

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
Přírodovědná fakulta  
Katedra geografie

Filip Šmejkal

**ENERGETIKA ZEMÍ STŘEDNÍ EVROPY  
V KONTEXTU OCHRANY KLIMATU**  
Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Martin Jurek, Ph.D.

Olomouc 2020

# Bibliografický záznam

**Autor (osobní číslo):** Filip Šmejkal (R17255)

**Studijní obor:** Geografie

**Název práce:** Energetika zemí střední Evropy v kontextu ochrany klimatu

**Title of thesis:** Energy industry of the countries of Central Europe in the context of climate protection

**Vedoucí práce:** RNDr. Martin Jurek, Ph.D.

**Rozsah práce:** 50 stran

**Abstrakt:** Bakalářská práce se zabývá analýzou energetiky zemí střední Evropy v souvislosti s produkcí emisí skleníkových plynů. Pomocí dostupných databází dává text do kontextu energetický mix států a dosavadní opatření směřujících k ochraně klimatu. Práce má za cíl porovnat jednotlivé státy a zhodnotit plnění klimatických cílů.

**Klíčová slova:** energetika, ochrana klimatu, klimatická změna, analýza dat, střední Evropa

**Abstract:** The bachelor's thesis concerns the analysis of the energy industry of the countries in Central Europe in the context of production of greenhouse gases. The text links energy mix of the countries to the existing measures relating to climate protection using accessible databases. The thesis aims to compare each country and assesses the fulfillment of climate targets.

**Keywords:** energy industry, climate protection, climate change, data analysis, Central Europe

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a v seznamu literatury jsem uvedl veškeré použité zdroje informací.

Ostrožská Nová Ves, 25. května 2020

.....

Děkuji RNDr. Martinu Jurkovi, Ph.D. za vedení celé práce; všem mým pedagogům, jejichž předané znalosti mi pomohly v orientaci v rámci daného tématu; autorům publikací a tvůrcům webových databází, z nichž jsem čerpal informace, a mé rodině za bezmeznou podporu.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI  
Přírodovědecká fakulta  
Akademický rok: 2018/2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Filip ŠMEJKAL**  
Osobní číslo: **R17255**  
Studijní program: **B1101 Matematika**  
Studijní obory: **Matematika**  
**Geografie**  
Název tématu: **Energetika zemí střední Evropy v kontextu ochrany klimatu**  
Zadávací katedra: **Katedra geografie**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem bakalářské práce je zhodnotit současný energetický mix států střední Evropy (Německo, Švýcarsko, Rakousko, Slovinsko a státy V4) ve vztahu k množství produkovaných emisí skleníkových plynů, analyzovat stávající energetické koncepce těchto států a zhodnotit očekávané trendy budoucího směřování produkce energie v kontextu závazků těchto států k opatřením na ochranu klimatu.

Rozsah grafických prací: Podle potřeb zadání

Rozsah pracovní zprávy: 5 000 - 8 000 slov

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

da Graça Carvalho, M. (2012): EU energy and climate change strategy. Energy 40, 19-22.

Dowling, P. (2013): The impact of climate change on the European energy system. Energy Policy 60, 406-417.

EEA (2017): EEA Signals 2017, Shaping the future of energy in Europe: Clean, smart and renewable. EEA Report No. 11/2017.

EEA (2018): Trends and projections in Europe 2018 : Tracking progress towards Europe's climate and energy targets. EEA Report No. 16/2018.

Helm, D. (2014): The European framework for energy and climate policies. Energy Policy 64, 29-35.

UNFCCC (2015): The Paris Agreement. Nationally Determined Contributions (NDCs).

Vehmas, J., Kaivooja, J., Luukkanen, J. (2018): Energy efficiency as a driver of total primary energy supply in the EU-28 countries - incremental decomposition analysis. Heliyon 4, e00878.

Zappa, W., Junginger, M., van den Broek, M. (2019): Is a 100% renewable European power system feasible by 2050? Applied Energy 233-234, 1027-1050.

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Martin Jurek, Ph.D.

Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: 14. prosince 2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2020

L.S.

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.  
děkan

doc. RNDr. Marián Halás, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Olomouci dne 14. prosince 2018

# Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíle práce.....	11
3	Metodika práce.....	12
4	Přehled literatury.....	13
4.1	Mezinárodní smlouvy OSN.....	14
4.2	Legislativa Evropské unie.....	16
4.3	Švýcarská legislativa.....	19
5	Energetický profil zemí střední Evropy.....	20
5.1	Energetická statistika.....	20
5.2	Srovnání jednotlivých zemí.....	21
6	Energetika v kontextu ochrany klimatu.....	29
6.1	Omezení produkce skleníkových plynů.....	29
6.2	Zvýšení podílu OZE.....	35
6.3	Zvýšení energetické účinnosti.....	36
6.4	Energetický mix jednotlivých zemí.....	39
7	Budoucí vývoj energetiky ve střední Evropě.....	42
8	Závěr.....	44
9	Summary.....	46
	Použitá literatura.....	47

## Seznam vybraných zkratk

UNFCCC	Rámcová úmluva OSN o změně klimatu
IPCC	Mezivládní panel pro změnu klimatu
BFE	Spolkový úřad pro energetiku (Švýcarsko)
BAFU	Spolkový úřad pro životní prostředí (Švýcarsko)
CME	Celkové množství energie
KS	Konečná spotřeba
ETS	System obchodování s emisními povolenkami
OZE	Obnovitelné zdroje energie
HDP	Hrubý domácí produkt
PPS	Standard kupní síly

# 1 Úvod

Výroba a rozvod elektřiny, plynu, tepla a klimatizovaného vzduchu je Evropskou unií klasifikována jako jedno z hlavních odvětví ekonomické činnosti člověka. Toto téma na pomezí fyzické a humánní geografie je v posledních desetiletích čím dál častěji diskutováno i z hlediska environmentálního. Vliv člověka na krajinu nabyl takových rozměrů, že trvale ovlivňuje klimatický systém celé planety. Geografie a její jednotlivé disciplíny pak mají za úkol pozorované jevy zhodnotit a posoudit je z hlediska prostorové diferenciaci.

Energetika jako taková přitom od nepaměti znamenala klíčový faktor k rozvoji jednotlivých území. Už ve starověkém Římě hrálo důležitou hospodářskou úlohu dřevo, jehož masové kácení zanechalo ve středomořské krajině stopy dodnes. V novověku jej také ve středoevropském prostoru postupně začala nahrazovat fosilní paliva se stěžejní rolí černého a hnědého uhlí, ropy a zemního plynu.

Snaha zaštitit energetické politiky jednotlivých zemí Evropy pod hlavičkou společné organizace se objevila zejména po druhé světové válce. Tento trend se nevyhnul ani zemím střední Evropy. Hlavním cílem spolupráce však byla zejména kontrola nad energetickými zdroji Německa, aby se jako poražená země nebylo ekonomicky schopné podílet na rozpoutání dalšího mezinárodního konfliktu. Za počátek spolupráce lze považovat rok 1951, kdy došlo k založení Evropského společenství uhlí a oceli (ESUO), mezi zakládajícími státy ovšem byly pouze země ležící na západní straně železné opony.

Během 50. let 20. století již byly známé zdravotní hrozby plynoucí ze spalování fosilních paliv a mnoho evropských zemí vidělo jako jejich plnohodnotnou alternativu jaderné zdroje, i kvůli předchozím válečným zkušenostem však státy cítily potřebu kontroly proti zneužití jaderného paliva k vojenským účelům. I proto vzniká po podpisu Římských smluv v roce 1957 Evropské společenství pro atomovou energii (Euratom), společně s ním navíc zahajuje svoji činnost také Evropské hospodářské společenství (EHS). Státy v sovětské sféře vlivu ve stejný čas spolupracují na poli energetiky zejména v rámci Rady vzájemné hospodářské pomoci (RVHP).

Další milníky evropské a s ní související středoevropské energetické politiky jsou spojeny se založením Evropské unie (EU), které po podpisu Maastrichtské smlouvy v roce 1992 zahrnuje do svého fungování všechna tři zmiňovaná společenství – ESUO, ES i EURATOM. Od roku 2004 jsou členy EU všechny státy střední Evropy vyjma Švýcarska a Lichtenštejnska.

Energetika však už v Římských smlouvách byla označena jako oblast v kompetenci jednotlivých členských států, podobně se profilovala také v Lisabonské smlouvě, která vymezuje spolupráci zemí v rámci Evropské unie dodnes.

Kromě evropské integrace má na dnešní energetiku ve středoevropském prostoru vliv celosvětový boj proti globální změně klimatu. Od 70. let 20. století začali vědci zkoumat pozvolné zvyšování průměrné teploty na Zemi v období od průmyslové revoluce, a jev globálního oteplování dali do souvislosti s antropogenním zvyšováním koncentrací skleníkových plynů v atmosféře. Tyto plyny bývají nazývány skleníkové. Organizace spojených národů (OSN) založila v roce 1988 Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC) a v roce 1992 byla přijata Rámcová úmluva OSN o změně klimatu. Mezinárodní společenství cestou vědeckého výzkumu a politických jednání usiluje o zmírnění klimatických změn a mezi nejúčinnější opatření má patřit zásadní omezení emisí skleníkových plynů. Závazky Kjótského protokolu a nově Pařížské dohody se velkou měrou dotýkají i energetiky zemí EU, jejíž ambiciózní plány na dosažení uhlíkové neutrality se mají projevit i v zásadních proměnách energetického mixu středoevropských zemí.

## 2 Cíle práce

Klimatický systém planety Země je celosvětově propojený, a přestože se bakalářská práce zaměřuje jen na region střední Evropy, v analýze energetické politiky jednotlivých států nelze pro pochopení celého problému vynechat alespoň stručný popis globálního dění. V bakalářské práci bude proto nejprve stručně popsán historický i aktuální vývoj světového úsilí o ochranu klimatu s důrazem na kroky uskutečněné v regionu střední Evropy, tedy v Česku, Polsku, Maďarsku, Německu, Rakousku, Slovensku, Slovinsku a Švýcarsku. Ve výčtu zemí není zmíněno Lichtenštejnsko, ovšem celkově lze považovat spotřebu energie na jeho území za zanedbatelnou – celkové množství vyprodukované energie se podle tamního úřadu pro statistiku za rok 2018 pohybuje v řádech desetin gigajoulů, což tvoří zanedbatelnou část spotřeby celého regionu.

Ve druhé části se práce zaměří na současnou energetickou situaci v zemích střední Evropy a zhodnotí ji z hlediska množství emisí skleníkových plynů v každém státě. Klimatická opatření v dnešním světě se podobně jako ostatní politická rozhodnutí vyvíjejí poměrně dynamicky a plnění cílů v oblasti ochrany klimatu by jistě bylo možné zhodnotit hned vzhledem k několika cílům, celá práce však směřuje především k posouzení naplnění závazků v časově blízkém horizontu, k jehož posouzení jsou k dispozici konkrétnější plány a strategie.

V poslední části bude na základě odborných prognóz a aktuálně dostupných informací stručně predikován budoucí vývoj energetiky v regionu. Posouzeny budou trendy ve vývoji energetik jednotlivých států a jejich vliv na energetický mix a s ním související produkci skleníkových plynů.

### 3 Metodika práce

Mezi základní metody práce patří studium odborné literatury a analýza datových podkladů. Za pilíře odborné literatury na energeticko-klimatická témata lze považovat rozsáhlé hodnotící zprávy IPCC a také zprávy Evropské agentury pro životní prostředí (EEA). Obě organizace poskytují své publikace volně ke stažení na svých internetových stránkách a pro získání základního přehledu seznamují veřejnost s problematikou ochrany životního prostředí a klimatické změny rovněž na svých internetových stránkách. Z česky psaných zdrojů k orientaci dobře poslouží stránky Ministerstva životního prostředí ČR.

Shromažďováním energetických nebo klimatických údajů se zabývá několik mezinárodních institucí, všechny však vycházejí z dat poskytnutých přímo z úřadů jednotlivých zemí. Data publikují místní statistické úřady, a pokud je země členem Evropské unie, zasílá tato data také do Evropské informační a pozorovací sítě pro životní prostředí (EIONET). Ta je partnerskou sítí EEA, která údaje následně předává Evropskému statistickému úřadu – Eurostatu. Z agregovaných dat poté vychází evropské úřady při vyhodnocování plnění klimatických cílů. Data za Švýcarsko jsou v práci převzata ze švýcarského Spolkového úřadu pro energetiku (BFE) a ze Spolkového úřadu pro životní prostředí (BAFU), výjimečně také z jiných zdrojů. Primární jednotkou energie byly v bakalářské práci zvoleny vzhledem k nejširšímu použití jouly (v některých mapách ekvivalentní wattsekundy) a jejich násobky. Bližší informace ke zpracování dat z energetiky lze najít v publikaci International Recommendations for Energy Statistics vydané pod patronátem OSN, konkrétní metodika Eurostatu v dokumentu Presentation of annual energy statistics in Eurobase.

Z dalších institucí shromažďujících energetická data lze jmenovat Organizaci pro ekonomickou spolupráci a rozvoj (OECD) a Mezinárodní energetickou agenturu (IEA), zveřejněná databáze však v porovnání s Eurostatem neobsahuje tolik údajů.

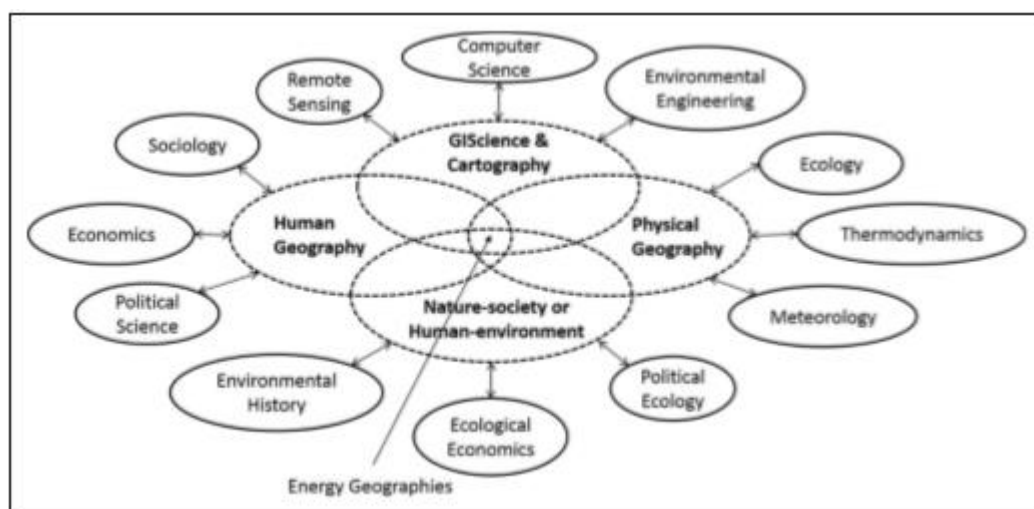
Při samotném zpracování dat se ukázalo, že ne všechny údaje prezentované Eurostatem mají v tabulkách poskytnutých BFE svůj ekvivalent. V souvislosti s potřebou číselné hodnoty porovnávat tak bylo v některých případech nutné švýcarské údaje přepočítat, aby vyhovovaly evropské metodice.

Prezentované tabulky a diagramy byly zpracovány v programu Microsoft Excel, mapové výstupy v prostředí QGIS. Veškeré mapy nezobrazují údaje pro Lichtenštejnsko, území státu je tak vyznačeno šedou barvou.

## 4 Přehled literatury

Energetikou zemí střední Evropy s přihlédnutím k ochraně klimatu se zabývá řada odborných textů. Informačně nejhodnotnější se jeví zejména zprávy evropských a světových organizací zabývající se energetikou nebo klimatickou změnou, důležitou roli zastávají také mezinárodní dokumenty o ochraně klimatu. Nejprve proto práce nabízí jejich souhrn.

Studium zaměřené přímo na geografické aspekty energie a energetiky nebylo ještě v polovině 20. století úplně obvyklé, publikace geografů o energetice se rozvíjí zejména až na počátku 21. století (Calvert 2016). K. Zimmerer (2011) pojmenovává tento směr jako novou geografii energie. Geografové se nově zaměřují zejména na globální změnu klimatu, udržitelnost zemědělství v souvislosti s produkcí potravin a globalizací ochrany přírody. Publikace však zdůrazňuje také studium zaměřené na zdroje energie a technologické změny jejich využívání. Významnými představiteli nového geografického proudu jsou kromě K. Zimmerera také R. Leichenko nebo vědec českého původu V. Smil. Samotnou geografii energie pak popisuje Zimmerer jako interdisciplinární průnik hned několika geografických směrů (obr. 1).



**Obr. 1** Postavení geografie energetiky mezi ostatními geografickými odvětvími, zdroj: K. Zimmerer (2010)

Konkrétněji již pojímají energetiku publikace D. Helma. Podle něj přišla se společnými energetickými opatřeními EU jako taková pozdě. Ucelená publikace zabývající se geografii energetiky ve střední Evropě zřejmě v době psaní práce neexistuje (mnoho autorů státy střední Evropy rozděluje do regionů západní či východní Evropy).

Otázkou, zda je možné do roku 2050 dosáhnout nízkoemisní energetiky založené na obnovitelných zdrojích, se ve svém článku zabývá Zappa et al. (2019). Autoři představili sedm různých scénářů doplněných konkrétními výpočty. Upozorňují na potřebu vystavit další zařízení, která by zajistila zvýšení instalovaného výkonu o 90 % oproti současnému stavu, a také rozšířit kapacitu sítě téměř dvaapůlkrát. Podle vědců se systém navíc oproti jaderné energetice nebo uplatnění technologií zachycení a ukládání uhlíku prodraží o 30 %.

S ohledem na specifika energetiky jednotlivých států region střední Evropy analyzovali Kumar a Madlener (2016). Podle nich se kroky mnohých z nich ubírají odlišným směrem, jako dvě svébytné skupiny zemí vnímají autoři trojici Německo, Rakousko, Švýcarsko oproti čtveřici států Visegrádské čtyřky.

Vehmas et al. (2018) svoji práci zaměřili na energetickou účinnost v celé EU. V úvahu brali především energetickou intenzitu ekonomiky a efektivitu energetické transformace. V prvním ukazateli byl patrný klesající trend spotřeby energie u všech států s výjimkou Rakouska, u kterého se trendová křivka dá označit za stagnující. V případě efektivity přeměny energie se však již výsledky různí a v případě Česka a Slovenska ukazatel v posledních desetiletích téměř lineárně narůstá.

## **4.1 Mezinárodní smlouvy OSN**

Jako stěžejní dokument ovlivňující celosvětovou energetiku v návaznosti na boj proti antropogenním změnám klimatu lze chápat Rámcovou úmluvu OSN o změně klimatu (anglicky United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC). Mezinárodní smlouva byla přijata v roce 1992 a k únoru roku 2020 ji ratifikovalo 196 států světa (mimo členské státy OSN také Palestinská autonomie, Cookovy ostrovy a Niue) a Evropská unie jako celek (OSN, 2020). Mezi základní principy úmluvy patří výzva k ochraně klimatického systému a k podpoře udržitelného rozvoje, smlouva také zdůrazňuje rozdíly v možnostech ochrany klimatu ze strany rozvinutých a rozvojových zemí a vyzývá k předběžné opatrnosti vzhledem ke klimatickým změnám. Každá ze stran úmluvy má navíc povinnost předkládat organizaci národní inventarizace vykazování emisí a propadů skleníkových plynů.

V roce 1997 byl k Rámcové úmluvě přijat Kjótský protokol. Dokument stanovuje již konkrétní opatření pro některé z ekonomického hlediska vyspělé státy světa. Podpisy svých zástupců tak jednotlivé státy stvrdily snahu snížit emise skleníkových plynů nebo alespoň redukovat jejich růst (příloha B) oproti roku 1990 do konce kontrolního období v roce 2012. Například Česká republika se zavázala ke snížení svých emisí o 8 %. Příloha A Kjótského protokolu uvádí, které skleníkové plyny mají být redukovány.

Emise skleníkových plynů bývají měřeny v tzv. ekvivalentu CO<sub>2</sub>. Jednotku používá IPCC pro určení potenciálu globální ohřevu (anglicky global warming potential, GWP) jednotlivých skleníkových plynů. V Páté hodnotící zprávě jej IPCC (2013, s. 710) definuje jako „*poměr integrálů radiačních působení z okamžitého uvolnění dané látky a z okamžitého uvolnění stejného množství oxidu uhličitého podle času*“. Radiační působení pak představuje energii přijatou částicí skleníkového plynu, kterou by bez její přítomnosti atmosféra neabsorbovala. Tabulka 1 uvádí hodnoty GWP publikované ve Čtvrté hodnotící zprávě IPCC (uváděné také na webových stránkách věnovaných UNFCCC).

**Tab. 1** Hlavní skleníkové plyny a jejich potenciál globálního ohřevu, zdroj: Čtvrtá hodnotící zpráva IPCC (2013)

Název	Chemický vzorec	CO <sub>2</sub> ekvivalent (horizont 100 let)
Oxid uhličitý	CO <sub>2</sub>	1
Metan	CH <sub>4</sub>	25
Oxid dusný	N <sub>2</sub> O	298
Částečně fluorované uhlovodíky	HFC	1,5 – 14 800
Zcela fluorované uhlovodíky	PFC	7390 – 17 340
Fluorid sírový	SF <sub>6</sub>	22 800

Na Kjótský protokol navazují další dva dodatky. První z nich sjednaný v keňském Nairobi konkrétní závazky nepřinesl, doplnil však některé články původní dohody. Dodatek přijatý v roce 2012 na klimatické konferenci v katarské metropoli Dauhá stanovil druhé kontrolní období na rozmezí let 2013–2020. Dokument však nezískal všeobecnou podporu mezi všemi členskými zeměmi OSN, akceptovat jej odmítli dva velcí producenti skleníkových plynů, USA a Rusko.

V prosinci 2015 pak vzniká Pařížská dohoda, která po roce 2020 Kjótský protokol nahrazuje. Smlouva zavádí opatření také pro rozvojové země světa, a kromě celé Evropské unie ji ratifikovaly také vyspělé státy světa, přestože USA později (OSN, 2019) oznámily záměr od dohody odstoupit. Zúčastněné země se uznáním dohody ztotožňují s plánem udržet oteplování planety pod 2 °C od dlouhodobého průměru v období před průmyslovou revolucí, snahou má být udržet nárůst globální teploty nejlépe do 1,5 °C. Dokument zmiňuje také úsilí o přizpůsobení se klimatické změně a minimalizování jejího vlivu na produkci potravin, článek 2 hovoří také o „*sladění finančních toků s nízkemisním rozvojem odolným vůči změně klimatu*“.

Předindustriální období, a tedy ani základní hodnota pro výpočet rozdílu teploty není ve smlouvě specifikováno, základní hodnotu je kvůli odlišné solární aktivitě i vlivu sopečných erupcí na klima

v historii Země obtížné stanovit. Mezivládní panel pro změny klimatu v Páté hodnotící zprávě (IPCC 2013) uvádí jako výchozí hranici období let 1850–1900, nicméně někteří vědci považují za relevantnější porovnávat stávající průměrnou teplotu klimatu s teplotou z období v rozmezí let 1720–1800 (Hawkings 2017).

Pařížská dohoda očekává konkrétní cíle redukce skleníkových plynů také v případě rozvojových zemí, přestože neobsahuje jejich přesné vyčíslení. Posun v jednání o konkrétních cílech se očekává od klimatické konference v skotském Glasgow v roce 2021. Evropská unie (jako jeden ze smluvních aktérů) se zavázala snížit emise skleníkových plynů do roku 2030 o 40 % a oznámila své ambice zredukovat množství těchto vypuštěných látek o 80–95% do roku 2050, v obou případech v porovnání se stavem v roce 1990. V roce 2019 organizace představila tzv. zelenou dohodu pro Evropu, v rámci které si dala za cíl dosáhnout do roku 2050 klimatické neutrality (EU 2020). Švýcarská konfederace stanovila snížení množství skleníkových plynů do roku 2030 dokonce o 50 % oproti roku 1990 s předpokládaným snížením o 35 % v roce 2025 (Spolková rada Švýcarska 2017). Pravidelně aktualizovaný registr národních závazků (anglicky Nationally Determined Contributions, NDCs) je dostupný na stránkách věnovaným UNFCCC.

Podpisy všech představitelů střeoevropských zemí, ať už jako svrchovaných států nebo v rámci Evropské unie, lze tedy najít na všech globálně významných klimatických smlouvách.

## **4.2 Legislativa Evropské unie**

Energetickou politiku mají ve své výhradní kompetenci jednotlivé evropské státy. Nicméně protože má většina států střední Evropy status člena Evropské unie, která se také jako organizace zavazuje k plnění klimatických cílů, má na jejich energetickou politiku určitý vliv. Společné klimatické cíle poté představují jednotlivé směrnice – právní dokumenty Evropské unie, jejichž obsah však mohou členské státy implementovat do svého právního systému vlastním způsobem.

Souhrn legislativních nástrojů usilujících o dodržení evropských závazků v rámci druhého kontrolního období Kjótského protokolu bývá nazýván klimaticko-energetickým balíčkem. V rámci něho se státy EU zavázaly snížit množství emitovaných skleníkových plynů, zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie (OZE) na výrobě energií a také zvýšit účinnost výroby energie oproti scénářům z roku 2005 (stručný přehled viz tab. 2).

Rámec v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030 obsahuje ještě ambicióznější cíle. Množství vyprodukovaných skleníkových plynů vzhledem k roku 1990 má být oproti cílům do roku 2020 sníženo ještě dvojnásobně, podíl OZE na energetice Evropské unie by měl za 10 let stoupnout

o dalších 10 %. V plánu je také omezit spotřebu energií o necelou třetinu oproti prognózám vývoje bez přijatých opatření. Celounijní cíle ve zkratce shrnuje tabulka 2. Jednotlivé legislativní nástroje tvořící obě koncepce jsou představeny na webových stránkách Evropské komise v dalším tzv. balíčku s názvem Clean energy for all Europeans package z roku 2017.

**Tab. 2** Porovnání klimaticko-energetických koncepcí EU, zdroj: webové stránky Evropské komise

<b>KLIMATICKO-ENERGETICKÝ BALÍČEK 2020</b>	<b>RÁMEC V OBLASTI KLIMATU A ENERGETIKY 2030</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>omezit produkci skleníkových plynů vyprodukovaných v EU minimálně o 20 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omezit produkci skleníkových plynů vyprodukovaných v EU minimálně o 40 %</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie na nejméně 20% podíl na konečné spotřebě</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie na nejméně 32% podíl na celkové spotřebě energie</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>snížit spotřebu energie o nejméně 20 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>snížit spotřebu energie o nejméně 32,5 %</li> </ul>

Cestu ke splnění stanovených klimatických závazků monitoruje ve svých zprávách EEA. V dokumentu Trends and projections in Europe 2018 poukazuje na to, že splnění posledních dvou vytyčených cílů do roku 2020 se současnými opatřeními evropská osmadvacítka podle matematických modelů nedosáhne, splnění ještě přísnějších požadavků do roku 2030 se tak stane pro unijní sedmadvacítka ještě složitější.

Novější dokument EEA z roku 2019 pak prezentuje data z let 2017 a 2018. V posledních letech se podle agentury zejména zpomalil nárůst podílu OZE na celkovém energetickém mixu, se zvyšující se spotřebou je také otázkou splnění požadavku na efektivní hospodaření s energií. Společný cíl pro rok 2020 však již organizace splnila z hlediska množství skleníkových plynů, jejichž pokles v roce 2017 činil podle předběžných odhadů již 21,7 % oproti začátku devadesátých let a dále pokračuje. Agentura ve své roční zprávě zmiňuje také jistý pokrok v úsilí směřujících k dosažení cílů stanovených na rok 2030, i tak však trendová funkce dosahuje o čtyři procentní body většího množství produkovaných skleníkových plynů.

Podle EEA tak lze předpokládat udržení trendu z hlediska poklesu množství skleníkových plynů i do roku 2020. Naopak dosažení dalších dvou cílů jisté není, přestože při použití lineární regrese aproximovaná přímka v prezentovaných grafech jejich splnění naznačuje. EEA rovněž upozorňuje na vzájemnou provázanost energetických cílů v rámci balíčku. Zpráva v době svého vydání nepočítala s důsledky ekonomického útluhu v souvislosti s pandemií nemoci COVID-19, která v Evropě proběhla v první polovině roku 2020.

Zpráva zmiňuje také důležitou funkci Evropského systému emisního obchodování (Emission Trading System, EU ETS). Například podle D. Helma (2014) se stal právě tento systém realizovaný od roku 2005 hybným motorem ve snižování spotřeby skleníkových plynů. Prostředky obchodování mezi jednotlivými aktéry energetického sektoru představují emisní povolenky, určující množství emisí, které mohou státy ve vnitřním energetickém trhu za určité časové období podle svých předem stanovených závazků vyprodukovat. Státy i podniky mohou navzájem povolenky směňovat, principem celého systému ovšem zůstává udržet celkové množství vyprodukovaných emisí na předem smluvených hodnotách.

Jednotlivé podniky se rozhodují podle tržních principů, zda investovat do rozvoje technologií snižujících emise skleníkových plynů, nebo raději koupit povolenky od společnosti, která již podobná opatření zavedla a povolení k emisi skleníkových plynů již tak nepotřebuje. Nesplnění limitů trestají pokuty ve výši 100 euro za každou uvolněnou tunu CO<sub>2</sub>, tržní cena povolenky přitom v dubnu 2020 činila asi čtvrtinu této částky. Na vnitřním energetickém trhu byla zavedena také protipatření, kterými může každá země kompenzovat část svých emisí tak, aby byl vliv skleníkových plynů vyprodukovaných v globálním měřítku navíc eliminován opětovným odstraněním daného množství emisí z atmosféry. Kromě členských zemí EU se do systému zapojily také Island, Lichtenštejnsko a Norsko (Evropská komise 2019).

V rámci systému jsou monitorovány pouze tři látky způsobující globální oteplování, jejichž emise lze přesně určit – oxid uhličitý, oxid dusný a zcela fluorované uhlovodíky. V rámci ETS se obchoduje s emisemi v sektorech, ve kterých na území zapojených států nejvíce dochází k produkci skleníkových plynů. Z trhu jsou tak vyňaty malé zdroje emisí, ovšem také například letecká doprava s odletem či příletem z letišť mimo Evropský hospodářský prostor. Opatření se tedy nejvíce týkají emisí produkovaných v energetickém sektoru. V době psaní práce pokrývá systém asi 45 % skleníkových plynů produkovaných na územích zapojených zemí (EU 2019). Evropská unie se dále snaží systém rozšiřovat směrem k plnění ambiciózních energeticko-klimatických cílů do roku 2030. Od roku 2021 se v rámci 4. fáze ETS tak například zpřísní pravidla ohledně nakládání s přebytečnými povolenkami. Evropské orgány také plánují snížit celkové množství bezplatně přidělovaných emisních povolenek kvůli tzv. riziku úniku uhlíku (EU 2018), kdy by mohly evropské hospodářské sektory znevýhodněné kvůli ETS vytlačit z trhu společnosti z jiných oblastí světa, kterých se zmiňovaná environmentální opatření netýkají.

Na redukci skleníkových plynů se mají podílet také lidské aktivity produkující emise mimo trh s emisními povolenkami. V rámci tzv. sdíleného úsilí byly v oblasti emisí stanoveny cíle (angl. effort sharing targets, EST) pro každý jednotlivý stát. Pod tento systém spadají emise z budov, zemědělství

nebo dopravy. V neposlední řadě se počítá také s udržení uhlíkové neutrality v rámci využití půdy, změn využití půdy a lesnictví (angl. zkratka LULUCF). Emise skleníkových plynů produkované v tomto odvětví by měly být podle rámce v oblasti klimatu a energetiky kompenzovány zachycením stejného množství emisí.

### **4.3 Švýcarská legislativa**

Ani Švýcarsko jako jeden ze signatářů Pařížské dohody na opatření týkající se ochrany klimatu rozhodně nerezignovalo. Podobně jako v případě zemí evropské sedmadvacítky, i švýcarská Spolková rada se ve čl. 3 tzv. CO<sub>2</sub>-Gesetz zavázala snížit emise skleníkových plynů o 20 % do roku 2020 (Spolková rada Švýcarska 2011), a o 50 % do roku 2030 oproti jejich množství v roce 1990 (Spolková rada Švýcarska 2015).

Sama nejvyšší výkonná složka země na svých stránkách uvádí několik v této souvislosti zavedených opatření. Produkce emisí skleníkového plynu s největším dopadem na globální oteplování, oxidu uhličitého, podléhá ve Švýcarsku stejně jako v některých jiných zemích Evropy speciálnímu zdanění. Množství emisí vyprodukované ve švýcarských kantonech rovněž reguluje podobný systém obchodování s emisními povolenkami (Emissionshandelssystem, EHS) jako v zemích EU (Bundesamt für Umwelt 2019), ve svých cílech se alpský stát podobá Evropské unii také v úsilí snížit energetickou spotřebu a zvýšit podíl OZE na celkovém množství energie. Podrobnější scénáře plánovaného vývoje energetiky země lze najít v dokumentu Die Energieperspektiven 2035, který byl vytvořen již v roce 2007.

## 5 Energetický profil zemí střední Evropy

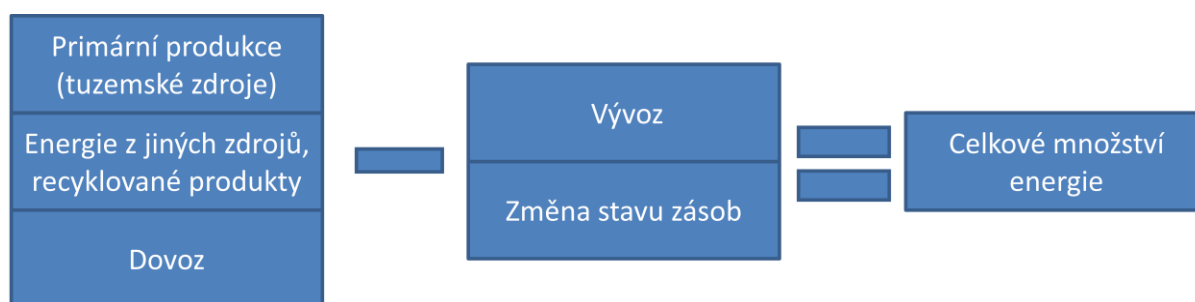
Následující kapitoly mají za cíl popsat a porovnat země střední Evropy z hlediska jejich energetického mixu. Za tímto účelem je však nutné nejprve představit základní energetické ukazatele sloužící k porovnání jednotlivých států. Důraz je kladen zejména na zdroj energií, který je stěžejní pro následné určení emisí skleníkových plynů.

### 5.1 Energetická statistika

Energii je možné získávat různými prostředky. Jednotlivé státy ji mohou dovážet ve formě fosilních paliv nebo již vyrobené elektřiny, energii lze také různě transformovat. Procesy, které vedou k zjištění konečné spotřeby energie, popisuje energetická bilance, kterou lze v případě jednotlivých národních celků přehledně znázornit např. Sankeyho diagramem, které prezentuje na svém interaktivním portálu také Eurostat.

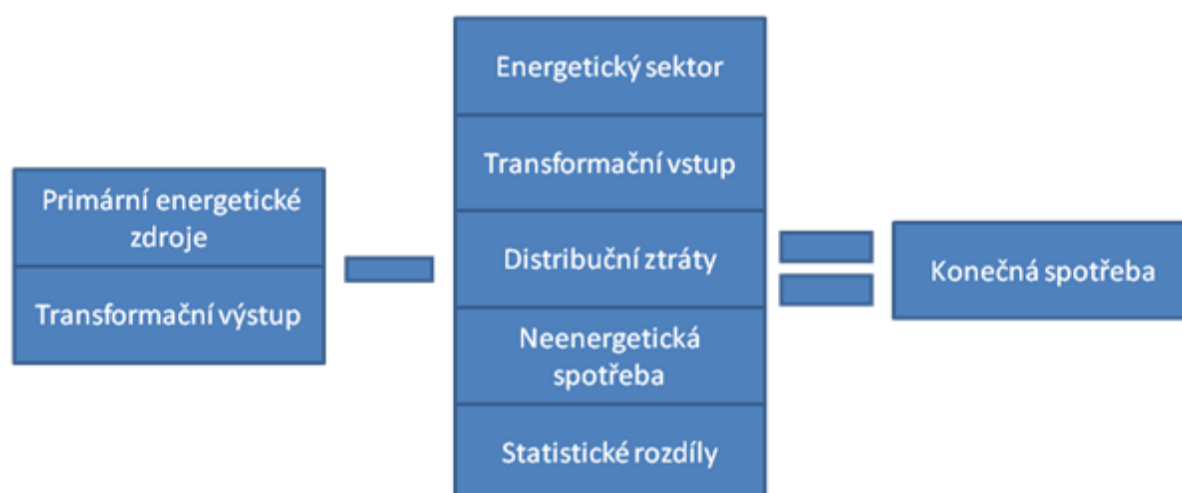
K porovnání národních celků mezi sebou pak slouží ukazatele získané prováděním aritmetických operací mezi jednotlivými položkami v bilanci. Pro úplnost, české názvy jednotlivých energetických ukazatelů odpovídají termínům používaných Ministerstvem průmyslu a obchodu, které energetické bilance podle metodiky Eurostatu provádí v ČR (MPO 2020).

Eurostat jako stěžejní uvádí zejména celkové množství energie (CME, angl. gross available energy). Podle metodiky Eurostatu (2018, s. 11) je to „jeden z nejdůležitějších úhrnů energetické bilance a reprezentuje množství energie potřebné k uspokojení veškeré energetické poptávky subjektů, jejichž působení podléhá úřadům uvažované geografické jednotky“. Její výpočet znázorňuje obr. 2.



**Obr. 2** Výpočet celkového množství energie, zdroj: MPO 2020, zpracování autor

I tato veličina však v sobě zahrnuje také energii, kterou mohou vyprodukovat suroviny použité jinak než jako palivo – například ropné produkty v chemickém průmyslu nebo živice určená ke stavbě vozovky. Velká část primárních energetických zdrojů se navíc přemění a dále dopravuje ke konečným spotřebitelům, což se neobejde bez ztrát. Část energie také využije pro svůj provoz energetický sektor. Po odečtení energie vznikající či zanikající v důsledku těchto jevů vychází v bilanci konečná spotřeba (angl. final energy consumption), jejíž výpočet upřesňuje obr. 3.

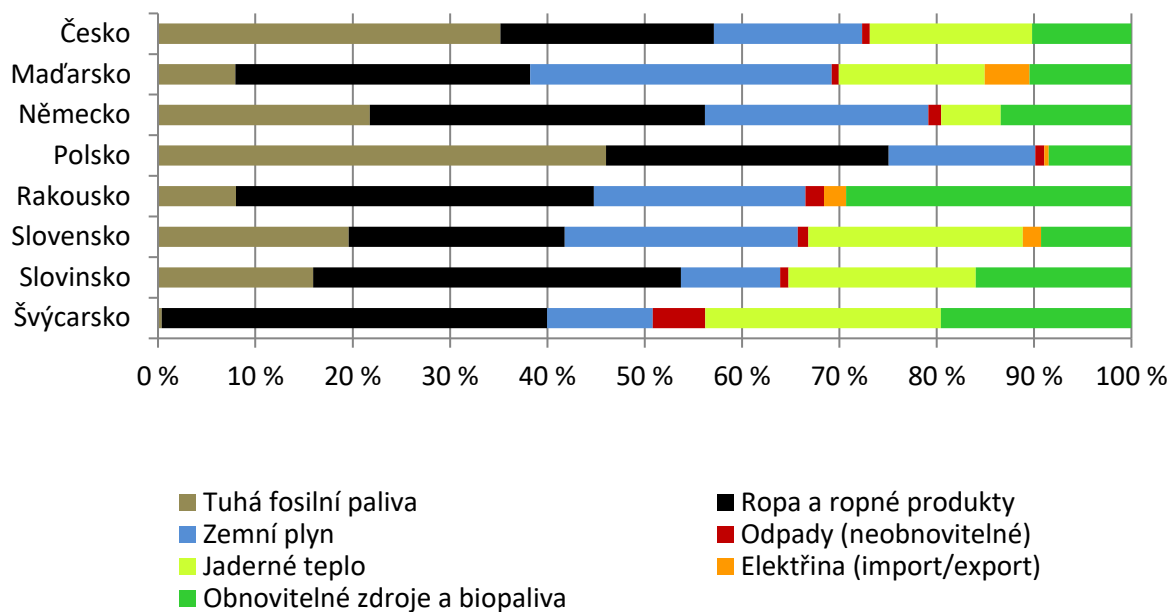


**Obr. 3** Výpočet konečné spotřeby, zdroj: MPO 2020, zpracování autor

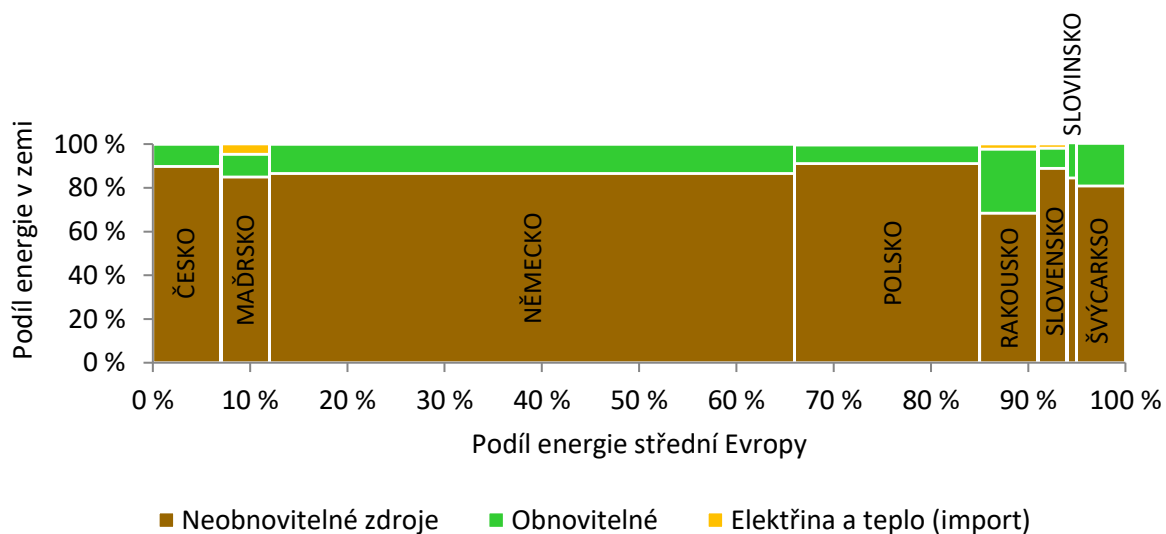
## 5.2 Srovnání jednotlivých zemí

Při grafickém znázornění energetických ukazatelů podle jednotlivých zemí lze mezi nimi pozorovat poměrně velké rozdíly. Z obrázku 4 je patrné, že největší podíl na CME mají v zemích střední Evropy fosilní zdroje – jejich markantní podíl lze zaznamenat zejména v případě Polska. Z dat Eurostatu z roku 2018 také plyne, že v Polsku pokrývá uhlí největší část CME ze všech zemí EU, druhé místo z tohoto hlediska zaujímá ČR. Kromě Rakouska je produkováno ve všech ostatních zemích přes čtyři pětiny energie z neobnovitelných zdrojů, díky jaderné energii však oproti Polsku tyto země na svém území produkují relativně méně skleníkových plynů.

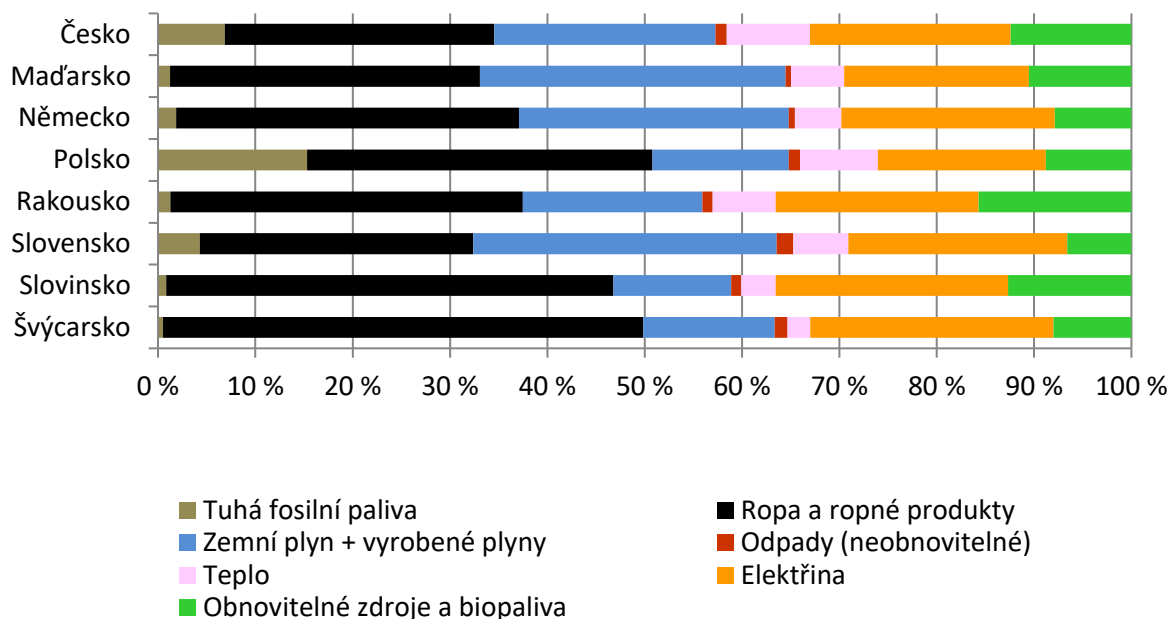
Nejvyšší podíl OZE na CME má podle Mekko diagramu na obr. 5 Rakousko následované Švýcarskem. Obě země jsou tak vysoko nad unijním průměrem 13,9% podílu OZE. Ani tak však nepokryje energie získaná vlivem působení přírodních živlů ani polovinu energetické spotřeby těchto států. Ostatní státy se spoléhají na neobnovitelné zdroje ještě z větší míry. Diagram také zachycuje velkou energetickou spotřebu v Německu (55 % energie z celé střední Evropy), přestože jeho rozloha zaujímá asi 34 % území a obyvatelstvo státu tvoří zhruba polovinu Středoevropanů. Pro doplnění, grafy nezachycují export elektrické energie či tepla z Německa, Česka a Slovinska, což na relevanci grafického zobrazení nemá žádný vliv.



**Obr. 4** Podíl jednotlivých zdrojů energie na CME v roce 2018, zdroj dat: Eurostat, BFE



**Obr. 5** Podíl obnovitelných a neobnovitelných zdrojů energie na CME v roce 2018, zdroj dat: Eurostat, BFE

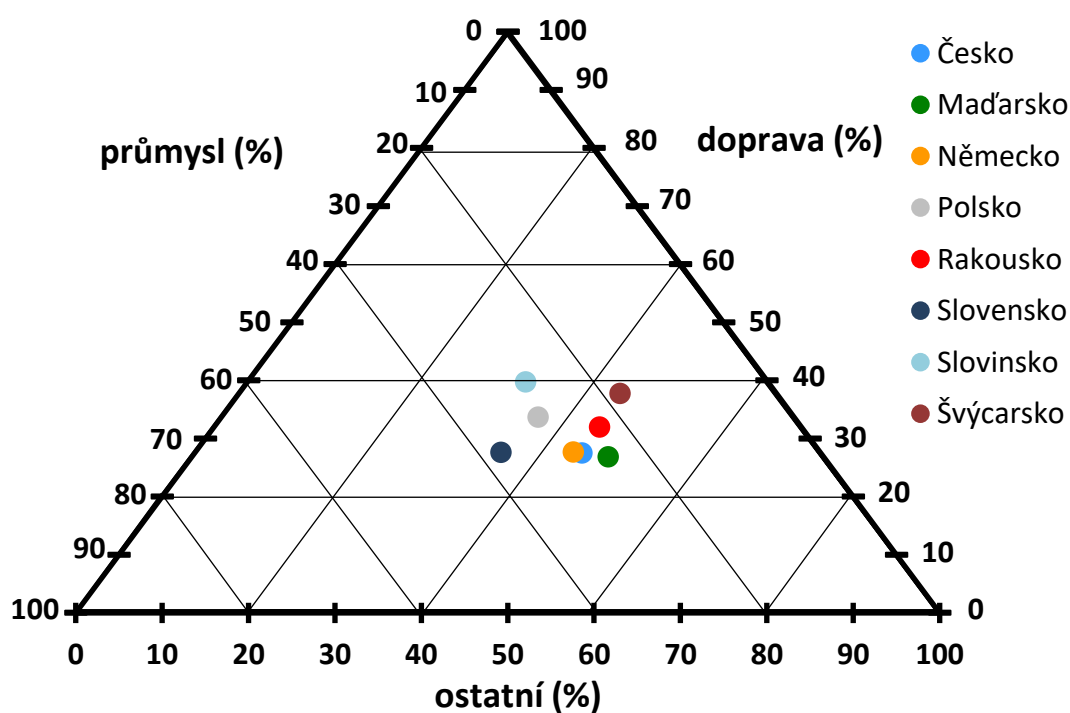


**Obr. 6** Podíl jednotlivých zdrojů energie na konečné spotřebě v roce 2018, zdroj dat: Eurostat, BFE

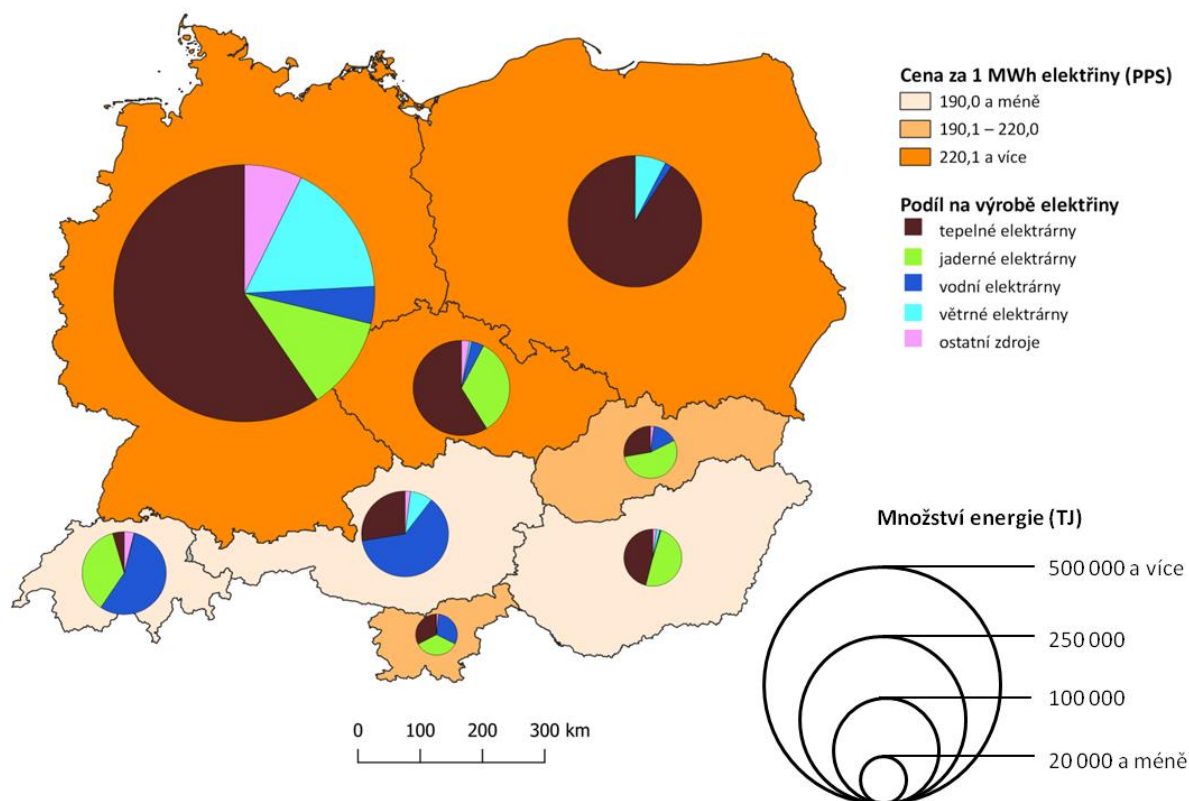
Z hlediska podílu sektorů, ve kterých je energie finálně spotřebována, se všechny státy jeví podobně. Podrobnější informace poskytuje tabulka 3 a obrázek 7. Výjimečná je pozice Švýcarska, které spotřebuje v průmyslové výrobě jen 18 % konečné spotřeby. Největší podíl na spotřebě energie ve Slovinsku má sektor dopravy, kde se naopak v ostatních sektorech mimo průmysl spotřebuje nejméně energie. Je nutno podotknout, že v kategorii doprava není zahrnuta mezinárodní letecká doprava, pod položkou ostatní je v obr. 7 zahrnuta také spotřeba energie v domácnostech, službách a zemědělství. Rozdělení bylo zvoleno na základě metodiky Eurostatu.

Tab. 3 Podíl jednotlivých odvětví na konečné spotřebě v roce 2018, zdroj: Eurostat, BFE

	Konečná spotřeba (TJ)	Průmysl (%)	Doprava (%)	Domácnosti (%)	Služby (%)	Zemědělství a lesnictví (%)	Ostatní sektory (%)
Česko	1 012 374	30,4	25,7	29,1	12,9	2,6	0,2
Maďarsko	747 988	13,6	25,1	32,6	11,8	3,6	0,2
Německo	8 410 515	25,1	26,2	27,5	14,5	1,7	0,0
Polsko	2 930 032	18,3	23,1	27,6	11,4	5,6	0,0
Rakousko	1 090 071	27,4	30,4	24,9	9,7	2,0	0,0
Slovinsko	206 841	24,7	34,8	21,6	8,6	1,5	0,5
Slovensko	414 978	31,5	23,3	20,8	13,3	1,3	0,0
Švýcarsko	830 880	18,7	37,1	27,0	16,1	.	1,1



Obr. 7 Podíl jednotlivých skupin odvětví na konečné spotřebě v roce 2018, zdroj: Eurostat, BFE



**Obr. 8** Množství a původ vyrobené elektřiny v roce 2018 a cena elektřiny pro domácnosti podle standardu kupní síly ve druhém pololetí roku 2018 ve státech střední Evropy v roce 2018, zdroj: Eurostat, BFE

Často uváděnou charakteristikou představuje také podíl elektřiny vyrobené z jednotlivých zdrojů, který znázorňuje obrázek 8. Z diagramů je patrný význam jaderné elektřiny v některých státech. Z mapy lze také vyvodit, že v zemích s větším zastoupením nefosilních zdrojů na výrobě elektřiny stojí elektřina v přepočtu na standard kupní síly (PPS) pro domácnosti méně. V tomto ohledu podle dat Eurostatu platí za elektřinu nejvíce ze všech občanů EU obyvatelé Německa.

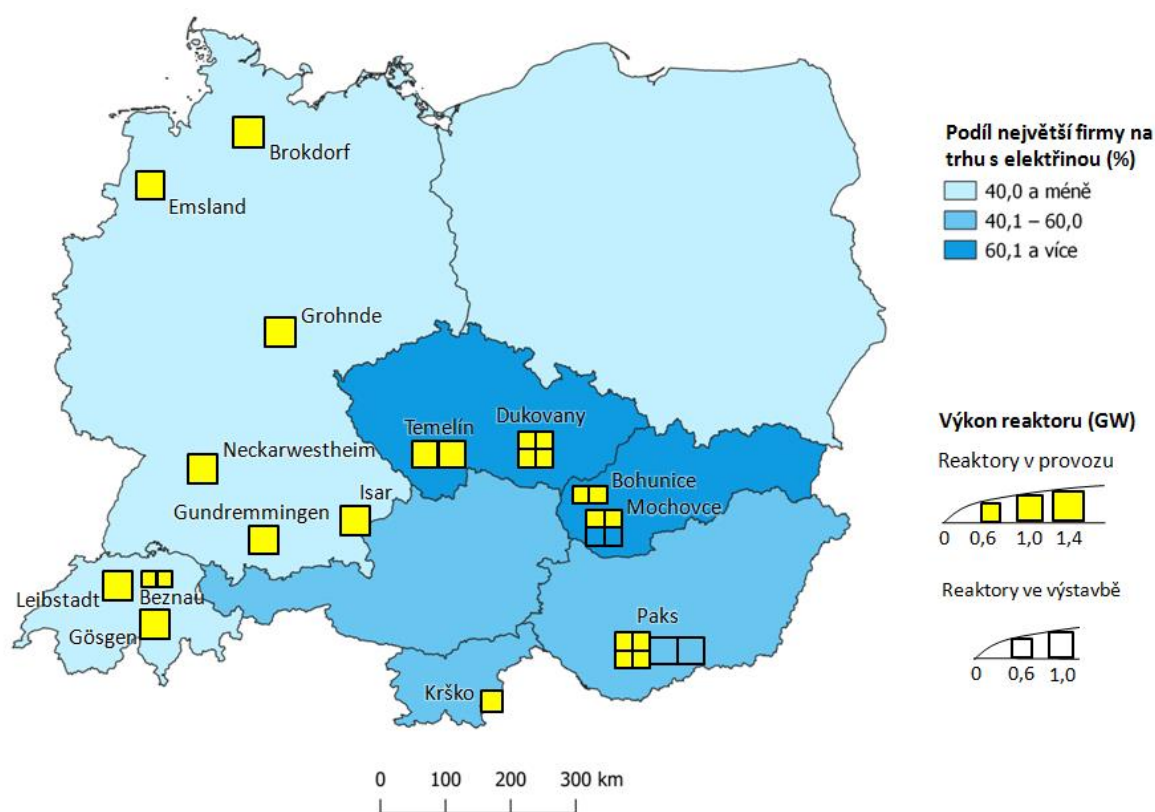
Jadernou energetikou se detailněji zabývá obrázek 9. Slovensko a Maďarsko aktuálně staví nové reaktory, na vybudování nových jaderných bloků se chystá také Česko. Naopak Německo a Švýcarsko výrobu v elektrárnách postupně utlumují. Z mapy lze také zjistit, že mezi trhy s nejvíce dominantním zastoupením jediné firmy patří ten český a slovenský, příklad Rakouska však ukazuje, že tento ukazatel přímo nemusí souviset s jadernou energetikou.

Dalšími důležitými charakteristikami energetických profilů jednotlivých zemí je CME přepočtené na obyvatele, rozlohu státu, jednotku HDP a také podíl importované energie. Obrázek 10 potvrdil, že vysoká spotřeba energie v Německu není dána velkým množstvím obyvatel. Naopak v méně průmyslově orientovaných zemích je spotřeba na jednoho obyvatele menší.

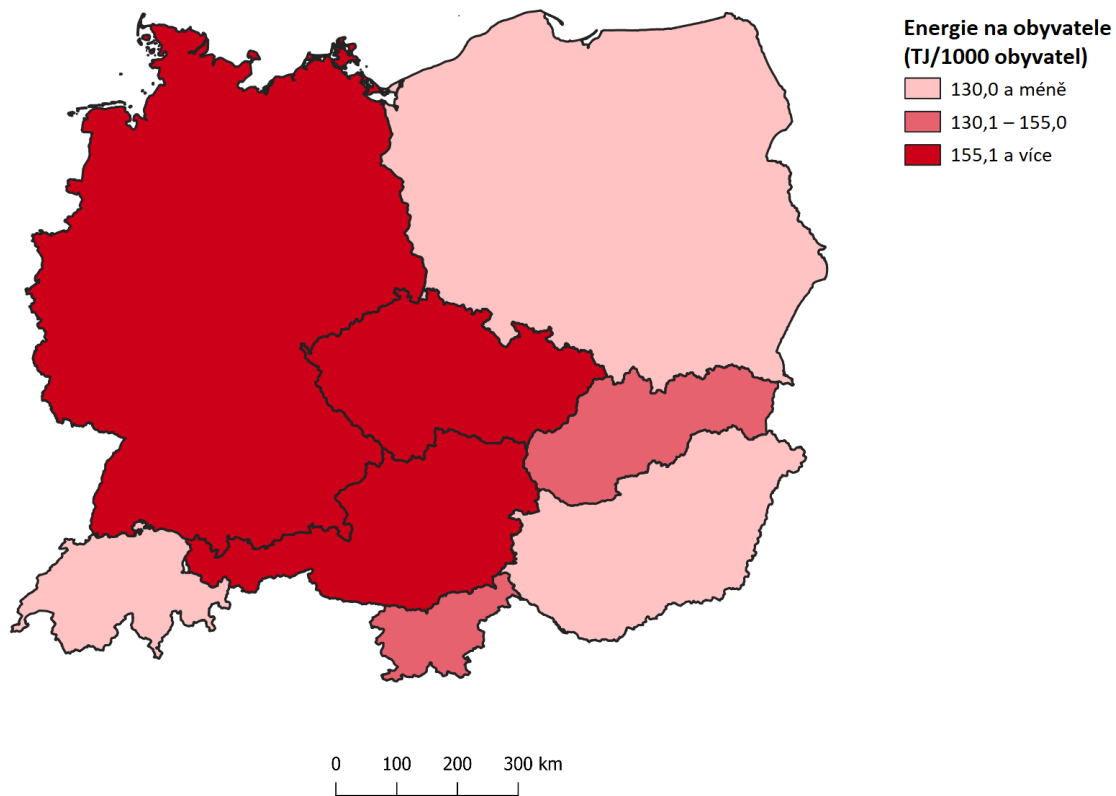
Na obrázku 11 zase méně uváděná charakteristika zařadila po bok Česka a Německa také Švýcarsko. Potvrdilo se tak, že velká energetická spotřeba Německa nesouvisí ani s jeho rozlohou, což by mohlo potřebu energetického zásobování země zvýšit.

Obrázek 12 znázorňuje energetickou náročnost zemí, tedy podíl CME a HDP v paritě kupní síly přepočtené na eura (tento údaj eviduje Eurostat také pro Švýcarsko). V tomto ohledu patří i vlivem nižšího HDP k energeticky náročnějším ekonomiky zemí bývalého východního bloku a Slovinsko.

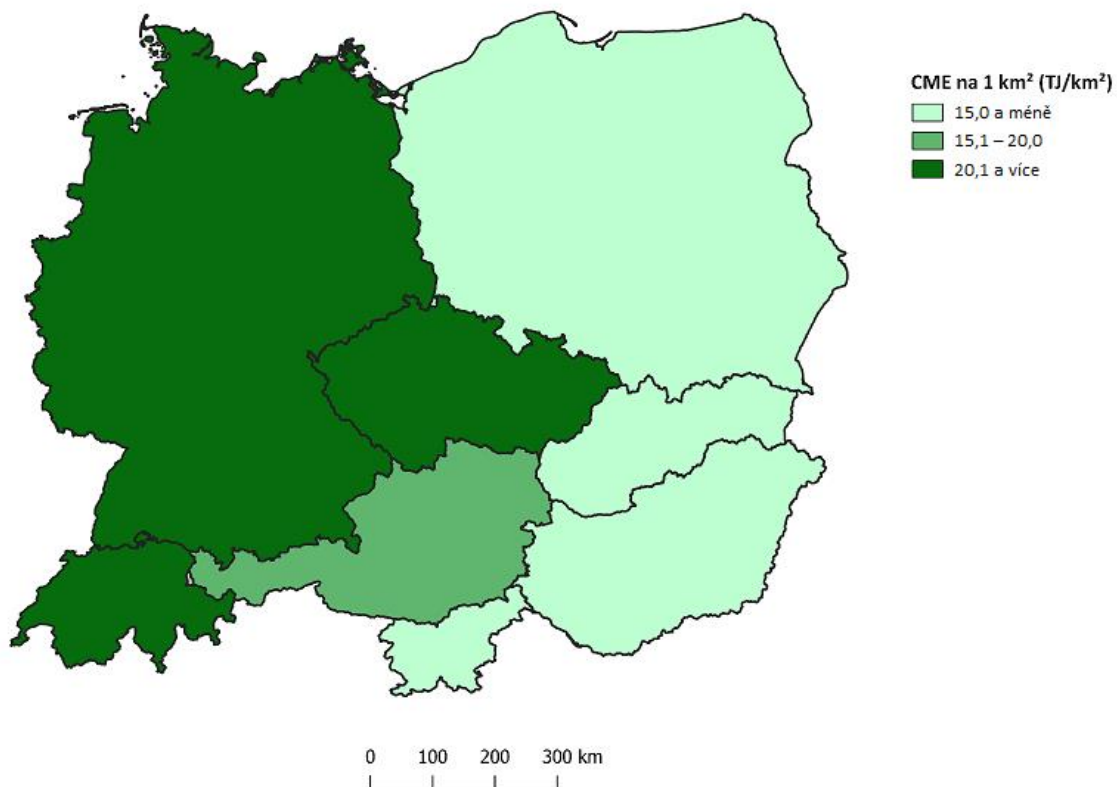
Největší podíl CME přivezené z ostatních států má podle obrázku 13 Švýcarsko. Alespoň polovinu spotřeby z vlastních zdrojů naopak pokryjí země spoléhající se z části na energii získanou díky spalování na jejich území těžného uhlí – Česko, Polsko a Slovinsko.



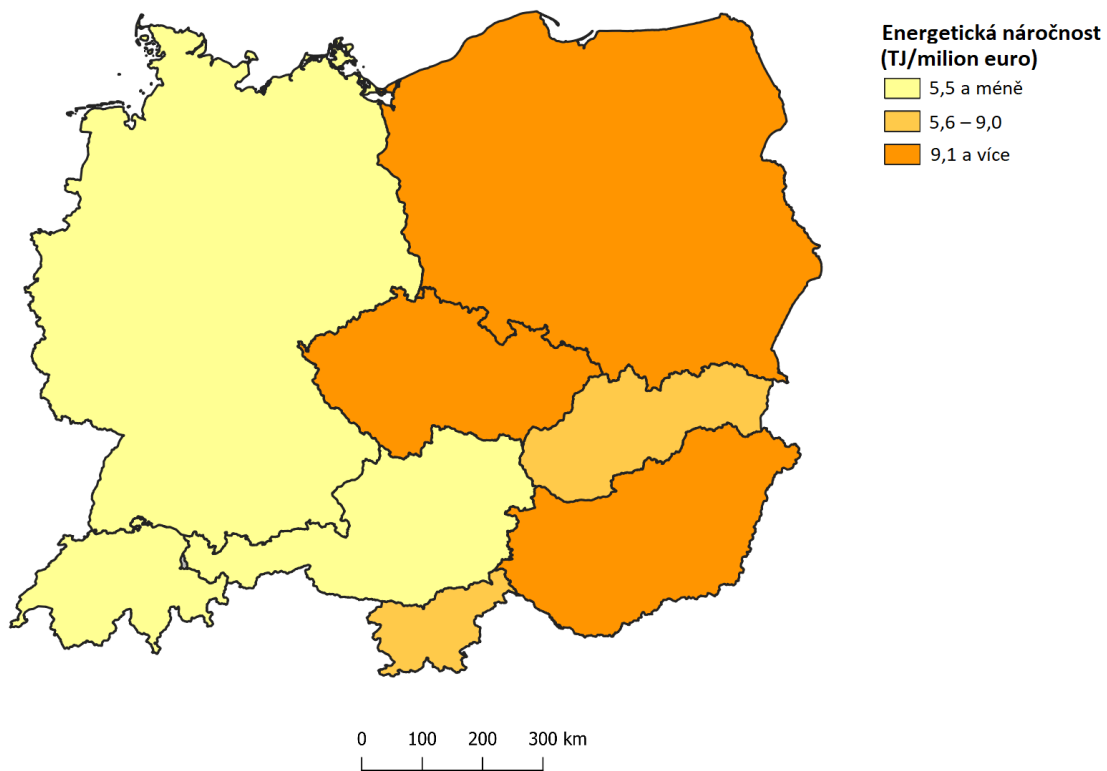
**Obr. 9** Podíl firmy s největším podílem na trhu s elektrickou energií v roce 2018 a přehled jaderných reaktorů v zemích střední Evropy k roku 2020, zdroj: Eurostat, BFE, The University of Edinburgh



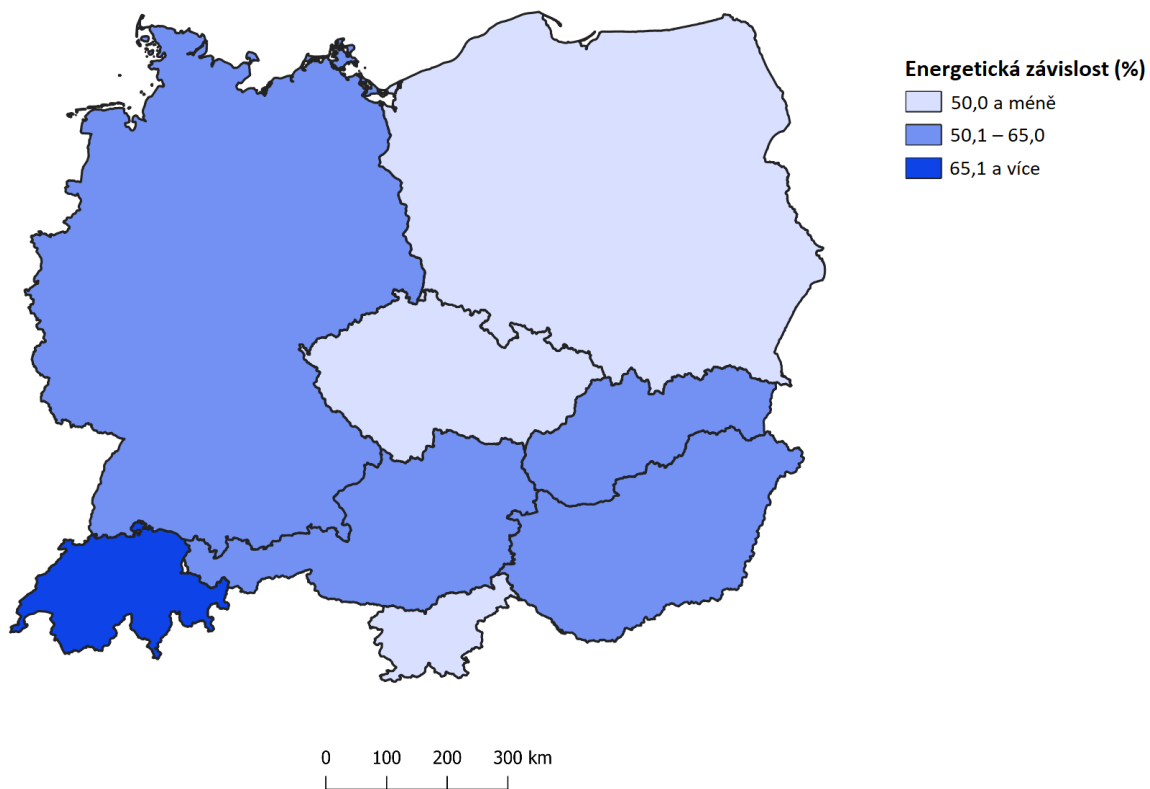
Obr. 10 CME v přepočtu na počet obyvatel v zemích střední Evropy v roce 2018



Obr. 11 CME v přepočtu na plochu zemí střední Evropy v roce 2018



**Obr. 12** CME v přepočtu na jednotku HDP (energetická náročnost) zemí střední Evropy v roce 2018



**Obr. 13** Podíl importované energie na CME (energetická závislost) v zemích střední Evropy v roce 2018

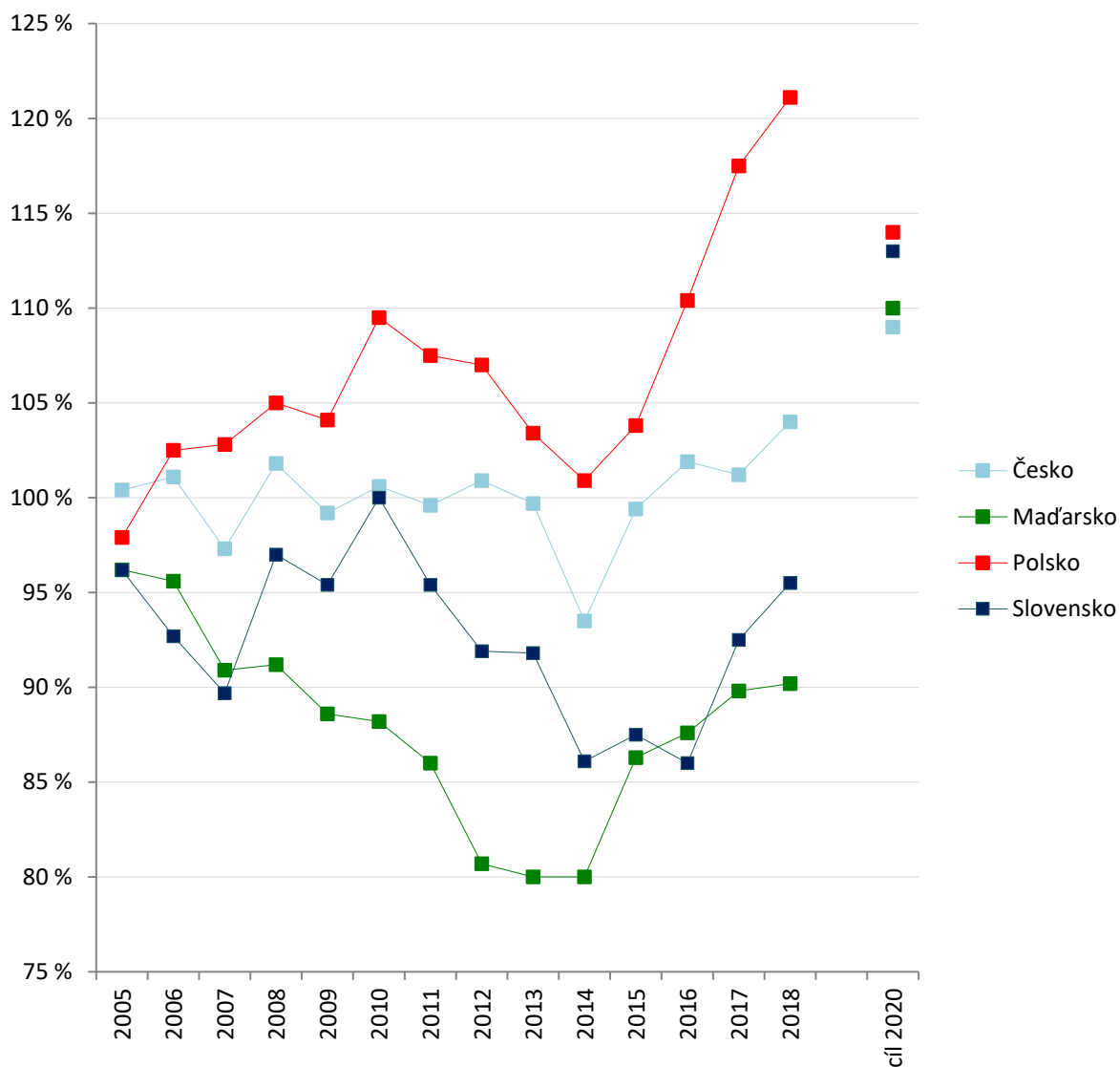
## 6 Energetika v kontextu ochrany klimatu

Celosvětový trend ochrany klimatu změnil v posledních letech energetiku všech střeoevropských zemí. Následující kapitola tak bude konfrontovat změny provedené v energetice jednotlivých zemí v posledních letech s jejich závazky k ochraně klimatu. Jak bylo uvedeno v přehledu literatury, Evropská unie i Švýcarská konfederace se zavázaly k dosažení klimatických cílů do roku 2020. V této kapitole tak bude posouzeno plnění trojice hlavních závazků také s přihlédnutím ke stanoveným národním příspěvkům určených v rámci Pařížské dohody k roku 2030.

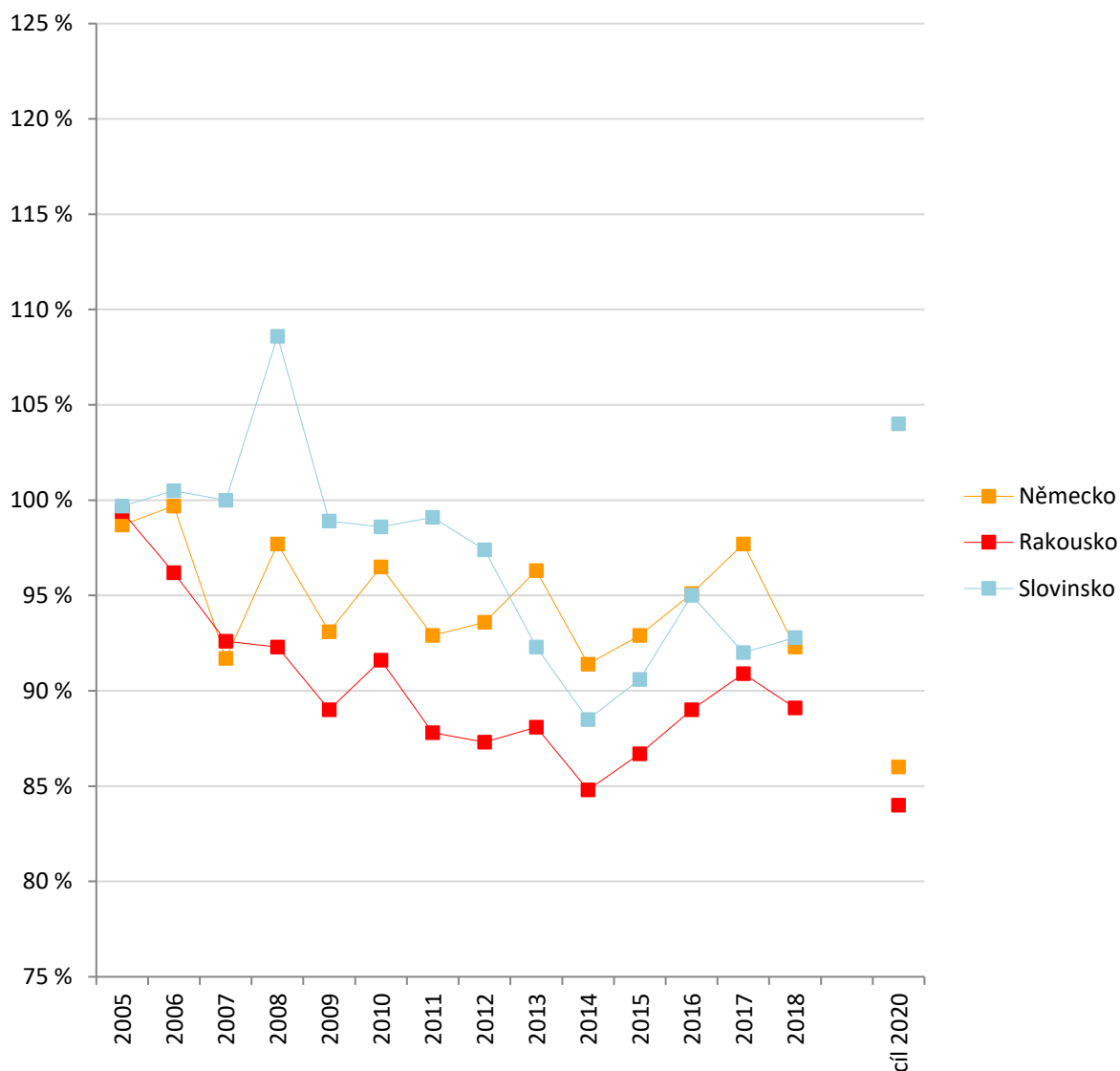
Každá země má přitom ke splnění celounijního závazku vytyčený vlastní cíl. Představený energetický mix států střední Evropy velmi napovídá o množství produkovaných skleníkových plynů na jejich území (Pearsonův korelační koeficient při porovnání množství energie z neobnovitelných zdrojů s celkovými emisemi skleníkových plynů dosahuje hodnoty asi 0,998). Přesto existují mezi státy rozdíly a množství polutantů přímo úměrně nenarůstá s množstvím paliva. Rozhodující je z tohoto pohledu zejména typ paliva, ale také použité technologie. Prezentované energetické statistiky navíc nerepresentují všechny emise skleníkových plynů na území státu – ukazatel CME například nezahrnuje elektrickou energii určenou k exportu. Díky vývozu tak rostou emise produkované na území Německa, Česka či Slovinska.

### 6.1 Omezení produkce skleníkových plynů

Snížení produkce skleníkových plynů minimálně o 20 % mají členské země příležitost ovlivnit zejména skrze své cíle v rámci sektorů, které nepokrývá ETS. Každé ze zemí EU stanovilo rozhodnutí Evropského parlamentu jiný cíl, méně vyspělé země v rámci evropské sedmadvacítky dokonce produkci skleníkových plynů mohly zvýšit. Z obrázků 14 a 15 je patrné, že země bývalého socialistického bloku svým závazkům s výjimkou Polska již dostály, přestože v posledních letech se množství produkovaných skleníkových plynů zvyšuje. Naopak Německo a Rakousko ambiciózní cíle pravděpodobně nesplní, paradoxně však oproti ekonomicky méně vyspělým zemím své emise snižují.

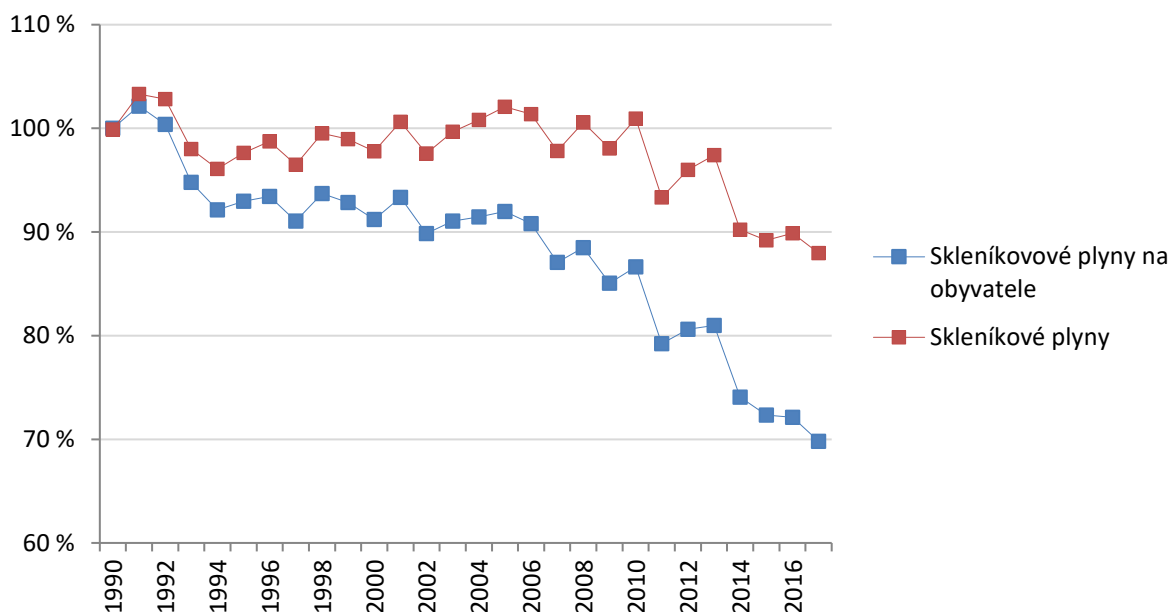


**Obr. 14** Vývoj množství skleníkových plynů produkovaných v sektorech spadajících pod rozhodnutí o společném úsilí v zemích Visegrádské čtyřky v porovnání s rokem 1990, zdroj: EEA



**Obr. 15** Vývoj množství skleníkových plynů produkovaných v sektorech spadajících pod rozhodnutí o společném úsilí v Německu, Rakousku a Slovinsku v porovnání s rokem 1990, zdroj: EEA

Mimo unijní systém stojí závazek Švýcarska, ani tato země však patrně nesplní cíl, který si sama předsevzala. Od roku 1990 do roku 2017 klesly podle obrázku 16 emise skleníkových plynů jen asi o 12 % a i přes přijatá opatření ve snaze splnit 20% snížení do roku 2020 se neočekává, že země svůj závazek splní. Na rozdíl od ostatních zemí středoevropského prostoru však počet obyvatel v zemi helvetského kříže vzrostl od roku 1990 do roku 2017 o více než čtvrtinu, rychleji se tak snižují emise skleníkových plynů na obyvatele. V ostatních státech středoevropského prostoru počet obyvatel roste nanejvýš o nižší jednotky procent.

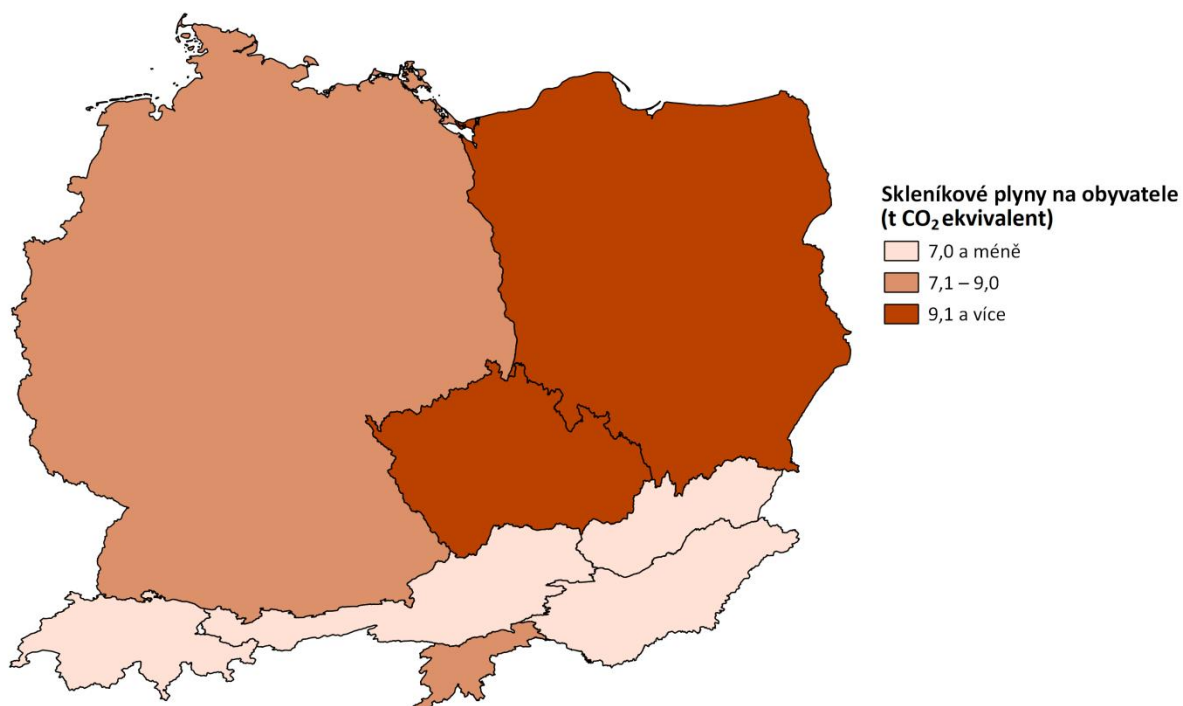


**Obr. 16** Vývoj množství skleníkových plynů produkovaných ve Švýcarsku, zdroj: BAFU

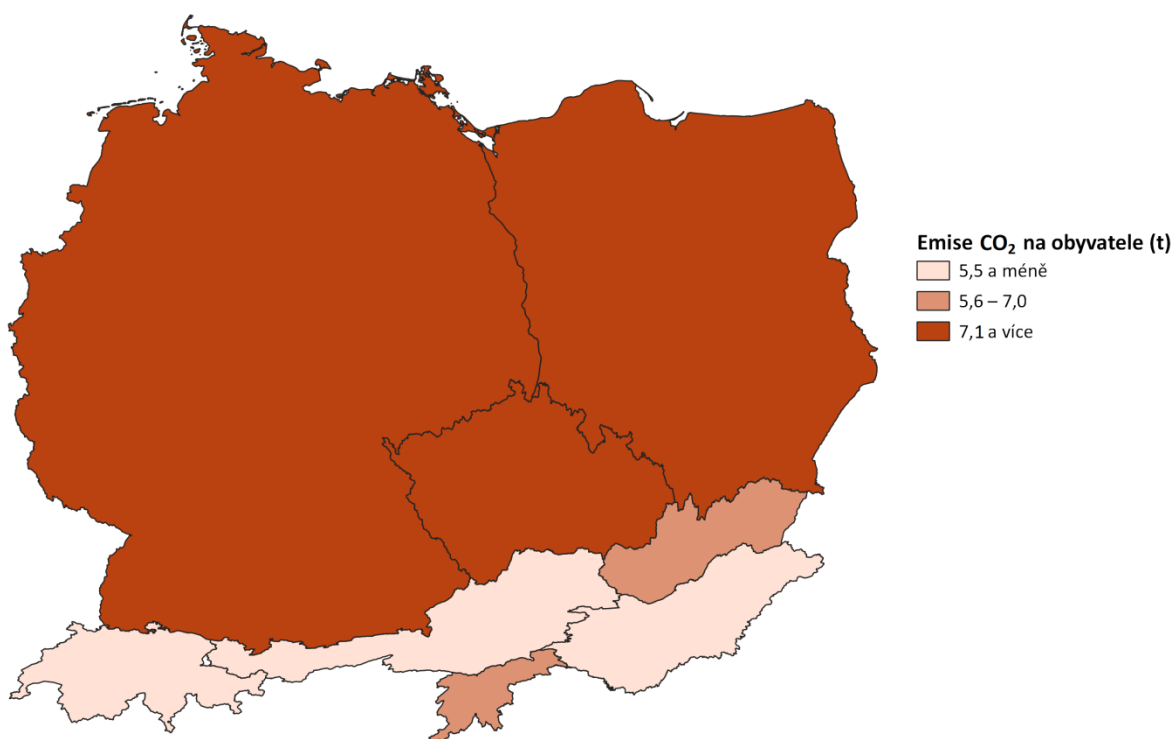
Detailnější produkci jednotlivých druhů skleníkových plynů lze zobrazit pomocí kartografické anamorfózy. Porovnání rozloh území je možné s předchozími mapami. Obrázek 16 zobrazuje reaktivní celkovou produkci skleníkových plynů vzhledem k území států, obrázky 17 až 19 pak znázorňují produkci tří reprezentativních skleníkových plynů. První dvojice obrázků ukazuje jasnou provázanost celkového množství skleníkových plynů a množství emisí CO<sub>2</sub>, když se vizualizace zdají být téměř totožné s relativně největším zvětšením státního území Německa.

Z hlediska emisí metanu (obr. 18) se ukazuje jako jeho velký producent Polsko. Jako jediný stát se navíc zařadilo ve všech čtyřech mapách do intervalu legendy označující největší produkci skleníkových plynů na jednoho obyvatele.

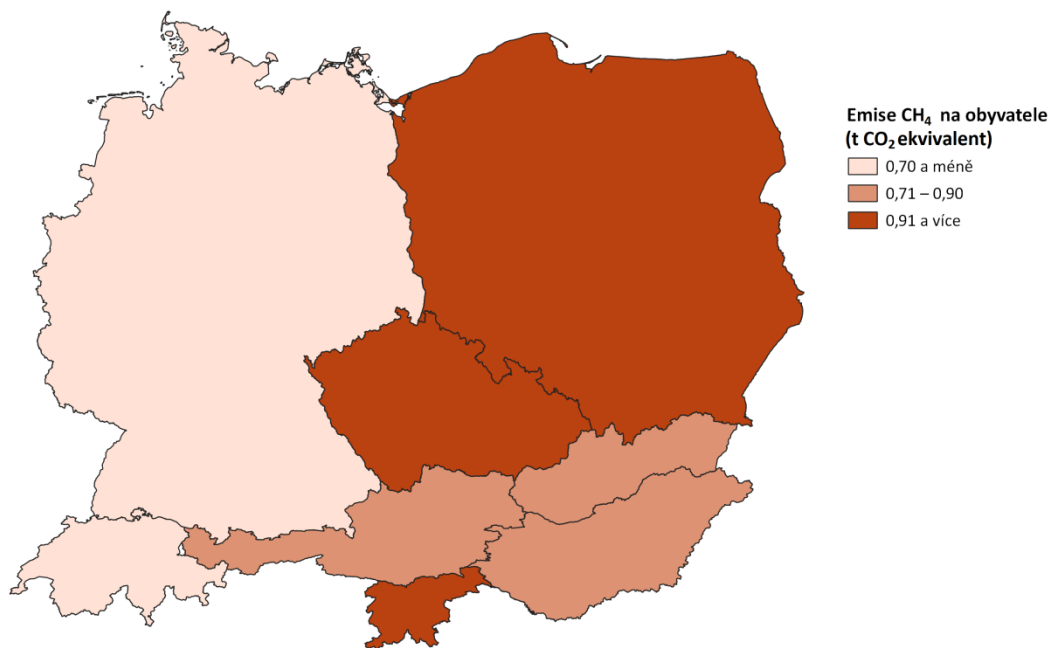
V porovnání s ostatními mapami jsou emise N<sub>2</sub>O (obr. 19) produkovány v menší míře vzhledem k rozloze území na Slovensku, ve Slovinsku a také v Rakousku. Do kategorie států s nejmenší produkcí plynu se i ve čtvrté mapě zařadilo Švýcarsko. Všechny údaje shrnuje tabulka 4.



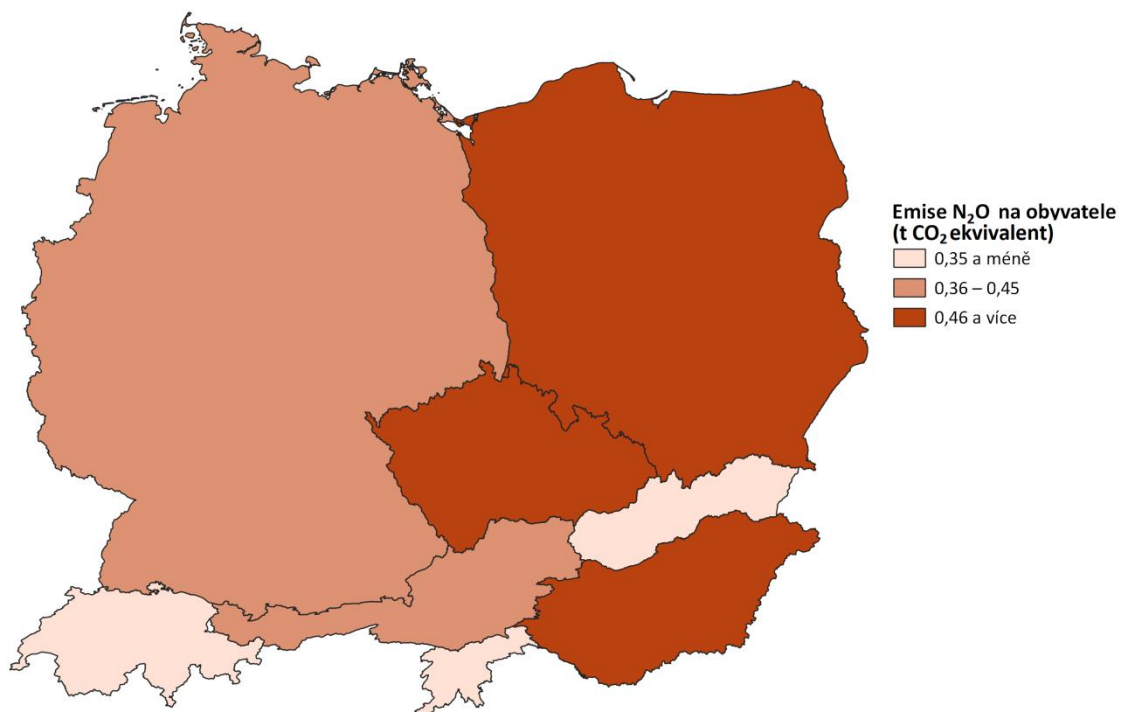
**Obr. 17** Emise skleníkových plynů v přepočtu na počet obyvatel a jejich množství zobrazené kartografickou anamorfózou v zemích střední Evropy v roce 2018, zdroj: EEA



**Obr. 18** Emise oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v přepočtu na počet obyvatel a jejich množství zobrazené kartografickou anamorfózou v zemích střední Evropy v roce 2018, zdroj: EEA



**Obr. 19** Emise metanu (CH<sub>4</sub>) v přepočtu na počet obyvatel a jejich množství zobrazené kartografickou anamorfózou v zemích střední Evropy v roce 2018, zdroj: EEA



**Obr. 20** Emise oxidu dusného v přepočtu na počet obyvatel a jejich množství zobrazené kartografickou anamorfózou v zemích střední Evropy v roce 2018, zdroj: EEA

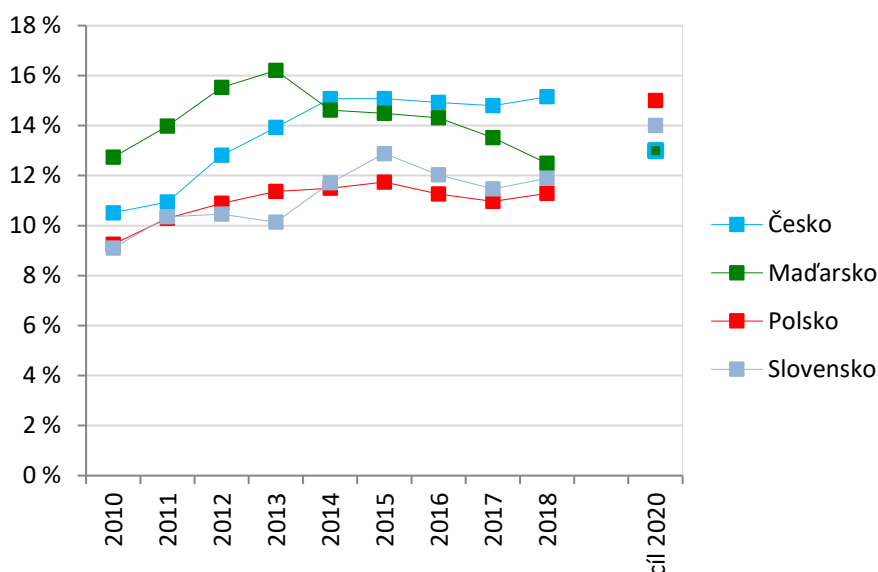
Tab. 4 Emise vybraných skleníkových plynů v roce 2018, zdroj: EEA

	Celkové emise (t CO <sub>2</sub> ekv.)	CO <sub>2</sub> (t)	CH <sub>4</sub> (t CO <sub>2</sub> ekv.)	N <sub>2</sub> O (t CO <sub>2</sub> ekv.)
Česko	104 821 486	84 542 015	11 383 978	5 001 017
Maďarsko	49 629 017	36 895 976	6 908 456	4 521 465
Německo	742 245 810	641 573 518	52 378 681	35 380 905
Polsko	377 540 477	303 502 199	46 554 829	20 957 322
Rakousko	57 980 367	46 905 796	6 266 995	3 117 369
Slovensko	37 502 550	30 685 139	4 366 190	1 775 169
Slovinsko	15 222 558	12 288 022	1 930 482	719 004
Švýcarsko	46 417 000	36 981 000	4 839 000	2 879 000

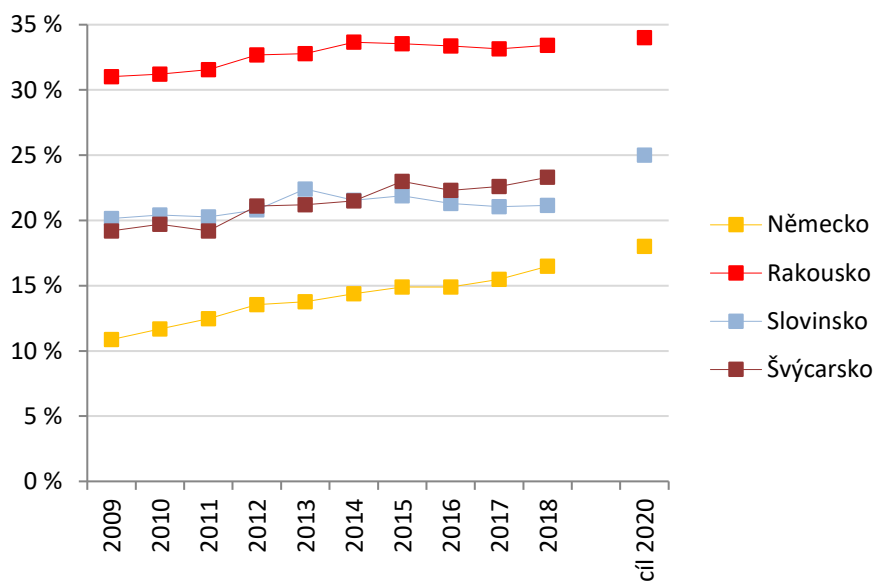
## 6.2 Zvýšení podílu OZE

Evropská unie se do roku 2020 zavázala zvýšit podíl OZE na nejméně 20% podíl na hrubé konečné spotřebě energie a každá jednotlivá země má opět stanoven svůj vlastní příspěvek. Údaj přitom zahrnuje v dřívějších kapitolách zmiňovanou konečnou spotřebu navýšenou o ztráty a samotnou spotřebu zařízení produkujících energii.

Z obrázků 21 a 22 lze vyvodit, že s velkou pravděpodobností na svůj národní podíl OZE v roce 2020 nedosáhne Polsko a Slovinsko. Zajímavá se zdá být situace v Maďarsku, kde od roku 2013 podíl OZE trvale klesá. Data za Švýcarsko pochází ze serveru Statista, který nabízí přehled dat získaných z BFE.



Obr. 21 Vývoj podílu obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě energie v zemích Visegrádské čtyřky, zdroj: Eurostat



**Obř. 22** Vývoj podílu obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě energie, zdroj: Eurostat, statista.com

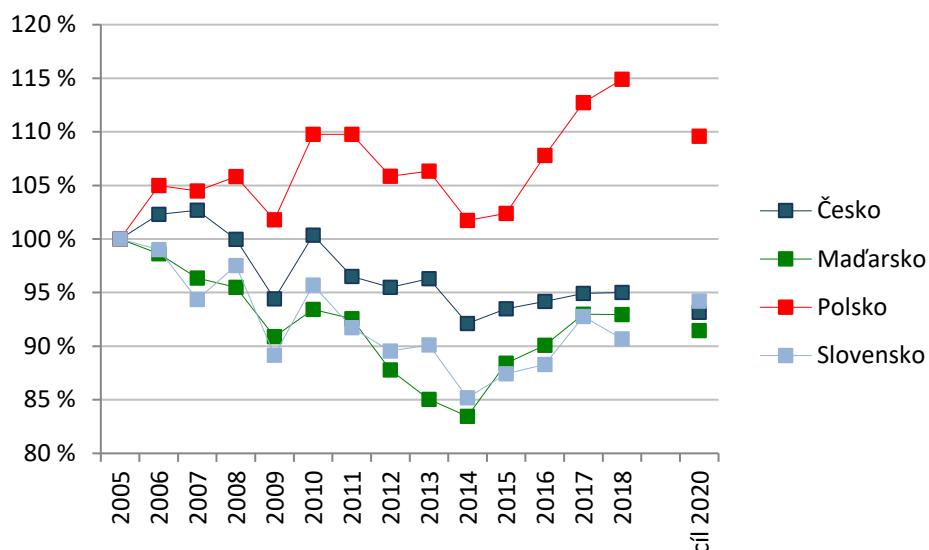
### 6.3 Zvýšení energetické účinnosti

Státy Evropské unie se zavázaly snížit do roku 2020 spotřebu energie o nejméně 20 %, za základ se přitom považuje scénář budoucí energetické potřeby z roku 2005. Reálně bude proto snížení znamenat asi 13,4% snížení spotřeby energie vzhledem k naměřeným hodnotám v roce 2005.

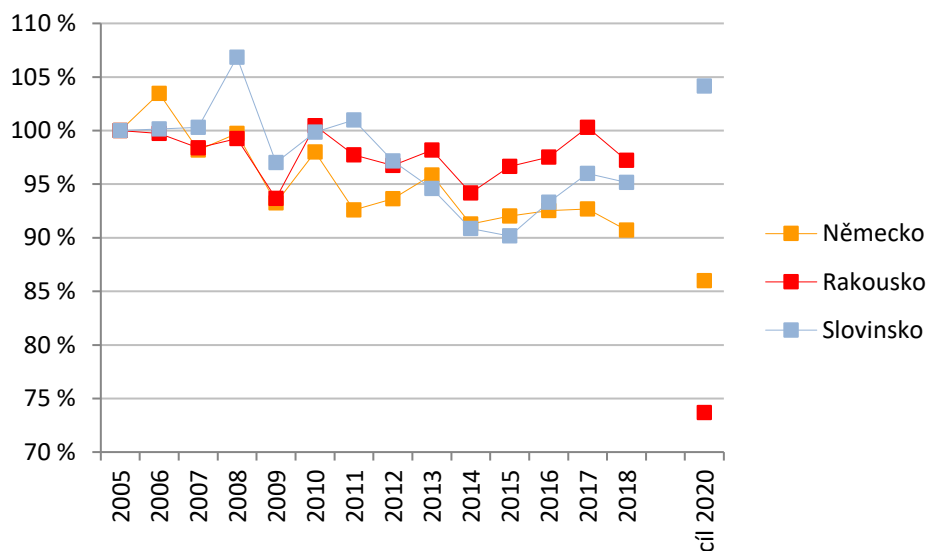
Každý stát si za tímto účelem nastavil vlastní cíl, sleduje se přitom snížení:

1. spotřeby primární energie: rozdíl CME a energie v zásobnících společně s konečnou spotřebou, která není přeměněna v energii
2. konečné spotřeby

Nutné je tak porovnávat oba ukazatele srovnáním absolutních hodnot a orientační lineární trajektorie naznačující předpokládaný trend zvyšování či snižování spotřeby energie mezi lety 2005 a 2020. Rozdíl mezi aktuálním a předpokládaným vývojem množství primární energie a konečné spotřeby znázorňují obrázky 23 a 24. Data pro primární energii Švýcarska nejsou z veřejných zdrojů dostupná, podle celkového množství energie z dat BFE je však zřejmé, že trend změny této veličiny je podobný jako u konečné spotřeby.



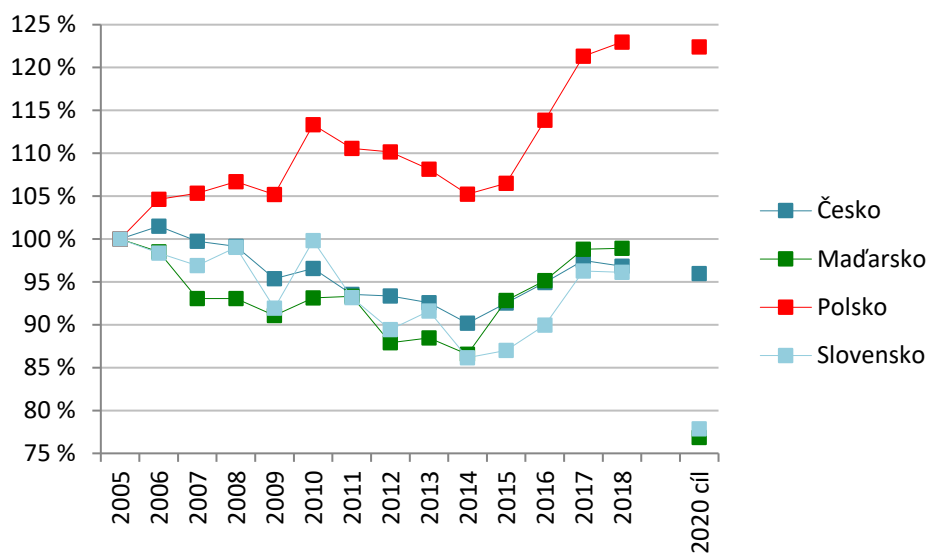
**Obr. 23** Porovnání spotřeby primární energie vzhledem k cílům zemí Visegrádské čtyřky, zdroj: Eurostat, EEA



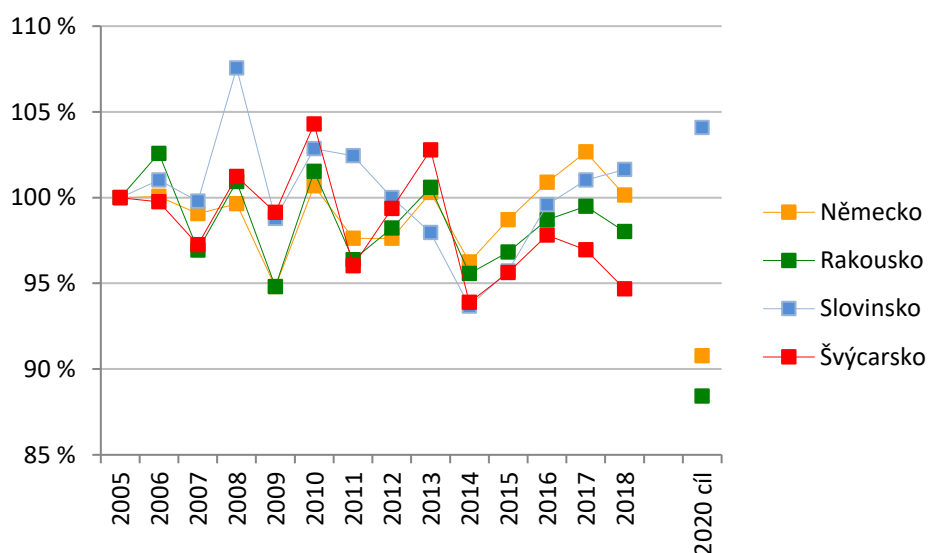
**Obr. 24** Porovnání spotřeby primární energie vzhledem k cílům v Německu, Rakousku a Slovinsku, zdroj: Eurostat, EEA

Z obrázků 25 a 26 je zřejmé, že většina států EU oproti scénářům z roku 2005 snížila do roku 2016 svoji konečnou spotřebu. Výjimkou ze států střední však Evropy však bylo Polsko, které svou spotřebu zvýšilo téměř o čtvrtinu, nad hranici spotřeby v roce 2005 se očekávaná spotřeba dostala v roce 2018 také ve Slovinsku. Dostatečně z grafu nesplnilo svůj plán také Německo a Rakousko.

Z dvojice grafů jsou patrné také velmi nízké cíle Německa, Rakouska, Maďarska i Slovenska, které však patrně do roku 2020 nesplní. Švýcarsko si cíl do roku 2020 v tomto ohledu nestanovilo.



**Obr. 25** Porovnání konečné spotřeby vzhledem k cílům zemí Visegrádské čtyřky, zdroj: Eurostat, EEA



**Obr. 26** Porovnání konečné spotřeby vzhledem k cílům v Německu, Rakousku, Slovinsku a Švýcarsku, zdroj: Eurostat, EEA, BFE

## 6.4 Energetický mix jednotlivých zemí

Na základě dat prezentovaných v předchozích kapitolách a dalších informací z databáze Eurostatu či BFE lze stručně charakterizovat energetický profil každé z diskutovaných zemí.

### 6.4.1 Česko

Země se spoléhá stále ve velké míře na fosilní zdroje, tato energie pokrývá více jak třetinu energetické spotřeby země a dokonce více než polovinu spotřebované elektrické energie. Země však část elektřiny také vyváží – množstvím exportované energie se země řadí na čtvrtém místě v EU. Nezanedbatelnou část energie však generují jaderné elektrárny, podíl energie vzniklé štěpením atomů se má do budoucna ještě navýšit. Přestože narůstá podíl energie z obnovitelných zdrojů, množství zelené energie je s ohledem na celkovou spotřebu energie zanedbatelné. Česká republika spotřebuje nejvíce energie na osobu z celé střední Evropy a její energetika je nejméně efektivní z hlediska množství energie vzhledem k HDP.

### 6.4.2 Maďarsko

Země spoléhá ve velké míře na dovážená fosilní paliva. Energetickou soběstačnost by mohla zvýšit dostavba jaderné elektrárny Paks, páteř její energetiky by poté měla tvořit jaderná energie. Energetika země by tak výrazně snížila produkci skleníkových plynů, závislost země na dovozu paliva, tentokrát do jaderných reaktorů, však pokračuje. V porovnání s ostatními státy je množství emisí na obyvatele po Švýcarsku celkově nejmenší.

### 6.4.3 Německo

Energetický mix Německa značně závisí na fosilních zdrojích, které se podílejí na pokrytí energetických potřeb jediného člena G7 v regionu střední Evropy asi z 85 %. Většinu přitom představuje ropa, uhlí a zemní plyn, jaderná energie pokrývá méně než desetinu spotřeby země a v budoucnu se bez ní plánuje země obejít úplně. Energii z obnovitelných zdrojů reprezentují ekologické pohonné hmoty, elektřinu generují ze všech obnovitelných zdrojů v největší míře větrné elektrárny. Politika země se nicméně dlouhodobě zaměřuje na zvýšení podílu obnovitelných zdrojů, a i přes značný podíl průmyslu na HDP země, s čímž souvisí také energetická náročnost německého hospodářství, patří země k lídrům v boji o ochranu klimatu ve světovém kontextu. Velká část energie se dováží.

#### **6.4.4 Polsko**

Polská energetika se ve značné míře opírá o domácí černé a hnědé uhlí těžené v největší míře v Hornoslezské pánvi, další část mnohdy nekvalitních fosilních paliv ještě země dováží. Z tepelných elektráren pochází v Evropě již unikátních 90 % elektrické energie, 7% podíl elektřiny generují větrné elektrárny. Spotřeba energie z ostatních zdrojů zůstává i přes její pomalý nárůst zanedbatelná, v zemi se nenachází také ani jedna jaderná elektrárna. Z hlediska množství na obyvatele i jejich absolutního úhrnu patří země mezi největší producenty skleníkových plynů v Evropě. Spotřeba energie na obyvatele přitom není příliš velká.

#### **6.4.5 Rakousko**

Spolková republika těží z výhodných geografických podmínek a obnovitelné zdroje v zemi vyrábí značnou část energie – z hlediska středoevropského prostoru se jedná o zemi s jejich největším podílem na vyrobené energii. Země těží z dlouhé tradice snahy o snížení produkce oxidu uhličitého a závislosti na fosilních zdrojích, za poslední desetiletí tak vybudovala soustavu zejména vodních, ale také větrných elektráren. Rakousko tak patří mezi země s nejmenší uhlíkovou stopou na osobu v Evropské unii, přestože ve střední Evropě spotřebuje druhé největší množství energie na obyvatele. Země však asi 64 % energie dováží.

#### **6.4.6 Slovensko**

Energetická koncepce Slovenska staví do popředí dovážená fosilní paliva, její spotřebu však pokrývá také elektřina z jaderných reaktorů. Produkce elektřiny vzniklé díky nukleárním reakcím je výjimečná ve světovém měřítku, jaderná energie pokrývá přes polovinu produkce zdejší elektřiny a z tohoto hlediska se řadí za Francii na druhé místo na celém světě (IAEA 2019). Z hlediska výroby elektrické energie má země velký potenciál také ve vodních elektrárnách. Slovensko však není energeticky soběstačné a velkou část energie dováží.

#### **6.4.7 Slovinsko**

Nejmenší ze zkoumaných zemí také částečně staví svoji energetiku na neobnovitelných zdrojích, k plánům na snížení produkce oxidu uhličitého ovšem pomáhá dobrá geografická poloha i vhodné geomorfologické podmínky. V zemi probíhají také diskuze o rozvoji jaderné energetiky – jediný reaktor pokrývá téměř pětinu celkového množství energie země. Ve výrobě elektřiny využívá země také svůj velký potenciál v oblasti energie vyráběnou ve vodních elektrárnách, které generují téměř třetinu energie.

#### **6.4.8 Švýcarsko**

Ze všech zemí středoevropského prostoru jediná nečlenská země Evropské unie podporuje obnovitelné zdroje, ze všech zemí však její energetika také nejvíc závisí na dovozu. V podílu obnovitelné energie zemi překonalo Rakousko i Slovinsko. Švýcarsko naplno využívá svůj energetický potenciál a díky dlouhotrvajícímu úsilí vybuďovalo decentralizovanou energetickou síť opírající se zejména o vodní elektrárny. Značná část elektřiny stále pochází z jaderných elektráren, země však v rámci strategie do roku 2050 uvádí svůj cíl tento energetický zdroj dále nevyužívat. Jaderné reaktory tak budou odstaveny po době své životnosti (dřívější odstavení jaderných zdrojů odmítli občané v referendu v roce 2016 (Bundeskanzlei 2016)). Z hlediska vypouštěných skleníkových plynů, tak i díky tomu patří země mezi nejmenší producenty v Evropě. Také kvůli hospodářskému charakteru země spotřebuje konfederace nejméně energie na jednotku HDP.

## 7 Budoucí vývoj energetiky ve střední Evropě

Vzhledem k prozatímní neexistenci konkrétních závazků jednotlivých států vztahujících se k Pařížské dohodě není možné nastínit budoucí vývoj energetiky a s ní souvisejících emisí látek do ovzduší zcela přesně. Geografie energetického průmyslu tak dnes může vycházet pouze z odhadů a předpovědí mezistátních organizací nebo vědců na základě stávajících proklamací.

Detailní predikce zveřejňuje ve svých zprávách a jednotlivě ke každé zemi na svých webových stránkách EEA. Obecně se dá říci, že podle jejich propočtů bude docílení celoevropských závazků se současnými opatření proveditelné jen stěží. Alespoň v tomto směru mají nejhorší vstupní pozici Německo a Polsko. Naopak ostatní státy by měly alespoň z pohledu emisí skleníkových plynů při uplatnění odpovídajících opatření svou produkci stabilizovat či dále snižovat.

Trend plynoucí z prezentovaných dat však hovoří jasně: energetika všech zemí se bude snažit co v největší míře využívat nízkoemisní zdroje energie. V jejich prospěch nemusí hovořit jen hledisko environmentální – v budoucnosti se patrně vyplatí mnohem více také z ekonomického a bezpečnostního pohledu. D. Helm již v roce 2014 hovoří o nutnosti změny energetické politiky a s ní spojeného plánu ochrany klimatu. Jako hlavní pilíře budoucí politiky uvádí obchodování s emisními povolenkami přizpůsobené potřebám jednotlivých států, evropský kapacitní trh s elektřinou, rychlý přechod z uhlí na plyn méně znečišťující atmosféru a cílení spíše na další generaci obnovitelných zdrojů energie.

Zajímavý je také výhled na vývoj v jednotlivých státech. V tomto ohledu se ve střední Evropě různí především přístup k jaderné energetice. Zatímco Slovensko a Maďarsko právě staví další jaderné bloky (lokality Mochovce a Paks) a Česko se Slovinskem obnovu nákladných zařízení využívající jadernou energii zvažují, Německo směřuje k ukončení provozu ve svých jaderných elektrárnách v roce 2022 a Švýcarsko podle vlastní koncepce postupně odstaví všechny své reaktory po uplynutí doby jejich životnosti (nejzazší termín byl stanoven na rok 2050). Polsko ani Rakousko, kde jaderné elektrárny nikdy nebyly uvedeny do provozu, jádro v budoucnosti vůbec rozvíjet nehodlá (IAEA 2016). Nový impuls by v této oblasti mohl přinést také další vývoj malých modulárních reaktorů, který by s ohledem na plány decentralizace elektrické sítě mohly najít ve státech se zájmem o rozvoj nukleární energie velké uplatnění.

S plánováním budoucí energetické infrastruktury je spojeno také vyjednávání o závazcích vedoucích k plánované celoevropské uhlíkové neutralitě do roku 2050. K tomuto cíli se hlásí všechny státy EU kromě Polska. Zejména Česko však požadovalo uznat jako bezemisní také energii z jaderných elektráren (Evropská rada 2019). Dohodu provází příslib finančních injekcí pro opatřeními nejvíce zasažené státy.

Ač Polsko uskutečňuje dílčí kroky směrem ke snížení podílu uhlí v celkové energetické koncepci, vývoj v této zemi jde velmi pomalu. Udělená výjimka ohledně uhlíkové neutrality nic nezměnila ani na prodloužení těžby lignitu v dole Turów způsobující ekologické problémy také na české straně hranice o dalších šest let (Ministerstwo klimatu 2020).

Větší část energetické spotřeby regionu by měla v budoucnu pokrývat elektřina z obnovitelných zdrojů. Relativně efektivní hospodaření s jejími přebytky umožňuje pouze hustá síť zařízení umožňující energii uložit. Z hlediska výkonu se jako stěžejní jeví zejména přečerpávací elektrárny, v současné době se však jejich stavba téměř zastavila a do budoucna se počítá pouze s udržení jejich stávající kapacity (Victoria et al. 2019). V budoucnu tak důležitou roli zaujmou rovněž kompatibilnější úložiště založená na nabíjení baterií nebo výrobě vodíku, který se dále použije jako ekologické palivo.

Podle Victoria et al. (2019) se pro krátkodobé uložení energie ekonomicky více vyplatí ukládání energie v bateriích, které zvyhodňuje také celkově větší účinnost, zatímco při potřebě uložit energii nad devět hodin je už výhodnější použít vodíkovou technologii. Cenu ovlivní také forma uložení vodíku. Kolektiv autorů se ve svém článku snaží nastínit možnou budoucí evropskou síť přenosu energií, v budoucnu počítají také s ukládáním elektřiny v bateriích v rámci dopravního sektoru a s krátkodobým i dlouhodobým ukládáním tepelné energie. Všechny z těchto technologií tak v budoucnu jistě naleznou uplatnění také v oblasti střední Evropy.

## 8 Závěr

Po analýze energetických mixů zemí střední Evropy práce potvrdila heterogenost energetických koncepcí jednotlivých zemí. Práce také zhodnotila plnění klimatických cílů jednotlivých zemí zejména v konfrontaci s cíli mezinárodně platných dokumentů OSN, případně EU. Potvrdilo se, že množství skleníkových plynů závisí zejména na původu energie a stěžejní roli hraje v této oblasti energetika státu.

Obecně se dá říci, že ekonomicky slabší část regionu vychází ze svých dlouhodobých koncepcí, které spoléhají na fosilní paliva či jadernou energii, a i přes zvýšení celkového podílu obnovitelných zdrojů změny probíhají zvolna. Současný stav lze vysvětlit také horšími přírodními podmínkami k výrobě velkého množství obnovitelné energie, zatímco fosilní zdroje se těží buď na jejich území, nebo se dají poměrně výhodně dovážet z blízkých zemí. I proto nejsou oproti ostatním středoevropským zemím energeticky závislé v takové míře na dovozu z jiných států, z celoevropského hlediska však zauímají přední místa při porovnání zemí podle emisí skleníkových plynů. Na energetickém trhu často působí jedna nebo více dominantních firem a energetický průmysl těchto zemí prochází určitou transformací.

Naopak vyspělejší země s příhodnými přírodními poměry k výrobě energie z obnovitelných zdrojů integrovaly již v minulosti plnohodnotně do své energetické koncepce levně vyrobenou elektřinu z obnovitelných zdrojů. Převažuje zejména energie z vodních elektráren, odkud pochází velké množství elektřiny. Zůstávají však plně závislé na dovozu energie a fosilní paliva stále pokrývají podstatnou část potřebné energie na jejich území.

Ve středoevropském kontextu zastává však výjimečné postavení hned z několika důvodů Německo. Největší ekonomiku oblasti pohání průmysl založený z velké části na výrobě automobilů, a přestože člen skupiny G7 v posledních desítkách let sází na obnovitelné zdroje energie, stále zvyšující se poptávku po energii nedokáže uspokojit. Také postoje k ochraně klimatu se ve čtvrté největší ekonomice světa liší a jednotlivé spolkové země zastávají na politiku snižování emisí odlišné postoje. Zvláště s přihlédnutím na politické rozhodnutí o odklonu od jaderné energie po havárii japonské jaderné elektrárny ve Fukušimě je pro země přechod na ekologičtější energetické zdroje obtížný.

I přes značné rozdíly mezi zeměmi má střeoevropský region svá specifika v evropském i světovém měřítku. Hned pětice zemí se nachází mezi zeměmi s největším podílem nukleární energie na výrobě elektřiny v roce 2018 (IAEA 2019). Energetika všech zemí se dá ve světovém kontextu označit jako velmi rozvinutá s hustou přenosovou sítí. Všechny země se snaží energii také čerpat z přírodních zdrojů i přes nepříznivé geomorfologické podmínky na územích některých z nich. Z alternativních druhů energie převažuje ta získaná z pohybu vody.

Paradoxně velmi dobře si často v plnění klimatických cílů vedou země střední Evropy s vyšší produkcí skleníkových plynů, porovnávají se přitom ukazatele charakterizující kromě energetického mixu také ekonomickou transformaci jednotlivých zemí. Všechny země však stojí v čele globálního hnutí snažící se zmírnit dopady lidské činnosti na klima, ať už samy jako signatáři Pařížské dohody, nebo jako členové Evropské unie. V budoucnu se proto očekává další směřování vzhledem ke zvyšování podílu energie z obnovitelných zdrojů a zvyšování energetické účinnosti, přestože se tyto změny mohou odehrávat jen pozvolna.

## 9 Summary

The bachelor thesis deals with energy industry in the countries of Central Europe (Austria, Czechia, Hungary, Germany, Poland, Slovakia, Slovenia and Switzerland). The aim of this thesis was to analyze energy situation in these countries in the context of climate protection.

For the purpose of working on the text, the accessible databases were used, mainly Eurostat database and Swiss Office of Energy and Federal Office for the Environment. In the thesis, the energy industries of Central European countries were compared using energy statistics indicators. Each energy mix was assessed from the point of view of the fulfillment of climate targets, mainly of the production of greenhouse gases. In the end, the prospects of energy industry in this region were briefly presented in connection with climate protection measures.

On this basis, the thesis has confirmed the relationship between greenhouse gas emissions and energy mix of each country. In case of all states, the countries have been bound by several international climate agreements and they try to reduce their emissions. Above all, the indicators have shown that CO<sub>2</sub> emissions have been reduced and although some trend lines have not indicated additional reduction, this fact may be considered as promising aspect of low carbon politics in the future.

## Použitá literatura

Amt für Statistik: Energiestatistik 2018. Vaduz <https://www.llv.li/inhalt/11480/amtsstellen/amt-fur-statistik> (14. 2. 2020)

BAFU (2019): CO2 Statistik. [https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-daten/CO2\\_Statistik\\_Daten.xlsx.download.xlsx/CO2-Statistik-2019-07\\_D.xlsx](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-daten/CO2_Statistik_Daten.xlsx.download.xlsx/CO2-Statistik-2019-07_D.xlsx) (14. 2. 2019)

BFE (2007): Die Energieperspektiven 2035. Anhang zu Band 1. <https://www.bfe.admin.ch/bfee/home/politik/energiestrategie-e-2050/dokumentation/energieperspektiven-2035.exturl.html/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWRTaW4uY2gvZGUvcHVibGljYX/Rpb24vZG93bmxvYWQvMjYyNA==.html> (14. 2. 2020)

BFE: Klimapolitische Massnahmen. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klimapolitik.html> (14. 2. 2020)

BFE: Synthesebericht: Volkswirtschaftliche Beurteilung der klimapolitischen Massnahmen nach 2020 <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-daten/volkswirtschaftlichebeurteilungderklimapolitischenmassnahmenpost.pdf.download.pdf/volkswirtschaftlichebeurteilungderklimapolitischenmassnahmenpost.pdf> (14. 2. 2020)

Bundeskanzlei (2016): Vorlage Nr. 608. <https://www.bk.admin.ch/ch/d/pore/va/20161127/det608.html> (14. 2. 2020)

Calvert, K. (2016): From 'energy geography' to 'energy geographies': Perspectives on a fertile academic borderland. *Progress in Human Geography*, 40(1), 105–125.

EEA (2018): Trends and projections in Europe 2018: Tracking progress towards Europe's climate and energy targets. EEA Report No. 16/2018.

EEA (2019): Trends and projections in Europe 2019: Tracking progress towards Europe's climate and energy targets. EEA Report No. 15/2019.

EU (2018): Directive (EU) 2018/410 of the European Parliament and of the Council of 14 March 2018 amending Directive 2003/87/EC to enhance cost-effective emission reductions and low-carbon investments, and Decision (EU) 2015/1814. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1581681536661&uri=CELEX:32018L0410> (14. 2. 2020)

EU: European green deal. [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en) (24. 5. 2020)

Eurostat: Environment and energy database. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (6. 2. 2020)

Eurostat: Presentation of annual energy statistics in Eurobase. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/10186/6246844/Eurobase-changes-energy.pdf> (6. 3. 2020)

Eurostat: Statistics Explained. Energy. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy> (6. 4. 2020)

Eurostat: Energy balance flow for EU27\_2020. <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/sankey/energy/sankey.html> (17. 5. 2020)

Evropská komise (2012): Nařízení Komise (EU) č. 601/2012 ze dne 21. června 2012 o monitorování a vykazování emisí skleníkových plynů podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/87/ES <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1586640769815&uri=CELEX:32012R0601> (18. 3. 2019)

Evropská komise: Clean energy for all Europeans package. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans> (12. 2. 2020)

Evropská komise: EU 2020 target for energy efficiency. [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-directive-and-rules/eu-targets-energy-efficiency\\_en#national-energy-efficiency-targets-for-2020](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-directive-and-rules/eu-targets-energy-efficiency_en#national-energy-efficiency-targets-for-2020) (17. 3. 2020)

Evropská komise: EU ETS Revision for phase 4 (2021-2030). [https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/revision\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/revision_en) (14. 2. 2019)

Evropská rada: <https://www.consilium.europa.eu/media/41768/12-euco-final-conclusions-en.pdf> (17. 5. 2020)

Evropský parlament (2009): Rozhodnutí 406/2009/EC. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/XT/?uri=uriserv:OJ.L\\_.2009.140.01.0136.01.ENG](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/XT/?uri=uriserv:OJ.L_.2009.140.01.0136.01.ENG) (12. 2. 2020)

Hawkins E., Ortega P. a Suckling E. (2017): Estimating Changes in Global Temperature since the Preindustrial Period. *Bulletin of the American Meteorological Society* 98(9), 1841–1856. <https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/BAMS-D-16-0007.1>

Helm, D. (2014): The European framework for energy and climate policies. *Energy Policy* 64, 29-35.

IAEA (2016): Country Nuclear Power Profiles 2016 Edition. <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/cnpp2016/pages/index.htm> (17. 5. 2020)

IAEA: Nuclear Share of Electricity Generation in 2018. <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/NuclearShareofElectricityGeneration.aspx> (18. 3. 2020)

IPCC (2013): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_all\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf) (7. 2. 2020)

S. Kumar a Madlener, R. (2016): Renewable energy roadmap for central Europe until 2050: a scenario based techno-economic analysis. *21st Century Energy Needs - Materials, Systems and Applications (ICTFCEN)*. 1-6. doi: 10.1109/ICTFCEN.2016.8052750.

Ministerstwo klimatu (2020): [https://bip.mos.gov.pl/fileadmin/user\\_upload/bip/koncesje\\_geologiczne/ogloszenia/2020/2020-03-20\\_obw\\_wydanie\\_ decyzji\\_zm\\_konc\\_65-94\\_Turow.pdf](https://bip.mos.gov.pl/fileadmin/user_upload/bip/koncesje_geologiczne/ogloszenia/2020/2020-03-20_obw_wydanie_ decyzji_zm_konc_65-94_Turow.pdf) (17. 5. 2020)

MPO: Souhrnná energetická bilance státu v metodice Eurostatu za léta 2010–2018. <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/energeticke-bilance/2020/2/SEB-2010-2018.pdf> (6. 3. 2020)

OSN (1992): Rámcová úmluva OSN o změně klimatu. United Nations Treaty Collection. [https://treaties.un.org/doc/Treaties/1994/03/19940321%2004-56%20AM/Ch\\_XXVII\\_07p.pdf](https://treaties.un.org/doc/Treaties/1994/03/19940321%2004-56%20AM/Ch_XXVII_07p.pdf) (6. 2. 2020)

OSN (1997): Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu. United Nations Treaty Collection. [https://treaties.un.org/doc/Treaties/1998/09/19980921%2004-41%20PM/Ch\\_XXVII\\_07\\_ap.pdf](https://treaties.un.org/doc/Treaties/1998/09/19980921%2004-41%20PM/Ch_XXVII_07_ap.pdf) (6. 2. 2020)

OSN (2006): Dodatek k příloze B Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu. United Nations Treaty Collection. [https://treaties.un.org/doc/Publication/CTC/Ch\\_XXVII-7-b.pdf](https://treaties.un.org/doc/Publication/CTC/Ch_XXVII-7-b.pdf) (6. 2. 2020)

OSN (2012): Dodatek z Dauhá Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu. United Nations Treaty Collection. <https://treaties.un.org/doc/Treaties/2012/12/20121217%2011-40%20AM/CN.718.2012.pdf> (6. 2. 2020)

OSN (2015): Pařížská dohoda. United Nations Treaty Collection. [https://treaties.un.org/doc/Treaties/2016/02/20160215%2006-03%20PM/Ch\\_XXVII-7-d.pdf](https://treaties.un.org/doc/Treaties/2016/02/20160215%2006-03%20PM/Ch_XXVII-7-d.pdf) (6. 2. 2020)

OSN (2019): Paris Agreement, United States of America: Withdrawal. <http://treaties.un.org/doc/Publication/CN/2019/CN.575.2019-Eng.pdf> (6. 2. 2020)

OSN, Department of Economic and Social Affairs Statistics Division (2017): International Recommendations for Energy Statistics. <https://unstats.un.org/unsd/energystats/methodology/documents/IRES-web.pdf> (29. 3. 2020)

OSN: GWO skleníkových plynů podle Čtvrté hodnotící zprávy. <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/frequently-asked-questions/global-warming-potentials-ipcc-fourth-assessment-report> (6. 2. 2020)

Spolková rada Švýcarska (2011): Bundesgesetz über die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20091310/201301010000/641.71.pdf> (14. 2. 2020)

Spolková rada Švýcarska (2015): Switzerland's intended nationally determined contribution. [https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Switzerland%20First/15%2002%2027\\_INDC%20Contribution%20of%20Switzerland.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Switzerland%20First/15%2002%2027_INDC%20Contribution%20of%20Switzerland.pdf) (14. 2. 2020)

Statista.com: Statistiken zu erneuerbaren Energien in der Schweiz. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/297545/umfrage/erneuerbare-energie-in-der-schweiz/> (10. 4. 2020)

The University of Edinburgh: Nuclear Power Stations. <https://datashare.is.ed.ac.uk/handle/10283/2464?show=full> (6. 3. 2020)

UNFCCC sites and platform, OSN. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/status-of-ratification/status-of-ratification-of-the-convention> (6. 2. 2020)

Vehmas, J. a kol. (2018): Energy efficiency as a driver of total primary energy supply in the EU-28 countries – incremental decomposition analysis. *Heliyon*. Volume 4, Issue 10, e00878. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00878>.

Victoria, M. a kol. (2019): The role of storage technologies throughout the decarbonisation of the sector-coupled European energy system. *Energy Conversion and Management*, Volume 201, 111977. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.111977>.

Zappa, W. a kol. (2019): Is a 100% renewable European power system feasible by 2050? *Applied Energy*, Volumes 233–234, 1027-1050, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.08.109>.

Zimmerer K. et al. (2011): Geographies of Energy. Special Issue of the *Annals of the Association of American Geographers*. Volume 101, Issue 4. Pp. 705-980. ISSN 0004-5608 (Print), 1467-8306.

Zimmerer, K. (2010): Retrospective on nature-society geography: tracing trajectories (1911-2010) and reflecting on translations. *Annals of the Association of American Geographers* 100(5): 1076–1094.