



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ENERGETICKÝ ÚSTAV

ENERGY INSTITUTE

ENERGETICKÁ A EKOLOGICKÁ STRATEGIE ČR

POWER-PRODUCING AND ENVIRONMENTAL STRATEGY OF CZECH REPUBLIC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Štěpán Urbánek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Michal Špiláček, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Energetický ústav
Student:	Štěpán Urbánek
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	Ing. Michal Špiláček, 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:

Energetická a ekologická strategie ČR

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Energetika je páteří průmyslu každého státu, Českou republiku nevyjímaje. Energetické projekty ovšem mají dlouhodobý ráz a jejich provozování ovlivňuje životní prostředí po mnoho let až desetiletí. Proto je potřeba znát současný stav energetiky v ČR a také její směřování do budoucna s ohledem na vnitrostátní priority i mezinárodní úmluvy.

Cíle bakalářské práce:

Student vypracuje rešerši o stavu výroby elektrické energie v ČR, plánech do budoucna a o ekologickém směřování ČR.

Seznam doporučené literatury:

KADRNOŽKA, Jaroslav. Tepelné elektrárny a teplárny. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1984.

HRUBÝ, Zdeněk a Libor LUKÁŠEK. Energetická bezpečnost České republiky. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-2974-2.

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 energetickou a ekologickou strategií České republiky. Součástí práce je popsání mezinárodních a vnitrostátních dokumentů, které popisují strategické cíle a podmínky, kterých musí nejen naše země dosáhnout, a které by měla plnit. Dále je zpracována struktura energetického mixu ČR a jeho očekávaný vývoj. V další části práce jsou popsány možnosti výroby elektrické energie pomocí obnovitelných zdrojů či jaderné energie, a zároveň koncepce využití těchto zdrojů v budoucnosti. Poslední část práce obsahuje výhledy ve snižování emisí skleníkových plynů.

Klíčová slova

energetický mix, obnovitelné zdroje energie v ČR, jaderná energetika, ekologie

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with energy and environmental strategy of Czech Republic. Part of this work is the description of international and intrastate documents which describes conditions and strategy objectives that not only our country must reach and fulfil them. Next is processed structure of the energy mix of Czech Republic and its predictable progress. In the next part of the work there is a characterization of possibilities how to produce electricity by renewable resources or nuclear energy and concept of using these sources in the future. The last part of the work contains prospect of reducing emission greenhouse gases.

Key words

energy mix, renewable resources in Czech Republic, nuclear energy, environmentalism

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

URBÁNEK, Štěpán. *Energetická a ekologická strategie ČR*. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124950>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav. Vedoucí práce Michal Špiláček.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Energetická a ekologická strategie ČR** vypracoval(a) samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně dne 26. 6. 2020

Štěpán Urbánek

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Michalu Špiláčkovi, Ph.D. za odborné vedení práce, cenné poznatky, rady a vstřícnost při konzultacích. Děkuji také mé rodině a blízkým za podporu během studia.

OBSAH

ÚVOD	11
1 Energetická politika EU a ČR.....	12
1.1 Mezinárodní dokumenty EU a ČR.....	12
1.1.1 Kjótský protokol.....	12
1.1.2 Bílá kniha „Energie pro budoucnost – obnovitelná energie“	14
1.1.3 Zákon o ochraně ovzduší ČR	14
1.1.4 Zákon o podporovaných zdrojích energie ČR.....	14
1.1.5 Evropská energetická charta.....	14
1.2 Cíle energetické politiky.....	14
1.2.1 Energetický balíček	15
1.2.2 Energetická účinnost.....	16
1.3 Vnitrostátní dokumenty ČR.....	17
2 Energetický mix ČR.....	18
2.1 Vývoj energetického mixu ČR.....	19
2.2 Uhlé elektrárny	20
2.3 Jaderné elektrárny	20
2.4 Zemní plyn.....	20
2.5 Obnovitelné zdroje	20
2.6 Aktuální složení energetického mixu.....	22
2.6.1 Výroba elektřiny v roce 2018.....	23
2.6.2 Spotřeba elektřiny v roce 2018.....	23
3 Obnovitelné zdroje a jejich využití v ČR	24
3.1 Vodní energie.....	25
3.1.1 Vodní elektrárny	25
3.1.2 Vodní energetika ČR	26
3.2 Sluneční energie.....	28
3.2.1 Fotovoltaické elektrárny ČR	29
3.2.2 Očekávaný vývoj fotovoltaiky v ČR	29
3.3 Větrná energie.....	30
3.3.1 Očekávaný vývoj větrných elektráren v ČR	30
3.4 Energie biomasy v ČR.....	31
3.5 Koncepce využití OZE	32
4 Jaderná energetika v ČR.....	33
4.1 Vývoj jaderné energetiky v ČR.....	33
4.2 Jaderné elektrárny v ČR	33
4.2.1 Jaderná elektrárna Dukovany	35

4.2.2	Jaderná elektrárna Temelín	36
4.3	Ukládání jaderného odpadu v České republice.....	37
4.3.1	Přípovrchová úložiště.....	38
4.3.2	Výzkum v dole Bukov	39
4.3.3	Finský model	39
4.3.4	Připravované hlubinné úložiště	39
4.4	Výzkum nových reaktorů – malé modulární reaktory.....	40
4.4.1	Elektrárna Akademik Lomonosov	40
4.5	Budoucnost jaderné energetiky v České republice	41
5	Shrnutí cílů Politiky ochrany klimatu v ČR	42
5.1	Produkce emisí v ČR.....	42
5.2	Cíle a opatření pro snížení emisí.....	42
5.3	Návrh zákona o opatřeních k přechodu ČR k nízkouhlíkové energetice	43
	ZÁVĚR.....	44
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	45
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	49
	SEZNAM OBRÁZKŮ	50
	SEZNAM TABULEK.....	51

ÚVOD

Existuje vícero způsobů výroby elektrické energie, která je pro fungování veškeré populace zásadní. Energetika však významně ovlivňuje dění okolo životního prostředí. Aby lidstvo nadále nepřispívalo ke znečištění ovzduší a zhoršování klimatických podmínek, je potřeba, aby se jednotlivé státy dohodly na závazných cílech a podmínkách, jak zajistit stabilní a bezpečné dodávky elektrické energie s ohledem na ekologii. Nevyhne se tomu ani energetická a ekologická strategie České republiky, které je tato práce věnována.

Tato bakalářská práce obsahuje seznámení s mezinárodními a vnitrostátními dokumenty, podle kterých se sestavují jednotlivé koncepce a plány výroby elektrické energie, s posouzením jejího vlivu na životní prostředí. Současný stav je nevyhovující a z dlouhodobého hlediska neudržitelný. Proto se Česká republika, podobně jako ostatní státy a členské státy EU, zavázala ke stálému zvyšování podílu výroby energie z takzvaných čistých zdrojů, aby nedocházelo ke zvyšování emisí skleníkových plynů. Tím rozumíme výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů nebo pomocí jaderných elektráren.

V práci se zabývám současným podílem těchto technologií na vyrobené elektřině u nás a jejich rámcovým výhledem do budoucna.

1 Energetická politika EU a ČR

Energetické zdroje mají zásadní vliv na ekologickou situaci nejen z regionálního hlediska, ale také z hlediska globálního. Proto jsou v první kapitole shrnuty právní normy, které jsou využívány v oblasti obnovitelných zdrojů a energetiky. Tyto normy se uplatňují jak v rámci mezinárodních společenství, tak v Evropské unii. Zejména se zaměřují na zákony pro hospodaření s energiemi v České republice. Jednotlivé normy vycházejí často z mezinárodních úmluv, ze kterých následně vychází závazky jednotlivých zemí. V těchto úmluvách se státy zaručují zpravidla snížením uhlíkových emisí a dále investováním do obnovitelných zdrojů energie (OZE).

Mezi hlavní cíle energetické politiky Evropské unie patří zajištění stabilních dodávek energie. V rámci tohoto cíle je důležité se také zaměřit na bezpečnost a ochranu životního prostředí. Dalším důležitým faktorem je pro EU také dostupnost elektřiny pro její obyvatele a s tím spojená její cena. Při plnění těchto cílů se EU snaží držet závazků vyplývajících z Kjótského protokolu. [1]

1.1 Mezinárodní dokumenty EU a ČR

Zpočátku existence Evropského společenství nebyla energetická politika mezi hlavními zájmy této organizace. Mezi dokumenty, které byly klíčové při zakládání tohoto společenství, byla až za zemědělstvím dopravou nebo ochranou životního prostředí. Časem si ale členské státy více uvědomovaly důležitost koncepční energetické politiky. První smlouvy o energetice se objevily v roce 1951 při příležitosti založení Evropského společenství uhlí a oceli, které bylo začleněno do smluv o Evropském společenství v roce 2002. Dalším významným společenstvím, které bylo včleněno do EU na základě Římských smluv z roku 1957 a 1967 bylo společenství EUROATOM zabývající se jadernou energetikou. [1]

1.1.1 Kjótský protokol

Významným dokumentem byl Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu podepsaný v prosinci roku 1997. Země podepsané pod tímto protokolem se zavázaly k tomu, aby do konce kontrolního období (2008-2012) snížily své emise skleníkových plynů alespoň o 5,2 % v porovnání se stavem v roce 1990. V roce 2012 byl schválen dodatek tohoto protokolu obsahující další snížení emisí o 20 % v porovnání s rokem 1990 do dalšího kontrolního období 2013-2020. [2]

Dokument se skládá z 25 článků. Ke snížení emisí skleníkových plynů v daném státě se má docílit těmito opatřeními:

- zvyšování energetické účinnosti ve významných hospodářských odvětvích; podporou trvale udržitelných lesních hospodářství a novým zalesňováním
- podporou trvale udržitelných forem zemědělství s ohledem na změny klimatu
- podporou, výzkumem, rozvojem a zvýšeným využitím nových obnovitelných forem energie, technologií odlučování oxidu uhličitého a podporou inovačních technologií šetrným k životnímu prostředí
- zaváděním daňových motivačních stimulů, daňových a celních úlev a dotací ve všech sektorech, které emitují skleníkové plyny
- podporou reforem v důležitých odvětvích, které přispějí k omezení a snížení emise skleníkových plynů
- podporou omezení nebo snížení skleníkových plynů v sektoru dopravy

Dalšími možnostmi jsou takzvané flexibilní mechanismy, jejichž cílem je snížit ekonomický dopad na státy s vysokým podílem průmyslu:

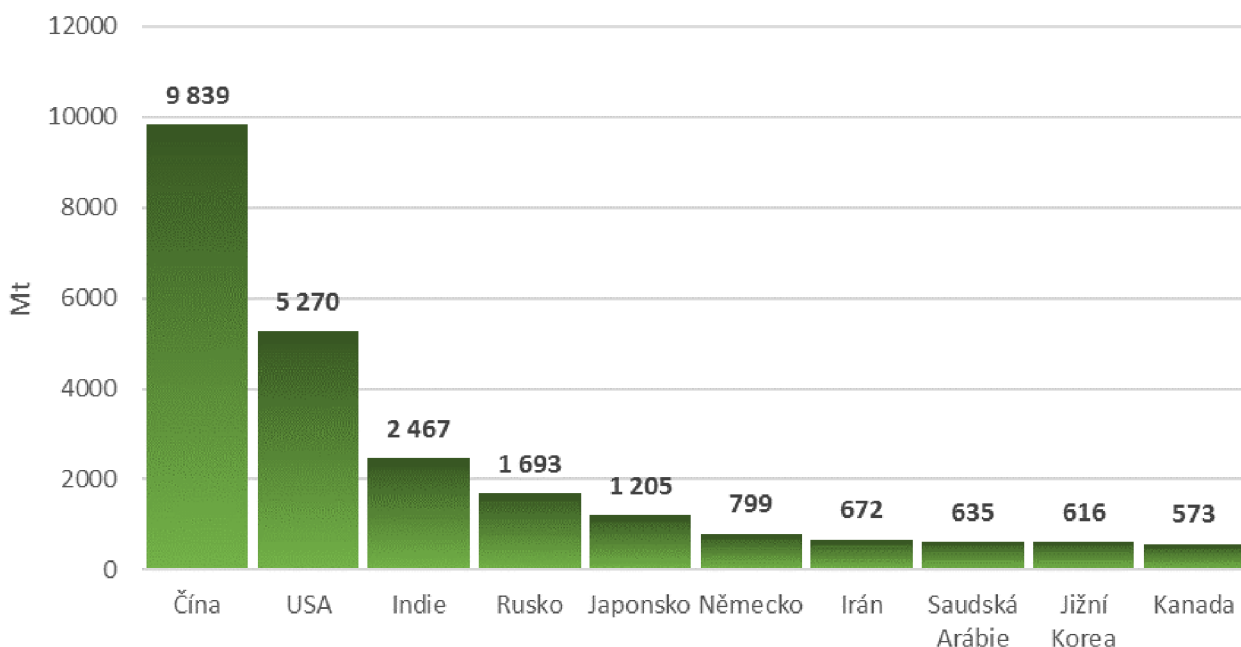
- obchodování s emisemi
- společně zaváděná opatření
- mechanismus čistého rozvoje

Redukce se týkají emisí oxidu uhličitého (CO₂), metanu (CH₄), oxidu dusného (N₂O), hydrogenovaných fluorovodíků (HFC_s), polyfluorovodíku (PFC_s), fluoridu sírového (SF₆) a fluoridu dusitého (NF₃). Pro každý skleníkový plyn se uvádí tzv. potenciál globálního ohřevu. Pro možnost srovnání se množství skleníkových plynů uvádí v hodnotě CO₂ ekvivalentní (CO₂ ekv). [2]

Česká republika pod tento protokol připojila svůj podpis 23. 11. 1998 na základě usnesení vlády č. 669/1998 a ratifikován 15. 11. 2001 (č. 81/2005 Sb. m. s.). Protokol má 192 smluvních stran. Pro Českou republiku to znamenalo snížení ekvivalentu emisí o 8 %.[2]

Kolektivní plnění závazků, které vyplývají z Kjótského protokolu je pro Evropskou unii výhodou. Zároveň jednotlivé státy mohou jednostranně vypovědět protokol, a to bez sankcí. Velkou nevýhodou tohoto protokolu je, že ji jako největší producent skleníkových plynů odmítli podepsat Spojené státy americké. [3]

Pro srovnání je uveden graf produkce CO₂ (v megatunách) rozděleného podle zemí.



Obr. 1 Produkce CO₂ v roce 2017 dle jednotlivých států [4].

1.1.2 Bílá kniha „Energie pro budoucnost – obnovitelná energie“

Evropský parlament přijal roku 1997 dokument nazvaný Bílá kniha o obnovitelných zdrojích energie. V tomto dokumentu je zpracována koncepce využívání alternativních zdrojů energie. Cílem této koncepce je konkurenceschopnost, spolehlivost dodávek a ochrana životního prostředí. [5]

1.1.3 Zákon o ochraně ovzduší ČR

„Ochranou ovzduší se rozumí předcházení znečišťování ovzduší a snižování úrovně znečišťování tak, aby byla omezena rizika pro lidské zdraví způsobená znečištěním ovzduší, snížené zátěže životního prostředí látkami vnášenými do ovzduší a poškozujícími ekosystémy a vytvoření předpokladů pro regeneraci složek životního prostředí postižených v důsledku znečištění ovzduší. Zákon zpracovává příslušné předpisy Evropské unie.“ [6]

1.1.4 Zákon o podporovaných zdrojích energie ČR

Tento zákon se věnuje podpoření využití všech dostupných obnovitelných zdrojů energie. Dalším cílem zákona je konzistentní zvyšování podílu obnovitelných zdrojů na spotřebě primárních energetických zdrojů. Ochrana životního prostředí a naplnění cíle podílu elektřiny z OZE na hrubé spotřebě elektřiny. Podpora souvisí se všemi zařízeními, které vyrábí elektřinu s pomocí OZE na území České republiky. Upravuje práva a povinnosti všech subjektů na trhu s elektřinou z obnovitelných zdrojů a podmínky výkupu a evidence výroby. Určuje podobu tvorby cen za elektřinu právě z obnovitelných zdrojů. [7]

1.1.5 Evropská energetická charta

Česká republika podepsala Evropskou energetickou chartu. Jedná se o dohodu k Evropské energetické chartě a Protokol o energetických úsporách a navazujících environmentálních hlediscích. V roce 1998 byl počet zemí, které tyto dokumenty podepsaly dostatečný tudíž Dohoda i Protokol začaly platit a členské státy je měli začít plnit. Jedním z cílů, kterých se tyto dokumenty snaží dosáhnout je zvýšení efektivity výroby energie a ochrana životního prostředí při její výrobě. Jedním z prostředků, jak tohoto cíle dosáhnout je uvedena podpora využívání obnovitelných zdrojů energie. Z toho plyne, že zapojené státy mají zpracovat národní politiku snižování energetické náročnosti. [8]

1.2 Cíle energetické politiky

V roce 2015 byla schválena dohoda z Paříže, která by měla v roce 2020 nahradit Kjótský protokol. Této konferenci přecházelo několikaletá mezinárodní jednání, jejichž cílem bylo vytvořit koncepční celosvětovou politiku v oblasti klimatu pro další desítky let. Země se dohodly, že do konce století bude globální oteplení udrženo pod hranicí 2 stupňů Celsia a bude snaha dosáhnout teplotního cíle až 1,5 stupně. Dodržování této dohody by mělo vést k alespoň zdánlivému dosáhnutí nulových emisí ve druhé polovině století. V podstatě to znamená rovnováhu mezi vypouštěnými emisemi a emisemi pohlcovanými v přírodě. Tuto dohodu schválilo 196 zemí. Od roku 2020 má fungovat pravidelné vyhodnocování národních plánů a zároveň se předpokládá možné zvyšování závazků. [9]

Evropská unie považuje energetickou politiku za prioritní. Zanedbaná koncepční práce poukázala na velké množství problémů, kterými se nyní jednotlivé vlády států musí bezpodmínečně zabývat. Jednou z možností, jak snížit emise je decentralizovat energetické zdroje. Množství decentralizovaných zdrojů energie se sice zvyšuje, ale výroba energie má stále nejvyšší vliv na situaci životního prostředí. Aby ale tyto negativní faktory mohly být eliminovány je potřeba vyvinout jednoznačné koncepční úsilí. Proto si EU stanovila tyto hlavní obecné cíle:

- Bezpečnost dodávek
- Omezení klimatických změn
- Větší diverzifikace dodavatelů a zdrojů
- Vytvoření jednotného trhu [1]

1.2.1 Energetický balíček

Evropská komise v lednu roku 2007 vydala soubor zásadních energetických dokumentů zvaných energetický balíček, určující základní pilíře aktuální energetické politiky:

- Boj proti klimatickým změnám
- Snížení závislosti na dodávkách ropy a zemního plynu
- Podpora konkurenceschopnosti

Tato strategie konkrétně popisuje boj proti změnám klimatu. V tomto bodě je řešeno snižování emisí skleníkových plynů. Cílem EU je snížení emisí o 20 % do roku 2020 v porovnání s rokem 1990. Cíl se zatím daří plnit úspěšně, jelikož v období 1990-2012 došlo ke snížení emisí o 18 %. Ekonomickým nástrojem pro snižování emisí se stal systém přidělování povolenek na vypouštění oxidu uhličitého, který zároveň umožňuje obchodování s těmito povolenkami. Podle objemu vypouštěných emisí si firmy musí povolenky na vypouštění emisí kupovat v aukcích pořádaných členskými státy nebo na trhu od jiných podniků. Jedna povolenka opravňuje k vypuštění jedné tuny CO₂. Cílem tohoto systému je hlavně pomoci členským státům s dodržení závazků Kjótského protokolu. Přebytek těchto povolenek na trhu však představuje jejich nízkou cenu a s tím spojený nízký efekt, který byl očekáván. Momentálně se jedná a diskutuje o umělém navýšení ceny stažením velké části povolenek z trhu. Toto umělé navýšení by znamenalo zvýšení nákladů na výrobu elektřiny z fosilních zdrojů. [1]

Cena povolenky se do poloviny roku 2018 pohybovala okolo 15 eur. Po umělém navýšení cen pomocí nového nástroje, kterým je vytvoření rezervy a stažení povolenek z trhu se odhaduje, že v roce 2030 by vypuštění jedné tuny CO₂ mělo stát od 26 do 56 eur. Tato cena je likvidační pro odvětví zpracovatelského průmyslu v EU bez toho, aby jim byly dodatečně náklady na povolenky kompenzovány. Podle plánů by měly tyto ceny provozovatele opět motivovat k investicím do nízkoemisních technologií. [1] [10]

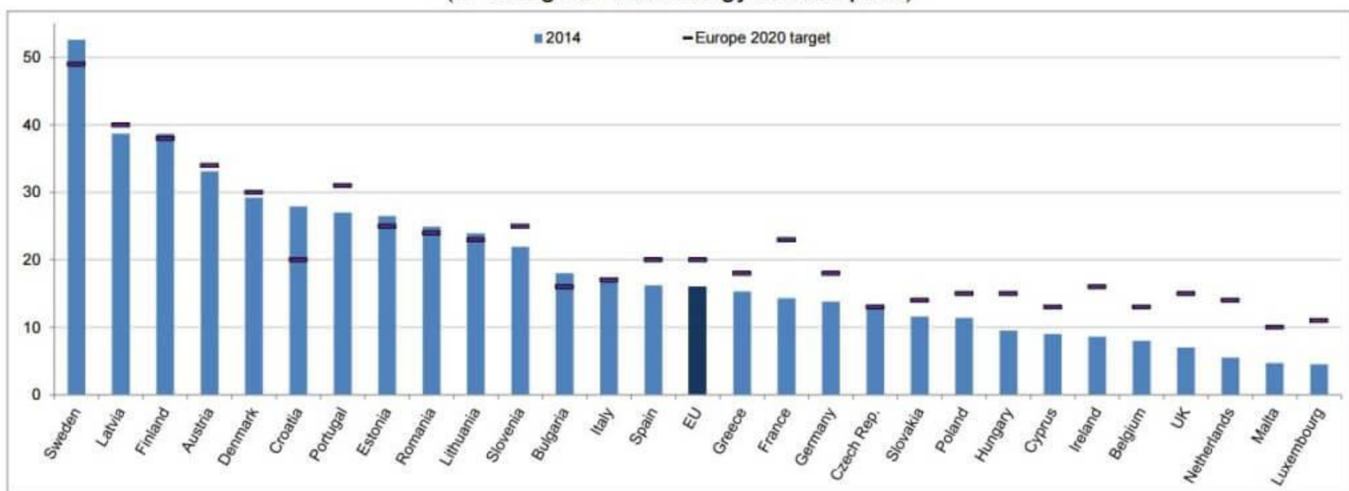
Z toho vyplývá, že mnohem výhodnější je dotovat investice do nízkoemisních technologií, místo sankcionování firem využívajících vysokoemisní zdroje.

Snižování emisí má jasně dané cíle i pro následující roky. Do roku 2030 by se měly emise snížit o 40 % oproti roku 1990 a do roku 2050 až o 80–95 %. [1]

1.2.2 Energetická účinnost

Pro ochranu klimatu je zásadní zvyšování energetické účinnosti a využívání nízkouhlíkových zdrojů, jako jsou zdroje obnovitelné a jaderné elektrárny. EU chce mít 20% podíl obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie. Proto má každý jednotlivý stát stanovený národní cíl pro podíl obnovitelných zdrojů na výrobě energie. Tyto cíle rovněž zohledňují rozdílné začáteční pozice, různý potenciál jednotlivých států a také ekonomickou sílu země. Tento cíl se Evropské unii daří plnit poměrně dobře, v roce 2014 byl tento podíl 16 %. Obnovitelnými zdroji rozumíme zdroje větrné, solární, geotermální, elektrárny a zařízení spalující biomasu. Další opatření se věnuje energetické účinnosti. Mezi tyto opatření patří označování budov a domácích spotřebičů energetickými štítky. [1] [10]

Share of energy from renewable sources in the EU Member States, 2014
(in % of gross final energy consumption)



Obr. 2 Podíl OZE na konečné spotřebě energie jednotlivých členských států EU v roce 2014 a národní cíle pro rok 2020 [10].

Obr. 2 ukazuje podíl OZE na hrubé konečné spotřebě jednotlivých členských států EU v roce 2014 a zároveň cíle, které si členské státy stanovily pro dosažení v roce 2020. Česká republika tento cíl úspěšně splnila, což ji řadí mezi třetinu států EU, kterým se podařilo tyto cíle splnit ještě před rokem 2020. [10]

Česká republika sice své cíle splnila předčasně, je to však způsobeno tím, že oproti ostatním členským státům měla nastaveny mnohem menší cíle, protože Česká republika nemá tak vhodné podmínky pro využití obnovitelných zdrojů. Z toho vyplývá, že větší část nízkouhlíkových zdrojů v ČR musí tvořit zdroje z jaderných elektráren.

1.3 Vnitrostátní dokumenty ČR

V lednu roku 2020 vydalo ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO) dokument nazvaný Vnitrostátní plán v oblasti energetiky a klimatu. V tomto dokumentu shrnuje současnou situaci plnění cílů vyplývajících z mezinárodních úmluv a směrnic EU. Tyto cíle jsou pak zakotveny v dokumentu zvaném Státní energetická koncepce (SEK). Tento koncepční dokument je součástí zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií. Státní energetická koncepce je přijímána na období 25 let a je závazná pro výkon státní správy v oblasti nakládání s energií. Zpracovatelem je Ministerstvo průmyslu a obchodu, které ji vyhodnocuje nejméně jedenkrát za 5 let a o vyhodnocení informuje vládu. Kromě toho předkládá vládě do 31. prosince každoročně vyhodnocení plnění cílů a opatření zakotvených v SEK. Aktuálně platná Státní energetická koncepce ČR byla schválena vládou dne 16. května 2015 a má horizont do roku 2040. [11]

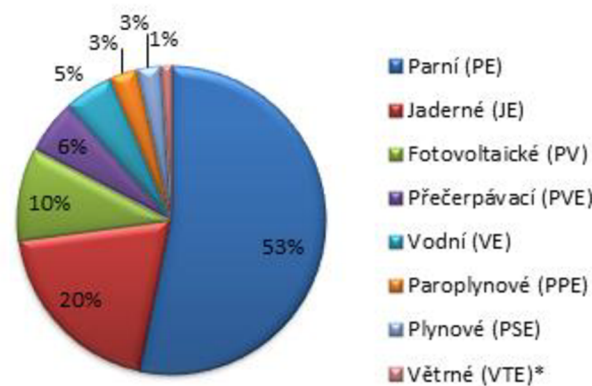
Hlavní poslání SEK se nijak neliší od cílů energetické politiky EU. Zejména jde o bezpečnou a k životnímu prostředí šetrnou dodávku energie pro potřeby obyvatelstva a ekonomiky ČR, a to za konkurenceschopné a přijatelné ceny za standardních podmínek. Současně je jejím cílem zabezpečit nepřerušované dodávky energie v krizových situacích v rozsahu nezbytném pro fungování nejdůležitějších složek státu a přežití obyvatelstva.

Státní energetická koncepce identifikuje pět strategických priorit, které mají přispět k plnění vrcholových cílů. Mezi tyto priority patří například: vyvážený mix primárních energetických zdrojů i zdrojů výroby elektřiny založený na jejich širokém portfoliu nebo efektivním využití všech dostupných tuzemských energetických zdrojů. [12]

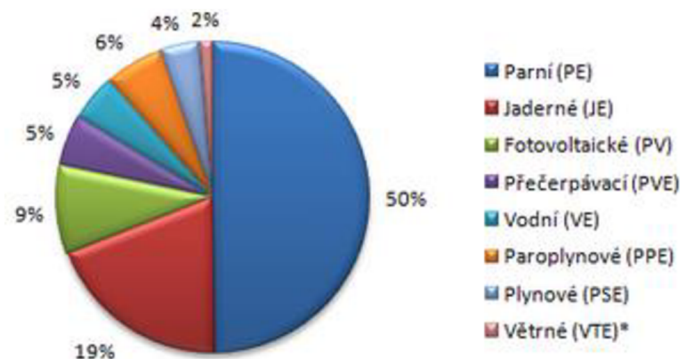
Z těchto dokumentů můžeme dále vyhodnocovat, jakým směrem se bude energetika a výroba elektřiny u nás vyvíjet. Jsou zde také obsáhle popsány nástroje a cíle pro snižování emisí skleníkových plynů a stanovení plánu dosažení podílu obnovitelných zdrojů energie na hrubé konečné spotřebě do roku 2030. Co se týče výroby elektřiny, je důležité analyzovat využití jak obnovitelných zdrojů, tak stále více diskutované jaderné elektrárny. Dalším důležitým objektem ke sledování je složení energetického mixu.

2 Energetický mix ČR

Energetický mix je libovolný podíl primárních a sekundárních zdrojů energie při výrobě elektřiny. Strukturu energetického mixu nelze ovlivnit operativním způsobem. To znamená, že jednotlivé složky energetického mixu se mění v řádu let maximálně o jednotky procent. Pro změny struktury výroby elektřiny je tedy nutné pravidelně aktualizovat složení energetického mixu a stanovit si cíle, kterých chce konkrétní vláda v řádu desítek let dosáhnout. Paradoxně může nastat problém v případě obměny vlády, což není zas tak ojedinělá událost. Následující vláda se může rozhodnout pro jiné řešení a může tak sabotovat snažení vlády přechozí. To obnáší také určení prostředků a opatření, které mají pomoci energetický mix ustálit a nastavit tak, aby odpovídal strategii státu jak z hlediska energetického, tak ekologického.



Obr. 3 Složení instalovaného výkonu v % pro rok 2011 [13].



Obr. 4 Složení instalovaného výkonu v % pro rok 2018 [13].

Na uvedených obrázcích můžeme vidět, že složení energetického mixu ohledně instalovaného výkonu se v řádu více let nijak extrémně nemění. Konkrétnější hodnoty najdeme v tabulkách 1 a 2. Většinou jde o změny v řádu jednotek procent. Pro ještě konkrétnější popis tzv. energetické směsi je nutné uvést jednotlivé způsoby, kterými se energetický mix zpravidla určuje. Jsou jimi:

- Vyrobena elektřina [GWh nebo TWh]
- Struktura vyrobené elektřiny [%]
- Instalovaný výkon – je součet jmenovitých činných výkonů všech zařízení, nacházejících se v elektrárně [MW]

2.1 Vývoj energetického mixu ČR

Následující tabulky srovnávají hodnoty instalovaného výkonu elektráren v ČR pro roky 2010-2019.

Tab. 1 Vývoj složení energetického mixu v letech 2010-2019 na základě instalovaného výkonu v MW [13].

Platnost k 31.12.										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Druh elektrárny	Výkon [MW]	Výkon [MW]	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	11075	10730
Jaderné (JE)	3900	3970	4040	4290	4290	4290	4290	4290	4290	4290
Fotovoltaické (PV)	1959,1	1971	2086	2132	2061	2070	2068	2040	2049	2044
Přečerpávací (PVE)	1146,5	1146,5	1146,5	1146,5	1072	1172	1172	1172	1172	1172
Vodní (VE)	1056,1	1054,6	1069	1083	1190	1087	1090	1090	1089	1092
Paroplynové (PPE)	590,7	590,7	520	518	1363	1363	1363	1364	1363	1363
Plynové (PSE)	433,7	510,8	750	820	766	861	861	895	910	936
Větrné (VTE)	215	217	260	268	283	283	283	308	320	340
Celkem	20072,9	20250	20520	21079	21923	21856,5	21989	22234	22268	21966

Tab. 2 Vývoj složení energetického mixu v letech 2010-2019 na základě instalovaného výkonu v % [13].

Platnost k datu 31.12.										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Druh elektrárny	Podíl %	Podíl %	Podíl %	Podíl %	Podíl %	Podíl %	Podíl %	Podíl %	Podíl %	Podíl %
Parní (PE)	53,6	53,3	51,9	51,3	49,7	49,1	49,3	49,8	49,7	48,8
Jaderné (JE)	19,4	19,6	19,7	20,4	19,6	19,6	19,5	19,3	19,3	19,5
Fotovoltaické (PV)	9,8	9,7	10,2	10,1	9,4	9,5	9,4	9,2	9,2	9,3
Přečerpávací (PVE)	5,7	5,7	5,6	5,4	5	5,4	5,3	5,3	5,3	5,3
Vodní (VE)	5,3	5,2	5,2	5,1	5,3	5	5	4,9	4,9	5
Paroplynové (PPE)	2,9	2,9	2,5	2,5	6,2	6,2	6,2	5,1	6,1	6,2
Plynové (PSE)	2,2	2,5	3,7	3,9	3,5	3,9	3,9	4	4,1	4,3
Větrné (VTE)	1,1	1,1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5
Celkem	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

2.2 Uhelné elektrárny

V České republice mají na výrobu energie značný vliv uhelné zdroje. Ty v současné době dodávají téměř 50 % elektrické energie. Přes jejich negativní ekologické dopady nebude v nejbližší době možné tyto zdroje plně nahradit. Většinu uhelných elektráren se podařilo modernizovat nebo jejich modernizace probíhá. K těmto modernizacím bylo nuceno přistoupit kvůli efektivnějšímu využívání našich uhelných zásob a zároveň z důvodu snahy o co nejmenší dopady na životní prostředí. Je snaha tedy o omezení uhelných zdrojů, což by mělo zásadní vliv na změnu energetického mixu. Tyto změny musí být postupné. [12] [14]

2.3 Jaderné elektrárny

Neméně významným energetickým zdrojem jsou jaderné elektrárny, které v současnosti vyrábí více než 33 % elektrické energie. Jaderná elektrárna jako zdroj má velmi stabilní výkon, a proto bývá využívána pro pokrytí základního zatížení. Dalšími výhodami tohoto zdroje jsou např. dlouhá doba životnosti, malé výrobní náklady, spolehlivý a předvídatelný provoz, možnost vytvoření zásob paliva (cca 2 roky). Do nižší ceny produkované elektřiny se počítá také cena uranu oproti jiným fosilním palivům. Nevýhodou pak jsou počáteční velmi vysoké investiční náklady. Z těchto politických a ekonomických důvodů nejsou některé vlády ochotny investovat do tohoto zdroje elektrické energie. Citlivým tématem je jaderná energetika i z hlediska mezinárodních vztahů. SEK předpokládá dostavbu dalších jaderných bloků a prodloužení životnosti Temelínské i Dukovanské elektrárny. Předpokládá se, že jaderná energie může v budoucnu dosáhnout podílu až 50 % na výrobě elektřiny, což povede k nahrazení nezanedbatelného podílu uhelných elektráren. [14]

2.4 Zemní plyn

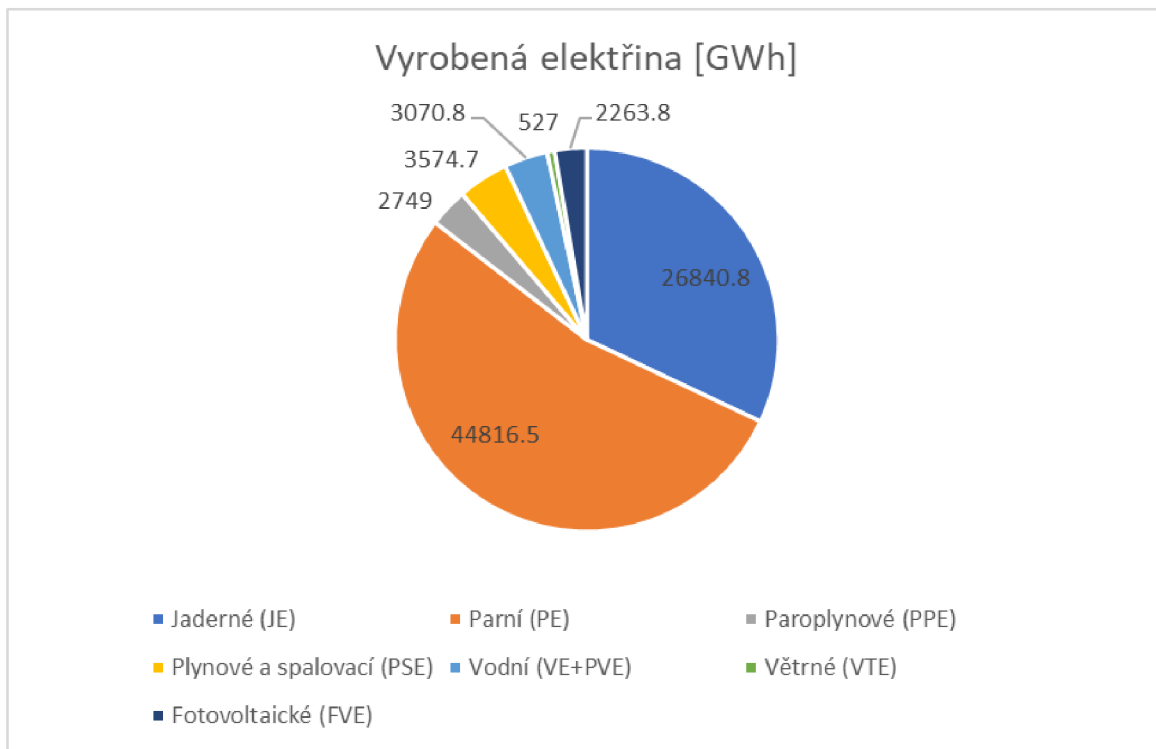
Dalším zdrojem, který nelze opomenout je zemní plyn. Ten se využívá nejen pro výrobu elektřiny, ale také pro dálkové a individuální vytápění. Mírným negativem je, že většina soustav zásobování teplem založených na zemním plynu je závislá na dodávkách bez možnosti jeho nahrazení nějakým alternativním zdrojem. Na výrobě tepla pomocí zemního plynu je závislé asi 10 % obyvatelstva a na výrobě elektřiny se zemní plyn podílí zhruba 2,5 %. Zásadně se plynové zdroje využívají při denních špičkách nebo při vykrývání vznikajících nestabilit z obnovitelných zdrojů. Praktickým řešením tohoto problému by mohlo být využití bateriových úložišť, se kterými mají dobré zkušenosti například v Austrálii nebo Kanadě. MPO však nákup baterií považuje za neperspektivní, tudíž co se týče zemního plynu, je ČR prakticky 100% závislá na dovozu. Největším dodavatelem je pak Ruská federace a menší podíl má Norsko. Je nutné tedy mít dostatečnou kapacitu zásobníků plynu. Zárukou bezpečnosti dodávek jsou dlouhodobé kontrakty a také fakt, že jsme tranzitní země, přes kterou každý rok proudí desítky miliard kubíků plynu. Zásoby plynu v podzemních zásobnících pak odpovídají dvoutměsíční spotřebě České republiky. [14]

2.5 Obnovitelné zdroje

Z obnovitelných zdrojů se u nás využívá vodní, větrné, solární elektrárny a dále také elektrárny spalující biomasu a bioplyn. Z OZE se hrubá vyrobená elektřina podílela asi 8 % na hrubé spotřebě elektřiny. Ze SEK víme, že je snaha o plné využití potenciálu biomasy, jelikož biomasa je jediný dostupný obnovitelný zdroj, který může ČR využívat ve větší míře hlavně v oblasti teplárenství. Závazek České republiky je, že do roku 2020 budou mít OZE 13% podíl na výrobě energie. Bohužel, tohoto cíle nelze dosáhnout bez podpory ze strany státu. I u těchto zdrojů energie má docházet k vzájemné konkurenci různých zdrojů a technologií. Velmi využívaným obnovitelným zdrojem jsou vodní elektrárny. Jejich možnosti jsou však do značné míry vyčerpány, jelikož největší vodní díla na našich řekách jsou již postaveny a není mnoho prostoru pro nová. Momentálně jejich podíl je asi 3 % na výrobě elektřiny a není očekávaný

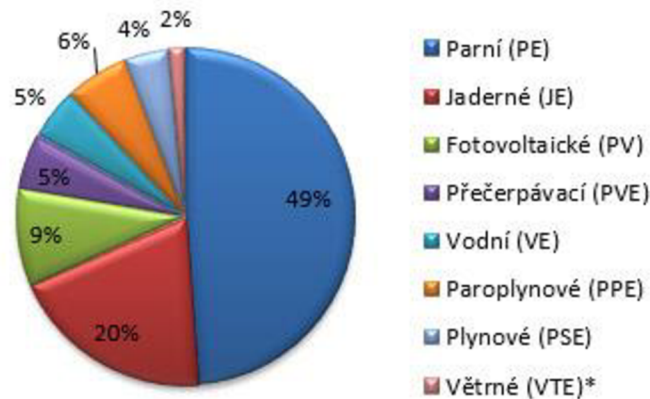
nárůst výkonu těchto elektráren. Přesto jsou tyto zdroje významné, protože nám pomáhají vykrývat neočekávané špičky. V případě větrných a solárních elektráren nejsou v ČR příhodné geografické ani klimatické podmínky. Vhodná místa pro větrné elektrárny jsou většinou horské oblasti, které jsou u nás chráněné a mořská pobřeží, která se u nás pro změnu nevyskytují. Neúměrná podpora solárních elektráren pak znamenala v minulosti jejich velký nárůst. Do budoucna se však počítá s využitím solární energie spíše jako zdroj pro menší objekty. Velké negativum solárních elektráren u nás je vidět v rozdílu mezi jejich instalovaným výkonem, který je 10 % a podílem vyrobené elektřiny, dosahující jen 3 %. To vyplývá z roční využitelnosti. To je ekvivalent hodin, po které zdroj běží na 100 % výkonu. U fotovoltaických elektráren je toto číslo na hodnotě 10 %, kdežto jaderné elektrárny dosahují roční využitelnosti až 90 %. [14]

Když se podíváme na roční využití instalovaného výkonu, zjistíme, že se využívají nejvíce právě jaderné elektrárny. Jaderné elektrárny vyráběly více jak 6200 hodin za rok 2015. Druhé nejvíce využívané byly parní a paroplynové, vyrábějící 4174 hodin ročně. O něco méně, konkrétně 4000 hodin vyráběly pak elektrárny vodní. Nejméně využívané byly větrné a fotovoltaické elektrárny s podílem 2000 hodin, respektive 1100 hodin. [14]



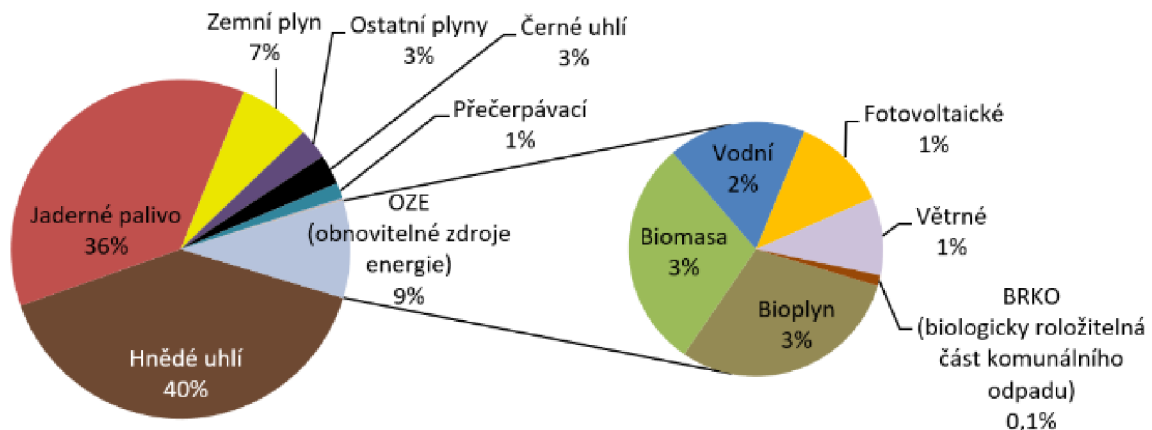
Obr. 5 Struktura vyrobené elektřiny v roce 2015 uvedená v GWh [12].

2.6 Aktuální složení energetického mixu



Obr. 6 Struktura instalovaného výkonu pro rok 2019 [13].

Základním dokumentem, ze kterého můžeme stanovit složení energetického mixu se nazývá Roční zpráva o provozu elektrizační soustavy ČR. Vydává ho energetický regulační úřad (ERÚ) a jsou zde k nalezení informace o bilanci, výrobě a spotřebě elektřiny. Tento dokument je vydáván vždy v polovině roku a udává data k roku předešlému. Zpráva za rok 2019 tedy bude vydána zhruba v polovině roku 2020. Na obrázku č. 7 můžeme vidět jen nepatrné změny ve složení oproti letům předešlým – viz obrázky 3 a 4. Tento obrázek však popisuje procento instalovaného výkonu. Kde však rychleji dochází ke změnám je struktura vyrobené elektřiny, kdy se meziročně zvyšuje procentuální podíl jaderné energie, kterou se ČR snaží postupně nahradit energií z elektráren uhelných a fotovoltaických.



Obr. 7 Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto – IV, čtvrtletí 2019 [15].

2.6.1 Výroba elektřiny v roce 2018

Z výroční zprávy ERÚ (2018) se dále dozvídáme, že celková výroba elektřiny brutto v roce 2018 překročila hodnotu 88,0 TWh, což představuje meziroční nárůst o téměř 1 TWh (+ 1,1 %) proti roku 2017. Pojmem brutto u vyrobené elektřiny myslíme celkovou výrobu elektřiny na svorkách generátorů. Nejvíce elektřiny bylo vyrobeno v březnu: 8 448 GWh, což bylo způsobeno mimo jiné vyšší spotřebou v souvislosti s chladnějším počasím. Největší meziroční změnu výroby elektřiny brutto u palivových elektráren zaznamenaly jaderné elektrárny, které vyrobily meziročně o 1,6 TWh více (+ 5,6 %). Výroba elektřiny brutto naopak klesla v parních elektrárnách o 361 GWh (- 0,8 %), paroplynových elektrárnách o 32 GWh (- 0,8 %) a plynových a spalovacích elektrárnách o 29 GWh (- 0,8 %). Výroba elektřiny z hnědého uhlí vzrostla o 756 GWh (+ 2,0 %), výroba z černého uhlí meziročně klesla o 999 GWh (- 22,4 %). Výroba elektřiny ze zemního plynu vzrostla oproti roku 2017 o 100 GWh (+ 2,9 %). Výroba elektřiny přečerpávacích vodních elektráren klesla meziročně o 120 GWh (-10,2 %). [16]

2.6.2 Spotřeba elektřiny v roce 2018

Tuzemská brutto spotřeba elektřiny nadále mírně rostla a v roce 2018 dosáhla hodnoty 73,9 TWh (+ 0,2 %), což je nejvyšší hodnota za dobu jejího sledování v ročních zprávách ERÚ. K nárůstu spotřeby došlo pouze u velkoodběru z vvn (velmi vysoké napětí) o 76 GWh (+ 1,0 %) a velkoodběru z vn (vysoké napětí) o 455 GWh (+ 1,9 %). Spotřeba elektřiny meziročně klesla u maloodběru podnikatelů o 45 GWh (- 0,6 %) i u domácností o téměř 162 GWh (- 1,1 %). V krajském členění byl významně vyšší pokles spotřeby domácností v Praze, a to o 47 GWh (- 3,1 %). V ostatních krajích byla spotřeba domácností meziročně téměř na stejné úrovni (pokles mezi 0,7 až 1,3 %). [16]

V České republice se stále ve velké míře využívá pro výrobu elektřiny spalování fosilních paliv. To má poměrně velký negativní vliv na znečištění ovzduší a celkově ekologickou situaci u nás.

3 Obnovitelné zdroje a jejich využití v ČR

V souvislosti se snižováním emisí skleníkových plynů a celkově ochranou životního prostředí je důležitá podpora a využití výroby energie z obnovitelných zdrojů. Na rozdíl od neobnovitelných zdrojů jako jsou fosilní paliva se tyto zdroje dokážou přirozeně obnovovat. Obnovitelnou energii využíváme k výrobě elektrické energie nebo ve formě tepelné energie pro průmysl, dopravu a domácnosti. Skrze svoji udržitelnost jsou tyto zdroje nutné k energetické bezpečnosti a k udržitelnému rozvoji.

Mezi elektrárny využívající obnovitelné zdroje u nás řadíme:

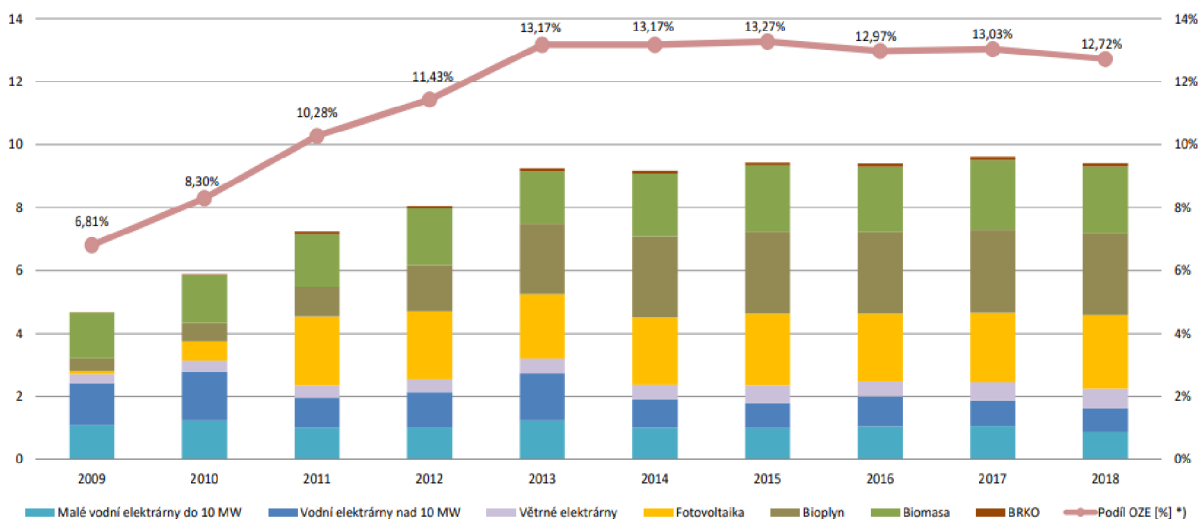
- Vodní elektrárny
- Sluneční elektrárny
- Větrné elektrárny
- Elektrárny na biomasu

K dalším alternativním zdrojům energie pak patří geotermální energie, energie přílivu nebo energie okolního prostředí.

V České republice jsou obnovitelné zdroje definovány v zákoně č. 201/2012 Sb. Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů:

„Obnovitelnými zdroji se rozumí obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu.“ [7]

I přes poměrně nevhodné podmínky pro využívání veškerých obnovitelných zdrojů se Česká republika snaží tyto zdroje podporovat a plnit tak požadavky směrnic EU a mezinárodních smluv. Patříme dokonce mezi třetinu států Evropské unie, kterým se podařilo splnit národní cíle podílu OZE na konečné spotřebě energie ještě před rokem 2020.



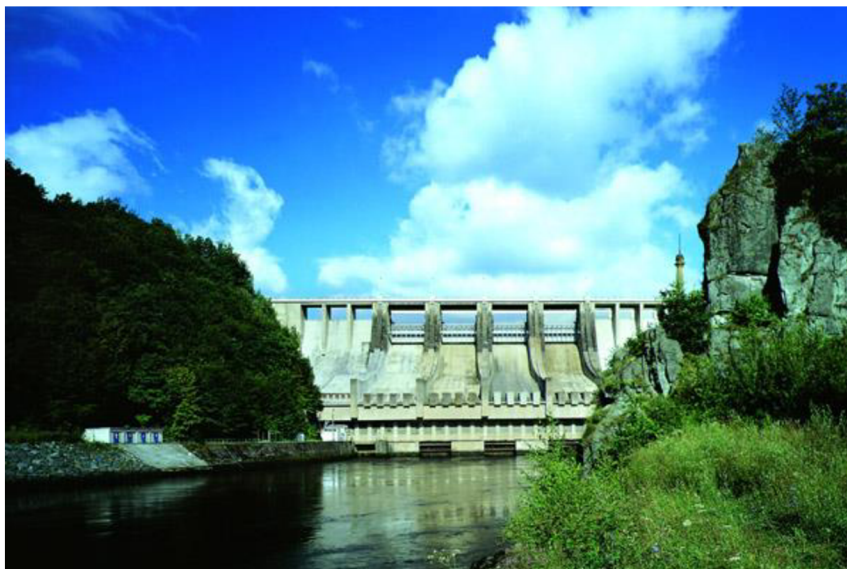
Obr. 8 Vývoj výroby elektřiny z OZE a její podíl na tuzemské spotřebě (TWh) [16].

3.1 Vodní energie

Jedním z nejvýznamnějších obnovitelných zdrojů energie je energie vody. Je také považována jako jediný obnovitelný zdroj, který je ekonomicky konkurenceschopný fosilním palivům a nukleární energii. Důležitým faktem je, že při výrobě elektrické energie tímto způsobem lidstvo neprodukuje žádné emise, takže nepřispívá k nárůstu množství skleníkových plynů. Výrobu elektřiny zajišťuje neustálý koloběh velkého množství vody, jehož zdrojem je sluneční energie a zároveň díky tomu jsou vodní elektrárny stavěné na vodních tocích nebo přehradách velmi stabilním zdrojem energie. Nevýhodou je, že přírodní podmínky omezují výstavbu více elektráren o takových výkonech, které by pokryly poptávku.

Ve většině zemí světa se tento způsob výroby energie používá pouze jako doplňkový. Mezi země nejvíce využívající hydroelektrárny patří v Evropě Švýcarsko a Norsko. V České republice pak najdeme nejvýznamnější elektrárny na Vltavské kaskádě.

Na vodních tocích je využívána kinetická energie proudící vody. Množství využitelné energie je dáno rychlostí proudění, která závisí na spádu toku a velikosti průtoku.



Obr. 9 Vodní elektrárna Slapy – první velká stavba vltavské kaskády po 2. světové válce [17].

3.1.1 Vodní elektrárny

Základním dělením vodních elektráren je rozdělení podle typů:

- **akumulační** – Hlavní částí je hráz sloužící ke zvýšení tlakového spádu. Voda je přiváděna tlakovým přivaděčem k turbíně, který pohání generátor.
- **derivační** – Pomocí náhonu odvádí vodu z řečiště a využívá její spád k pohonu turbíny. Pak ji vrací zpět.
- **přečerpávací (PVE)** – Tuto elektrárnu tvoří dvě nádrže propojené tlakovým přivaděčem. Využívá přebytku elektřiny v síti a tuto energii akumuluje v horní nádrži v podobě potenciální energie vody. Tu následně lze využít při špičkovém zatížení sítě nebo při výpadcích jiných zdrojů. Turbína slouží zároveň jako čerpadlo a generátor jako motor.
- **přilivové** – Použitelné pro přímořské země. Využívají přílivu a odlivu k vytvoření tlakového spádu. [18]

Vodní elektrárny můžeme dále dělit z hlediska velikosti výkonu:

- **malé** – do 10 MW
- **střední** – 10 až 200 MW
- **velké** – nad 200 MW [18]

3.1.2 Vodní energetika ČR

Vodní elektrárny se na celkové výrobě elektřiny podílejí asi 2 až 3 %. K datu 30. září 2016 bylo v ČR v provozu 9 velkých vodních elektráren (instalovaný výkon nad 10 MW) s celkovým instalovaným výkonem 753 MW a 1614 malých vodních elektráren (MVE) s celkovým instalovaným výkonem 348 MW. Kromě klasických vodních elektráren u nás najdeme také 3 přečerpávací elektrárny s celkovým instalovaným výkonem 1175 MW. [19]

Tab. 3 Přehled velkých vodních elektráren v ČR [20].

Elektrárna	Instalovaný výkon (MW)	Rok uvedení do provozu
<i>Akumulační a průtočné elektrárny</i>		
Lipno I	120	1959
Orlík	364	1961 – 1962
Kamýk	40	1961
Slapy	144	1954 – 1955
Štěchovice I	22,5	1943 – 1944
Vrané	13,88	1936
Střekov	19,5	1936
<i>Přečerpávací vodní elektrárny</i>		
Štěchovice II	45	1948, 1996
Dalešice	450	1978
Dlouhé Stráně I	650	1996



Obr. 10 Přehled vodních elektráren v ČR [21].

V roce 2015 vyrobily vodní elektrárny v ČR 1 795 GWh elektřiny, z čehož 1 002 GWh vyrobily MVE. Zatímco výroba klasických vodních elektráren v ČR má v posledních 10 letech kolísavý charakter, u PVE lze pozorovat jasně rostoucí trend spojený zejména s potřebou regulace nestálé výroby z intermitentních OZE. Další výstavba větších vodních elektráren už není z kapacitních důvodů na našem území reálná. Neumožňují nám to přírodní podmínky a taky skutečnost, že oblasti, které by byly vhodné pro využití vodní energie patří často mezi chráněné (CHKO, NP). [19] [21]

Další nevýhodou pro ČR je v oblasti využití vodní energie fakt, že je tato technologie závislá na stabilním průtoku vody, což je problémem zejména pro malé vodní elektrárny. Tyto malé elektrárny jsou navíc u nás často v provozu se zastaralou technologií, tudíž jednou z cest, jak zefektivnit využitelnost potenciálu toků a podílet se tak na výrobě čisté elektrické energie je rekonstrukce starých malých vodních elektráren. [17]

Z grafů uvedených v dokumentech ERU (2018) lze vidět, že podíl vyrobené elektřiny z vodních elektráren je spíše na ústupu, což je způsobeno tím, že vodní elektrárny jsou přímo závislé na klimatických podmínkách. Lze to vidět například v porovnání s rokem 2010, kdy byla výroba elektřiny z vodních elektráren výjimečně vysoká díky významně příznivým klimatickým podmínkám. [12] [16]

3.2 Sluneční energie

Sluneční energie tvoří základní podmínku života na Zemi. Celková energie ze Slunce dopadající na Zemi má výkon přibližně 174 000 TW. Lidé však spotřebovávají v průměru výkon 18 TW. Za 3 hodiny dopadne na zemský povrch takové množství energie ze Slunce, že by pokrylo celkovou energetickou spotřebu lidstva za celý rok. Z toho vyplývá, že pro bezemisní energetiku jsou schůdným prostředkem fotovoltaické panely a bateriová úložiště. [22]

Existují 2 způsoby výroby elektřiny ze sluneční energie. Prvním je fotovoltaika. Fotovoltaické články přeměňují sluneční paprsky přímo na elektřinu. Druhým způsobem je využití solárně termických elektráren, které používají soustředěné sluneční paprsky k výrobě tepla. Teplo následně vytváří páru pro pohon turbíny a generátoru, stejně jako k tomu dochází v klasických elektrárnách. [23]

Roční efektivní využití fotovoltaického zdroje přímo závisí na konkrétních podmínkách v daném regionu. Intenzitu a dobu slunečního záření mimo jiné ovlivňuje i nadmořská výška, oblačnost a další lokální podmínky jako jsou ranní mlhy či míra znečištění ovzduší. [23]

Pro ČR se roční efektivní využití pohybuje nízko, mezi 9–13 %. [23]

Nevýhodou fotovoltaických elektráren je, že nedokážou zaručit výrobu elektřiny v době potřeby, protože je závislá na slunečním záření. Dalším kritickým prvkem je omezená možnost ukládání energie. Jeden ze způsobů, jak ukládat energii ze Slunce, je dobíjení baterií. [23]

Výhodou fotovoltaických elektráren je, že je možné stavět různé velikosti od jednotlivých zdrojů na budovách, které se pohybují v hodnotách okolo 230 Wp až po obrovské solární farmy. Jednotka Wp (watt peak) označuje maximální výkon fotovoltaického článku nebo systému při plném osvětlení za optimálních podmínek. [23]



Obr. 11 Bateriové úložiště společnosti E.ON. [24].

3.2.1 Fotovoltaické elektrárny ČR

Jelikož Česká republika leží v mírném podnebném pásu, není její podnebí pro využití solární energie ideální. Boom instalace fotovoltaických systémů nastal v letech 2009 a 2010 kvůli nezvládnutému systému dotovaných cen. V těchto letech tedy vzrostl instalovaný výkon solárních zdrojů v Česku z hodnoty v jednotkách MWp na téměř 2000 MWp. V té době byly vybudovány téměř všechny fotovoltaické farmy s výkonem větším než 5 MWp. Tři největší jsou Ralsko RA 1 s výkonem 38,3 MWp, Vepřek s výkonem 35,1 MWp a Ševětín s výkonem 29,9 MWp. [24]

Tab. 4 Instalovaný výkon solárních elektráren v ČR (v MW ke konci jednotlivých let) [23].

Rok	MW
2006	0,2
2007	3,4
2008	39,5
2009	464,6
2010	1959,1
2011	1971
2012	2086
2013	2132,4
2014	2067,4
2015	2074,9
2016	2045,5
2017	2069,5

Instalovaný výkon se drží zhruba na hodnotě 2 GWp do současnosti. Zrušení garantovaných cen totiž vedlo k častější instalaci jen malých decentralizovaných zdrojů na budovách, které nejsou primárně určené pro dodávku energie do sítě. Instalovaný špičkový výkon 2 GWp vede v letních optimálních podmínkách v maximu k hodnotám až téměř 1,6 GW. Různá umístění, orientace a sklon plochy panelů elektráren rozloží jejich maxima výkonu do různého času a rozdělení jejich produkce v době špičky je rovnoměrnější. V současné době tak od jara do podzimu v době příznivého počasí docela dobře pokrývají instalované fotovoltaické zdroje velkou část denní špičky spotřeby. Celkově vyrobí fotovoltaické zdroje u nás v současné době okolo 2,1 TWh ročně, což odpovídá zhruba 2,5 % naší výroby. [24]

3.2.2 Očekávaný vývoj fotovoltaiky v ČR

Státní energetická koncepce počítá s podporou efektivních fotovoltaických instalací. Nástrojem by mělo být odstranění byrokratických překážek pro instalaci fotovoltaických panelů na budovách. Stále tedy zůstává prostor pro zvyšování fotovoltaiky u nás, ale prioritní by mělo být právě využití decentralizovaných instalací na budovách. Podle odhadů studie firmy ENACO se v horizontu roku 2045 jedná u bytových domů o 4,5 GWp a u ostatních budov až 7,3 GWp. I přes tyto fakta pravděpodobně fotovoltaické zdroje u nás v řádu let i desetiletí nepřekročí 10-15 % výroby elektřiny. [24]

3.3 Větrná energie

Větrnou energii řadíme mezi nejstarší obnovitelné zdroje elektřiny objevené člověkem. Podobně jako vodní energie vzniká jako důsledek dopadající sluneční energie. Vítr je v podstatě proudění vzduchu, které vzniká tlakovými rozdíly vzduchu v zemské atmosféře. [25]

Možnosti využití větrné energie jsou dvě:

- Přímá přeměna energie větru na mechanickou práci (čerpání vody, pohánění lodí)
- Přímá přeměna energie větru na elektřinu [25]

Podle velikosti výkonu dělíme elektrárny na:

- Mikroelektrárny o výkonu 2 kW a průměru rotoru do 2 m. Používané pro dobíjení baterií.
- Malé větrné elektrárny s výkonem do 50 kW a průměrem rotoru do 15 m. Slouží jako lokální zdroj energie například pro odlehlá místa bez připojení k síti.
- Střední větrné elektrárny o výkonu do 300 kW a průměru rotoru do 35 m. Mají omezené využití například jako doplňkový zdroj zásobování odlehlých lokalit, jako jsou například malé ostrovy.
- Velké větrné elektrárny o výkonu nad 300 kW. Slouží jako zdroj energie v rámci velkých elektrických sítí. [25]

3.3.1 Očekávaný vývoj větrných elektráren v ČR

Teoreticky by mohly větrné elektrárny pokrýt i celou spotřebu elektřiny v ČR, a to i po zohlednění reálných větrných podmínek a hlavních objektivních překážek, jako je například vyloučení výstavby těchto elektráren na chráněných územích (z hlediska ochrany přírody a krajiny) či dodržení přísných hlukových limitů. Reálně lze však očekávat, že instalace větrných elektráren bude pozvolnější a větrná energie tedy bude v roce 2040 zajišťovat ročně mezi 6 a 19 TWh elektřiny. To odpovídá asi 10 až 31 % současné spotřeby. Podmínky pro větrné elektrárny jsou u nás podobné těm, jako jsou na jihu Německa. Přesto u nás nevyužíváme větrné elektrárny ani z desetiny jako tam. [26]

Roční spotřeba elektřiny České republiky v roce 2019 činila 61,1 TWh a ve větrných elektrárnách bylo loni vyrobeno 0,7 TWh elektřiny, což odpovídá 1 % spotřeby. [15]

Vládní plán na rozvoj obnovitelných zdrojů předpokládá do roku 2030 nárůst instalovaného výkonu o 600 MW, což by v přepočtu na dnešní spotřebu elektřiny v ČR znamenalo nárůst přibližně na 2,9 % spotřebované elektřiny. [11]

Podmínky pro větrnou energii jsou v České republice poměrně příznivé. Podobně jako je tomu v sousedním Německu. Nicméně je otázkou, do jaké míry s tímto zdrojem energie počítá vláda a jak bude reálně plnit své cíle. Pravděpodobnější je, že prioritním zdrojem elektřiny zůstává nadále podpora jaderné energetiky.

3.4 Energie biomasy v ČR

Oproti ostatním alternativním zdrojům energie jako je energie větru či Slunce, má biomasa v České republice obrovský potenciál. Teoreticky je možné, aby v brzké budoucnosti biomasa pokrývala až 75 % podílu na obnovitelných zdrojích veškeré vyrobené energie. V současné době se biomasa a bioplyn podílí na výrobě elektřiny z obnovitelných zdrojů zhruba 30 procenty. Jasnou výhodou při využívání biomasy je i výroba tepla. Produkce tepla pokrývá v České republice až 90 % výroby tepla z obnovitelných zdrojů. Z celkové výroby tepla v ČR pak biomasa pokrývá přes 9 %.

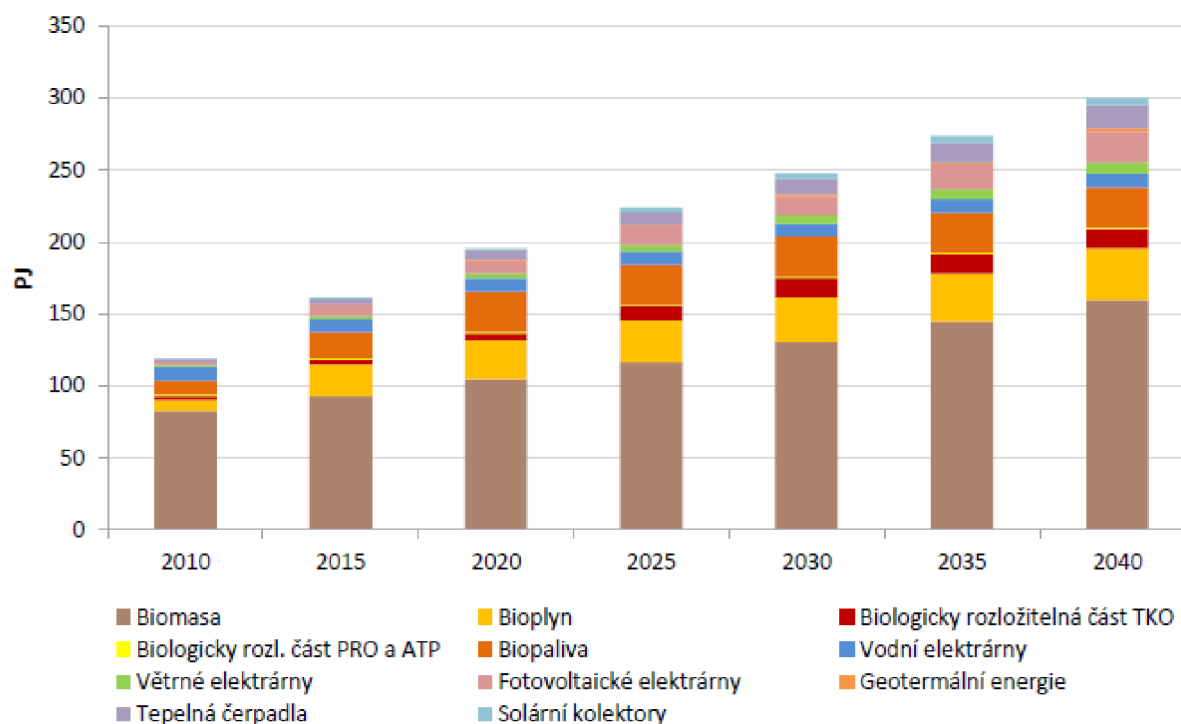
Tab. 5 Výhody a nevýhody výroby elektřiny pomocí biomasy [27].

Výhody	Nevýhody
Využití odpadu	Nízká účinnost při výrobě elektřiny
Dostupnost technologií pro spalování	V některých případech je nutná úprava paliva
Vyrovnaná bilance oxidu uhličitého	Náklady na některé typy úpravy
Energie je stále dostupná	Náklady na dopravu
Možnosti úpravy paliva	Nutnost skladovacích prostor
Možnost využití v domácnostech	Výroba není bez emisí

Biomasa je jediným dodatečným a ve větším rozsahu dostupným systémovým obnovitelným zdrojem energie v ČR pro potřeby teplárenství. Ostatní formy obnovitelných zdrojů jsou z technických a jiných důvodů (sociálně-environmentálních) pro účely teplárenství omezené. [12]

Některé zdroje uvádí, že další druhy emisí, vznikající při spalování biomasy (zejména poléťavý prach), jsou v některých případech vyšší než při spalování zemního plynu, ale dokonce i než při spalování uhlí. Proto je nezbytné zajistit, aby byl rozvoj spalování biomasy realizován technologiemi minimalizujícími tuto zátěž. [12]

3.5 Koncepce využití OZE



Obr. 12 Vývoj a struktura OZE na primárních energetických zdrojích [12].

Dle SEK má celková výše OZE ve sledovaném období trvale vzestupný charakter. Je zde vidět snaha o využití tohoto tuzemského energetického zdroje za předpokladu jeho ekonomické návratnosti. Zároveň je snaha o omezení dopadů na rozpočet státu a obyvatel. Zdrojem s největším potenciálem nadále zůstává biomasa. U ostatních zdrojů je markantní opětovný růst fotovoltaiky po roce 2025 v návaznosti na dosažení její konkurenceschopnosti. V souvislosti s tím se předpokládá využití výhradně na střechách a jiných pevných konstrukcích budov. Naopak se nepočítá s rozšířením využití fotovoltaických elektráren na zemědělské půdě, jak tomu bylo v minulosti. [12]

Postupný nárůst produkce je také významný u využívání odpadů s předpokladem využití 100 % spalitelné složky odpadu nevhodného pro recyklaci. U větrné energie se předpokládá postupné plné využití potenciálu, respektující všechny faktické omezující podmínky včetně ochrany krajinného rázu. Významnou položku tvoří též využívání tepelné energie prostředí (tepelná čerpadla). [12]

Vnitrostátní plán předpokládá zvýšení hrubé spotřeby čisté energie do roku 2030 na 22 % (ze současných asi 16). Celkové náklady na výstavbu obnovitelných zdrojů mezi lety 2021 a 2030 představují 327,5 miliard korun. Podle komory OZE, která se podílela na přípravě analýz pro klimaticko-energetické investice ČR, je zásadní slabinou vládního plánu zbytečně nízké ambice, přílišný důraz na spalování biomasy ve velkých elektrárnách a na druhé straně hrubé podcenění potenciálu větrné a solární energetiky. [11] [28]

4 Jaderná energetika v ČR

Využití jaderné energie se stalo nedílnou součástí energetického mixu mnoho zemí. Výjimkou není ani Česká republika, ve které jsou aktuálně v provozu dvě jaderné elektrárny. Lze předpokládat, že jaderné elektrárny budou mít vliv na rozvoj ekonomiky i v budoucnu. V současné době neexistuje nikde na světě vhodnější energetický zdroj, který by mohl současně pokrýt nároky na energii, a přitom by nezhoršoval situaci ohledně životního prostředí. Pokud vezmeme v potaz, že jednotlivé státy se v poslední době čím dál víc soustředí na téma ukládání radioaktivního odpadu (RAO) a vyhořelého jaderného paliva (VJP), lze považovat jadernou energetiku jako způsobilou technologii výroby elektrické energie šetrné k životnímu prostředí. [34]

4.1 Vývoj jaderné energetiky v ČR

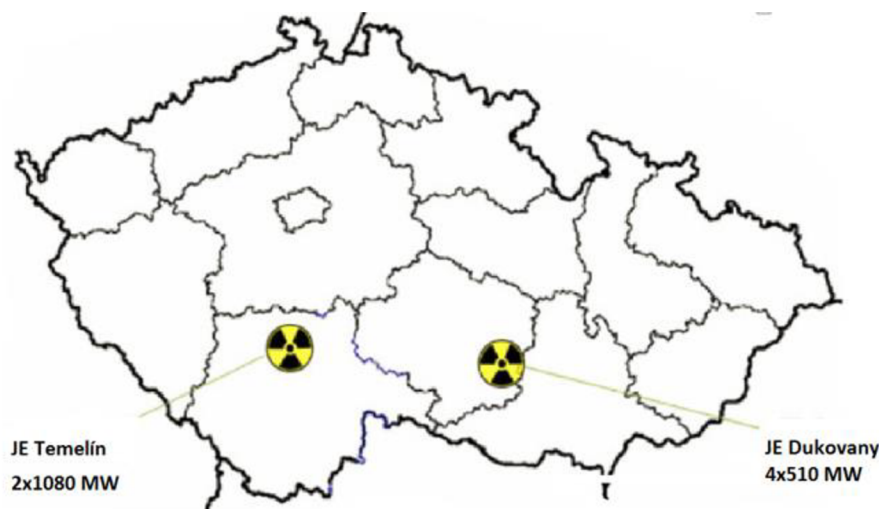
Se stavbou první jaderné elektrárny na svém území začalo tehdejší Československo už v roce 1958 – reaktor chlazený oxidem uhličitým v Jaslovských Bohunicích (Slovensko). V roce 1970 se pak začalo s výstavbou čtyř reaktorů VVER-440, které byly uvedeny do provozu v polovině osmdesátých let dvacátého století. [29]

Důležitou událostí bylo zahájení jaderné elektrárny Dukovany, která se začala stavět v roce 1978 a jedná se o první JE na území stávající ČR. Návrhy 4 reaktorů VVER-440 model V213 vypracovaly ruské organizace v čele se společností Energoprojekt. Konstrukci zajistila společnost Škoda Praha. Do provozu byly reaktory uvedeny mezi roky 1985 a 1987. [29]

Výstavba Temelínské JE započala v roce 1982. Kvůli změnám režimu prošly práce několika úskalími, jako například pozastavení výroby vládou v roce 1990, která se rozhodla odložit stavbu třetího a čtvrtého bloku. I přes tuto situaci se pokračovalo ve stavbě prvních dvou bloků. Reaktory, financovány společností ČEZ s pomocí půjček světových bank, byly v letech 2000 a 2003 uvedeny do provozu. [29]

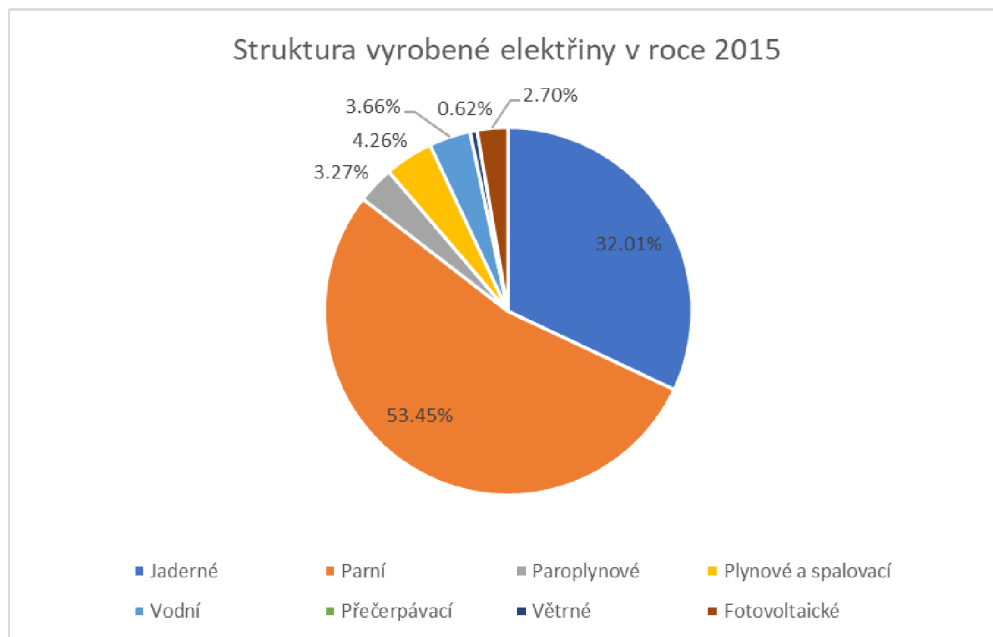
4.2 Jaderné elektrárny v ČR

V České republice v současné době fungují dvě jaderné elektrárny – Dukovany a Temelín. Vlastníkem a provozovatelem obou elektráren je energetická skupina ČEZ, a. s. Vzhledem k příznivým podmínkám, jako jsou například téměř žádná vulkanická činnost nebo krasové jevy, které by mohly negativně ovlivnit jadernou bezpečnost, se obě elektrárny nacházejí v jižní části země.



Obr.13 Umístění jaderných elektráren v České republice [30].

Z energetického mixu ČR víme, že jaderné elektrárny mají zhruba třetinový podíl na výrobě elektrické energie. V roce 2015 se celkově vyrobilo 83,9 TWh elektrické energie. Jaderné zdroje se na výrobě podílely 26,8 TWh. [12]



Obr. 14 Struktura vyrobené elektřiny České republiky v roce 2015 [12].

Dle IV. čtvrtletní zprávy ERU za rok 2019 vyrobily jaderné elektrárny v České republice 36 % elektřiny. Ve dvou jaderných elektrárnách máme 6 jaderných reaktorů, které tedy produkují přibližně třetinu veškeré elektřiny v ČR. Jaderná energetika má zároveň ze strany vlády silnou podporu. Veškeré cíle, plány, prostředky a analýzy vycházejí z aktualizované verze Státní energetické koncepce (SEK), na kterou pak navazuje Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky v České republice (NAP JE). Zpracovatelem obou těchto dokumentů, které jsou aktualizovány, je Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO). Neméně důležitými orgány jsou dále:

- **Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB)** – tento úřad vykonává státní správu při využívání jaderné energie a ionizujícího záření. V čele úřadu stojí od roku 1999 předsedkyně Dana Drábová.
- **Správa úložišť radioaktivního odpadu (SÚRAO)** – zajišťuje odpovědnost státu za bezpečné ukládání radioaktivního odpadu. [15] [34]

4.2.1 Jaderná elektrárna Dukovany

Jaderná elektrárna Dukovany se nachází 30 km jihovýchodně od Třebíče na hranici dvou krajů – Vysočiny a Jihomoravského kraje.

Jedná se o první provozovanou JE v České republice a patří mezi největší, vysoce spolehlivé a ekonomicky výhodné zdroje společnosti ČEZ, a. s. Roční výroba elektřiny se pohybuje okolo 14 TWh, což odpovídá asi 20 % z celkové spotřeby elektřiny u nás. V porovnání s ostatními výrobci vyrábí elektřinu s nejnižšími měrnými náklady. [31]

V roce 2016 uběhlo už 31 let od zprovoznění první turbíny prvního bloku JE Dukovany. Během této doby elektrárna vyrobila asi 407 000 GWh elektřiny, což je více než například výroba celkové elektřiny v České republice mezi lety 2001 až 2003. Kdybychom na výrobu takového množství elektřiny chtěli využít uhelné elektrárny, museli bychom vytěžit přibližně 294 milionů tun hnědého uhlí, a jehož spálením bychom emitovali do ovzduší zhruba 367 mil. Tun CO₂. [31]



*Obr. 15 Letecký pohled na jadernou elektrárnu
Dukovany (EDU) [32].*

V elektrárně jsou 4 výrobní bloky s tlakovodními reaktory typu VVER 440. V rámci zvyšování účinnosti a využití výkonových rezerv došlo ke zvýšení instalovaného výkonu z původních 4 x 440 MW na současných 4 x 510 MW. [32]

Kontinuálně se pracuje na modernizování výrobního zařízení elektrárny, technologiích i bezpečnostních systémech. V roce 2016-2017 elektrárna obdržela nové provozní licence pro všechny čtyři bloky na dobu neurčitou doplněné o několik provozních podmínek. Prozatímní provoz je předpokládán až do roku 2035 s možností prodloužení do roku 2047. [32]

Při ranních a odpoledních špičkách energetickou síť posiluje i 480 MW instalovaného výkonu přečerpávací vodní elektrárny Dalešice na řece Jihlavě. [32]

4.2.2 Jaderná elektrárna Temelín

Jaderná elektrárna Temelín leží nedaleko Týna nad Vltavou, přibližně 24 km od Českých Budějovic. Stavbu negativně ovlivnilo několik událostí. Ať už šlo o kritiku ze strany Rakouska, které zpochybňovalo bezpečnost jaderné energetiky po jaderné katastrofě v Černobylu (1986), nebo zastavení stavby třetího a čtvrtého bloku, ke kterému došlo v 90. letech kvůli konci řady podniků energeticky náročného těžkého průmyslu, které zde vyrostly za komunistického režimu.

První a druhý blok byl uveden do provozu v letech 2002-2003 a stejně jako v Dukovanech i zde dochází v průběhu let k řadě modernizací, týkajících se například generátorů, turbín či použitého paliva. V současnosti instalovaný výkon obou turbogenerátorů činí 1125 MW. [33]



Obr. 16 letecký pohled na jadernou elektrárnu Temelín (ETE) [34].

V souvislosti s výstavbou Temelína bylo potřeba postavit také zdroj technologické vody pro tuto elektrárnu. Pro tyto účely slouží vodní nádrž Hněvkovice. [33]

Provoz v Temelíně zajišťují dva reaktory VVER 1000 typu V320. Ve srovnání s Dukovany se jedná o novější generaci tlakovodních reaktorů. [33]

Před uvedením JE Temelín do provozu byly Jižní Čechy odkázány na dodávku elektrické energie z jiných oblastí, hlavně z ekologicky zatížených severních Čech. Výstavba významného energetického zdroje umožnila řešit nedostatek elektrické energie i obtížnou ekologickou situaci v severních Čechách, neboť temelínská elektrárna umožnila nahradit již zastaralé a postupně odstavované bloky v uhelných elektrárnách. Zprovozněním dvou temelínských bloků do zkušebního provozu, spolu s Jadernou elektrárnou Dukovany, se zvýšil podíl výroby jaderných zdrojů akciové společnosti ČEZ na 42,5 %. Aktuálně obě české jaderné elektrárny kryjí přibližně třetinu domácí výroby. [33]

4.3 Ukládání jaderného odpadu v České republice

Kromě zajištění stabilního fungování jaderných elektráren, hraje klíčovou roli stát i v oblasti ukládání radioaktivního odpadu (RAO) a vyhořelého jaderného paliva (VJP). Této problematice se věnuje úřad nazvaný Správa úložišť radioaktivního odpadu (SÚRAO), který je za tuto činnost odpovědný dle „Atomového zákona“. Jaderný odpad vzniká v odvětvích, které zpracovávají radioaktivní látky. Jedná se o zdravotnictví, průmysl, zemědělství, výzkum a v neposlední řadě energetiku. Konkrétním odpadem jsou různé pomůcky, měřicí přístroje, oděvy, látky pevné i kapalné a samozřejmě největší objem zabírá jaderné vyhořelé palivo.

Radioaktivní odpady se dle aktivity dělí na:

- Přechodné
- Nízkoaktivní
- Středněaktivní
- Vysokoaktivní [35]

Nízko, středně i vysokoaktivní odpady se v úložištích izolují od životního prostředí na dostatečně dlouhou dobu, po kterou by mohly představovat riziko pro lidstvo a ekologii. [35]

Česká republika má na svědomí produkci přibližně 450 tun nízko a středněaktivních odpadů, které pocházejí ze zdravotnictví, výzkumu a dalších jaderných technologií. Vyhořelé jaderné palivo ze jaderných elektráren (Dukovany a Temelín) pak tvoří necelých 100 tun vysokoaktivních odpadů za rok. [35]

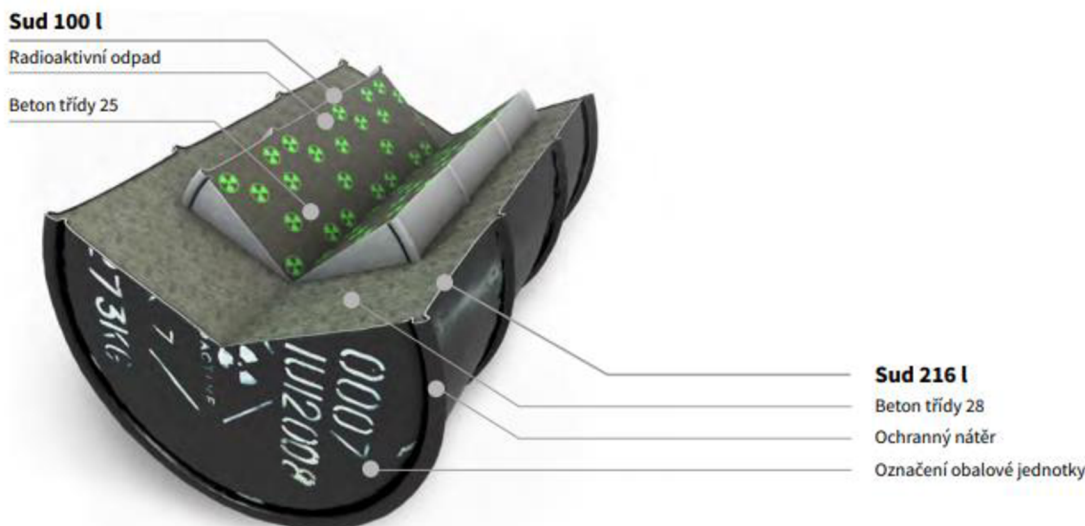
Ve skutečnosti však podle legislativy JEDU a JETE nevyprodukovaly žádné vyhořelé palivo. VJP není v souladu s atomovým zákonem RAO, pokud je za něj neprohlásí jeho vlastník nebo SÚJB. Na skladování VJP se vztahují stejné požadavky jako na nakládání s RAO před uložením a musí být skladován tak, aby nebyla ztížena možnost jeho další úpravy. [41]

Požadavky na nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým palivem jsou definovány v Hlavě IV. atomového zákona (č. 263/2016 Sb.) [41]

Pro zajištění bezpečného skladování VJP vyvezeného z reaktoru je vedle reaktoru každého bloku obou jaderných elektráren zbudován bazén VJP, kde je VJP skladováno po dobu nutnou ke snížení výkonu zbytkového tepla. Poté je VJP převezeno do provozovaných suchých skladů (v současné době z obou elektráren míří VJP do skladu vyhořelého paliva Dukovany), kde je bezpečně skladováno po dobu řádově desítek let. Suché skladování je zvládnutá, dlouhodobě ověřená a prakticky bezodpadová technologie založena na izolaci VJP v obalových souborech pro přepravu a skladování. [41]

4.3.1 Přípovrchová úložiště

Nízko a středněaktivní odpady se před uložením zpracovávají například zahuštěním, lisováním nebo zpevněním kapalných odpadů. Zpracované odpady se plní do sudů, fixovaných cementem, či asfaltem. Tyto sudy jsou vloženy do větších sudů a prostor mezi nimi je vyplněn betonem. Uzavřené sudy jsou natřeny protikorozním nátěrem. Pro vysokoaktivní odpady se plánuje vybudování hlubinného úložiště (HÚ) do roku 2065. Do této doby se VJP dochlazuje ve speciálních bazénech poblíž reaktoru, odkud se poté na několik desetiletí uskladní do tzv. meziskladů v prostorách elektráren. [35]



Obr. 17 Kontejner CASTOR využívaný v úložišti Richard [37].

V současné době jsou v provozu následující úložiště RAO:

- **ÚRAO Dukovany** – bylo vybudováno v areálu JE Dukovany pro ukládání upravených RAO z jaderné energetiky. Případnému úniku radionuklidů do biosféry zabráňuje soustava bariér s dlouhodobou životností. V trvalém provozu je od roku 1995. Celkový objem úložných prostor 55 000 m³ (asi 180 000 sudů o objemu 200 l) je dostatečný k přijetí všech RAO z JE Dukovany i Temelín.
- **ÚRAO Richard** – bylo vybudováno v komplexu bývalého vápencového dolu Richard II (v podzemí vrchu Bídnice - 70 m pod povrchem). Celkový objem upravených podzemních prostor je přibližně 17 000 m³, kapacita pro ukládání odpadu je 8 400 m³. Na tomto úložišti jsou ukládány zejména RAO pocházející z užití radioizotopů ve zdravotnictví, průmyslu a výzkumu.
- **ÚRAO Bratrství** – toto úložiště je určeno výhradně k přijetí odpadů obsahujících přírodní radionuklidy.
- **ÚRAO Hostím** – v úložišti jsou uloženy nízko a středně aktivní odpady. Provoz úložiště byl ukončen v roce 1965 a v roce 1997 bylo úložiště uzavřeno. [36]

4.3.2 Výzkum v dole Bukov

V současné době probíhají výzkumné práce v podzemním výzkumném pracovišti Bukov. Pracoviště je lokalizované v hloubce 550 metrů pod povrchem v katastru obce Bukov. Slouží jako testovací lokalita pro získání dat o chování horninového prostředí v předpokládané hloubce budoucího hlubinného úložiště. Získaná data jsou využívána při procesu výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště. [35]

4.3.3 Finský model

Jistým vzorem pro Českou republiku a SÚRAO by mohlo být Finsko. Ve Finsku se začali zabývat výzkumem možných lokalit pro hlubinné úložiště již v 90. letech 20. století. Přípravované první hlubinné úložiště na světě se nachází na ostrově Olkiluoto a jeho otevření je plánováno na rok 2025. [37]

4.3.4 Přípravované hlubinné úložiště

Správa úložišť radioaktivního odpadu v současné době pracuje na zúžení potenciálních lokalit vhodných na výstavbu hlubinného úložiště. Zkoumají například propustnost tekutin horninami, jelikož voda představuje jisté riziko v kontaktu s vyhořelým jaderným palivem. SÚRAO předpokládá s výstavbou v hloubce asi 500 m pod povrchem. V průběhu roku 2020 má správa představit 4 vybrané lokality z nynějších 9, na kterých budou pokračovat výzkumy. Otázkou veřejnosti je často i financování tak velkého projektu. Hrazeno by mělo být z tzv. Jaderného účtu, na kterém bylo k 31. 12. 2018 necelých 28,5 mld Kč. Na jaderný účet provozovatel jaderných elektráren odvádí 55 Kč z každé vyrobené MWh. SÚRAO počítá s částkou okolo 130 mld, které pokryjí jak stavbu díla, tak jeho provoz. Zahájení stavby je plánováno na rok 2050 a vlastní provoz pak na rok 2065. [38]

Podobné emoce, jako náklady na stavbu a provoz hlubinného úložiště vzbuzuje také jeho lokalita.



Obr. 18 Potenciální lokality pro výstavbu hlubinného úložiště jaderného odpadu [38].

4.4 Výzkum nových reaktorů – malé modulární reaktory

Klasická jaderná elektrárna je v současné době výhodná pouze v dlouhodobém hledisku. Uvedením velké jaderné elektrárny do provozu může taky způsobit přebytek elektřiny na trhu, což vede ke snížení její ceny. Z tohoto důvodu může být vhodné využití menších reaktorů, které se vyznačují nižšími investičními náklady.

Je snaha dosáhnout reaktorů, vyráběných sériově, v současné době se jedná spíše o kusovou výrobu s vysokými náklady. Podobná malá zařízení již dlouhou dobu pohánějí například jaderné ponorky nebo ledoborce. Malé modulární reaktory je plánováno umístit pod povrch země a spojit je s dalšími komponentami pro výrobu elektrické energie. Budou ochlazovány sodíkem nebo směsí olova a bizmutu. Velké využití modulárních reaktorů se uvažuje na odlehlých místech, jejich využití se plánuje například na Aljašce. Uvažuje se také o využití pro vodíkové hospodářství. Příkladem reaktoru je projekt Toshiba 4S, který má mít výkon až 50 MWe. [39] [40]

4.4.1 Elektrárna Akademik Lomonosov

Upravené reaktory pro malé elektrárny využívá například plovoucí elektrárna Akademik Lomonosov. Elektrárna se nachází u města Pevek na Čukotce.

Akademik Lomonosov je elektrárnou, která uvádí princip modularity do praxe. Po zhruba 9 letech provozu se vrátí do své mateřské loděnice kvůli výměně paliva a rozsáhlejší údržbě. Na jejím původním místě ho nahradí jiný modul, který energeticky zabezpečí danou lokalitu. Jde o první jadernou elektrárnu tohoto typu. Jejím nástupcem budou tzv. optimalizované plovoucí jaderné elektrárny, které už ponosou na své palubě reaktory RITM-200M, modernější a výkonnější verzi malých námořních reaktorů KLT-40S. [42]

Plovoucí jaderná elektrárna Akademik Lomonosov, která nemá ve světě obdoby, byla uvedena do komerčního provozu. Příslušné rozhodnutí vydal 22. května 2020 generální ředitel společnosti Koncern Rosenergoatom (provozovatel elektrárny a součást ruské korporace pro atomovou energii Rosatom). Od připojení k síti už plovoucí jaderná elektrárna vyrobila 47,3 GWh elektřiny. [42]



Obr. 19 Plovoucí jaderná elektrárna Akademik Lomonosov v Pevěku na Čukotce [42].

4.5 Budoucnost jaderné energetiky v České republice

Dlouhodobým cílem je udržet provoz EDU minimálně do roku 2035 až 2037 – to odpovídá provozu elektrárny po dobu 50 let a poté jednotlivé bloky postupně odstavit. Pokud by aktuální stav zařízení a současné bloky v plném rozsahu splňovaly bezpečnostní a technické požadavky a stát by potřeboval zajistit energetickou bezpečnost, například kvůli zpoždění uvádění nového jaderného zdroje, bude vhodné z pohledu státu usilovat i o další prodloužení.

Pokud se týče Jaderné elektrárny Temelín, je dlouhodobým cílem dosáhnout celkové délky provozu po dobu 60 let, tj do roku 2060 (blok 1) respektive 2062 (blok 2) [34]

Po odstavení stávajících bloků bude v souladu se schváleným plánem vyřazení po několikaleté přestávce přistoupeno k likvidaci těchto bloků. Za likvidaci bude pod státním dozorem odpovědný provozovatel zařízení. Radioaktivní odpad převezme státní autorita odpovědná za ukládání SÚRAO.

Pro své geologické výhody jsou pro další možnosti výstavby nových jaderných elektráren vhodné současné lokality – Temelín a Dukovany. Obě tyto lokality splňují několik podmínek:

- Nezbytná infrastruktura pro jaderné bloky
- Množství a kvalita vody
- Geologie, hydrogeologie a biologické průzkumy
- Potřebné pozemky ve vlastnictví ČEZ
- Postoj dotčených krajů a obcí [34]

Pro lokalitu Temelín jsou zpracovány projekty ETE 3 a ETE 4 – tyto projekty nejsou nijak omezovány. Zároveň jsou zde dostupné pozemky a tolik důležitá kvalitní voda. Projekty počítají se 2 bloky o celkovém výkonu až 3400 MW, které by byly nezávislé na provozu stávající elektrárny. [34]

V lokalitě Dukovany platí několik omezení pro projekt NJZ EDU 5. Jsou jimi například omezené zdroje vody v řece Jihlava nebo nutné úpravy v dopravní infrastruktuře. Zároveň můžeme jako limit označit prozatím nepodepsání smlouvy o spolupráci s regionem. Naopak není omezení ohledně pozemků, kde aktuálně probíhá jejich vykupování. V závislosti na provoz EDU 1-4 by mohlo dojít ke stavbě maximálně jednoho bloku o výkonu 1200 MW. Souvisle by bylo pravděpodobně nutné omezit výkon 1 bloku stávající elektrárny. [34]

Jak je již zmíněno, Státní energetická koncepce předpokládá, že jaderná energetika bude hrát spolu s obnovitelnými zdroji energie klíčovou roli v energetice, zejména ve výrobě elektřiny. Jaderné zdroje by mohly okolo roku 2035 pokrýt asi 50 % výroby elektřiny, dalších 25-30 % by připadalo na obnovitelné zdroje. S ohledem na komplexnost jaderné energetiky musí dlouhodobé strategické zadání rozvoje konkretizovat vizi všech prvků životního cyklu jaderných elektráren, a to s ohledem na předpokládaný rozsah jaderné energetiky v budoucnosti. Ukončení provozu EDU 1-4 v letech 2035-37, případně 2045-47, provoz ETE 1,2 cca do roku 2060, výstavba až 3 bloků nových jaderných zdrojů (NJZ) do roku 2040 a případná další výstavba po roce 2040. [34]

5 Shrnutí cílů Politiky ochrany klimatu v ČR

Dlouhodobou strategii nízkouhlíkového rozvoje a základní cíle v oblasti ochrany klimatu ČR v horizontu do roku 2050 představuje jako koncepci dokument nazvaný Politika ochrany klimatu v ČR. Vydalo jej Ministerstvo životního prostředí v roce 2004. Definuje především konkrétní opatření a nástroje pro postupné snižování emisí skleníkových plynů s ohledem na ekonomicky využitelný potenciál. [43]

5.1 Produkce emisí v ČR

I přes více jak třetinový pokles emisí skleníkových plynů od roku 1990 ČR nadále patří mezi státy s nejvyšší produkcí skleníkových plynů na obyvatele. Konkrétně v roce 2014 s hodnotou 11,6 t CO₂ekv./obyv., což byla čtvrtá nejvyšší hodnota v EU-28, výrazně převýšila celoevropský průměr 8,5 t CO₂ekv./obyv. Nadále nepříznivá zůstává i hodnota emisní náročnosti ekonomiky ČR, která je stále téměř dvojnásobná oproti průměru zemí EU-28, což je dáno například strukturou energetického mixu ČR. [43]

5.2 Cíle a opatření pro snížení emisí

Účelem této politiky je navrhnout efektivní a účinná opatření, včetně jejich příspěvku ke snižování emisí skleníkových plynů do roku 2030 a popsat způsoby, které by směřovaly k přechodu na nízkouhlíkovou ekonomiku do roku 2050. Cíle jsou následující:

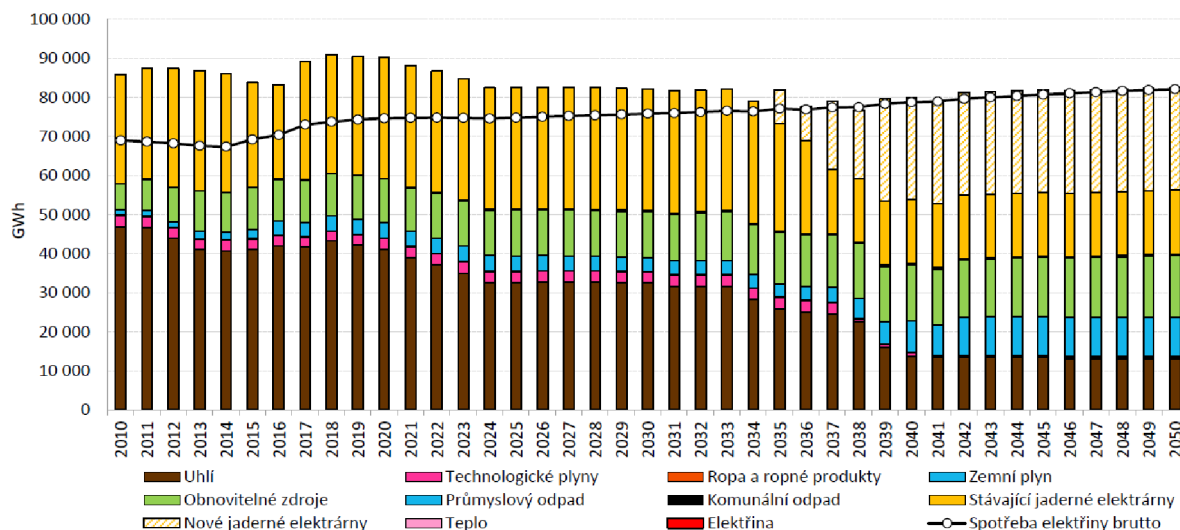
- Snižit emise ČR do roku 2020 alespoň o 32 Mt CO₂ekv. v porovnání s rokem 2005
- snížit emise ČR do roku 2030 alespoň o 44 Mt CO₂ekv. v porovnání s rokem 2005

Dlouhodobé indikativní cíle Politiky ochrany klimatu v ČR jsou:

- směřovat k indikativní úrovni 70 Mt CO₂ekv. vypouštěných emisí v roce 2040
- směřovat k indikativní úrovni 39 Mt CO₂ekv. vypouštěných emisí v roce 2050

Opatření, která mají přispět ke snížení emisí se týkají různých sektorů. Těmito sektory jsou průmysl, energetika, konečná spotřeba energie, doprava, zemědělství a lesnictví, odpady nebo také výzkum a vzdělávání. Sektor energetiky se na celkových emisích skleníkových plynů EU podílel v roce 2014 největším dílem, tj. 30 %. Mezi lety 1990 a 2012 poklesly emise z produkce elektřiny a tepla o 15,9 %. Podle Plánu přechodu na konkurenceschopné nízkouhlíkové hospodářství EU by emise v tomto sektoru měly postupně klesat, a to až téměř k nule v roce 2050. [43]

Podle SEK je dlouhodobým cílem ČR v horizontu do roku 2040 vyšší využití obnovitelných zdrojů energie a jaderné energetiky. Podle optimalizovaného scénáře by emise oxidu uhličitého ze spalovacích procesů měly v období 2010 až 2040 klesnout o 38 %. Z porovnání potenciálu se ukazuje, že ústřední roli ve skladbě obnovitelného energetického mixu bude plnit solární a větrná energie, a zejména pro potřeby lokálních dodávek tepla, energie z biomasy. [43]



Obr. 20 Výhled hrubé výroby elektřiny dle Návrhu vnitrostátního plánu [11].

5.3 Návrh zákona o opatřeních k přechodu ČR k nízkouhlíkové energetice

Návrh se váže k zákonu č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon). [44]

Pro účely tohoto zákona je nízkouhlíková výroba definována jako výroba elektřiny s jaderným reaktorem připojená do elektrizační soustavy s instalovanou kapacitou o minimálním výkonu 100 MW po roce 2030. [44]

S očekávaným poklesem ve výrobě elektřiny je předpokládán kontinuální růst spotřeby elektřiny vzhledem k posilování trendů elektrifikace. Konzervativní výhled růstu spotřeby založený na predikci vývoje HDP poukazuje na fakt, že čistá spotřeba mírně naroste ze současných cca 67 TWh až na cca 77,5 TWh v roce 2040. [44]

Zákon má za cíl zakotvit v českém právním rámci takové opatření, které by přispělo k dosažení klimaticky neutrální Evropské unie, konkrétně na dlouhodobý cíl do roku 2050, vycházející z cílů Politiky ochrany klimatu v ČR. Zákon má umožnit výstavbu nových jaderných zdrojů v souladu s Národním investičním plánem ČR 2020-2050. [44]

ZÁVĚR

Tato práce se zabývá popisem energetické a ekologické strategie České republiky. V první části jsou popsány právní normy, zabývající se využíváním obnovitelných zdrojů v oblasti energetiky a energetikou obecně. Z těchto norem vycházejí zákony a mezinárodní dokumenty, kterými se jednotlivé podepsané státy zavazují k plnění společných cílů. Těmito cíli rozumíme zajištění stabilních dodávek energie se zaměřením na bezpečnost a ochranu životního prostředí. Zásadním dokumentem je Kjótský protokol, který udává za cíl snížení emisí skleníkových plynů. V České republice dále pak problematiku energetiky blíže specifikuje dokument Státní energetická koncepce, kterou vydalo Ministerstvo průmyslu a obchodu a která je platná do roku 2040.

Další část práce je věnována struktuře energetického mixu ČR. Energetický mix popisuje, pomocí jakých technologií je u nás elektrická energie vyráběna. V současné době se téměř 45 % elektrické energie vyrobí v uhelných elektrárnách. Na to navazují jaderné elektrárny s podílem více než 36 %. Zemní plyn se podílí na výrobě elektřiny zhruba 7 %.

Důležitým zdrojem energie pro dlouhodobou udržitelnost a nízkouhlíkovou energetiku jsou zdroje obnovitelné, kterým se věnuje třetí kapitola. Mezi elektrárny vyrábějící elektřinu z obnovitelných zdrojů v ČR řadíme elektrárny vodní, sluneční, větrné a čím dál více využívané elektrárny spalující biomasu. V podstatě jde o obnovitelné nefosilní přírodní zdroje. Vodní elektrárny, u kterých se nepředpokládá následný rozvoj, protože jejich potenciál je do vysoké míry již vyčerpán, se podílejí na výrobě elektřiny asi 2-3 %. Kde však potenciál je, především díky možnosti decentralizování zdrojů, jsou elektrárny fotovoltaické. To znamená využití fotovoltaických panelů na střechách bytových domů a ostatních budov. Možností, jak uchovat energii nejen ze solárních panelů, je ukládání do bateriových úložišť. To bohužel SEK označuje jako neperspektivní cestu. Z těchto faktů plyne, že v řádu let i desetiletí pravděpodobně fotovoltaické zdroje nepřekročí hodnotu 10-15 % vyrobené elektřiny. Co se týče větrných elektráren, jejich instalace se očekává spíše pozvolnější. Dle vládního plánu budou tyto zdroje do roku 2030 zajišťovat necelé 3 % spotřebované elektřiny. Výroba energie z biomasy se očekává spíše ve formě tepla. V současnosti se biomasa a bioplyn podílí na výrobě elektřiny z OZE asi 30 %. SEK předpokládá, že do roku 2035 OZE pokryjí asi 25-30 % výroby elektřiny.

Nedílnou součástí strategie, jak dosáhnout dostatečné výroby elektřiny, a přitom se nepodílet na negativní situaci životního prostředí jsou jaderné elektrárny. Předposlední kapitola je věnována oběma jaderným elektrárnám v ČR a jejich budoucnosti. V současnosti se podílí na výrobě elektřiny asi 36 % a předpokládá se navýšit tuto hodnotu do roku 2035 až na 50 %. SEK tedy nepředpokládá větší využití nových alternativních zdrojů energie a spíše se jednomyslně soustředí na cestu jaderné energetiky. Mimo jiné kapitola popisuje strategii ukládání radioaktivního paliva nebo také možnosti využití malých modulárních reaktorů.

Poslední kapitola shrnuje cíle a opatření pro snížení emisí skleníkových plynů. Toto je důležité pro dosažení tzv. klimaticky neutrální Evropské unie. Pro tyto účely byl u nás navrhnut Zákon o opatřeních k přechodu ČR k nízkouhlíkové energetice.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *Energetická politika EU a její nástroje* [online]. [cit. 2019-11-30].
Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/navody/energeticka-politika-eu-nastroje/>
- [2] Ministerstvo životního prostředí (2010). *Kjótský protokol* [online]. [cit. 2019-11-30].
Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol
- [3] *Co přináší kjótský protokol?* www.ekolist.cz [online]. [cit. 2019-11-30].
Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/co-prinasi-kjotsky-protokol>
- [4] ČHMÚ Brno. *CO₂ emise podle zemí*. [online]. [cit. 2019-6-19].
Dostupné z: <https://chmibrno.org/blog/2018/12/08/co2-emise-podle-zemi/>
- [5] *Energie z obnovitelných zdrojů* [online]. [cit. 2019-11-30].
Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/cs/sheet/70/energie-z-obnovitelnych-zdroju>
- [6] Zákon č. 201/2012 Sb. *Zákon o ochraně ovzduší* [online]. [cit. 2019-12-1].
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>
- [7] Zákon č. 201/2012 Sb. *Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů* [online]. [cit. 2019-12-1]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-165>
- [8] *Evropská energetická charta* [online]. [cit. 2019-12-1].
Dostupné z:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=LEGISSUM%3A127028>
- [9] *Klimatická dohoda z Paříže* [online]. [cit. 2019-12-15].
Dostupné z: <https://euractiv.cz/section/energeticka-ucinnost/linksdossier/klimaticka-konference-v-parizi-2015-cop21-000137/l>
- [10] BUDÍN, Jan. *Eurostat: 9 členských států včetně ČR již dosáhlo národního cíle OZE* [online]. [cit. 2019-12-15]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/podil-oze-eu>
- [11] Ministerstvo průmyslu a obchodu (2020). *Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu* [online]. [cit. 2020-2-13].
Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/vnitrostatni-plan-ceske-republiky-v-oblasti-energetiky-a-klimatu--252016/>
- [12] Ministerstvo průmyslu a obchodu (2015). *Státní energetická koncepce* [online]. [cit. 2020-2-13]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/dokument158059.html>
- [13] Česká společnost pro větrnou energii. *Energetický mix ČR* [online]. [cit. 2020-2-14].
Dostupné z: <https://csve.cz/clanky/energeticky-mix-cr/485>
- [14] Informační portál energetické gramotnosti. *Energetický mix České republiky* [online]. [cit. 2020-2-14]. Dostupné z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/energeticky-mix-ceske-republiky#article-top>
- [15] Energetický regulační úřad. *Čtvrtletní zpráva o provozu ES ČR za IV. Čtvrtletí 2019* [online]. [cit. 2020-2-15]. Dostupné z: <http://www.eru.cz/cs/zpravy-o-provozu-elektrizacni-soustavy>

- [16] Energetický regulační úřad. *Roční zpráva o provozu ES ČR pro rok 2018* [online]. [cit. 2020-2-15]. Dostupné z: <http://www.eru.cz/cs/zpravy-o-provozu-elektrizacni-soustavy>
- [17] *5 největších vodních elektráren v České republice* [online]. [cit. 2020-3-7]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/energie/vodni-energie/5-nejvetsich-vodnich-elektraren-v-ceske-republice.aspx>
- [18] ŠKVARIL, Jan. *Obnovitelné zdroje v České republice*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. Vedoucí diplomové práce Doc Ing. Jan Fiedler, Dr. [cit. 2020-3-7].
- [19] *Vodní elektrárny – princip, rozdělení, elektrárny v ČR* [online]. [cit. 2020-3-7]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/vodni-elektrarny-princip-a-rozdeleni>
- [20] ČEZ. *O vodní energetice* [online]. [cit. 2020-3-8]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/obnovitelne-zdroje/voda/informace-o-vodni-energetice>
- [21] Informační portál energetické gramotnosti. *Vodní elektrárny* [online]. [cit. 2020-3-8]. Dostupné z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/vodni-elektrarny#article-top>
- [22] Jiří Beranovský, Jan Truxa a kolektiv. *Alternativní zdroje pro váš dům*. Brno: ERA, 2003 [cit. 2020-3-8].
- [23] Informační portál energetické gramotnosti. *Sluneční elektrárny* [online]. [cit. 2020-3-8]. Dostupné z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/slunecni-elektrarny#article-top>
- [24] *Potenciál využití fotovoltaických zdrojů v ČR a ve světě (díl 22)* [online]. [cit. 2020-3-8]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/potencial-vyuziti-fotovoltaickych-zdroju-cr-ve-svete-dil-2>
- [25] Informační portál o energetické gramotnosti. *Větrné elektrárny* [online]. [cit. 2020-3-22]. Dostupné z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/vetrne-elektrarny#article-top>
- [26] Ústav fyziky atmosféry Akademie věd ČR. *Aktualizace potenciálu větrné energie v České republice z perspektivy roku 2020* [online]. [cit. 2020-3-22]. Dostupné z: <http://www.komoraoze.cz/download/pdf/1.pdf>
- [27] Informační portál o energetické gramotnosti. *Elektrárny na biomasu* [online]. [cit. 2020-3-22]. Dostupné z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/elektrarny-na-biomasu#article-top>
- [28] Česká společnost pro větrnou energii. *Více než 300 miliard korun investic přinese rozvoj čisté energetiky* [online]. [cit. 2020-5-24]. Dostupné z: <https://csve.cz/cz/vice-nez-300-miliard-korun-investic-prinese-rozvoj-ciste-energetiky-v-cr-do-2030-n/504>
- [29] *Jaderná energetika v ČR – 1. část* [online]. [cit. 2020-5-30] Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrarny-cr/jaderna-energetika-v-cr-1-cast>

- [30] Informační portál energetické gramotnosti. *Jaderné elektrárny* [online]. [cit. 2020-5-30]
Dostupné z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/jaderna-elektrarny>
- [31] Skupina ČEZ. *Jaderná energetika v České republice* [online]. [cit. 2020-5-30]
Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice>
- [32] Skupina ČEZ. *Historie a současnost EDU* [online]. [cit. 2020-5-30]
Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice/edu/historie-a-soucasnost>
- [33] Skupina ČEZ. *Historie a současnost elektrárny Temelín* [online]. [cit. 2020-6-6]
Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice/ete/historie-a-soucasnost>
- [34] Ministerstvo průmyslu a obchodu (2015). *Národní akční plán rozvoje jaderné energetiky v České republice* [online]. [cit. 2020-6-6].
Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/54251/61936/640148/priloha001.pdf>
- [35] HROZEK, Dian. *Úložiště radioaktivního odpadu – obecný popis a situace v ČR* [online]. [cit. 2020-6-6]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/technologie/uloziste-jaderneho-odpadu-obecny-popis-situace-v-cr>
- [36] Státní úřad pro jadernou bezpečnost. *Úložiště radioaktivních odpadů* [online]. [cit. 2020-6-6] Dostupné z: <https://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/nakladani-s-radioaktivnimi-odpady/uloziste-radioaktivnich-odpadu/>
- [37] Správa úložišť radioaktivních odpadů. *Zprávy ze správy – jaro 2020* [online]. [cit. 2020-6-6] Dostupné z: https://www.surao.cz/wp-content/uploads/2020/04/ZZS_jaro2020_20200409.pdf
- [38] VONDROVIC, Lukáš. DRÁBOVÁ, Dana. Interview. In: *Hyde Park ČT 24. TV, ČT 24, 23. 11. 2019, 20:05*. [online]. [cit. 2020-6-13]
Dostupné z: <https://www.ceskatelevize.cz/porady/10441294653-hyde-park-civilizace/219411058091123-hlubinna-uloziste-radioaktivniho-odpadu>
- [39] *Tři aspekty, ve kterých mohou malé modulární reaktory překonat současné bariéry* [online]. [cit. 2020-6-14] Dostupné z: <https://atominfo.cz/2016/05/tri-aspekty-ve-kterych-mohou-male-modularni-reaktory-prekonat-soucasne-bariery-jaderna-energetiky/>
- [40] *Atomový reaktor do každé rodiny. Nebo alespoň města* [online]. [cit. 2020-6-14]
Dostupné z: <http://vtm.e15.cz/modularni-atomove-reaktory>
- [41] SÚJB. *Nakládání s vyhořelým palivem* [online]. [cit. 2020-6-22]
Dostupné z: <http://vtm.e15.cz/modularni-atomove-reaktory>
- [42] *Jediná plovoucí jaderná elektrárna na světě vstoupila do komerčního provozu* [online]. [cit. 2020-6-22]
Dostupné z: <https://atominfo.cz/2020/05/jedina-plovouci-jaderna-elektrarna-na-svete-vstoupila-do-komercniho-provozu/>

- [43] Ministerstvo životního prostředí. *Politika ochrany klimatu v ČR* [online]. [cit. 2020-6-22]
Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/politika_ochrany_klimatu_2017/\\$FILE/OEOK-POK-20170329.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/politika_ochrany_klimatu_2017/$FILE/OEOK-POK-20170329.pdf)
- [44] *Návrh zákona o opatřeních k přechodu České republiky k nízkouhlíkové energetice – Důvodová zpráva* [online]. [cit. 2020-6-22]
Dostupné z: <https://www.tretiruka.cz/news/navrh-zakona-o-opatrenich-k-prechodu-ceske-republiky-k-nizkouhlikove-energetice/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Význam	Jednotka
<i>CO₂ ekv.</i>	množství ekvivalentního CO ₂	t
<i>EU</i>	Evropská unie	
<i>ČR</i>	Česká republika	
<i>OZE</i>	obnovitelné zdroje energie	
<i>MPO</i>	Ministerstvo průmyslu a obchodu	
<i>MŽP</i>	Ministerstvo životního prostředí	
<i>SEK</i>	Státní energetická koncepce	
<i>ERÚ</i>	Energetický regulační úřad	
<i>PVE</i>	přečerpávací vodní elektrárna	
<i>MVE</i>	malá vodní elektrárna	
<i>JE</i>	jaderná elektrárna	
<i>RAO</i>	radioaktivní odpad	
<i>VJP</i>	vyhořelé jaderné palivo	
<i>NAP JE</i>	Národní akční plán jaderné energetiky	
<i>SÚJB</i>	Státní úřad pro jadernou bezpečnost	
<i>SÚRAO</i>	Správa úložišť radioaktivního odpadu	
<i>JEDU</i>	jaderná elektrárna Dukovany	
<i>JETE</i>	jaderná elektrárna Temelín	
<i>HÚ</i>	hlubinné úložiště	

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Produkce CO ₂ v roce 2017 dle jednotlivých států [4].	13
Obr. 2	Podíl OZE na spotřebě energie států EU v roce 2014 a cíle pro rok 2020 [10].	16
Obr. 3	Složení instalovaného výkonu v % pro rok 2011 [13].	18
Obr. 4	Složení instalovaného výkonu v % pro rok 2018 [13].	18
Obr. 5	Struktura vyrobené elektřiny v roce 2015 uvedená v GWh [12].	21
Obr. 6	Struktura instalovaného výkonu pro rok 2019 [13].	22
Obr. 7	Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto – IV, čtvrtletí 2019 [15].	22
Obr. 8	Vývoj výroby elektřiny z OZE a její podíl na tuzemské spotřebě (TWh) [16].	24
Obr. 9	Vodní elektrárna Slapy – první velká stavba vltavské kaskádyětové válce [17].	25
Obr. 10	Přehled vodních elektráren v ČR [21].	27
Obr. 11	Bateriové úložiště společnosti E.ON. [24].	28
Obr. 12	Vývoj a struktura OZE na primárních energetických zdrojích [12].	32
Obr. 13	Umístění jaderných elektráren v České republice [30].	33
Obr. 14	Struktura vyrobené elektřiny České republiky v roce 2015 [12].	34
Obr. 15	Letecký pohled na jadernou elektrárnu Dukovany (EDU) [32].	35
Obr. 16	letecký pohled na jadernou elektrárnu Temelín (ETE) [34].	36
Obr. 17	Kontejner CASTOR využívaný v úložišti Richard [37].	38
Obr. 18	Potenciální lokality pro výstavbu hlubinného úložiště jaderného odpadu [38].	39
Obr. 19	Plovoucí jaderná elektrárna Lomonosov v Pevěku na Čukotce [42].	40
Obr. 20	Výhled hrubé výroby elektřiny dle Návrhu vnitrostátního plánu [11].	43

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Vývoj složení energetického mixu na základě instalovaného výkonu [13].	19
Tab. 2 Vývoj složení energetického mixu na základě instalovaného výkonu v % [13].	19
Tab. 3 Přehled velkých vodních elektráren v ČR [20].....	26
Tab. 4 Instalovaný výkon solárních elektráren v ČR [23].	29
Tab. 5 Výhody a nevýhody výroby elektřiny pomocí biomasy [27].	31