postupný útlum tohoto energetického odvětví. V současnosti ale zároveň není jasné, jakým zdrojem bude uhelná energetika v ČR nahrazena. EU obecně hodně sází do budoucna na technologie využívající OZE, jejich další rozvoj naráží na celou řadu úskalí. Další alternativu pak pro ČR představují plynové elektrárny. Jejich ekonomika provozu velmi závisí na ceně zemního plynu, které navíc musí být do ČR dováženy. Další alternativou jsou velmi diskutované jaderné elektrárny. Do budoucna se v ČR sice počítá s výstavbou minimálně jednoho bloku, nicméně momentálně není rozhodnuto, v jaké lokalitě a kdy stavba začne probíhat.

Při analyzování vývoje vybraných energetických ukazatelů ve sledovaném období 1990-2017 bylo zjištěno, že dopady české energetiky na životní prostředí na počátku 90. let byly obrovské. Emise škodlivých látek  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  a  $\text{PM}_{2,5}$  byly v tomto období nesmírně vysoké. V kombinaci s poškozováním krajiny v důsledku těžby uhlí byla tehdejší energetika zcela neudržitelná. Zároveň je ale třeba podotknout, že společně s transformací české ekonomiky se i velice rychle přeměnil energetický sektor ČR. Emise škodlivin se začaly velmi rychle snižovat hlavně díky uzavírání nejstarších uhelných elektráren a tepláren, dále pak ostatní uhelné elektrárny prošly významnými technickými úpravami. Naopak, co můžeme považovat za negativum, je vývoj emisí  $\text{CO}_2$  vyprodukovaných energetickým sektorem. Ve sledovaném období totiž nedošlo k významnému poklesu produkce. Klesající tendence je patrná až po roce 2011. Z toho vyplývá, že další snižování emisí  $\text{CO}_2$  vyprodukovaných energetickým sektorem ČR



závisí především na útlumu uhelných elektráren. Dalším pozitivem je, že množství elektrické energie, které se v ČR v průběhu sledovaného období vyrobilo, se nesnižuje i přesto, že spotřeba uhlí neustále klesá. Hlavním důvodem toho je především zprovoznění jaderné elektrárny Temelín a také navyšování výkonu jaderné elektrárny Dukovany. Svůj podíl na tom mají samozřejmě i OZE. V tomto ohledu je třeba konstatovat, že množství elektrické energie vyrobené vodními elektrárnami s výjimkou sezónních výkyvů se takřka během let nezměnilo. V současnosti velice široce probírané fotovoltaické a větrné elektrárny sice zejména po roce 2005 prodělaly bouřlivý rozvoj, přesto každoročně vyrábí v ČR méně elektřiny než vodní elektrárny. Naopak za překvapení můžeme označit rychlost rozvoje biomasy a bioplynu jako paliv pro výrobu elektřiny. Již v roce 2016 v ČR elektrárny spalující tyto paliva vyrobily dvakrát více elektřiny než fotovoltaické elektrárny.

I když se energetická náročnost ČR v průběhu let snižuje, stále je energetická náročnost ČR i v přepočtu na jednoho obyvatele vyšší než ve většině států EU. V porovnání s ostatními státy ve střední Evropě je dokonce nejvyšší. Hlavními důvody toho jsou jednak nepříznivé složení primárních zdrojů energie, kde dlouhodobě dominuje uhlí, a pak také významně průmyslově zaměřená ekonomika ČR. Do budoucna je tedy nutné dále pracovat na zlepšení stavu. Cesta ke snižování energetické náročnosti ČR spočívá především v dalších opatřeních, které povedou ke snižování spotřeby primárních energetických surovin. Zároveň by měl stát podporovat rozvoj ekonomických odvětví, které jsou méně energeticky náročné, příkladem může být cestovní ruch a služby obecně.

Z výsledků analýzy, která se zabývala produkcí elektřiny v současných větrných a fotovoltaických elektrárnách v EU, vyplynulo, že výrobní výsledky těchto zařízení instalovaných v ČR jsou v rámci EU průměrné, v případě fotovoltaických elektráren pak spíše až podprůměrné. Koeficient ročního využití větrných elektráren v ČR ve sledovaném období 2015-2017 dosáhl hodnoty 21,77 %, v případě fotovoltaických elektráren to bylo pak pouze 12,10 %. Pokud bychom tyto výsledky porovnávali s koeficientem ročního využití uhelných elektráren, zjistili bychom, že rozdíl je výrazný. U uhelných elektráren totiž tento koeficient dosahuje hodnot okolo 50 %. Z těchto výsledků ale nelze vyvodit, že větrné a fotovoltaické v rámci ČR nemají opodstatnění. Je ale třeba si uvědomit, že nahrazovat například uhelné elektrárny pouze

větrnými nebo fotovoltaickými elektrárnami se zdá být nereálné už jen z důvodu obrovských nároků na území, která by tato zařízení pokryla v případě takového to projektu.

V práci byl také geograficky zhodnocen další rozvoj větrných a fotovoltaických elektráren v ČR dle Vnitrostátního plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu. Tento dokument schválený vládou v lednu roku 2020 má poskytnout spolehlivý harmonogram, jak by ČR měla dosáhnout svých cílů v oblasti energetiky do roku 2030. Při bližší analýze tohoto dokumentu bylo zjištěno, že očekávaný nárůst podílu OZE na celkové spotřebě energie v zemi se má z velké části opírat právě o další nové instalace fotovoltaických a větrných elektráren. Konkrétně instalovaný výkon fotovoltaických elektráren se má zvýšit do roku 2030 oproti současnému stavu asi dvakrát, což v zásadě znamená, že se dvakrát zvýší i zastavěná plocha těmito zařízeními. V případě větrných elektráren se má pak instalovaný výkon oproti současnému stavu zvýšit dokonce třikrát. I když je celý tento rozvoj racionálně motivován a v globálu má přispět k lepšímu stavu životního prostředí v Evropě, přesto lze očekávat v případě realizace celou řadu problémů. Ukazuje se, že takovýto rozvoj bude v ČR narážet zejména na prostorové problémy. V případě větrných elektráren se totiž ukazuje, že míst s dostatečným potenciálem pro využití větrné energie v ČR reálně není příliš mnoho. Místa s nejvyšším potenciálem se nacházejí zejména v pohraničních horách, kde se ale zároveň rozkládají národní parky a chráněná území, takže případná výstavba v těchto místech je nepřijatelná. Pokud se dále zaměříme na místa s dostatečným potenciálem v oblastech s nižší nadmořskou výškou, zjistíme, že poměrně velký potenciál má pro rozvoj větrných elektráren například území Českomoravské vrchoviny. V místech s hustějším osídlením v rámci ČR zase ale takovéto projekty znemožňuje realizovat velmi často nesouhlas místních obyvatel. V případě fotovoltaických elektráren rozvoj v takovémto rozsahu bude mít dozajista negativní vliv na zemědělství, protože v důsledku výstavby nových instalací lze očekávat, že dojde k další ztrátě zemědělské půdy. Při výstavbě zejména fotovoltaických, ale také větrných elektráren by tak měl být kladen důraz na správné umístění, protože v případě nesprávného umístění není zaručeno, že zařízení během své životnosti splní očekávaný environmentální přínos. Za velmi přínosné bych považoval, kdyby vznikla jasná pravidla ideálně na úrovni EU,

která by přesně definovala v jakých lokalitách a na jakých typech půd mohou být tato zařízení vystavěna. Významně by se tak předešlo celé řadě negativních dopadů.

## Seznam použitých zdrojů

### Knížní zdroje

Anochin, M., Cupalová, M., Eichler, B., Iličeva, L. Krejčí, O., Málek, T., ... Prokop, V. (2008). *Energetická bezpečnost - geopolitické souvislosti*. Praha, Česko: Vysoká škola mezinárodních a veřejných vztahů Praha.

Beran, H., Wagner, V., & Pačes, V. (2018). *Česká energetika na křižovatce*. Praha, Česko: Management Press.

Binhack, P., & Tichý, L. (2011). *Energetická bezpečnost ČR a budoucnost energetické politiky EU*. Praha, Česko: Ústav mezinárodních vztahů.

Drábová, D., Pačes, V., Beran, H., Cílek, V., Noskíevič, P., Procházka, J., ... Wágner, V. (2014). *Perspektivy české energetiky: současnost a budoucnost*. Praha, Česko: Novela bohemia.

Fay, J., & Golomb, D. (2002). *Energy and the environment*. New York, United States of America: Oxford University Press.

Gibarti, J. (2004). *Deskriptivní ekonomie České republiky*. Ostrava, Česko: Vysoká škola báňská - Technická univerzita.

Hrala, V., Kašpar, V., & Vošta, M. (2005). *Geografie světového hospodářství: vybrané kapitoly* (Vyd. 4). Praha, Česko: Oeconomica.

Hrubý, Z., & Lukášek, L. (2015). *Energetická bezpečnost České republiky*. Praha, Česko: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum.

Křenek, V. (2006). *Člověk a energie*. Plzeň, Česko: Západočeská univerzita v Plzni.

Musil, P. (2009). *Globální energetický problém a hospodářská politika: se zaměřením na obnovitelné zdroje* (Vyd. 4). Praha, Česko: C. H. Beck.

Smil, V. (2013). *Fakta a mýty o energetice*. (1. Vyd.). Ostrava, Česko: Moravskoslezský dřevařský klastr ve spolupráci s Moravskoslezským energetickým klastrem a Výzkumným energetickým centrem VŠB-TU Ostrava.

Smil, V. (2018). *Energie: průvodce pro začátečníky*. Zlín, Česko: Kniha Zlín.

Toušek, V., Kunc, J., & Vystoupil, J. (2008). *Ekonomická a sociální geografie* (Vyd. 4). Plzeň, Česko: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk.

### Kvalifikační práce

Balounová, E. (2019). *Právní úprava ochrany klimatu v návaznosti na Pařížskou dohodu* (Disertační práce) Karlova univerzita. Fakulta právnická. Česká republika

## Elektronické knihy

Brožová, K., Dlouhá, J., Fereš, J., Horatius, D., Jungvirtová, E., Kovář, J., ... Zeman, J. (2008). *Hospodářství a životní prostředí v České republice po roce 1989*. Praha, Česko: CENIA. Dostupné z [https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2019/04/Hospodarstvi\\_a\\_ZP\\_CR\\_po\\_roce\\_1989.pdf](https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2019/04/Hospodarstvi_a_ZP_CR_po_roce_1989.pdf)

Osička, J., Černoch, F., Ocelík, P., & Vlček, T. (2014). *Technicko-ekonomické aspekty energetiky*. Brno, Česko: Masarykova univerzita. Dostupné z <https://munispace.muni.cz/library/catalog/view/57/108/76-1/#preview>

Vlček, T., & Černoch, F. (2012). *Energetický sektor České republiky*. (Vyd. 1.) Brno, Česko: Masarykova univerzita. Dostupné z <https://munispace.muni.cz/library/catalog/view/812/2583/473-1/#preview>

## Časopisecké zdroje

Chiabrando, R., Fabrizio, E., & Garnero, G. (2009). The territorial and landscape impacts of photovoltaic systems: Definition of impacts and assessment of the glare risk. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2441-2451. doi: 10.1016/j.rser.2009.06.008

## Internetové zdroje

Český statistický úřad (2019). *Statistická ročenka České republiky 2019*. Dostupné 20. 12. 19 z <https://www.czso.cz/documents/10180/92010906/32019819.pdf/6bf03523-f75f-4335-97db-755c1c466337?version=1.6>

Deník.cz (2016). *ČEZ kvůli odstavení bloků v Dukovanech loni přišel o 2,5 miliardy*. Dostupné 22. 03. 20 z <https://www.denik.cz/ekonomika/cez-kvuli-odstaveni-bloku-v-dukovanech-loni-prisel-o-2-5-miliardy-20160207.html>

Energetický regulační úřad (2017). *Roční zpráva o provozu plynárenské soustavy ČR*. Dostupné z [http://www.eru.cz/documents/10540/462888/Zprava\\_o\\_provozu\\_PS\\_2017.pdf/ada790aa-2387-4705-8ee2-57fad4ca2b9c](http://www.eru.cz/documents/10540/462888/Zprava_o_provozu_PS_2017.pdf/ada790aa-2387-4705-8ee2-57fad4ca2b9c)

Energetický regulační úřad (2018). *Roční zpráva o provozu elektrizační soustavy ČR*. Dostupné z [http://www.eru.cz/documents/10540/4580207/Rocni\\_zprava\\_provoz\\_ES\\_2018.pdf/1420388b-8eb6-4424-9ad9-c06a57b5326c](http://www.eru.cz/documents/10540/4580207/Rocni_zprava_provoz_ES_2018.pdf/1420388b-8eb6-4424-9ad9-c06a57b5326c)

EurObserv'ER (2020). *Capacity & generation, Statistics time series*. Dostupné 22. 04. 20 z <https://www.eurobserv-er.org/online-database/#>

European Environment Agency (2018). *Znečištění ovzduší je v celé Evropě stále příliš vysoké*. Dostupné 15. 03. 20 z <https://www.eea.europa.eu/cs/highlights/zneistenio-vzdu-si-je-v-cele>

European Environment Agency (2019). *National Emission Ceilings Directive emissions data viewer 1990-2017*. Dostupné 10. 12. 19 z <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/necd-directive-data-viewer-2>

European Environment Agency (2019b). *Greenhouse gases - data viewer*. Dostupné 21. 12. 19 z <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>

- Eurostat (2017a). *Demographic changes — profile of the population: tables and figures*. Dostupné z [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/People\\_in\\_the\\_EU\\_statistics\\_on\\_demographic\\_changes#Population\\_change\\_in\\_the\\_EU](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/People_in_the_EU_statistics_on_demographic_changes#Population_change_in_the_EU)
- Eurostat (2017b). *EU energy in figures*. Dostupné 20. 03. 20 z <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2e046bd0-b542-11e7-837e-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-search>
- Eurostat (2018). *EU energy in figures*. Dostupné 20. 03. 20 z <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/99fc30eb-c06d-11e8-9893-01aa75ed71a1>
- Eurostat (2019a). *Administrative units, countries*. Dostupné 20. 12. 19 z [https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/reference-data/administrative-units-statistical-units/countries?fbclid=IwAR2vZnWtMvD\\_D9HPiVlkOEGXhBogI7P7HzYTMMXABEccOvZnLJJps0xkVJk](https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/reference-data/administrative-units-statistical-units/countries?fbclid=IwAR2vZnWtMvD_D9HPiVlkOEGXhBogI7P7HzYTMMXABEccOvZnLJJps0xkVJk)
- Eurostat (2019b). *EU imports of energy products*. Dostupné 20. 12. 19 z [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/46126.pdf?fbclid=IwAR3Bq47Y33yovnUgzBySPFROY-EC1rITzXs9\\_8Q4O2Fyq1dGdNcw2YIEk5k](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/46126.pdf?fbclid=IwAR3Bq47Y33yovnUgzBySPFROY-EC1rITzXs9_8Q4O2Fyq1dGdNcw2YIEk5k)
- Eurostat (2019c). *EU energy in figures*. Dostupné 20. 03. 20 z [https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/e0544b72-db53-11e9-9c4e-01aa75ed71a1/language-en?WT.mc\\_id=Searchresult&WT.ria\\_c=37085&WT.ria\\_f=3608&WT.ria\\_ev=search](https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/e0544b72-db53-11e9-9c4e-01aa75ed71a1/language-en?WT.mc_id=Searchresult&WT.ria_c=37085&WT.ria_f=3608&WT.ria_ev=search)
- Eurostat (2020). *Share of energy from renewable sources*. Dostupné 20. 04. 20 z [https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_ind\\_ren&lang=en](https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_ind_ren&lang=en)
- Evropský parlament (2019). *Uhlíková neutralita. Dosáhneme jí do roku 2050?* Dostupné 12. 02. 20 z <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20190926STO62270/uhlikova-neutralita-dosahneme-ji-do-roku-2050>
- Evropský účetní dvůr (2019). *Větrná a solární energie pro výrobu elektřiny: splnění cílů EU vyžaduje přijetí významných opatření*. Dostupné 20. 03. 20 z <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/wind-solar-power-generation-8-2019/cs/index.html>
- Hnutí DUHA (2018). *Klimatická konference COP24 v Katovicích: pravidla jsou připravena, nejasnosti ohledně dalšího snižování emisí zůstávají*. Dostupné 10. 02. 20 z <https://www.hnutiduha.cz/aktualne/klimaticka-konference-cop24-v-katovicich-pravidla-jsou-pripravena-nejasnosti-ohledne>
- iDNES.cz (2017). *Z dolu Rožná vyjel poslední vozík s rudou, těžba uranu v Česku končí*. Dostupné 10. 02. 20 z [https://www.idnes.cz/jihlava/zpravy/z-uranoveho-dolu-v-dolni-rozince-vyjel-posledni-vozik-s-rudou.A170427\\_154025\\_jihlava-zpravy\\_mv](https://www.idnes.cz/jihlava/zpravy/z-uranoveho-dolu-v-dolni-rozince-vyjel-posledni-vozik-s-rudou.A170427_154025_jihlava-zpravy_mv)

International Energy Agency (2019a). *Electricity generation by source, Czech Republic*. Dostupné 20. 03. 20 z <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=CZECH&fuel=Electricity%20and%20heat&indicator=Electricity%20generation%20by%20source>

International Energy Agency (2019b). *Energy intensity*. Dostupné 19. 12. 19 z <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/energy-intensity>

International Energy Agency (2019c). *Energy intensity per capita*. Dostupné 19. 12. 19 z [https://www.iea.org/data-and-statistics?country=EU28&fuel=Key%20indicators&indicator=Total%20primary%20energy%20supply%20\(TPES\)%20per%20capita](https://www.iea.org/data-and-statistics?country=EU28&fuel=Key%20indicators&indicator=Total%20primary%20energy%20supply%20(TPES)%20per%20capita)

International Energy Agency (2019d). *Electricity generation by source* . Dostupné 29. 12. 19 z <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=EU28&fuel=Electricity%20and%20heat&indicator=Electricity%20generation%20by%20source>

International Energy Agency (2020a). *Natural gas final consumption, Czech republic*. Dostupné 23. 02. 20 z <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=CZECH&fuel=Natural%20gas&indicator=Natural%20gas%20final%20consumption>

International Energy Agency (2020b). *Natural gas final consumption, EU*. Dostupné 23. 02. 20 z <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=EU28&fuel=Natural%20gas&indicator=Natural%20gas%20final%20consumption>

International Energy Agency (2020c). *Oil final consumption by sector, Czech Republic*. Dostupné 23. 02. 20 z <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=CZECH&fuel=Oil&indicator=Oil%20products%20final%20consumption%20by%20sector>

International Energy Agency (2020d). *Oil final consumption by sector, EU*. Dostupné 23. 02. 20 z <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=EU28&fuel=Oil&indicator=Oil%20products%20final%20consumption%20by%20sector>

International Energy Agency (2020e). *Coal final consumption by sector, Czech Republic*. Dostupné 23. 02. 20 z <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=CZECH&fuel=Coal&indicator=Coal%20final%20consumption%20by%20sector>

International Energy Agency (2020f). *Coal final consumption by sector, EU*. Dostupné 23. 02. 20 z <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=EU28&fuel=Coal&indicator=Coal%20final%20consumption%20by%20sector>

International Energy Agency (2020g). *Electricity final consumption by sector, Czech Republic*. Dostupné 23. 02. 20 z <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=CZECH&fuel=Electricity%20and%20heat&indicator=Electricity%20final%20consumption%20by%20sector>

International Energy Agency (2020h). *Electricity final consumption by sector, EU*. Dostupné 23. 02. 20 z <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=EU28&fuel=Electricity%20and%20heat&indicator=Electricity%20final%20consumption%20by%20sector>

Ministerstvo průmyslu a obchodu (2015). *Státní energetická koncepce*. Dostupné z <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/52841/60959/636207/priloha006.pdf>

Ministerstvo průmyslu a obchodu (2020). *Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu*. Dostupné 20. 04. 20 z <https://www.mpo.cz/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/vnitrostatni-plan-ceske-republiky-v-oblasti-energetiky-a-klimatu--252016/>

Oenergetice.cz (2018a). *Jaké jsou možnosti využití geotermální energie v České republice*. Dostupné 12. 03. 20 z <https://oenergetice.cz/nazory/jake-jsou-moznosti-vyuziti-geotermalni-energie-cesku>

Oenergetice.cz (2018b). *První čtvrtletí provozu plovoucí větrné farmy Hywind předčilo očekávání*. Dostupné 12. 03. 20 z <https://oenergetice.cz/vetrne-elektra-rny/prvni-ctvrtleti-provozu-plovouci-vetrne-farmy-hywind-predcilo-ockavani>

Skupina ČEZ (2020a). *Základní typy jaderných reaktorů*. Dostupné 12. 03. 20 z <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobní-zdroje/jaderna-energetika/je-ve-svete/zakladni-typy-jadernych-reaktoru>

Skupina ČEZ (2020b). *Snížení znečištění ovzduší*. Dostupné 12. 03. 20 z <https://www.cez.cz/cs/o-cez/energie-pro-budoucnost/zajistit-udrzitelny-provoz/zivotni-prostredi/programy-snizovani-zateze-zp/programy-snizovani-zateze-zp>

Státní fond životního prostředí ČR (2020) *Kotlíkové dotace*. Dostupné 12. 03. 20 z <https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/kotlikove-dotace/>

Sustainable Energy Authority of Ireland (2018). *Energy in Ireland*. Dostupné z <https://www.seai.ie/publications/Energy-in-Ireland-2018.pdf>

Svět energie (2020a). *Charakteristika uhelné elektrárny*. Dostupné 12. 02. 20 z <https://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/uhelne-elektrarny/charakteristika>

Svět energie (2020b). *Elektrárna Mělník I*. Dostupné 12. 02. 20 z <https://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/uhelne-elektrarny/uhelne-elektrarny-cez/elektrarna-melnik>

Svět energie (2020c). *Elektrárna Počerady*. Dostupné 12. 02. 20 z <https://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/plynove-a-paroplynove-elektrarny/plynove-elektrarny-cez/paroplynovy-cyklus-pocerady>

Svět energie (2020d). *Elektrárna Dlouhá stráně*. Dostupné 12. 02. 20 z <https://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/vodni-elektrarny/vodni-elektrarny-cez/precerpavaci-elektrarna-dlouhe-strane>

Svět energie (2020e). *Elektrárna Dalešice*. Dostupné 12. 02. 20 z <https://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/vodni-elektrarny/vodni-elektrarny-cez/precerpavaci-elektrarna-dalesice>



Svět energie (2020f). *Elektrárna Orlik*. Dostupné 12. 02. 20 z <https://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/vodni-elektrarny/vodni-elektrarny-cez/vodni-elektrarna-orlik>

Svět energie (2020g). *Elektrárna Hodonín*. Dostupné 12. 02. 20 z <https://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/uhelne-elektrarny/uhelne-elektrarny-cez/elektrarna-hodonin>

WindEurope (2018). *Wind energy in Europe in 2018*. Dostupné 10. 02. 20 z <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Statistics-2018.pdf>

World Nuclear Association (2019). *World Nuclear Power Reactors & Uranium Requirements*. Dostupné 13. 03. 20 z <https://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/world-nuclear-power-reactors-archive/reactor-archive-december-2019.aspx>

## **Seznam tabulek**

**Tabulka č. 1: Proměnné pro výpočet koeficientu ročního využití větrných elektráren v ČR ..... 64**

**Tabulka č. 2: Proměnné pro výpočet koeficientu ročního využití fotovoltaických elektráren v ČR ..... 66**

## Seznam grafů

Graf č. 1: Vývoj spotřeby zemního plynu v ČR a v EU .....	44
Graf č. 2: Vývoj spotřeby ropy v ČR a v EU.....	46
Graf č. 3: Vývoj spotřeby uhlí v ČR a v EU .....	48
Graf č. 4: Vývoj spotřeby elektřiny v ČR a v EU.....	49
Graf č. 5: Vývoj podílu paliv a technologií na výrobě elektřiny v ČR.....	51
Graf č. 6: Emise NO <sub>x</sub> vyprodukované výrobou energie v ČR a v EU .....	53
Graf č. 7: Emise SO <sub>2</sub> vyprodukované výrobou elektřiny v ČR a v EU .....	54
Graf č. 8: Emise PM 2.5 vyprodukované výrobou energie a v ČR a v EU.....	55
Graf č. 9: Emise CO <sub>2</sub> vyprodukované výrobou elektřiny a tepla v ČR a v EU.....	56
Graf č. 10: Vývoj instalovaného výkonu větrných a fotovoltaických elektráren v EU .....	62
Graf č. 11: Měrné náklady na výrobu energie (LCOE) u vybraných druhů elektráren v EU .....	68
Graf č. 12 Očekávaný nárůst podílu OZE na celkové spotřebě energie v ČR dle Vnitrostátního plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu .....	69
Graf č. 13 Očekávaný nárůst instalovaného výkonu větrných a fotovoltaických elektráren dle Vnitrostátního plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu .....	71

## Seznam map

<b>Mapa č. 1: Zásobování ropou z Ruska v první polovině roku 2019 .....</b>	<b>29</b>
<b>Mapa č. 2: Zásobování zemním plynem z Ruska v první polovině roku 2019 .....</b>	<b>30</b>
<b>Mapa č. 3: Jaderné reaktory pro komerční výrobu elektřiny v EU v roce 2019....</b>	<b>35</b>
<b>Mapa č. 4: Energetická náročnost států EU v roce 2017 .....</b>	<b>59</b>
<b>Mapa č. 5: Energetická náročnost států EU v přepočtu na jednoho obyvatele v roce 2017 .....</b>	<b>61</b>
<b>Mapa č. 6: Koeficient ročního využití větrných elektráren v EU za období 2015 až 2016 .....</b>	<b>65</b>
<b>Mapa č. 7: Koeficient ročního využití fotovoltaických elektráren v EU za období 2015 až 2016.....</b>	<b>67</b>

## Seznam použitých zkratek

AV ČR - Akademie věd České republiky  
CNG – stlačený zemní plyn  
EEA - European Environment Agency  
g – gram (jednotka hmotnosti)  
GJ – gigajoule (jednotka energie)  
GWh – gigawatthodina (jednotka energie)  
HDP – hrubý domácí produkt  
IEA - International Energy Agency  
Kg - kilogram  
ktoe - tisíc tun ropného ekvivalentu (jednotka energie)  
kW - kilowatt (jednotka výkonu)  
kWh - kilowattodina (jednotka energie)  
LNG - zkapalněný zemní plyn  
MERO – Mezinárodní ropovody  
MW – megawatt (jednotka výkonu)  
MWh - megawatthodina (jednotka energie)  
OZE – obnovitelné zdroje energie  
PEZ – primární energetické zdroje  
PPE - paroplynová elektrárna  
PPP - parity kupní síly  
SEK - Státní energetická koncepce  
t – tuna (jednotka hmotnosti)  
TJ - terajoule (jednotka energie)  
toe - tuna ropného ekvivalentu (jednotka energie)  
TWh - terawatthodina  
USD – americký dolar

## **Seznam příloh**

**Příloha A:** Koeficient ročního využití větrných elektráren v EU za období 2015 až 2017

**Příloha B:** Koeficient ročního využití fotovoltaických elektráren v EU za období 2015 až 2017

**Příloha A: Koeficient ročního využití větrných elektráren v EU za období 2015 až 2017**

Země	Koeficient ročního využití větrných elektráren v EU za období 2015 až 2017 v %
Česko	21,77
Německo	20,00
Dánsko	30,05
Kypr	15,85
Rakousko	23,35
Belgie	27,31
Bulharsko	23,85
Estonsko	25,18
Řecko	24,70
Španělsko	24,36
Finsko	25,20
Francie	22,02
Chorvatsko	23,19
Maďarsko	24,69
Irsko	27,07
Itálie	20,29
Litva	25,58
Lucembursko	16,72
Nizozemsko	25,35
Lotyšsko	22,48
Malta	-
Polsko	26,64
Slovinsko	13,69
Slovensko	20,93
Spojené království Velké Británie a Severního Irsku	29,06
Švédsko	29,92
Portugasko	27,31
Rumunsko	26,18

Zdroj: Eurostat (2019c), Eurostat (2018), Eurostat (2017b), International Energy Agency (2019d); zpracováno autorem Filipem Janouškem

**Příloha B: Koeficient ročního využití fotovoltaických elektráren v EU za období 2015 až 2017**

Země	Koeficient ročního využití fotovoltaických elektráren v EU za období 2015 až 2017 v %
Česko	12,10
Německo	10,81
Dánsko	9,42
Kypr	18,87
Rakousko	11,42
Belgie	10,75
Bulharsko	15,40
Estonsko	-
Řecko	17,27
Španělsko	19,50
Finsko	6,61
Francie	13,10
Chorvatsko	14,01
Maďarsko	11,27
Irsko	12,13
Itálie	13,70
Litva	11,11
Lucembursko	9,74
Nizozemsko	8,65
Lotyšsko	-
Malta	15,35
Polsko	6,72
Slovinsko	13,12
Slovensko	11,06
Spojené království Velké Británie a Severního Irska	9,88
Švédsko	10,69
Portugalsko	20,47
Rumunsko	15,88

Zdroj: Eurostat (2019c), Eurostat (2018), Eurostat (2017b), International Energy Agency (2019d); zpracováno autorem Filipem Janouškem



## **Abstrakt**

Janoušek, F. (2019). *Vývoj energetiky v České republice ve vztahu k Evropské unii* (Bakalářská práce), Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta ekonomická, Česko.

**Klíčová slova:** energetika, energetická náročnost, obnovitelné zdroje energie,

Bakalářská práce pojednává o vývoji energetiky v České republice v posledních letech. Práce se skládá ze dvou částí. První část je teoreticky zaměřena, jsou zde na základě rozboru odborné literatury charakterizovány specifika energetiky ČR v porovnání s ostatními členskými státy unie, dále je v této části popsána problematika týkající se energetických surovin. Druhá část práce je prakticky zaměřena. Potřebná data byla získána výhradně kabinetním výzkumem. Takto získaná data byla zpracována do grafů, tabulek a map. V této části je analyzováno, jak se během let změnila energetická náročnost ČR. Dále je zde popsán vývoj vybraných energetických ukazatelů. Je zde také zhodnocena problematika týkající se produkce elektřiny současných větrných a fotovoltaických elektráren v EU. V závěru práce jsou z geografického pohledu zhodnoceny negativní dopady, případné další rozsáhlé výstavby větrných a fotovoltaických elektráren v ČR.

## **Abstract**

Janoušek, F. (2019). *Development of energy industry in the Czech Republic in relation to the European Union* (Bachelor Thesis). University of West Bohemia, Faculty of Economics, Czech Republic.

**Key words:** energy industry, energy intensity, renewable energy sources,

The bachelor thesis deals with the development of Czech energy industry in past years. The thesis consists of two parts. The first part is theoretically focused based on the analysis of scientific literature describing the specifics of the Czech energy industry compared to others EU Member states. Later in this section, issues related to energy raw materials are described. The second part of the thesis is practically oriented. The required data was obtained exclusively by using the cabinet research method and processed into graphs, tables, and maps. An analysis of how the energy intensity in the Czech Republic has changed over the years is shown. In addition, the development of selected energy indicators and the issue of electricity production of current wind and photovoltaic power plants in the EU are examined. In the final section, a negative impact of another potential large-scale construction of wind and photovoltaic power plants in the Czech Republic is evaluated from geographic perspectives.