



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ENERGETICKÝ ÚSTAV

ENERGY INSTITUTE

ENERGETICKÝ MIX V ČR

ENERGY MIX IN THE CZECH REPUBLIC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Fojtl

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Martin Lisý, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Energetický ústav
Student:	Martin Fojtl
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojírenství
Vedoucí práce:	Ing. Martin Lisý, Ph.D.
Akademický rok:	2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Energetický mix v ČR

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Každý stát se snaží maximálně diverzifikovat své zdroje elektrické energie, aby jeho zdroje nebyly závislé na jedné komoditě. Tento tzv. energetický mix se skládá většinou z různých podílů primárních i druhotných energetických zdrojů, z fosilních i obnovitelných zdrojů. Energetický mix každého státu je pak také výrazně závislý na klimatických a přírodních podmínkách, na dostupných zdrojích fosilních paliv.

Práce je zaměřena na rešerši energetického mixu České republiky, tj. zdrojů elektrické energie, a to jak jeho vývoj v minulosti, tak i z hlediska předpokladů budoucího vývoje.

Cíle bakalářské práce:

Zpracovat rešerši vývoje energetického mixu ČR do současnosti.

Zpracovat rešerši předpokládaného vývoje energetického mixu.

Porovnat skladbu zdrojů elektrické energie ČR se státy EU.

Seznam doporučené literatury:

CENEK, Miroslav. Obnovitelné zdroje energie. 2. upr. a dopl. vyd. Praha: FCC Public, 2001. ISBN 80-901985-8-9.

KUBÍN, Miroslav. Energetika: perspektivy - strategie - inovace v kontextu evropského vývoje. Brno: Jihomoravská energetika, 2002. ISBN 80-239-0587-2.

ŠÍPAL, Jaroslav. Energetika: studijní text pro prezenční a kombinované studium. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2014. Skripta. ISBN 978-80-7414-737-1.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá energetickým mixem České republiky. První část je zaměřena na vývoj energetického mixu do současnosti. V další části je popsán předpokládaný vývoj energetického mixu do budoucnosti, ze státního a ekologického pohledu. V poslední části je porovnána skladba zdrojů elektrické energie České republiky se státy Evropské unie.

Klíčová slova

Energetický mix v ČR, Státní energetická politika, elektrická energie

ABSTRACT

This bachelor's thesis addresses the mixture of energy mix in Czechia. The first part is focused on the evolution of energy mixture up to present days. In the next part, the expected development of the mixture is described from the state energy policy and ecological points of view. Lastly, in the final section, there is a comparison of compositions of electric energy source between Czechia and other countries of a European Union.

Key words

Energy mix in CR, State energy policy, electricity

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

FOJTL, Martin. *Energetický mix v ČR* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124532>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav. Vedoucí práce Martin Lisý.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Energetický mix v ČR** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který tvoří přílohu této práce.

.....
Datum

.....
Jméno a příjmení

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěl poděkovat Ing. Martinovi Lisému, Ph.D. za cenné připomínky, rady a plnou podporu, které mi poskytl při vypracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za důvěru.

OBSAH

ÚVOD	11
1 Vývoj energetického mixu ČR do současnosti	12
1.1 Vývoj do přelomu tisíciletí.....	12
1.2 Energetický mix České republiky v období 2005-2010.....	13
1.3 Energetický mix České republiky v období 2010-2017	15
1.4 Energetický mix v roce 2018 a 2019.....	16
1.5 Popis jednotlivých druhů elektráren.....	17
2 Předpokládaný vývoj energetického mixu	19
2.1 Státní energetická politika	19
2.1.1 Státní energetická koncepce (SEK)	19
2.1.2 Rozšíření jaderných elektráren	21
2.1.3 Těžební limity	22
2.2 Ekologický pohled.....	22
3 Porovnání skladby zdrojů elektrické energie ČR se státy EU	24
3.1 Slovensko	24
3.2 Rakousko	25
3.3 Německo.....	26
3.4 Polsko	27
3.5 Francie.....	28
3.6 Celkové porovnání energetických mixů v rámci EU	29
ZÁVĚR	32
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	33
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	37
SEZNAM OBRÁZKŮ	38
SEZNAM TABULEK.....	39

ÚVOD

Energetický mix vyjadřuje podíl primárních a sekundárních zdrojů energie při výrobě elektřiny. Primární zdroje energie nejsou člověkem nijak přetvořené. Dělíme je podle obnovitelnosti. Neobnovitelné zdroje jsou jaderná a fosilní paliva. Mezi fosilní paliva řadíme uhlí, ropu a plyn. Do obnovitelných zdrojů řadíme biomasu, vítr, slunce a vodu. Sekundární zdroje, jsou zdroje vyrobené člověkem. Řadí se mezi ně komunální odpad nebo vyjeté oleje.

Energetický mix, je součástí každé společnosti, která vyrábí elektrickou energii. Každý stát se snaží mít energetický mix ideální pro své dané podmínky. Představa o ideálním energetickém mixu je u každého státu odlišná. Odvíjí se od dostupnosti surovin potřebných pro různé typy elektráren, zeměpisné polohy, sociální úrovně společnosti nebo přírodních jevů.

Cílem energetického mixu je zajištění energetické bezpečnosti, soběstačnosti a nezávislosti na jedné surovině nebo jednom druhu elektráren. Energetický mix se neustále vyvíjí a přizpůsobuje novým poznatkům, vynálezům nebo požadavkům dané doby. V současné době je nejvíce diskutovaným tématem vypouštění škodlivin do ovzduší a s tím spojený přechod z fosilních paliv na obnovitelné zdroje. [1]

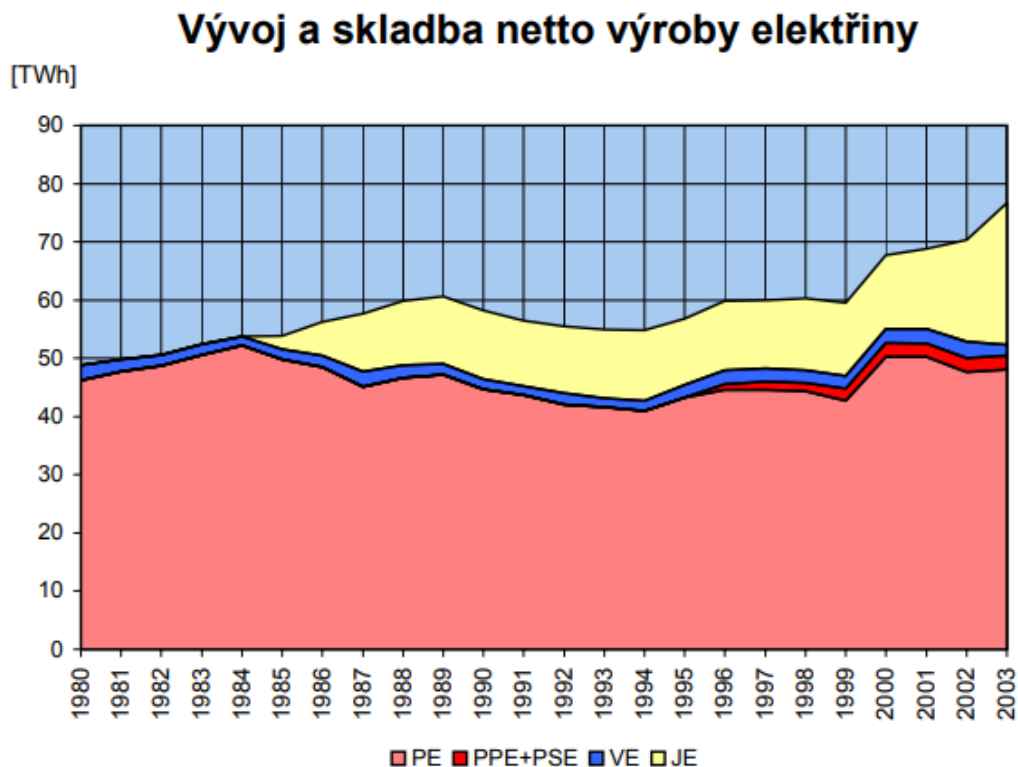
1 Vývoj energetického mixu ČR do současnosti

Energetický mix od doby prvních elektráren prošel velkým vývojem. Na tento vývoj měl velký vliv technologický pokrok. Kromě vlivu technologií můžeme sledovat vliv společenský a politický. Ke zpracování tohoto tématu jsou použity poslední dostupné informace, nicméně výroční zprávy z posledních let, například Energetického regulačního úřadu, ještě nejsou zpracovány. Česká republika se snaží mít energetický mix vyvážený, postupně přecházet z mixu orientovaného na uhlí, na mix více zdrojů a zároveň zvyšovat podíl jaderné energetiky. Tato změna je důležitá pro energetickou bezpečnost a strategickou flexibilitu České republiky. [2]

1.1 Vývoj do přelomu tisíciletí

Počátky elektrifikace českého území začaly na konci 19. století. Vzhledem k už tehdy rozvinuté těžbě uhlí bylo jasné, jakým trendem se elektrifikace bude ubírat. Tento trend vydržel až do současnosti. Po první světové válce byl vydán zákon O soustavné elektrizaci a na celém území Československa bylo vybudováno velké množství nových elektráren. V roce 1920 byl výkon všech evidovaných elektráren 800 MW. Nejvýznamnější elektrárny byly v oblastech, kde se těžilo uhlí. Doplnkem se staly elektrárny vodní. Na území dnešního Slovenska byly tyto vodní elektrárny postaveny na řece Váh. Tento meziválečný rozmach znamenal, že v provozu bylo tehdy 91 turbín s průměrným jednotkovým výkonem 7,91 MW. Celkově se v období 1919-1939 navýšil výkon parních elektráren o 354,7 MW. Následovalo období druhé světové války, během které nebyly vybudovány žádné nové elektrárny. Jedinou výjimkou byla teplárna v Záluží s výkonem 200 MW. Po válce a následné obnově průmyslu se zvedly požadavky na elektřinu, což mělo za následek vlnu staveb nových elektráren a modernizaci těch stávajících. Elektrárna Ervěnice II., která byla plánovaná již před válkou, byla dokončena v roce 1952 s celkovým výkonem 140 MW, oproti plánovaným 1000 MW.

S novým blokovým uspořádáním bylo v nových elektrárnách dosahováno větších výkonů. V šedesátých letech 20. století byl velký nárůst parních elektráren, konkrétně se jednalo o 1980 MW nového výkonu. Velký rozmach elektráren na uhlí měl značný vliv na životní prostředí. První pokusy o odsíření se začaly realizovat v osmdesátých letech, ale nebyly úspěšné. Díky velkým změnám politických a společenských poměrů v roce 1989 se začalo do ekologizace uhelných zdrojů více investovat. V roce 1992 spustila společnost ČEZ program, jehož cílem bylo snížit množství škodlivin v ovzduší způsobené uhelnými elektrárnami. Během šesti let přišlo razantní snížení emisí v porovnání se začátkem 90. let. Součástí tohoto programu byla taky modernizace uhelných elektráren a nové ekologické zdroje. Tento program má končit v roce 2050 odstavením posledních uhelných elektráren. I proto se následně nastavil trend, postupného snižování podílu uhelných elektráren a jejich nahrazení jadernými elektrárnami nebo energií z OZE (obnovitelné zdroje energie). [3]



Obr. 1.1 Skladba zdrojů elektrické energie od roku 1980. [4]

Z Obr. 1.1 je patrné, že největší změnou od roku 1980 byl nový zdroj energie označen JE. Tento zdroj je jaderná energie. Jaderná energetika má v České republice podporu společnosti a legislativy. První jaderná elektrárna se začala stavět v roce 1958, v Jaslovských Bohunicích, v tehdejší Československu. První jaderná elektrárna na českém území se začala stavět o 20 let později, v roce 1978 u obce Dukovany. Do provozu byla elektrárna Dukovany uvedena mezi roky 1985 a 1987. Všechny čtyři bloky této elektrárny byly později modernizovány. Druhá jaderná elektrárna na českém území, Temelín, se začala stavět v roce 1982. Při výstavbě prvních dvou bloků nastal odklad, způsoben společenskými změnami po roce 1989. Po vypsání nového tendru byla následně jaderná elektrárna Temelín dostavěna. V roce 2000 a 2003 byly první dva bloky spuštěny. [5]

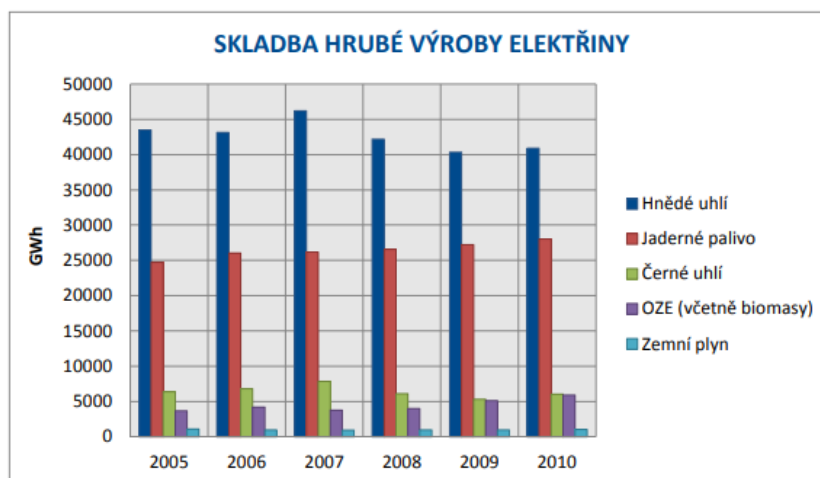
1.2 Energetický mix České republiky v období 2005-2010

Skladba zdrojů na výrobu elektřiny je vidět na Obr. 1.2. Hlavním cílem České republiky v tomto období bylo zvýšit podíl OZE na 8 % hrubé konečné spotřeby energie. Tento cíl byl v roce 2010 splněn. Každé odvětví OZE v tomto období zaznamenalo růst, což je viditelné na datech v Tab. 1.1. V oblasti biomasy, bioplynu a větrných elektráren, pozorujeme postupný nárůst v čase. Větrné elektrárny už od roku 2003 pravidelně navyšují svůj instalovaný výkon v řádu desítek procent. Velmi rychlý růst, hlavně v roce 2010 zaznamenala fotovoltaika. [6]

Tab. 1.1 Časová řada vývoj hrubé spotřeby elektřiny (GWh). [6]

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Vodní elektrárny	2 019,4	2 380,9	2 550,7	2 089,6	2 024,3	2 430,0	2 789,5
MVE < 1 MW	286,1	343,9	333,0	520,5	492,3	560,9	554,7
MVE 1 až < 10 MW	617,4	728,7	631,4	491,6	474,6	521,7	603,9
VVE ≥ 10 MW	1 116,9	1 309,2	1 586,3	1 077,5	1 057,5	1 347	1 630,9
Biomasa celkem	564,5	560,2	731,0	968,1	1 170,5	1 396,2	1 492,2
Štěpka apod.	265,2	222,5	272,7	427,5	603,0	650,0	641,8
Celulózové výluhy	272,8	280,5	350,0	474,5	458,5	500,5	514,7
Rostlinné	20,8	53,7	84,4	26,4	23,1	72,9	74,1
Pelety a brikety	2,6	4,4	23,8	39,2	84,5	164,1	241,3
Ostatní biomasa	-	0	0	0	1,4	8,6	20,3
Kapalná biopaliva	-	-	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
Bioplyn celkem	138,7	160,8	175,8	215,2	266,9	441,3	634,6
Komunální ČOV	63,5	71,4	67,6	70,8	74,0	79,0	85,0
Průmyslové ČOV	2,0	2,8	2,1	3,3	4,0	3,6	4,9
Bioplynové	7,1	8,2	19,2	43,2	91,6	262,6	447,4
Skládkový plyn	66,0	78,3	86,9	97,8	97,2	95,8	97,3
Tuhé komunální	10,0	10,6	11,2	11,9	11,7	10,9	35,6
Větrné elektrárny	9,8	21,4	49,4	125,1	244,7	288,0	335,6
Fotovoltaika	0,0	0,4	0,5	2,1	12,9	89,0	615,7
Celkem	2 771,7	3 133,4	3 518,8	3 412,1	3 731,0	4 654,9	5 903,2
Podíl na hrubé spotřebě	4,0%	4,4%	4,9%	4,7%	5,1%	6,7%	8,32%

Podíl jaderné energetiky stoupal, konkrétně jaderná elektrárna Temelín za toto období dvakrát zaznamenala maximální výkon ve výrobě elektřiny za jeden rok. Hnědé a černé uhlí kopírují společný trend, kterým je pokles po velmi vysoké spotřebě v roce 2007. [6]

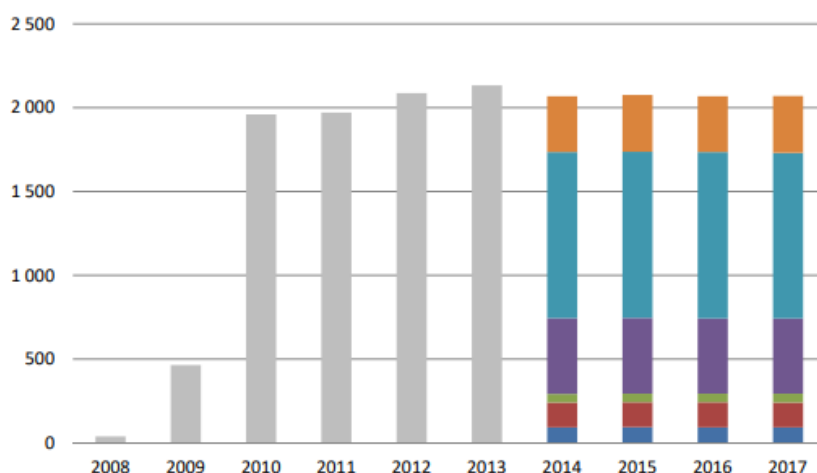


Zdroj: ERÚ

Obr. 1.2 Skladba hrubé výroby elektřiny. [6]

1.3 Energetický mix České republiky v období 2010-2017

Z Tab. 1.2 Energetický mix České republiky v letech 2010-2017. vyplývá, že se vývoj energetického mixu v letech 2010-2017 ustálil a přiblížil stavu posledních let. Největší změnou z období před rokem 2010 byl nárůst fotovoltaických elektráren. Instalovaný výkon se během roku 2010 zvětšil čtyřikrát, až na hodnotu 2000 MW viz. Obr. 1.3. V roce 2001 vešla v platnost směrnice Evropského parlamentu o podpoře elektřiny vyrobené z OZE [1]. V České republice byl přijat zákon o podpoře výroby elektřiny z OZE a vytvořil se systém dotací pro větší rentabilitu výroby elektřiny. Pro fotovoltaiku to znamenalo fixní výkupní cenu za megawatthodinu, garantovanou zákonem. Tento systém byl pro investory do fotovoltaiky velmi výhodný. Spolu s poklesem ceny potřebných investičních nákladů to znamenalo velký přírůstek v této oblasti. [9],[10]



Obr. 1.3 Vývoj instalovaného výkonu fotovoltaických elektráren. [8]

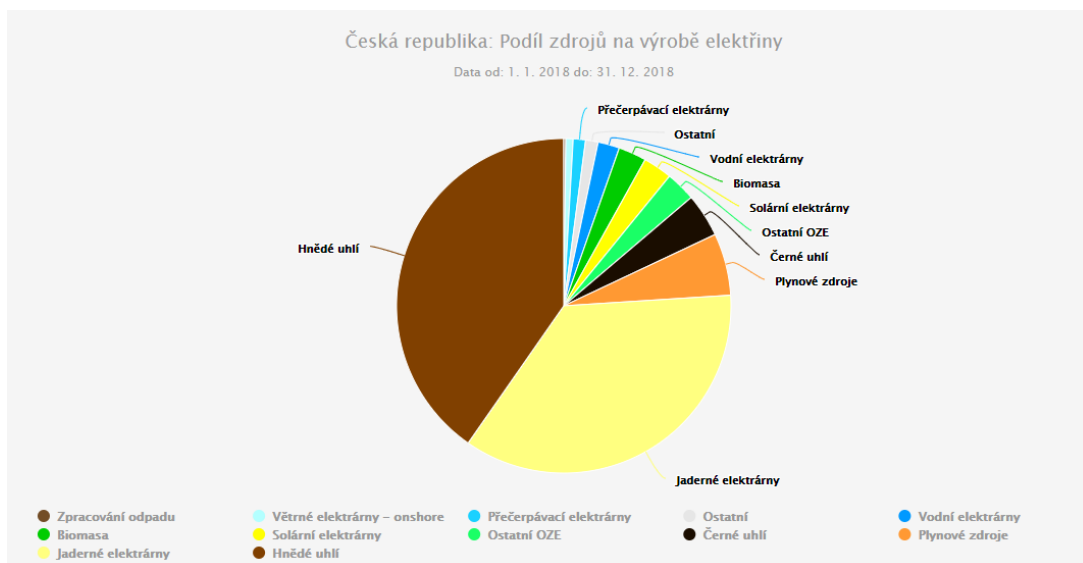
Další změnou v tomto období je nárůst v oblasti jaderných elektráren. Tento nárůst je způsoben modernizací jaderné elektrárny Dukovany, která byla dokončena v květnu 2012. V rámci modernizace došlo ke zvýšení instalovaného výkonu každého ze čtyř bloků z původních 440 MW na 510 MW. [10]

Tab. 1.2 Energetický mix České republiky v letech 2010-2017. [9]

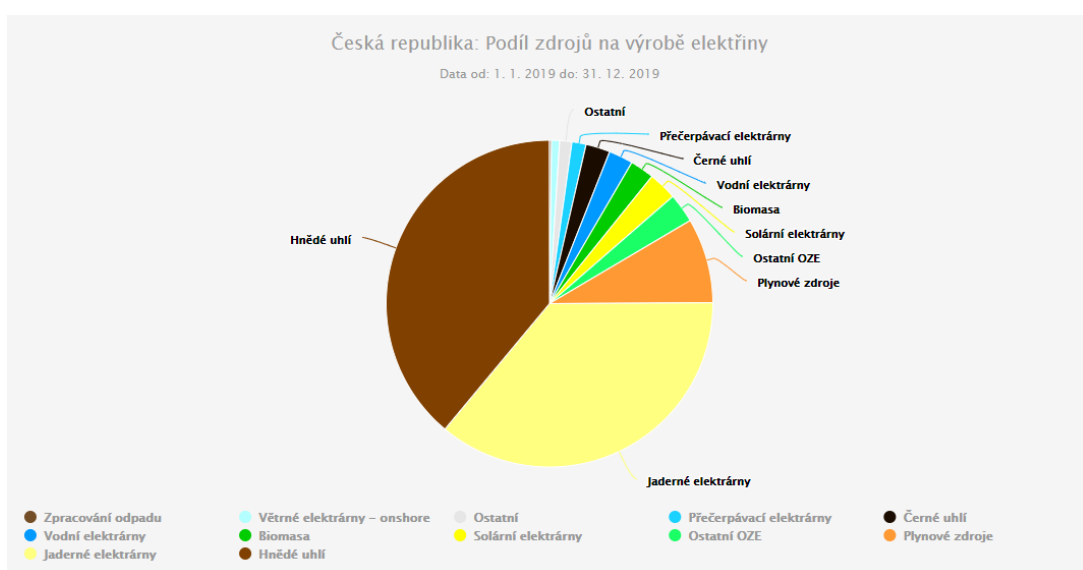
Druh elektrárny	Platnost k 31.12.							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Výkon [MW]	Výkon [MW]	Výkon [MW]	Výkon [MW]	Výkon [MW]	Výkon [MW]	Výkon [MW]	Výkon [MW]
Parní (PE)	10769	10787,5	10644	10819	10904	10738	10850	11075
Jaderné (JE)	3900	3970	4040	4290	4290	4290	4290	4290
Fotovoltaické (PV)	1959,1	1971	2086	2132	2061	2070	2068	2040
Přečerpávací (PVE)	1146,5	1146,5	1146,5	1146,5	1072	1172	1172	1172
Vodní (VE)	1056,1	1054,6	1069	1083	1190	1087	1090	1090
Paroplynové (pPE)	590,7	590,7	520	518	1363	1363	1363	1364
Bioplynové (pSE)	433,7	510,8	750	820	766	861	861	895
Větrné (VTE)*	215	217	260	268	283	283	283	308
Celkem	20072,9	20250	20520	21079	21923	21856,5	21989	22234

1.4 Energetický mix v roce 2018 a 2019

Energetický mix v letech 2018 a 2019 je zobrazen na Obr. 1.4 a Obr. 1.5. V posledních letech je energetický mix téměř neměnný, změny dosahují maximálně pěti procent. Nejvýraznější změnou je pokles používání černého uhlí, a to až na polovinu hodnoty z roku 2017. V roce 2019 byl podíl černého uhlí na výrobě elektřiny jen 2,4 %. Postupná změna nastává u snižování podílu hnědého uhlí. V budoucnu by podíl hnědého uhlí měla zaujmout jaderná energie. Postupné snižování podílu uhlí se odehrává v řádu jednotek procent za rok, což odpovídá nastolenému trendu a směru, který si Česká republika stanovila, a ve kterém chce i nadále pokračovat. V roce 2019 stojí za zmínku i nárůst o dva procentní body u plynových zdrojů, tento nárůst se týká především zemního plynu. Naopak stejný podíl na energetickém mixu můžeme pozorovat u solárních elektráren, vodních elektráren a biomasy. Tyto zdroje kopírují trend posledních let, kdy se nezvyšuje jejich instalovaný výkon. [10]



Obr. 1.4 Energetický mix České republiky v roce 2018. [10]



Obr. 1.5 Energetický mix České republiky v roce 2019. [10]

1.5 Popis jednotlivých druhů elektráren

Uhelné elektrárny

Uhelné elektrárny mají v České republice dlouhou tradici a stále jsou největším zdrojem elektrické energie. Největší výhodou uhelných elektráren je, že jsou schopny dodávat elektřinu kdykoliv a bez obrovských nákladů. Uhlí se zbaví kamenů a rozemele, následně se spolu s předehřátým vzduchem vyfukuje do spalovací komory kotle. Teplo vzniklé spalováním se předá v parogenerátoru vodě. Ta změní skupenství na páru. Přehřátá pára expanduje a předá svoji energii lopatkám turbíny. Po vykonání práce se pára přemísťuje do kondenzátoru, kde se mění zpět na vodu. Ještě před opětovným vstupem do parogenerátoru se voda ohřeje pomocí výměníku tepla. Tak se dokončí celý Rankine-Clausiusův cyklus. U starších bloků byla účinnost okolo 30 %. Dnes u bloků modernějších přesahuje účinnost hodnotu 40 %. [11]

Jaderné elektrárny

V jaderných elektrárnách se elektřina také vyrábí otáčející turbínou. Pára, která tuto turbínu rozpojuje není ohřátá spalováním, ale štěpnou reakcí. Tato reakce probíhá v jaderném reaktoru. Začátkem štěpné reakce je dopad neutronu do jádra radioaktivního prvku. Jádro se rozkmitá a rozštěpí. Při srážce odštěpku s dalšími atomy se uvolňuje tepelná energie, kterou používáme na výrobu páry. Počet neutronů je redukován řídicími tyčemi, aby nedošlo k neřízenému štěpení. V případě jakéhokoliv nebezpečí je možné štěpnou reakci zastavit pomocí bezpečnostních tyčí z materiálu pohlcujícího neutrony. Největší výhodou jaderných elektráren je velká efektivita, nulová produkce skleníkových plynů a nízké provozní náklady. Nevýhodou je jaderný odpad, který zatím neumíme využít a pouze ho uchováváme. [12]

Paro-plynové elektrárny

Paro-plynové elektrárny v České republice fungují na podobném principu jako elektrárny uhelné. Fungují na principu dvou cyklů, kdy se k Rankin-Clausiovu cyklu přidá cyklus Braytonův. Spojením těchto dvou cyklů a využitím jejich předností získáváme větší účinnost. Její hodnota může dosahovat až 58 %. Nejčastějším palivem je zemní plyn. Dále se jako palivo může použít topný olej nebo plyny získané zplyňováním uhlí nebo biomasy. Mezi výhody paro-plynových elektráren patří flexibilita, tedy rychlé spuštění nebo regulace pro stabilizaci elektrizační soustavy. Další výhodou je, že oproti uhelným elektrárnám produkují výrazně méně emisí. [13]

Fotovoltaické elektrárny

Fotovoltaické elektrárny využívají nevyčerpatelný zdroj energie, sluneční záření. Patří tedy do kategorie obnovitelných zdrojů energie. Solární elektrárny využívají na výrobu elektřiny fotovoltaický jev. Fotovoltaický panel se skládá z jednotlivých článků, jejichž základ je polovodičová dioda. Dopadem fotonů slunečního záření vzniká fotoelektrický jev. Při tomto jevu jsou z krystalové mřížky uvolňovány elektrony. Ty se hromadí ve vrstvě N a vzniká napětí. V praxi se používá sériovo-paralelní zapojení pro zvýšení hodnot. Teoreticky lze využít maximálně 50 % dopadajícího záření, ale v praxi je tato hodnota ještě menší. Nevýhodou je nízká intenzita slunečního záření a doba svitu v České republice. Další nevýhodou je poměrně nízká životnost a vysoké investiční náklady. Výhodou je, že solární elektrárny nevyžadují obsluhu a neprodukují emise. [14]

Větrné a vodní elektrárny

Větrné a vodní elektrárny fungují na podobném principu. Voda či vítr mechanicky roztáčí lopatky turbíny, respektive listy rotoru, a vytváří mechanickou energii. Ta je prostřednictvím generátoru převedena na elektrickou energii. Oba zdroje jsou obnovitelné a neprodukují žádné emise. Stejně jako u fotovoltaických elektráren, nemá Česká republika ideální podmínky ani pro využívání větrných a vodních elektráren. [15][41]

Biomasa

Mezi další obnovitelné zdroje patří biomasa. Biomasa označuje všechnu organickou hmotu na naší planetě, tedy těla všech organismů. V energetice jako biomasu bereme především rostliny, protože jsou schopny fotosyntézy, která jim ukládá energii ze slunečního záření. Nejstarší metodou získávání energie z biomasy je spalování. Během spalování dochází k rozkladu na hořlavé plyny, které se spalují. Při spalování dochází i k uvolňování oxidu uhličitého, ale výsledná bilance je skoro nulová, protože rostliny podobné množství CO₂ absorbují během svého života. Biomasa je složité palivo a při spalování je důležitá vysoká teplota a promísení se vzduchem. Nejvyšší účinnost má biomasa při výrobě tepla, a proto je velmi často využívána v domácnostech jako zdroj tepelné energie. Největší výhodou je možné využívání odpadů, dostupnost spalovacích technologií a možnost využití v domácnostech. Jako nevýhodu bereme nutnost skladovacích prostor a nižší účinnost při výrobě elektřiny. [16]

2 Předpokládaný vývoj energetického mixu

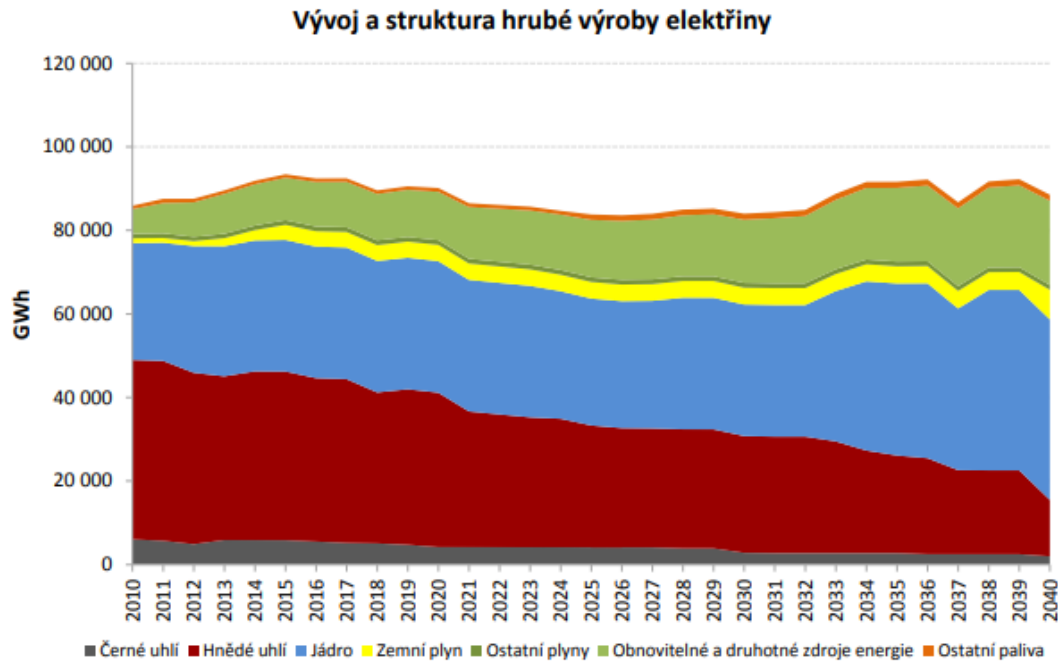
Na vývoj energetického mixu, se lze dívat z více perspektiv. První může být perspektiva ekonomická. Chceme dosáhnout energetického mixu, s co nejnižší cenou. Česká republika by například mohla najednou začít používat jen větrné elektrárny, ale náklady na tuto změnu by byly obrovské, což by zapříčinilo i razantní zvýšení ceny elektřiny pro spotřebitele. Mezi další faktory, které vývoj energetického mixu velmi ovlivňují, patří technologie. Technologické možnosti ovlivňují celou sféru energetického oboru. V neposlední řadě je energetický mix ovlivněn i politickou situací. Česká republika, jako součást Evropské unie, se zavazuje k plnění limitů, například na procentuální výrobu elektřiny pomocí obnovitelných zdrojů energie. I přes všechny aspekty, jsou na vývoj energetického mixu rozporuplné názory. [2]

2.1 Státní energetická politika

Česká republika chce zajistit dodávky elektrické energie a jejich udržitelnost. K tomu potřebuje mít dlouhodobou vizi a konat dílčí kroky pro její splnění. Tato vize musí myslet na energetickou bezpečnost, životní prostředí i ekonomickou stránku.

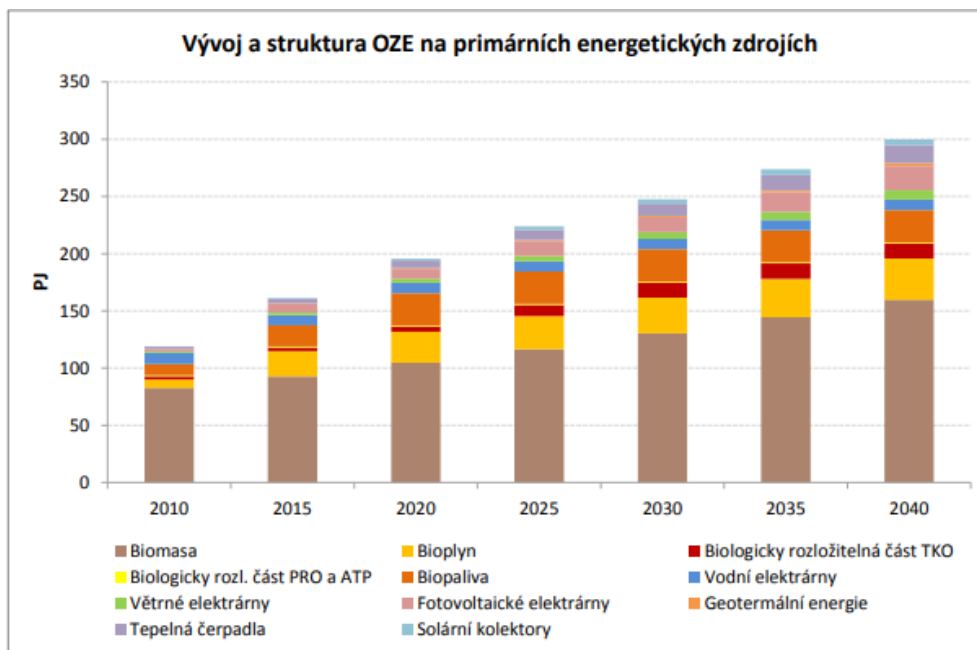
2.1.1 Státní energetická koncepce (SEK)

Nejdůležitějším dokumentem, pro vývoj energetického mixu v České republice, je Státní energetická koncepce. Tento dokument byl aktualizován ministerstvem průmyslu a obchodu, a schválen vládou v roce 2015. SEK je platná do roku 2040 a má tři hlavní strategické cíle. Těmi jsou bezpečnost, konkurenceschopnost a udržitelnost. Bezpečnost a jistota dodávek energie, a to i v době výpadku zdrojů, či krizích v rámci Evropské unie. Konkurenceschopnost cílí na přijatelnost konečné ceny energie v porovnání s okolními zeměmi. Udržitelnost má kontrolovat strukturu energetiky, která je dlouhodobě udržitelná, z pohledu finančně-ekonomického, životního prostředí a schopnosti zajistit potřebné investice do obnovy a rozvoje. Kromě těchto cílů, se zabývá i dalšími odvětvími souvisejícími s energetikou. Prioritou číslo jedna je vyvážený energetický mix primárních zdrojů, který je založený na širokém portfoliu ve snaze dosáhnout soběstačnosti a bezpečnosti. Postupný plán je přechod z mixu orientovaného na uhlí, na diverzifikované portfolio, s vyšším podílem jaderné energetiky, jak je vidět na Obr. 2.1. Vyšší podíl jaderné energetiky by měly podle predikcí na spotřebu zajistit 1 až 2 nové bloky. Podíl jaderného paliva v roce 2040 by v celkové struktuře měl zaujímat odhadem 50 %. Obnovitelné a druhotné zdroje by podle předpokladu zaujímaly 20 % cílové struktury. Hnědé a černé uhlí 10–20 % a zemní plyn 5–15 %. Tento mix zajistí překlenutí období do plné konkurenceschopnosti obnovitelných zdrojů, jaderné fúze a dostupnosti jaderného reaktoru IV. generace. Během tohoto přechodu by měly být respektovány požadavky na účinnost a ochranu životního prostředí. Export elektřiny oproti minulosti není cílem, cílem je pokrytí domácí spotřeby. [2]



Obr. 2.1 Předpokládaný vývoj a struktura hrubé výroby elektřiny do roku 2040. [2]

Potenciál energie z obnovitelných zdrojů je limitován přírodními podmínkami. Celková výše obnovitelných zdrojů energie má do roku 2040 vzestupný charakter, jak lze vidět na Obr. 2.2. Tento trend se snaží maximalizovat využití tuzemských zdrojů. Nejdůležitější složkou OZE, s největším potenciálem rozvoje, by měla zůstat biomasa. Využití biomasy je výhodné pro teplárenské odvětví. V tomto odvětví vodní, a větrná energie není tolik vhodná. Velký přírůstek se očekává u bioplynu, především v zemědělství. Vodní zdroje jsou do značné míry vyčerpány a nepředpokládá se výrazný růst v následujících obdobích. Větrné elektrárny jsou omezovány geograficky. Oblasti s pravidelným, dostatečně silným a stabilním větrem jsou nejčastěji v horských i chráněných krajinných oblastech, proto růst instalačního výkonu nebude velký. Solární elektrárny kvůli velkému zájmu od roku 2010 naráží na limity sítí a ochranu zemědělské půdy. Opětovný růst se očekává až po roce 2025, po dosažení její plné konkurenceschopnosti. Do roku 2030 se plánují nahradit fotovoltaické elektrárny nově vystavenými zdroji. Rozšiřování těchto elektráren se kvůli zemědělské půdě neplánuje. Proto se v budoucnosti zdá vhodné, používat solární elektrárny jako zdroj malých výkonů na budovách. [2]



Obr. 2.2 Předpokládaný vývoj a struktura OZE na primárních zdrojích do roku 2040. [2]

2.1.2 Rozšíření jaderných elektráren

Pro zvýšení podílu jaderné energetiky v energetickém mixu je potřeba výstavba nového bloku jaderné elektrárny. Jaderná energetika má velmi dobré konkurenční prostředí. V České republice máme zkušenosti s provozem a vhodné lokality pro výstavbu. Další významnou rolí hrající v prospěch jaderné energetiky je legislativa a společenská úroveň. Od dostavění elektrárny Temelín proběhla jen modernizace elektrárny Dukovany. Pro plnění priorit SEK se musí instalovaný výkon zvyšovat, a proto společnost ČEZ začala usilovat o dostavbu 3. a 4. bloku elektrárny Temelín. V roce 2009 ČEZ vypsal veřejnou zakázku na výběr dodavatele. V roce 2014 ČEZ tento tendr zrušil. Reagoval tak na vládní vyjádření, že vláda nebude finančně podporovat rozvoj jaderné energetiky. Jako důvod zrušení tendru uvedl ředitel společnosti ČEZ, Daniel Beneš neutěšenou situaci na energetickém trhu, a neochotu české vlády stavbu finančně podpořit. [17]

Shodou okolností tehdejší ministr financí Andrej Babiš, nyní jako současný premiér České republiky volá po rozšíření obou jaderných elektráren. Tvrdí, že postavení nových bloků, a tím posílení role jaderných elektráren je důležitým krokem pro posílení energetické bezpečnosti. Stavbu chce podpořit i přesto, že by mohlo dojít k porušení evropského práva. Konkrétně u britské elektrárny Hinkley Point, tak u polské elektrárny Paks Evropská komise rozhodla, že k zakázané podpoře došlo. Rakouští politici se nechali slyšet, že české jaderné plány považují za chybný vývoj, který je nebezpečný a nepochopitelný. V případě stavby nového bloku Dukovan, by mohli podat žalobu na nedovolenou státní podporu. V současnosti se vybírá, jaký model se pro stavbu použije. První varianta je dodávka na klíč od jedné firmy, druhá varianta je dodávka od jednoho hlavního dodavatele, který by koordinoval stavbu a poslední variantou je několik smluv s několika dodavateli, které by koordinoval investor. Další důležitý výběr bude výběr společnosti. Předběžný zájem projevilo několik společností, ze Spojených států amerických, Francie, Ruska, Číny a Jižní Koreje. Při výběru se bude brát v potaz bezpečnost a technologické i ekonomické faktory. Nemalou roli hraje i politický faktor. Jedná se o dlouhou a rozsáhlou spolupráci, řádově ve stovkách miliard korun, a proto i zvolení partnera, může hrát roli v tom, kam se Česká republika bude v dalších letech politicky ubírat. [18],[19],[20]

2.1.3 Těžební limity

Dalším probíraným tématem v české společnosti je prolomení těžebních limitů. Jedná se o územní limity v jednotlivých dolech, které těžba nesmí překročit. Hlavní důvod pro jejich zavedení byla ochrana životního prostředí a záruka existence obcím, v okolí dolů. Reagovalo se tak na zlikvidování 106 obcí v 70. a 80. letech kvůli rozšiřování dolů a následnému zhoršení kvality životního prostředí. Tyto limity byly zavedeny vládou Petra Pitharta v roce 1991. V roce 2008 byla poprvé upravena linie lomu Bílina. V roce 2015 se jednalo o dalším posunutí hranice lomu Bílina a posunutí hranice na dole ČSA. Prolomením limitů na dole Bílina by se získalo 0,1 miliard tun uhlí na dole ČSA dokonce 0,75 miliard tun. Největším problémem na dole ČSA bylo, že prolomením limitů, by bylo nutné zlikvidovat řádově stovky domů v obcích Horního Jiřetína a Černic. Z hlediska ekologie se i přes modernizaci a ekologizaci procesů jedná o velký zásah do životního prostředí. Na druhou stranu bylo podle tepláren nutné prolomit limity, aby se zachovala nízká cena tepla. Ta by mohla zapříčinit, že by obyvatelé přešli z centrálního zásobování teplem na vytváření vlastních, méně ekologických topenišť.

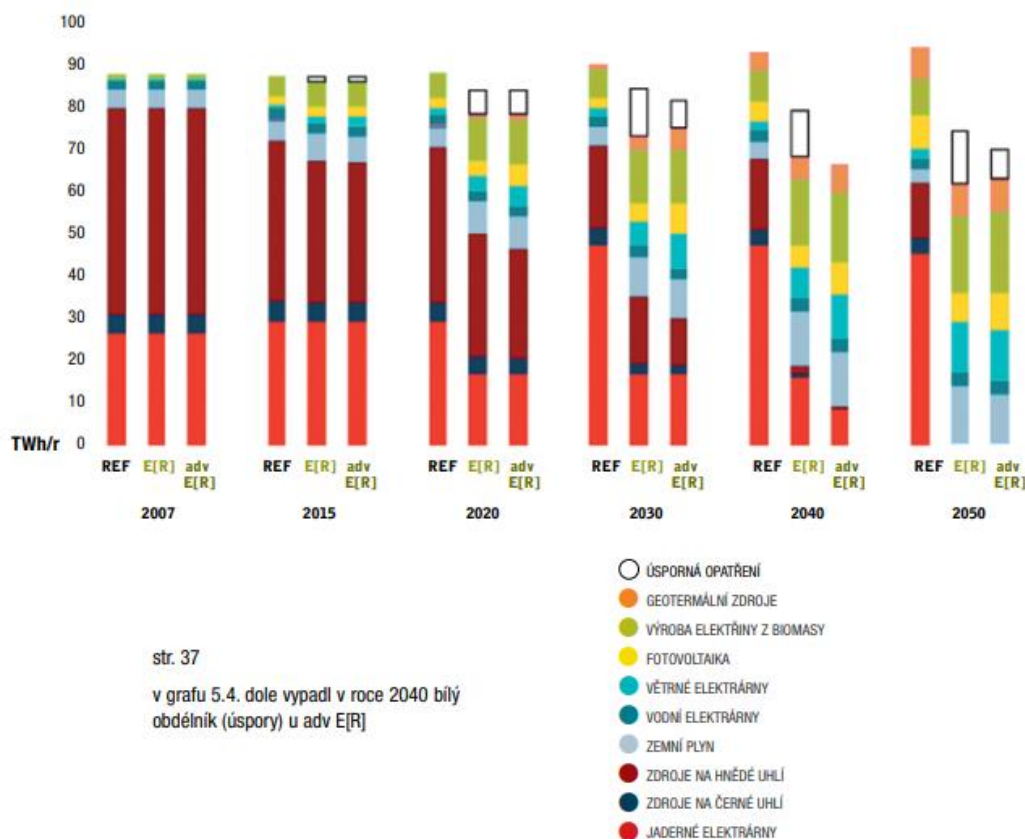
Prolomení limitů ovlivní i prostředí. Po ukončení těžby je krajina rekultivována, ale na tomto území už nemohou být obnoveny původní obce. Navýšení těžby by navíc mohlo zvýšit nebezpečí sesuvů půdy, zvláště v oblasti Krušných hor, které nejsou geologicky zcela stabilní. Těžba uhlí má velký vliv na zaměstnanost. Při zachování limitů by došlo do roku 2050 ke ztrátě téměř 34 000 pracovních míst, navíc v oblasti, kterou trápí vysoká nezaměstnanost. Naopak prolomení limitů by znamenalo ztrátu současných pracovních pozic v Horním Jiřetíně a Černicích. Do rozhodování se brala v potaz i energetická bezpečnost. Díky využívání zásob hnědého uhlí byla Česká republika jednou z nejvíce soběstačných zemí v Evropské Unii. OZE měly minimální podíl, a jaderná elektrárna se nestavěla. Na druhou stranu se vědělo, že bude nevyhnutelný útlum uhelné energetiky a postupný přechod na OZE. Na základě všech dostupných informací se vláda v roce 2015 rozhodla prolomit těžební limity jen na dole Bílina. V následujících letech se dá očekávat, další podobná debata o prolomení limitů. [21],[22]

2.2 Ekologický pohled

Jako zástupce ekologického pohledu na vývoj energetického mixu můžeme brát ekologickou organizaci Greenpeace. Energetická (r)evoluce je dokument popisující udržitelnou energetickou koncepci a představuje komplexní řešení Greenpeace, pro reformu energetiky. V dokumentu je uvedeno, že od začátku průmyslové revoluce je Česká republika na pátém místě v počtu emisí oxidu uhličitého do atmosféry, proto předkládá návrh, na revoluci v energetice, která má výrazně omezit emise skleníkových plynů.

Vytvořili scénář, který porovnávají s referenčním scénářem. Na rozdíl od referenčního scénáře, se všechny investice soustředí na obnovitelné zdroje. Celkovou spotřebu elektřiny chtějí snížit, díky úsporným opatřením. Dále mají v plánu odstavit uhelné elektrárny, kvůli emisím a neobnovitelnému zdroji paliva. Tento důvod uvádí i pro odstavení jaderných elektráren, spolu s rizikem vážných nehod, a nevyřešeným problémem s jaderným odpadem. Náhradou za odstavené elektrárny mají být elektrárny s obnovitelnými zdroji. Na Obr. 2.3 můžeme vidět předpokládaný vývoj, označen jako referenční scénář, v porovnání se scénářem energetické (r)evoluce a pokročilým scénářem energetické (r)evoluce. Největší podíl na výrobě elektřiny by měla mít biomasa. Klíčovým faktorem pro výrobu elektřiny z biomasy je cena paliva. Ta by podle tohoto scénáře měla klesat a zhruba 50 % bude pocházet z cíleného pěstování. Dále se předpokládá, že budou klesat investiční náklady. Pro teplárnu na biomasu by náklady z 4345 Euro/kW v roce 2007, mohly klesnout na 2355 Euro/kW. Větrná energie a fotovoltaika by měla být výrazně rozvinutější, díky menším nákladům na údržbu a nižší počáteční investici. Větrné elektrárny by měly zaznamenat nárůst instalovaného výkonu až o 5 GW. Fotovoltaické elektrárny by měly mít instalovaný výkon až 8 GW. Další velkou odchylkou od referenčního scénáře je zemní plyn. Ten má nižší emise než uhlí, a v roce 2050

by se pomocí něho mělo vyrobit 14 TWh za rok. Geotermální energie má ve všech scénářích podobný podíl. Na její využívání u nás je zapotřebí hloubkových vrtů, a bude konkurenceschopná, až po snížení nákladů na tyto vrty. Vodní elektrárny mají kvůli své bohaté tradici svůj potenciál téměř vyčerpaný. V budoucnosti bude možné stavět jen menší elektrárny na méně výhodných lokalitách, což by mělo vést ke zvýšení investičních nákladů. Celkový instalovaný výkon vodních elektráren by byl 1,4 GW oproti 1,2 GW v roce 2015. [23]



Obr. 2.3 Předpokládaný ideální energetický mix z ekologického pohledu. [23]

Z mého hlediska je rozvíjení obnovitelných zdrojů energie správná cesta, kterou se v budoucnosti vydat. Zlepšování technologií a větší dostupnost, by u fotovoltaiky mohli znamenat postupný přesun na energeticky soběstačné domy. Na druhou stranu nesouhlasím s úplným odstavením uhelných elektráren a elektráren jaderných. Jaderné elektrárny mají v České republice výborné podmínky, elektrárny Dukovany i Temelín, by bylo neekonomické zavírat. Problém s jaderným odpadem by se mohl v budoucnosti vyřešit jaderným reaktorem IV. generace, který by ho mohl používat jako palivo. Riziko nukleární nehody se bude snižovat s rostoucí automatizací a postupnou výměnou starých typů reaktorů za typ nový.

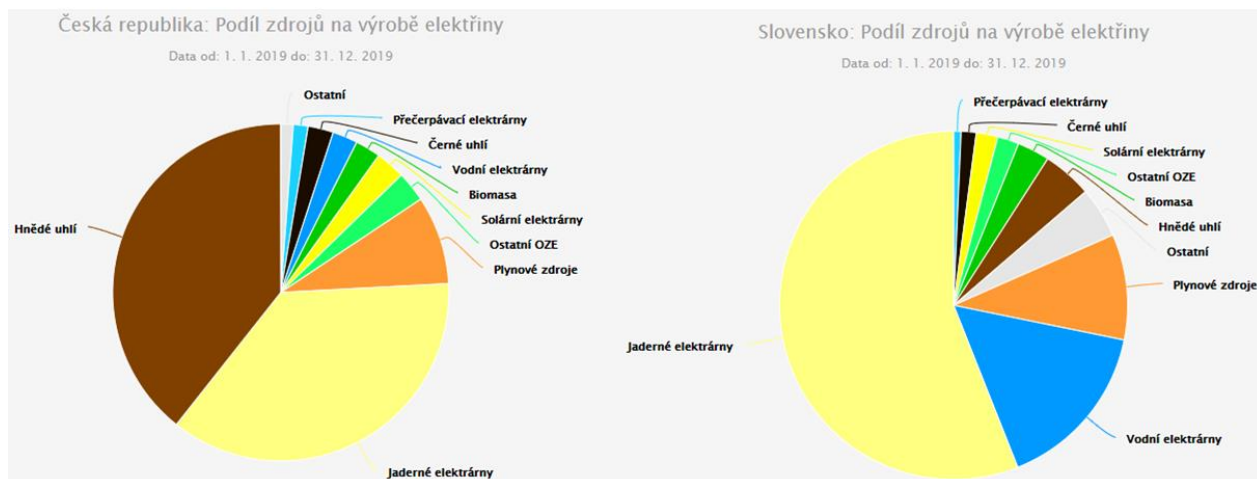
3 Porovnání skladby zdrojů elektrické energie ČR se státy EU

Skladba zdrojů elektrické energie se u různých států liší. Každý stát má jiné geografické podmínky a energetickou politiku. Velký vliv má i historie, společenská úroveň, finanční situace nebo dostupnost moderních technologií. Srovnávat skladbu zdrojů začneme u států nám nejbližších. Geograficky blízká poloha by mohla znamenat, že si energetické mixy napříč Evropskou Unií budou nejvíce podobné.

3.1 Slovensko

Slovensko je země sousedící s Českou republikou a z hlediska moderní historie je nám Slovensko nejbližším státem. Společnou historii, nejen v energetice, sdílíme od dob vzniku Československa až do jeho rozdělení v roce 1992. Z Obr. 3.1 je jasně vidět, že i přes společnou historii a podobnost geografických podmínek je skladba zdrojů rozdílná. Největší podíl na energetickém mixu Slovenska má jaderná energie. V roce 2019 to bylo až 56 % z celkové elektřiny vyrobené na Slovensku. Projekt jaderné elektrárny v Jaslovských Bohunicích začal ještě v Československu v roce 1958. Tato elektrárna v současnosti vyrábí elektřinu ze dvou bloků. Další dva bloky byly odstaveny v roce 2006. Druhá jaderná elektrárna se jmenuje Mochovce. V této elektrárně pracují také dva bloky a v roce 2020 měly být dostaveny další dva. Stavba byla několikrát přerušena a spuštění třetího bloku je opět přesunuto. Současný termín na dovezení paliva do třetího bloku je stanoven na konec roku 2020. V roce 2019 byl instalovaný výkon jaderných elektráren na Slovensku 1940 MW. Z celkového instalovaného výkonu Slovenska, jaderné elektrárny představují pouze 25,1 %.

Největší podíl instalovaného výkonu mají elektrárny vodní. Vodní elektrárny, jak můžeme vidět na Obr. 3.1, tvoří velký rozdíl v skladbě zdrojů elektrické energie. V České republice vodní elektrárny vyrábí řádově jednotky procent, v roce 2019 to bylo 2,4 %. Naopak tomu je na Slovensku, kde byl v roce 2019 podíl vodních elektráren 15,8 %. Celkový instalovaný výkon je 2542 MW, tedy 33 %. Přitom hydroenergetický potenciál využívají pouze na 60 %. Velký rozdíl v této oblasti je způsoben geografickými rozdíly. Přes Slovensko protékají velké řeky jako Dunaj nebo Váh a má velká pohoří. Největší vodní elektrárna na Slovensku je elektrárna Gabčíkovo na řece Dunaj s instalovaným výkonem 720 MW. Tato elektrárna má být, spolu s dalšími vodními elektrárnami, v budoucnu modernizována. Dále je v plánu výstavba dalších přečerpávacích elektráren. V České republice se plánuje výstavba menších elektráren na menších řekách s kapacitou do 10 MW. Takže se dá předpokládat, že tento rozdíl se bude zvětšovat s trendem odstavováním uhelných elektráren. Velký rozdíl také můžeme vidět v podílu hnědého uhlí. Česká republika postupně opouští uhelné elektrárny, ale ty stále tvoří zásadní podíl. Slovensko podíl hnědého uhlí postupně snižuje a v roce 2019 dosáhla tato hodnota 4,6 %. V tomto trendu mají v plánu pokračovat. Naopak velmi malé rozdíly můžeme vidět u plynových zdrojů, biomasy, větrných elektráren onshore a solárních elektráren. [24],[25]

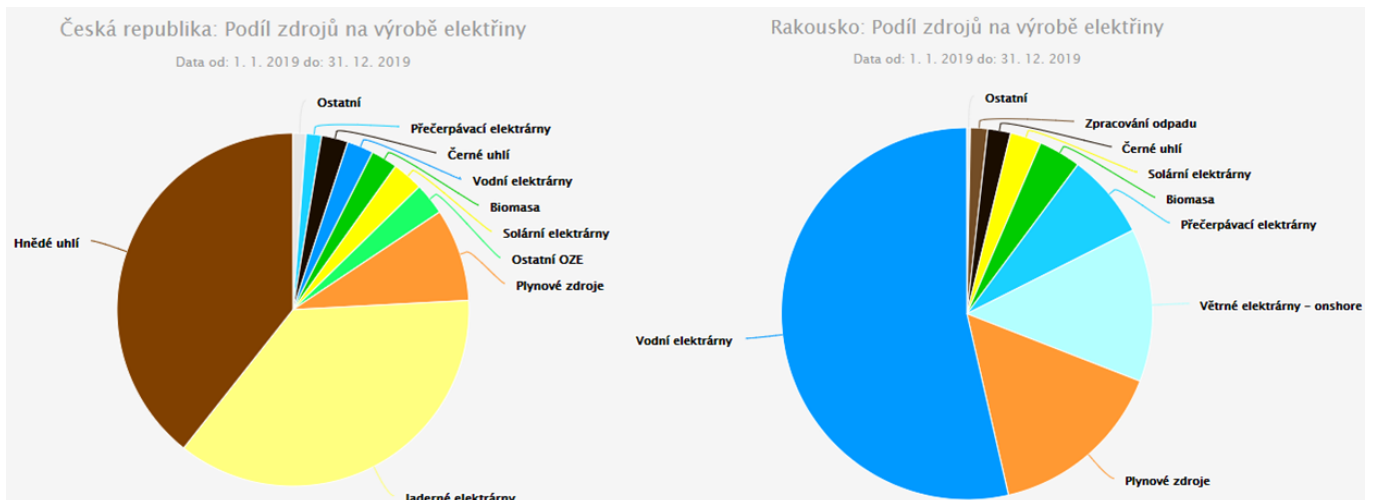


Obr. 3.1 Porovnání podílu zdrojů na výrobě elektřiny České republiky a Slovenska. [10]

3.2 Rakousko

Na rozdíl od porovnání zdrojů se Slovenskem na první pohled vidíme, že Rakousko má energetický mix úplně odlišný od českého. Již při zběžném pohledu na Obr. 3.2 můžeme vidět, že jaderné elektrárny mají v České republice velký podíl a do budoucna se má tento podíl ještě zvýšit. V Rakousku naopak nefunguje žádná jaderná elektrárna. První jaderná elektrárna se v Rakousku začala stavět v roce 1972. Byla to elektrárna Zwentendorf. Ta byla v roce 1978 dostavěna a zároveň bylo do elektrárny zavezeno palivo na spuštění reaktoru. V plánu bylo postavit další dvě jaderné elektrárny. V průběhu stavby elektrárny Zwentendorf se v Rakousku zformovalo protijaderné hnutí. Na základě toho se rakouská vláda rozhodla pro vypsání celostátního referenda. Referendum se netýkalo pouze spuštění dokončené elektrárny Zwentendorf, ale celé jaderné budoucnosti v Rakousku. Toto referendum proběhlo 5. listopadu 1978. Odpůrci jaderné energetiky v něm zvítězili, a to s rozdílem menším než jedno procento. To znamenalo, že se hotová elektrárna Zwentendorf nikdy nespustila a další dvě plánované jaderné elektrárny nebyly vystavěny. Dnes se v elektrárně Zwentendorf elektřina přeci jen vyrábí, na střechu nefunkční elektrárny byly nainstalovány solární panely.

Proběhlo několik pokusů rozhodnutí referenda zvrátit, ale po haváriích v jaderných elektrárnách po celém světě je nálada obyvatel v Rakousku protijaderná. I v dnešní době podniká rakouská strana protijaderné kroky a kritizuje výstavbu jaderných elektráren u svých sousedů. Od roku 2015 lze elektřinu do Rakouska dodávat pouze s ověřením původu. Tato změna nastala, aby bylo možné ověřit, že dovážená elektřina nebyla vyrobena v jaderné elektrárně. Zákazníci v Rakousku na tom kvůli odporu k jádru trvali a bylo jim vyjito vstříc. Největší podíl na energetickém mixu v Rakousku měly vodní elektrárny. V roce 2019 byl podíl vodních elektráren až 53,6 %. Rakousko má výborné geografické podmínky pro provoz těchto elektráren. Vodní elektrárny mají v Rakousku velkou tradici, kterou do budoucna měnit nechtějí. Z okolních států České republiky je to právě Rakousko, které využívá uhelné elektrárny nejméně. V roce 2019 tvořilo černé uhlí pouze 2 % energetického mixu. Rakousko 17. 4. 2020 uzavřelo poslední uhelnou elektrárnu na svém území. Plní tak plán, aby se do roku 2030 úplně zbavilo fosilních paliv ve svém hospodářství a přešli tak pouze na zdroje obnovitelné. V Evropě je nyní aktuálně 15 států, které neprodukují elektřinu procesem spalování uhlí. [26],[27]

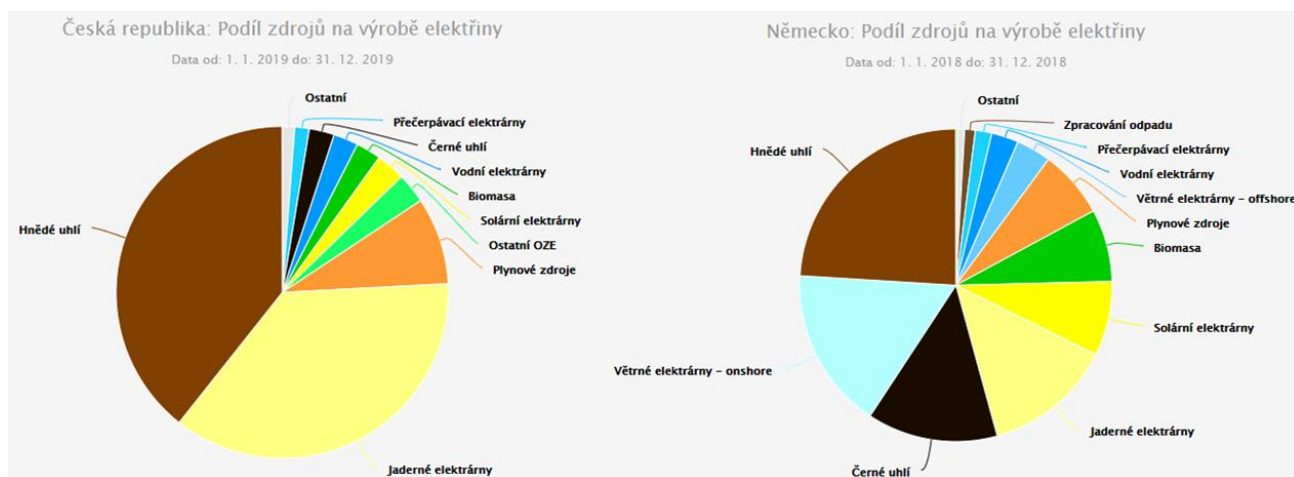


Obr. 3.2 Porovnání podílu zdrojů na výrobě elektřiny České republiky a Rakouska. [10]

3.3 Německo

Na první pohled je z Obr. 3.3 vidět, že Německo má úplně odlišný mix od ostatních států. Německý mix je velmi diverzifikovaný. To je určitě velká výhoda, při výpadku jedné suroviny nebo za nepříznivého počasí nehrozí velký nedostatek elektřiny. Současný stav energetiky Německu nevyhovoval a rozhodli se pro Energiewende. Energiewende, tedy energetický obrat, je plán, po kterém se v Německu bude energie získávat pouze z obnovitelných zdrojů. Hlavními zdroji by měly být větrné, vodní, solární a geotermální elektrárny. Mezi cíle tohoto přechodu patří také vyřazení jaderných elektráren, snížení emisí skleníkových plynů a snižování spotřeby energie. Tento plán Německo postupně naplňuje. Rok 2018 byl prvním rokem, kdy se v Německu vyrobilo více elektřiny z obnovitelných zdrojů než z uhelných elektráren. Trend snižování podílu uhlí na energetickém mixu se jim daří plnit nadále. V roce 2019 se jim podařilo snížit podíl uhlí o 8 % oproti roku 2018. Naopak nárůst za poslední rok zaznamenaly všechny obnovitelné zdroje energie. Největší nárůst jsme zaznamenali u větrných elektráren. Menší nárůst pak byl u biomasy, vodních a fotovoltaických elektráren.

Spolu se zvětšováním podílu obnovitelných zdrojů přichází i spousta problémů. V současné době je v Německu stále větší problém získat stavební povolení na vybudování větrných elektráren. U solárních elektráren je problém v dotacích. Po dosažení 52 GW instalovaného výkonu by nové solární elektrárny s výkonem do 750 kW, neměly mít nárok na státní dotaci. To by mohlo způsobit, že by se rozvoj těchto obnovitelných zdrojů energie zpomalil a Německo by nestihlo splnit předem stanovené cíle. S rostoucím vlivem OZE a postupným zavíráním uhelných a jaderných elektráren se očekává nárůst ceny elektřiny. Nárůst ceny by šel zastavit pouze zpomalením energetického převratu. Toto zpomalení by mohlo mít za následek, že Německo dostatečně rychle nesníží emise oxidu uhličitého a bude muset platit pokuty. Za předpokladu, že by Německo chtělo cenu elektřiny udržet, muselo by přebudovat současné uhelné elektrárny na elektrárny plynové. To by vyžadovalo nové plynovody, které už teď čelí kritice. Druhou variantou by byl návrat k jádru, stejně jako u Švédska, které bylo první zemí, které se vzdalo jaderné energie. Toto rozhodnutí Švédska následně v roce 2009 změnilo. Jak německá „energetická revoluce“ dopadne nebo jaký bude mít efekt, uvidíme až v budoucnu. [28],[29]

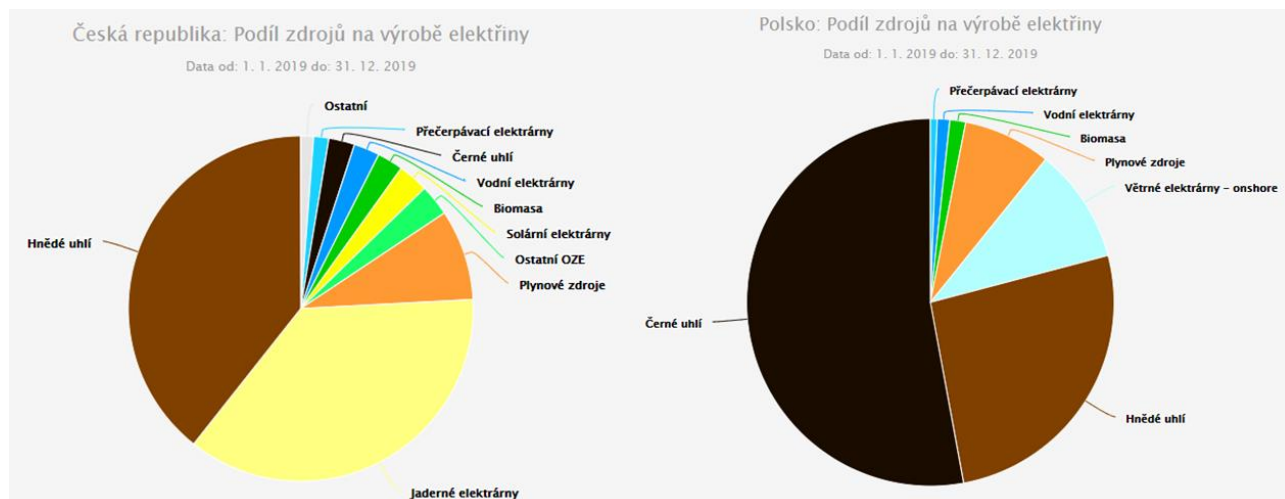


Obr. 3.3 Porovnání podílu zdrojů na výrobě elektřiny České republiky a Německa. [10]

3.4 Polsko

Na Obr. 3.4 můžeme pozorovat odlišnosti ve výrobě elektřiny v Polsku. V porovnání s českým energetickým mixem a mixem našich sousedů vidíme, že polský mix je nejvíce orientován na uhlí. Pro Polsko je uhlí hlavním energetickým zdrojem. Výroba elektrické energie je hlavně zastoupena v oblastech, kde probíhá těžba uhlí. Závislost na jednom typu suroviny, zvláště pokud je spojena s velkými emisemi, není moderní a vyžaduje změnu přístupu.

Proto se Polsko zavázalo Evropské unii, že do roku 2020 budou mít obnovitelné zdroje podíl na energetickém mixu minimálně 15 %. Tento závazek Polsko pravděpodobně nesplní. Tyto pochybnosti vyslovil regulátor z polského energetického regulačního úřadu. Pokud se jim tento závazek nepovede splnit do konce roku 2020, bude muset Polsko platit pokuty. Dalším polským cílem je snížení podílu uhlí na výrobě elektřiny do roku 2030 ze současných 80 % na 56 až 60 % a s tím spojené i snížení emisí CO₂ a zvýšení energetické účinnosti. Náhradu za uhelné zdroje by kromě obnovitelných zdrojů měla představovat i první polská jaderná elektrárna. Veřejnost je stavbě nakloněna a do provozu by elektrárna měla být uvedena v roce 2033. Nyní bude následovat výběr místa, technologie a generálního dodavatele. Z obnovitelných zdrojů bude největší podíl větrných elektráren. Do roku 2040 by podle Národního klimatického a energetického plánu mohly větrné elektrárny dodávat až 30 TWh energie. Produkční potenciál je ještě vyšší, konkrétně až 50 TWh, což by mohlo pokrýt až třetinu roční spotřeby celé země. Tyto elektrárny jsou plánovány v polské části Baltského moře a jejich cena se odhaduje na 100 miliard zlotých, což činí asi 600 miliard korun. [30],[31],[32]

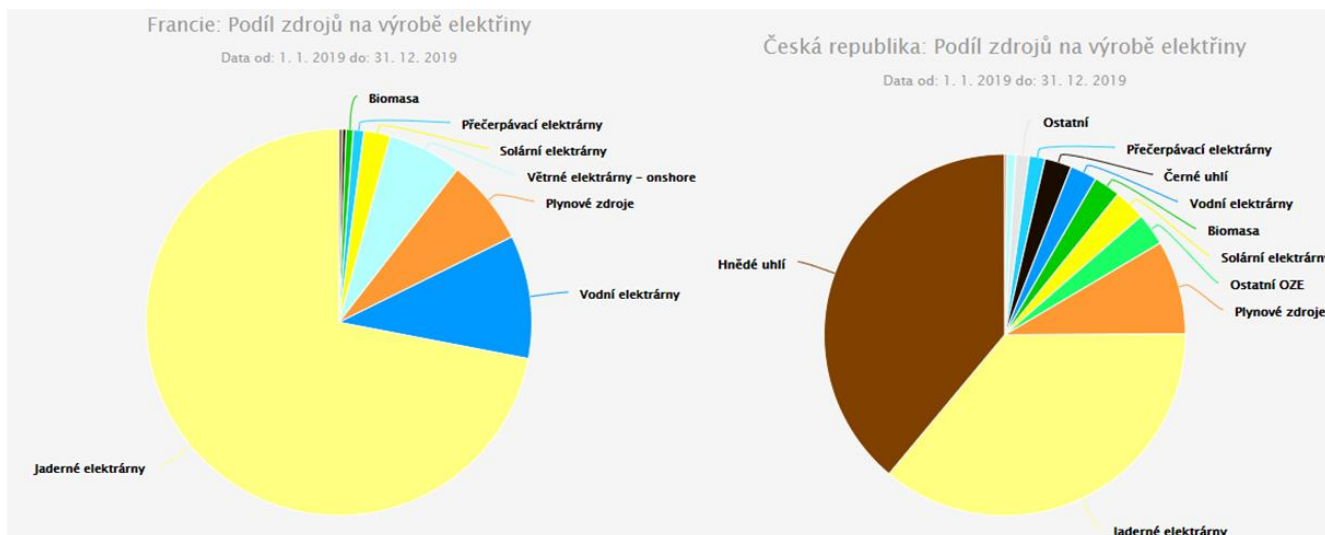


Obr. 3.4 Porovnání podílu zdrojů na výrobě elektřiny České republiky a Polska. [10]

3.5 Francie

Jako poslední země pro porovnání skladby zdrojů elektrické energie byla vybrána Francie. Francie je spoluzakládající země Evropské unie s netradičním mixem, který je zobrazen na Obr. 3.5. V roce 2017 byla Francie zemí s nejmenším podílem uhlí na výrobě elektřiny. Většinový podíl na skladbě zdrojů elektrické energie mají jaderné elektrárny. Francie se se svým počtem jaderných elektráren řadí mezi jadernou velmoc. Francouzské průmyslové společnosti a podniky mají v oblasti jaderné energetiky díky dlouholeté tradici velké jméno. Ve Francii je v současné době 58 jaderných reaktorů, toto číslo je po Spojených státech amerických druhé největší na celém světě. Velká podpora jaderné energetiky skončila, když prezident Francois Hollande prosadil legislativu o snížení podílu jádra z 75 na 50 %, a to do roku 2025. Na tuto politiku navázal prezident Emmanuel Macron, který plánoval tento závazek dodržet. V roce 2018 se odstavování jaderných elektráren upozadilo a prioritním se stal boj proti emisím. Do roku 2022 se mají odstavit poslední uhelné elektrárny a mají se nahradit elektrárnami s obnovitelnými zdroji energie. Francie se tak chce vyhnout stavu, kdy by odstavení jaderných elektráren vyústilo v opětovné spuštění uhelných elektráren, čímž by se zvýšila uhlíková stopa. Nový termín pro snížení jaderného podílu je rok 2035.

Podpora výstavby elektráren s obnovitelnými zdroji energie probíhá formou aukcí. V poslední francouzské aukci bylo úspěšných přes 1,7 GW instalovaného výkonu u nových projektů. Největší podíl mají větrné a solární elektrárny. V roce 2019 měly z obnovitelných zdrojů největší podíl vodní elektrárny. Jejich podíl na celkové skladbě zdrojů byl jen 10 %, i přesto je Francie třetí největší producent elektřiny z vodních zdrojů. Francie v roce 2019 disponovala instalovaným výkonem vodních elektráren 25,5 GW. Nejvíce elektráren leží na řece Rhône a řece Rýnu. Elektrárnou s největším instalovaným výkonem ve Francii je přečerpávací vodní elektrárna Grand Maison s výkonem 1820 MW. Tato elektrárna se začala stavět v roce 1978 ve francouzských alpách a v roce 1987 začala plně fungovat. [33],[34],[35],[36],[37]

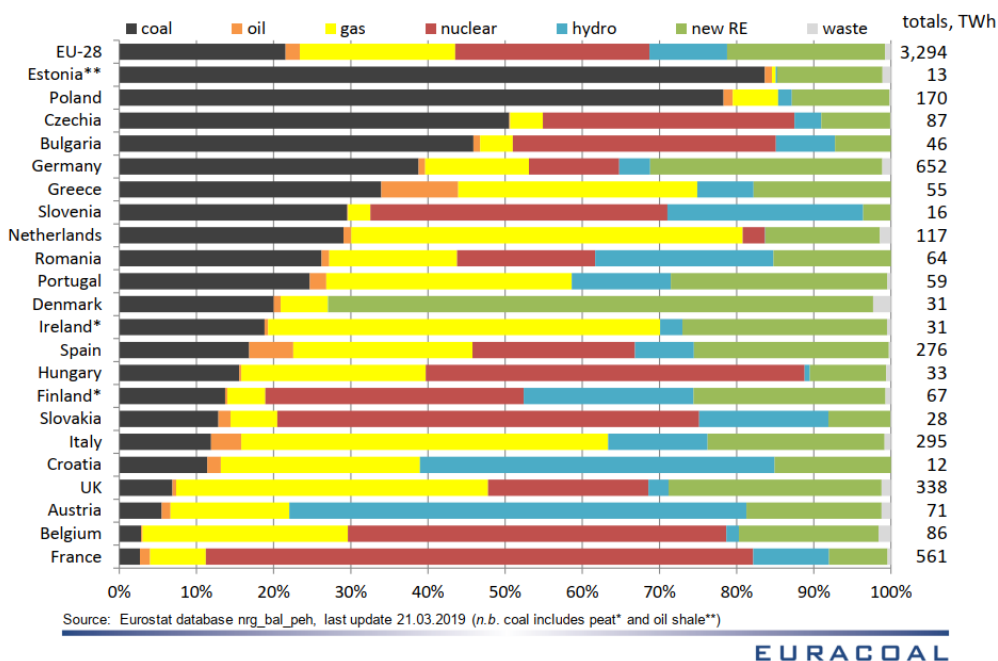


Obr. 3.5 Porovnání podílu zdrojů na výrobě elektřiny České republiky a Francie. [10]

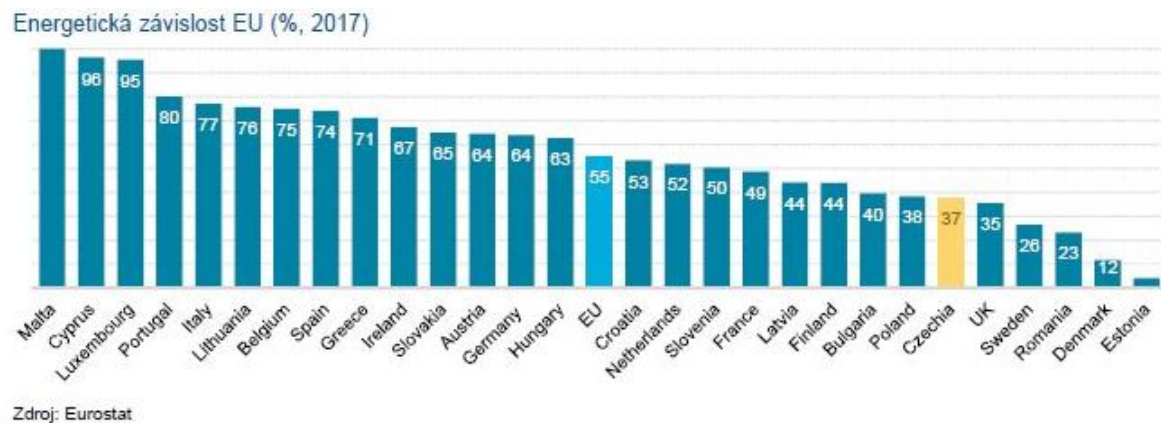
3.6 Celkové porovnání energetických mixů v rámci EU

Na Obr. 3.6 můžeme vidět porovnání skladby zdrojů zemí Evropské unie z roku 2017. Na první pohled vidíme, že každá země má svůj unikátní energetický mix. Česká republika má třetí největší podíl uhlí ve svém energetickém mixu. Podíl uhlí v České republice je skoro dvojnásobný oproti evropskému průměru. Velký podíl uhlí, které těžíme na svém území, nám zajišťuje velkou soběstačnost, jak lze vidět na Obr. 3.7. Nadprůměrný podíl u nás tvoří energie z jaderných elektráren. Naopak pod evropským průměrem jsme v oblasti vodních elektráren, spalování ropy a plynu. [38]

Energy mix for EU electricity generation, 2017



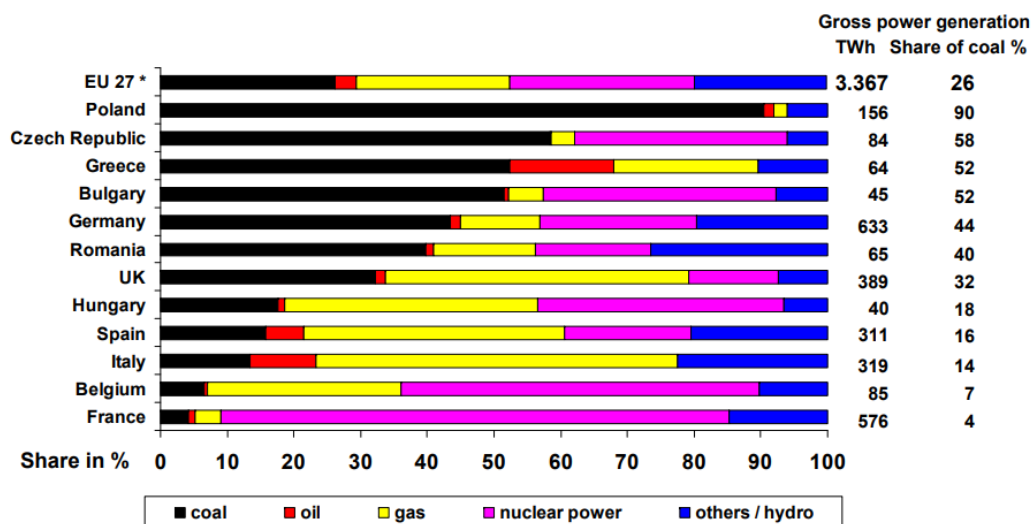
Obr. 3.6 Podíl zdrojů jednotlivých států EU na výrobě elektřiny v roce 2017. [38]



Obr. 3.7 Energetická závislost jednotlivých států EU. [39]

Pokud se podíváme a porovnáme Obr. 3.6 a Obr. 3.8, můžeme sledovat změnu za posledních 9 let. V porovnání evropských průměrů je připojení Chorvatska do EU zanedbatelné, jelikož chorvatská produkce elektřiny je nízká a celkový průměr neovlivní. V evropském průměru lze vidět snížení podílu uhlí a zdvojnásobení podílu OZE oproti roku 2008. Velkou změnou prošlo také Spojené království. V roce 2008 byl podíl uhlí na výrobě elektrické energie přes 30 %. Tento podíl se ve Spojeném království podařilo snížit až pod hodnotu 10 %. Ve Španělsku zůstal podíl uhlí na skladbě zdrojů téměř totožný. Podařilo se jim však snížit podíl plynu a nahradit ho obnovitelnými zdroji. Velký nárůst obnovitelných zdrojů zaznamenala také Itálie, Řecko a Německo. [39]

Structure of Power Generation in selected EU-Countries 2008



* Peat and oilshale included in Other/Hydro

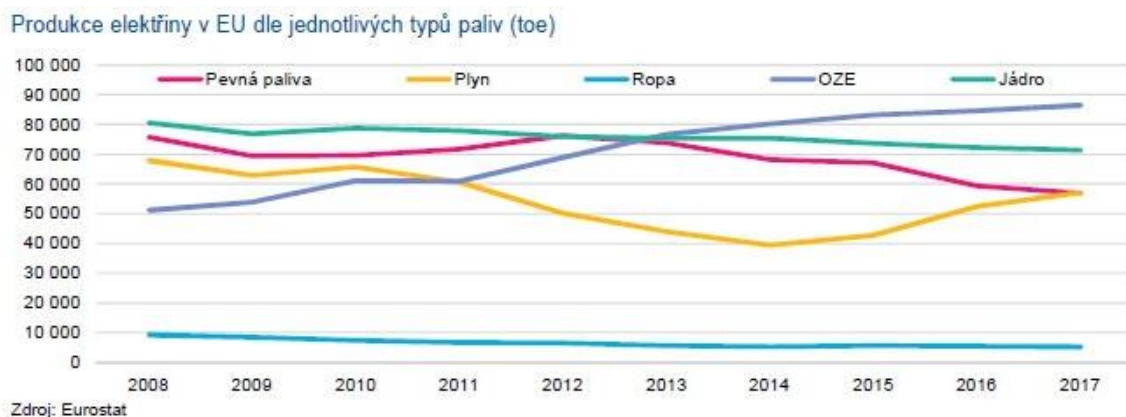
Data as per: 06/2010

Source: EUROSTAT – Energy / Yearly statistics 2008

Obr. 3.8 Podíl zdrojů jednotlivých států EU na výrobě elektřiny v roce 2008. [38]

Velmi odlišnou skladbu zdrojů elektrické energie od ostatních států má Dánsko. Dánsko naprostou většinu elektřiny vyrábí z obnovitelných zdrojů. Největší podíl mají elektrárny větrné. Ty v roce 2019 pokryly 49 % spotřeby energie v celém Dánsku. Tím překonali svůj rekord z roku 2017. Tehdy větrné elektrárny vyrobily 43 %. Nejvíce energie dodávají větrné parky v Severním moři, kde jsou výborné podmínky téměř po celý rok. Zajímavé je, že přes obrovský podíl obnovitelných zdrojů mají vodní elektrárny velmi malé zastoupení. Díky velkému podílu obnovitelných zdrojů je Dánsko jednou z nejvíce soběstačných zemí v celé Evropské unii. [40]

Na Obr. 3.9 můžeme vidět využití jednotlivých zdrojů v čase. Výroba elektřiny z plynu a jaderných elektráren dlouhodobě mírně klesá. Od roku 2008 můžeme vidět pokles i u pevných paliv. Největší změnou od roku 2008 je velký nárůst výroby elektřiny z OZE. Tento trend je viditelný u všech zemí Evropské unie a očekává se, že jejich podíl bude nadále růst. [39]



Obr. 3.9 Produkce elektřiny v EU podle jednotlivých typů paliv (toe). [39]

ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývá tematikou energetického mixu České republiky, který je důležitou součástí energetické politiky. Vhodný energetický mix má vliv na energetickou bezpečnost a soběstačnost naší země. Pohledy na něj se liší, protože každá jeho součást hraje velkou roli a každý upřednostňuje jiné aspekty. Je důležité brát v potaz všechny aspekty, které ovlivňuje, jako je například výsledná cena elektřiny, uhlíková stopa, udržitelnost nebo soběstačnost.

V první části práce najdeme popis historie českého energetického mixu. Začátky elektrifikace na českém území a v období světových válek s převahou uhelných elektráren. Následné obnovení průmyslu a rozvoj energetiky v letech šedesátých. V 80. letech 19. století se na energetickou scénu České republiky přidává jaderná energetika. První jaderná elektrárna Dukovany byla uvedena do provozu roku 1985. Druhá jaderná elektrárna Temelín byla spuštěna až po Sametové revoluci v letech 2000 a 2003. Následoval náhlý rozmach elektráren s obnovitelnými zdroji energie. Největší vzestup zaznamenala fotovoltaika, a to v roce 2010. Energetický mix ČR posledních let se mění minimálně, ale nastolený trend snižování podílu uhlí se daří dodržovat.

V druhé části jsme se blíže podívali na vývoj energetického mixu. Česká republika schválila Státní energetickou koncepci. Tento dokument udává směr, kterým by se Česká republika měla řídit, a jakých cílů by měla v energetice dosáhnout. Jedním z těchto cílů je náhrada podílu uhlí jadernou energií, což je dlouhodobým tématem ve společnosti. Dostavba jaderné elektrárny Temelín nebyla realizována a momentálně se jedná o dostavbě jaderné elektrárny Dukovan. Na budoucnost energetiky mají odlišný pohled ekologové, jejichž plán s odstavením uhelných i jaderných elektráren by v krátkodobém hledisku znamenal velké ekonomické ztráty a zvýšení ceny elektřiny.

Ve třetí části je porovnávána skladba zdrojů států Evropské unie s Českou republikou. Porovnání začíná u našich sousedů, první zemí je Slovensko. Slovensko má výrazně větší podíl jaderné a vodní energie. Menší podíl mají u využívání hnědého a černého uhlí. Jejich strategie do budoucna je podobná české. Porovnání skladby zdrojů s Rakouskem vykazuje velké rozdíly. V Rakousku v současné době nefunguje žádná jaderná, ani uhelná elektrárna. Majoritní podíl zauímají elektrárny vodní. Významný podíl mají i větrné elektrárny a plynové zdroje. Cíl Rakouska je dodržet svůj plán a do roku 2030 vyrábět elektřinu pouze z obnovitelných zdrojů. Podobný plán se stejným cílem probíhá i v Německu. Němci si ho pojmenovali Energiewende, ale postupují pomaleji než v sousedním Rakousku. Nyní je německý energetický mix velmi diverzifikovaný, což je velká výhoda. Polsko je země s největším podílem uhlí na výrobě elektrické energie v celé Evropské unii. Tlak na snižování emisí a zvýšení podílu obnovitelných zdrojů nutí Polsko tento podíl uhlí snížit. Náhradou by měla být první polská jaderná elektrárna a nové větrné elektrárny. Francie má největší podíl na skladbě zdrojů z jaderných elektráren ze všech zemí Evropské unie. Tento podíl se v poslední době snaží snížit a do budoucna plánují jaderné elektrárny nahradit za elektrárny s obnovitelnými zdroji energie. Předtím ale mají za cíl, co nejvyšší snížení produkce emisí oxidu uhličitého.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] MATĚJŮ, Dalibor. *Energetika – vybrané pojmy* [online]. Topinfo, 2013 [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/9668-energetika-vybrane-pojmy-i>
- [2] *Státní energetická koncepce České republiky*. In: . MPO, 2014. Dostupné také z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/52841/60959/636207/priloha006.pdf>
- [3] SCHNEPP, Ota. *Seriál ČEZ ke 100. výročí Československa: První republika a období socialismu: zlatá léta pro uhelnou energetiku* [online]. 9. 8. 2018 [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <https://ekonomickydenik.cz/prvni-republika-obdobi-socialismu-zlata-leta-uhelnou-energetiku/>
- [4] *Roční zpráva o provozu*. In: . Energetický regulační úřad, ročník 2003. Dostupné také z: https://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2003.pdf/8194e8e8-fc05-4304-8bc6-dec416177723
- [5] VOŘÍŠEK, Martin. *Jaderná energetika v ČR: 1. část* [online]. 21. 3. 2015 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrarny-cr/jaderna-energetika-v-cr-1-cast>
- [6] *ZPRÁVA O PLNĚNÍ INDIKATIVNÍHO CÍLE VÝROBY ELEKTRINY Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE ZA ROK 2010*. In: . MPO. Dostupné také z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/29807/50655/583501/priloha001.pdf>
- [7] *SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY: o podpoře elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů energie na vnitřním trhu s elektřinou*. In: . 2001. Dostupné také z: <https://csve.cz/pdf/cz/2001-77-ES-smernice-o-podpore-OZE.pdf>
- [8] *Roční zpráva o provozu ES ČR 2017*. In: . Oddělení statistiky a sledování kvality ERÚ. Dostupné také z: http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2017.pdf/521bff99-fdcf-4c86-8922-3a346af0bb88
- [9] *Energetický mix ČR* [online]. 2013 Česká společnost pro větrnou energii [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://csve.cz/cz/clanky/energeticky-mix-cr/485>
- [10] *Energostat* [online]. ENTSO-E Transparency Platform [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/energostat>
- [11] MOLEK, Tomáš. *Uhelné kondenzační elektrárny: 12. 7. 2015* [online]. [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/technologie/uhelne-kondenzacni-elektrarny>
- [12] Redakce: 11. 4. 2019. *Jak funguje jaderná elektrárna* [online]. EP Energy Trading a.s [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://www.epet.cz/jak-funguje-jaderna-elektrarna-a-jake-vyhody-prinasi-jaderna-energie/>
- [13] VOBOŘIL, David. *Paroplynová elektrárna – princip funkce: 11. 4. 2019* [online]. 8. 4. 2015 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/typy-elektraren/paroplynova-elektrarna-princip-funkce>

- [14] VOBOŘIL, David. *Fotovoltaické elektrárny* [online]. 16. 12. 2016 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/fotovoltaicka-elektrarna-princip-funkce-a-soucasti>
- [15] VOBOŘIL, David. *Větrné elektrárny-princip, rozdělení, elektrárny v ČR* [online]. 28. 2. 2015 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/vetrne-elektrarny-princip-cinnosti-zakladni-rozdeleni>
- [16] VOBOŘIL, David. *Biomasa - využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR* [online]. 6. 2. 2017 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody>
- [17] RAI. *ČEZ zrušil tendr na dostavbu dvou bloků Temelína* [online]. Česká televize 1996 – 2020, 10. 4. 2014 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/ekonomika/1039254-cez-zrusil-tendr-na-dostavbu-dvou-bloku-temelina>
- [18] ČTK. *Babiš: Česko musí stavět jaderné bloky, i kdyby porušilo právo Evropské unie* [online]. CZECH NEWS CENTER, 16. 10. 2019 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/babis-cesko-musi-stavet-jaderne-bloky-i-kdyby-porusilo-pravo-evropske-unie-1363339>
- [19] TRACHTOVÁ, Zdeňka. *Nechci do toho vstupovat politicky, hrajeme o soběstačnost, říká Havlíček k dostavbě Dukovan Ruskem nebo Čínou* [online]. 1997-2020 Český rozhlas, 17. 5. 2020 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/cez-dukovany-dostavba-karel-havlicek-jaderna-elektrarna-temelin-garance-2005170951_and
- [20] VOŘÍŠEK, Martin. *ČR vybírá dodavatelský model pro dostavbu Dukovan, na výběr má tři modely* [online]. 1997-2020 Český rozhlas, 12. 3. 2020 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/jaderne-elektrarny/cr-vybira-dodavatelsky-model-dostavbu-dukovan-vyber-ma-tri-modely>
- [21] VOBOŘIL, David. *Vše o těžebních limitech + přehledná infografika* [online]. 7. 8. 2015 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/teplarenstvi/vse-o-tezebnich-limitech-prehledna-infografika>
- [22] MIKULKA, Milan. *Vláda rozhodla o prolomení limitů na lomu Bílina. Těžba se zastaví 500 metrů od domů* [online]. *Economia*, 7. 8. 2015 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/domaci/limity-na-lomu-bilina-se-prolomi-u-csa-dal-plati-rozhodla-vl/r~ef5630aa764511e594170025900fea04/>
- [23] GREENPEACE ČESKÁ REPUBLIKA. *[E]nergetická revoluCe* [online]. [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://storage.googleapis.com/planet4-czech-republic-stateless/2018/10/c6cea469-c6cea469-er-pro-%C4%8Cr-2012.pdf>
- [24] *Slovenský Elektroenergetický Dispečink 2018*. In: . Slovenská elektrizačná prenosová sústava. Dostupné také z: https://www.sepsas.sk/Dokumenty/RocenkySed/ROCENKA_SED_2018.pdf

- [25] REDAKCE. *Slovensko využívá hydroenergetický potenciál z 60 procent, v Česku budou vznikat malé vodní elektrárny s kapacitou do 10 MW*. [online]. AF POWER agency, 4. 5. 2020 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://allforpower.cz/obnovitelne-zdroje/slovensko-vyuziva-hydroenergeticky-potencial-z-60-procent-v-cesku-budou-vznikat-male-vodni-elektrarny-s-kapacitou-do-10-mw-163>
- [26] SEDLÁK, Martin. *Restart ekonomiky se zelenými opatřeními: Rakousko se zbavilo poslední uhelné elektrárny* [online]. Obnovitelně.cz, 19. 4. 2020 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://www.obnovitelne.cz/clanek/1162/restart-ekonomiky-se-zelenymi-opatrenimi-rakousko-se-zbavilo-posledni-uhelne-elektrarny/>
- [27] BRUNER, Štěpán. *Od rakouského odklonu od atomu uplyne 40 let, zakonzervovaná jáderka slouží aspoň solárům Více na* <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/od-rakouskeho-odklonu-od-atomu-uplyne-40-let-zakonzervovana-jaderka-slouzi-aspon-solarum-1353138> [online]. 4. 11. 2018 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/od-rakouskeho-odklonu-od-atomu-uplyne-40-let-zakonzervovana-jaderka-slouzi-aspon-solarum-1353138>
- [28] ČTK. *V Německu se loni poprvé vyrobilo víc elektřiny z obnovitelných zdrojů než z uhlí Zdroj: https://www.lidovky.cz/byznys/energetika/v-nemecku-se-loni-poprve-vyrobilo-vic-elektriny-z-obnovitelnych-zdroju-nez-z-uhli.A190104_211229_energetika_ele* [online]. 2020 MAFRA, 4.1. 2019 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: https://www.lidovky.cz/byznys/energetika/v-nemecku-se-loni-poprve-vyrobilo-vic-elektriny-z-obnovitelnych-zdroju-nez-z-uhli.A190104_211229_energetika_ele
- [29] MAJLING, Majling. *Průmysl: Odstranění limitu pro podporu fotovoltaiky Německu k rozvoji OZE stačit nebude* [online]. 18. 6. 2020 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/nemecko/prumysl-odstraneni-limitu-podporu-fotovoltaiky-nemecku-k-rozvoji-oze-stacit-nebude>
- [30] VOTRUBA, Votruba. *Polský regulátor: Polsko pravděpodobně nesplní své cíle pro rok 2020 pro obnovitelné zdroje* [online]. 9. 1. 2020 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/polsky-regulator-polsko-pravdepodobne-nesplni-sve-cile-rok-2020-obnovitelne-zdroje>
- [31] MORAVEC, Jan. *Polsko se připravuje na výstavbu první jaderné elektrárny, u veřejnosti má podporu* [online]. 9. 1. 2020 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/zahranicni/polsko-se-pripravuje-vystavbu-prvni-jaderne-elektrarny-u-verejnosti-ma-podporu>
- [32] ŠIPL, Ivo. *Napomůže Polsku ke splnění cílů EU stavba větrných elektráren na moři?* [online]. CzechTrade, 28. 1. 2020 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/clanky/napomuze-polsku-ke-splneni-cilu-eu-stavba-vetrnych-elektraren-na-mori/>
- [33] BŘEZINOVÁ, Jana. *Francie a jaderná energetika. Plánovaný ústup od jádra se nekoná?* [online]. elektrina.cz, 14. 1. 2020 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/jaderna-energetika-francie>

- [34] *Grand Maison Hydroelectric Power Plant* [online]. [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://www.nsenenergybusiness.com/projects/grand-maison-hydroelectric-power-plant/>
- [35] FRANKE, Andreas. *France awards 1.7 GW renewables projects, adjusts 2020 auction schedule* [online]. London: 2020 S&P Global, 3. 4. 2020 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://www.spglobal.com/platts/en/market-insights/latest-news/electric-power/040320-france-awards-17-gw-renewables-projects-adjusts-2020-auction-schedule>
- [36] LEBLANC, Barbara. *Jaderná energie, přední odvětví francouzského průmyslu* [online]. Ministerstvo zahraničních věcí, 2013 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://cz.ambafrance.org/Jaderna-energie-predni-odvetvi>
- [37] *France* [online]. 1995-2019 International Hydropower Association, May 2019 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://www.hydropower.org/country-profiles/france>
- [38] *Electricity generation mix in selected countries* [online]. European Association for Coal and Lignite aisbl, 2020 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://euracoal.eu/info/euracoal-eu-statistics/>
- [39] HRTÚSOVÁ, Tereza a Radek NOVÁK. *ENERGETIKA VE SVĚTĚ A V EU: TRADIČNÍ VS. ZELENÁ* [online]. Erste Grantika Advisory [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <http://www.edotace.cz/clanky/energetika-ve-svete-a-v-eu-tradicni-vs-zelena>
- [40] POLESNÝ, David. *Dánsko má nový rekord: 47 % elektrické energie v roce 2019 vyrobilo z větru: 4. 1. 2020* [online]. CZECH NEWS CENTER [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://vtm.zive.cz/clanky/dansko-ma-novy-rekord-47--elektricke-energie-v-roce-2019-vyrobilo-z-vetru/sc-870-a-201826/default.aspx>
- [41] VOBOŘIL, David. *Vodní elektrárny - princip, rozdělení, elektrárny v ČR* [online]. 24. 11. 2016 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/vodni-elektrarny-princip-a-rozdeleni>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Symbol	Veličina
<i>OZE</i>	Obnovitelné zdroje energie
<i>SEK</i>	Státní energetická koncepce
<i>ČEZ</i>	České energetické závody
<i>CO₂</i>	Oxid uhličitý

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1 Skladba zdrojů elektrické energie od roku 1980.	13
Obr. 1.2 Skladba hrubé výroby elektřiny.	14
Obr. 1.3 Vývoj instalovaného výkonu fotovoltaických elektráren.	15
Obr. 1.4 Energetický mix České republiky v roce 2018.	16
Obr. 1.5 Energetický mix České republiky v roce 2019.	16
Obr. 2.1 Předpokládaný vývoj a struktura hrubé výroby elektřiny do roku 2040.	20
Obr. 2.2 Předpokládaný vývoj a struktura OZE na primárních zdrojích do roku 2040.	21
Obr. 2.3 Předpokládaný ideální energetický mix z ekologického pohledu.	23
Obr. 3.1 Porovnání podílu zdrojů na výrobě elektřiny České republiky a Slovenska.	25
Obr. 3.2 Porovnání podílu zdrojů na výrobě elektřiny České republiky a Rakouska.	26
Obr. 3.3 Porovnání podílu zdrojů na výrobě elektřiny České republiky a Německa.	27
Obr. 3.4 Porovnání podílu zdrojů na výrobě elektřiny České republiky a Polska.	28
Obr. 3.5 Porovnání podílu zdrojů na výrobě elektřiny České republiky a Francie.	29
Obr. 3.6 Podíl zdrojů jednotlivých států EU na výrobě elektřiny v roce 2017.	29
Obr. 3.7 Energetická závislost jednotlivých států EU.	30
Obr. 3.8 Podíl zdrojů jednotlivých států EU na výrobě elektřiny v roce 2008.	30
Obr. 3.9 Produkce elektřiny v EU podle jednotlivých typů paliv (toe).	31

SEZNAM TABULEK

Tab. 1.1 Časová řada vývoj hrubé spotřeby elektřiny (GWh).	14
Tab. 1.2 Energetický mix České republiky v letech 2010-2017.	15