

ANALÝZA INDIKÁTORU UDRŽITELNÉHO ROZVOJE V OBLASTI KLIMATICKÝCH ZMĚN Z HLEDISKA PLNĚNÍ STRATEGIE EVROPA 2020

Dagmar Blatná*

Abstract

Analysis of the Sustainable Growth Indicator in the Area of Climate Change from the Point of View of Europe 2020 Strategy Performance

The objective of this paper is to present the results of an analysis of the indicator Greenhouse gas emissions (GGE). The GGE is one of the headline indicators tracked under the EU's main socio-economic strategy until the year 2020 – the EUROPE 2020 strategy for smart, sustainable and inclusive growth. In the area of sustainable growth, the Resource-efficient Europe initiative was established. For 2020, the EU has made a unilateral commitment to reduce overall greenhouse gas emissions from its 28 member states by 20% compared to 1990 levels. The GGE indicator shows total man-made emissions of the so-called Kyoto basket of greenhouse gases. It presents annual total emissions in relation to those observed in 1990. The aggregate greenhouse gas emissions are expressed in units of CO₂ equivalent.

The development of the GGE indicator in the EU and in the Czech Republic from 2000 to 2014 from the point of view of the ability to achieve the Strategy objectives is analyzed. In terms of the level of the analyzed indicator, the set of the EU countries can be divided into two significantly different groups – the euro area and the non-euro area; or into groups by the year of their joining the EU. Analyses of the dependency between the growth of GGE and the GDP growth for both the set of the 28 EU countries and the Czech Republic are presented as well.

Key words: indicator of sustainable growth, greenhouse gas emissions, Strategy EUROPE 2020

JEL Classification: Q56, O44, C22

Úvod

Řešení problematiky udržitelného rozvoje patří v tomto století k prvořadým úkolům nejen v Evropě, ale i na celém světě. Hlavní hospodářsko-sociální strategii EU na období do roku 2020 představuje Strategie Evropa 2020 – strategie pro inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění (dále Strategie). Strategie byla diskutována v Evropském parlamentu a následně přijata na zasedání Evropské rady v červnu 2010. Je podpořena sedmi stěžejními iniciativami zabývajícími se zaměstnaností, výzkumem a vývojem, změnami v oblasti klimatu a energií, vzděláváním a bojem proti chudobě a sociálnímu vyloučení. Iniciativa „Evropa účinněji využívající zdroje“ má za cíl podpořit přechod hospodářství na model nízkouhlíkové ekonomiky, která účinněji využívá dostupné zdroje a více využívá obnovitelné zdroje energie. Tato iniciativa je konkretizací plnění tří hlavních cílů

* Vysoká škola ekonomická v Praze, Fakulta informatiky a statistiky (blatna@vse.cz).

vytyčených v oblasti klimatu a energie: snížit emise skleníkových plynů o nejméně 20 % oproti úrovni roku 1990 (nebo o 30 %, pokud pro to budou příznivé podmínky), zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie v konečné spotřebě energie na 20 % a zvýšit energetickou účinnost o 20 %. První dva cíle byly vyhlášeny jako závazné. Evropská komise vyzvala členské státy, aby k vytyčeným cílům platným pro celou EU-28 (dříve EU-27), stanovily v rámci svých národních programů vlastní národní cíle v závislosti na jejich výchozích pozicích a možnostech. Pro snížení emisí nejsou sledovány národní cíle, neboť ty jsou vytyčeny v národních programech podle různé metodiky a nejsou srovnatelné.

Vytyčené cíle jsou Evropskou komisí každoročně sledovány a vyhodnocovány v rámci tzv. evropského semestru pro koordinaci hospodářských politik členských států. Výsledky hodnocení jsou pak podkladem pro stanovení priorit na následující rok a zvláštních opatření včetně doplňujících právních předpisů. Cíle Strategie jsou politickými cíli, ale cíle týkající se snížení emisí skleníkových plynů a zvýšení využívání obnovitelných zdrojů jsou stanoveny právně závaznými rámci i na úrovni národních cílových hodnot. V souvislosti s tím byly v Evropském fondu pro regionální rozvoj vyčleněny zvláštní prostředky pro investice do nízkouhlíkové ekonomiky. Přestože jsou cíle Strategie Evropa 2020 stanoveny jako závazné, snižuje význam Strategie fakt, že nejsou stanoveny žádné sankce za jejich nedodržení ať už na úrovni členských států, nebo na úrovni celé EU-28. Kromě toho snaha o politické prosazování ekologických cílů může být v nesouladu s ekonomickými nároky na výrobu, jak ukázala např. nedávná kauza Dieseltgate.

V březnu 2013 zhodnotila Evropská komise ve sdělení „Jak pokračuje Evropa 2020“ pokrok při naplňování hlavních cílů Strategie za uplynulé roky a nastínila možné změny v jejím fungování v příštím období. Na toto sdělení byla vyhlášena veřejná konzultace ke Strategii, jejímž cílem bylo získat připomínky k fungování a návrhy na její případnou úpravu. Průběžně publikované kritické připomínky se týkaly jednak vytyčených cílů, jejich provázanosti, ale také vhodnosti indikátorů, pomocí nichž jsou jednotlivé politické cíle monitorovány.

V roce 2014 stanovila Komise politický rámec pro energetickou politiku a politiku v oblasti klimatu do roku 2030. Mezi závazné cíle nového rámce patří snížit emise skleníkových plynů o 40 % oproti roku 1990. K zabezpečení cíle v oblasti emise skleníkových plynů Komise souhlasila se změnou systému ETS (Emission Trading System).

ČR vyhlásila v roce 2012 nové priority Státní energetické koncepce v rámci Státní politiky životního prostředí ČR 2012–2020. V oblasti klimatu je cílem snížení emisí skleníkových plynů v rámci EU ETS o 21 % a omezení nárůstu emisí mimo EU ETS na 9 % do roku 2020 proti úrovni roku 2005. V roce 2015 vláda schválila Aktualizaci státní energetické koncepce do roku 2040.

V souvislosti s konáním klimatické konference (COP 21) v Paříži v prosinci 2015 lze očekávat, že může dojít k přehodnocení některých cílů EU v klimatické oblasti, ke kterým vyzývají především nevládní ekologické organizace. Významným prvkem dohody je také pravidelné přehodnocování závazků, ovšem žádný detailní časový plán nebo konkrétní cíle pro emise jednotlivých zemí stanoveny nejsou. Klimatická dohoda byla podepsána v dubnu 2016 a vstoupila v platnost v listopadu 2016 poté, co ji ratifikovalo nejméně 55 států, které v součtu vypouštějí nejméně 55 % skleníkových plynů. K 3. 11. 2016 dohodu ratifikovalo již 94 smluvních stran, které se ve svém souhrnu podílí 65,85 % na globálních emisích skleníkových plynů. Dohodu ratifikovaly vedle řady asijských a afrických států např. Indie, Čína, Kanada, USA a Brazílie. K nim se přidala rovněž Evropská unie

a jedenáct jejích členských států – Dánsko, Francie, Maďarsko, Malta, Německo, Polsko, Portugalsko, Rakousko, Řecko, Švédsko a Slovensko. Obdobně jako ve Strategii Evropa 2020 je hlavní slabinou Pařížské dohody to, že jednotlivé závazky podepsaných zemí nejsou právně závazné a nejsou formulovány žádné sankce za jejich nedodržení.

Cílem článku je analýza indikátoru z oblasti iniciativy „Evropa účinněji využívající zdroje“ – emise skleníkových plynů (GGE – greenhouse gas emission), zejména pak posouzení vývoje a splnitelnosti cílových hodnot analyzovaného indikátoru vytyčeného ve Strategii Evropa 2020 a analýza vztahu růstu emisí skleníkových plynů a růstu HDP/os. v EU a v ČR v letech 2000–2014 (poslední dostupný údaj v databázi Eurostatu).

Článek je strukturován následovně. Po přehledu literatury zabývající se Strategií v oblasti klimatu a aplikací lineárních modelů vícerozměrných stacionárních časových řad v socioekonomické literatuře následuje stručný přehled použitých statistických metod analýzy stacionárních a nestacionárních časových řad, diagnostických nástrojů a kritérií aplikovaných při výběru vhodných modelů. Výsledky analýzy vývoje indikátoru charakterizujícího emise (GGE) v EU-28 a v ČR a analýzy závislosti růstu emisí skleníkových plynů a růstu HDP/os. jsou publikovány ve třetí části článku.

1. Literatura

Cíle Strategie jsou formulovány v materiálech Evropské komise [EK, 2010, 2011], statistické aspekty Strategie jsou pak popsány v [Eurostat, 2013]. K návrhu cílů i vybraným indikátorům v environmentální oblasti Strategie byla publikována řada článků, např. [Tišma a Čermak, 2010] nebo [Papadaki, 2012]. Otázku, jak dosáhnout vytyčených environmentálních cílů, diskutovali např. Klessmann [2009] či Böhringer, Rutherford a Tol [2009]. V průběhu realizace Strategie jsou průběžně publikovány analýzy a reporty Evropské komise hodnotící průběh plnění cílů Strategie v oblasti klimatu a energie [EK, 2011, 2013, 2014, 2015] či analytické materiály a články Eurostatu [viz např. Savova, 2012; Sturc, 2012; Renda, 2014]. Některé materiály EK kriticky hodnotí i nedostatečné možnosti Eurostatu pro hodnocení některých aspektů stanovených politických cílů v oblasti životního prostředí, zdůrazňují potřebu vytvořit nové ukazatele, které by umožnily lépe popisovat a hodnotit pokroky ve využívání zdrojů a v klimatických změnách a v jejich dopadech jak do hospodářství, tak i do životního prostředí, zdravotního stavu obyvatelstva apod. [např. EK, 2014]. Možnosti uplatnění obnovitelných zdrojů v ČR komentuje zpráva ČEZ [2007]. Na problematiku místa daná přírodními zdroji ČR, ale také spojená s různými administrativními a politickými rozhodnutími, povolovacími řízeními, finanční podporou deformující ekonomické vztahy, upozorňuje např. analýza Národního akčního plánu ČR pro energie z obnovitelných zdrojů [Holub, 2010]. Analýza rovněž poukázala na možnosti alternativních řešení, které by zabezpečily plnění cílů vytyčených ve Strategii v oblasti environmentálních cílů v ČR. V Aktualizaci státní energetické koncepce ČR [MPO, 2014] jsou kriticky zhodnoceny problémy a rizika spojená s rychlými změnami evropské legislativy a tržní deformace vyvolané prosazováním politických cílů v oblasti energetiky a životního prostředí nejen v ČR. K vytyčeným cílům a politice v oblasti klimatu a energetiky diskutují i novinové komentáře [např. Sedlák, 2015], tiskové zprávy Evropské komise [EK, 2014; EurActiv, 2014; Bruner, 2016]. V souvislosti s konáním 21. celosvětové klimatické konference (COP 21) v Paříži v prosinci 2015 probíhaly v průběhu roku 2015 diskuze k námětům a cílům konference a po jejich skončení byly

publikovány hodnotící články posuzující reálnost cílů a cesty k jejich dosažení [EurActiv, 2015; Stuchlík, 2015; Adámková, 2016].

Teorii stacionárních a nestacionárních časových řad, zkoumání stochastických vlastností časových řad a jejich vlivu na vlastnosti odhadů regresních funkcí je věnována řada prací [např. Granger a Newbold, 1974], z české literatury zejména [Arlt, 1998; Cipra, 1986; Hušek, 2007]. Aplikací analýzy integrovaných vícerozměrných stacionárních řad, která je použita k analýze závislosti indikátoru GGE, není v české ekonomické a sociální oblasti mnoho, uvedeme alespoň článek zabývající se sebevražedností v ČR [Arltová a Antovová, 2016], testováním jednotkových kořenů v demografii [Šimpach, Dotlačilová a Langhamrová, 2012] nebo analýzou vztahu českého exportu a německého HDP [Taušer, Arltová a Žamberský, 2015].

2. Metodologie

Při analýze a modelování vztahů ekonomických jevů se často používá regresní analýza. Pokud ale jsou vysvětlována i vysvětlující proměnná uspořádané v časových řadách, je před vlastní aplikací regresní analýzy třeba rozhodnout, zda se jedná o stacionární řady typu $I(0)$, které se nazývají integrované procesy řádu nula (označují se jako časové řady s krátkou pamětí), či nestacionární řady typu $I(1)$, tj. řady s dlouhou pamětí.

K testování stacionarity se používají tzv. testy jednotkového kořene (unit root tests) autoregresního koeficientu ϕ_1 – nejčastěji rozšířené Dickeyovy-Fullerovy testy (Augmented Dickey-Fuller test ADF) testující hypotézu:

$$\begin{aligned} H_0: \phi_1 &= 1 \text{ časová řada je nestacionární typu } I(1), \\ H_1: |\phi_1| &< 1 \text{ časová řada je stacionární typu } I(0). \end{aligned}$$

Testové kritérium ADF testu má tvar

$$t = \frac{\hat{\phi}_1 - 1}{S_{\hat{\phi}_1}}, \quad (1)$$

kde $\hat{\phi}_1$ je odhad autoregresního parametru z modelu $y_t = \phi_1 y_{t-1} + a_t$, $S_{\hat{\phi}_1}$ je odhad směrodatné chyby odhadu $\hat{\phi}_1$ a a_t je nesystematická složka modelu. Testové kritérium má Dickeyovo-Fullerovo rozdělení, kritické hodnoty publikovali [Dickey a Fuller, 1979]. Podrobněji viz např. [Arlt a Arltová, 2009; Cipra, 1986; Hušek, 2007].

Klasický regresní model k popisu závislosti dvou (nebo více) proměnných uspořádaných v časové řadě můžeme použít v případě, kdy jsou časové řady stacionární, typu $I(0)$. V případě identifikace stacionarity obou řad pak k popisu jednosměrného vztahu může postačit jednorovnicový regresní model ve tvaru

$$Y_t = c + \beta X_t + a_t, \quad (2)$$

kde Y_t je vysvětlovaná proměnná v čase t , X_t je vysvětlující proměnná v čase t , β je parametr modelu, c je konstanta, a_t je nesystematická složka modelu s vlastnostmi procesu bílého šumu (což znamená, že se jedná o řadu vzájemně nekorelovaných náhodných veličin s normálním rozdělením, nulovou střední hodnotou a konstantním rozptylem).

Pokud je nesystematická složka autokorelovaná, zdynamizujeme model přidáním členů s časově zpožděnými hodnotami obou časových řad a konstruueme model ADL (Autoregressive distributed lag), přičemž počet posunutí závisí na typu autokorelace

$$Y_t = c + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + a_t \quad (3)$$

Ověření a posouzení vhodnosti odhadnutého regresního vztahu provádíme pomocí diagnostických testů nesystematické složky modelu. K ověření normality používáme Jarqueův-Beraův test založený na současném testování šikmosti a špičatosti, testové kritérium JB má rozdělení $\chi^2(2)$. Homoskedasticitu nesystematické složky ověřuje test ARCH(1) (Autoregressive conditional heteroscedasticity test). Autokorelaci posuzuje Breuschův-Godfreův LM test s testovým kritériem TR^2 (T je délka časové řady, R^2 je index determinace pomocné regrese).

3. Analýza indikátoru udržitelného rozvoje v oblasti klimatu v období 2000–2014

Data za jednotlivé země Evropské unie i za EU-28 celkem a definice použitého indikátoru jsou převzaty z databáze EUROSTAT.¹ Pro analýzu byla v době zpracování článku k dispozici poslední data za rok 2014. Analýza vývoje indikátoru je provedena za období od roku 2000. Významné rozšíření EU z 15 zemí o 10 zemí včetně ČR proběhlo v roce 2004, v roce 2007 přistoupily další dvě země, k poslednímu rozšíření EU na stávající počet 28 zemí došlo v roce 2013 (v červnu 2016 Spojené království v referendu odhlasovalo vystoupení z EU, tato skutečnost zde ale nebude reflektována). Data všech předchozích období do roku 2014 jsou oficiální přepočtená data na soubor zemí EU-28 publikovaná Eurostatem. Výpočty byly provedeny ve statistickém softwaru EViews 9, Statgraphics a v EXCELU.

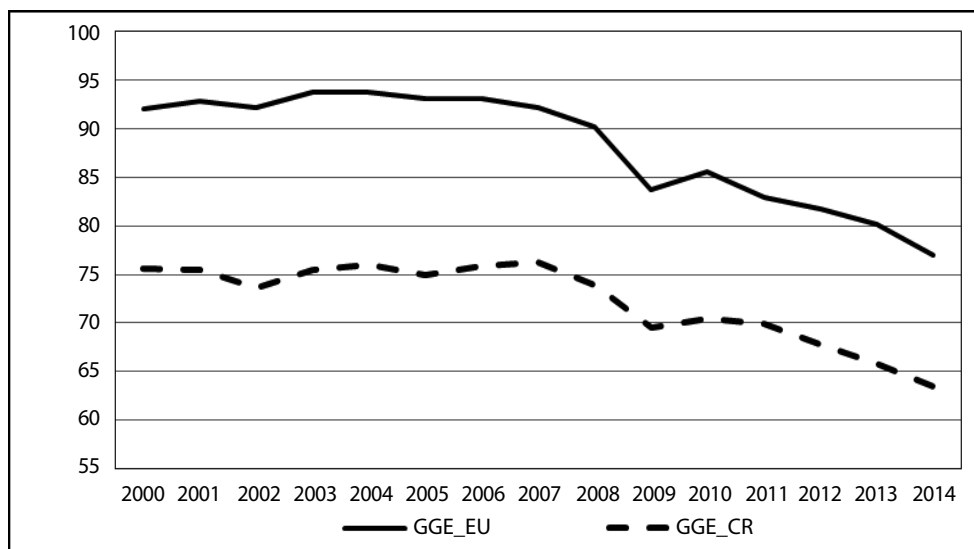
3.1 Analýza vývoje indikátoru GGE (emisí skleníkových plynů) v období 2000–2014

Jako základní indikátor udržitelného rozvoje v oblasti klimatu je ve Strategii Evropa 2020 používán ukazatel *greenhouse gas emission* (GGE), který vyjadřuje indexovaný vývoj celkových antropogenních emisí plynů kontrolovaných Kjótským protokolem.² Představuje procentuální vyjádření celkové roční emise ve vztahu k emisím v referenčním roce 1990. Agregované emise použité pro výpočet hodnoty indikátoru jsou vyjádřeny v jednotkách ekvivalentu příslušného množství CO_2 . Vývoj indikátoru GGE v EU-28 a v České republice v období let 2000–2014 ukazuje obrázek 1, data jsou v tabulce 1 přílohové části.

1 http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

2 Tzv. „Kjótský koš“ skleníkových plynů zahrnuje oxid uhličitý (CO_2), metan (CH_4), oxid dusný (N_2O) a skupinu tzv. f-plynů: částečně fluorované uhlovodíky (HCF), zcela fluorované uhlovodíky (PCF), fluorid sirový (SF_6) a fluorid dusitý (NF_3), agregované emise jsou vyjádřeny v jednotkách ekvivalentu příslušného množství CO_2 .

Obrázek 1 | Indikátor Emise skleníkových plynů v EU-28 a v ČR v letech 2000–2014 (% , 1990 = 100)



Zdroj: data EUROSTAT, vlastní zpracování. Agregované emise (čitatel i jmenovatel indexu) jsou vyjádřeny v jednotkách ekvivalentu příslušného množství CO_2

Na začátku vyhlášení Strategie se emise skleníkových plynů v EU pohybovaly na úrovni 92 % ve srovnání s bazickým rokem 1990. Úroveň mezi 92 – 94 % udržovala EU až do začátku hospodářské a finanční krize, kdy došlo ke snížení emisí na úroveň 83,8 % v roce 2009. Tento pokles lze vysvětlit zejména vlivem krize a prudkým poklesem ekonomické aktivity v celé EU. Tendence snižování emisí (i přes mírné navýšení v roce 2010) pokračuje i v dalším období ekonomického růstu. Ke snižování emisí také přispívají mírné zimy v posledním období. V roce 2014 (poslední publikovaný údaj) jsou emise v zemích EU-28 na 77 % k roku 1990, tj. došlo ke snížení o 23 procentních bodů vzhledem k referenčnímu období roku 1990. Cíl snížení emisí o 20 % vzhledem k roku 1990 do roku 2020 je tedy již v roce 2014 splněn. Je reálné i splnění přísnějšího požadavku snížení emisí o 30 % vzhledem k referenčnímu roku 1990.

Česká republika vykazuje podobný vývoj emisí jako EU-28, emise v ČR jsou na nižší úrovni než je průměr v EU-28. V roce 2014 jsou emise v ČR o cca o 36 bodů nižší, než byly v roce 1990, pokles emisí byl tedy rychlejší než v EU-28 jako celku, což je zřejmě dost ovlivněno výchozí pozicí České republiky v referenčním roce 1990, kdy byl v ČR vysoký podíl těžkého průmyslu a uhelných elektráren, které přispívaly k vyššímu množství emisí skleníkových plynů v bazickém roce. V období do roku 2014 došlo v ČR rovněž k významné restrukturalizaci průmyslu, což mělo za následek i snižování emisí a projevují se i opatření na podporu snižování emisí u obyvatelstva (např. Program Zelená úsporám).

Za předpokladu, že by v následujících letech pokračoval trend z období 2000–2014, můžeme, pro lepší představu, popsat vývoj emisí v EU-28 i v ČR kvadratickou trendovou funkcí:

$$\begin{aligned} \text{EU-28: } \hat{t} &= 91,753 + 0,875 t - 0,127 t^2, \\ \text{ČR: } \hat{t} &= 73,947 + 0,867 t - 0,104 t^2, \end{aligned} \quad (4)$$

hodnota indikátoru GGE v zemích EU by pak byla v roce 2020 na úrovni cca 64 % vzhledem k roku 1990, což by znamenalo i splnění zprísňeného cíle Strategie. Neměnnost trendu vývoje indikátoru GGE ale není zcela realistická, vývoj závisí na růstu HDP, vývoji a implementaci nových technologií majících vliv na snižování emisí, klimatických podmínkách, ale také na politických rozhodnutích. Vztahu růstu indikátoru GGE a růstu HDP/os. je věnována kapitola 3.4.

3.2 Analýza indikátoru GGE (emise skleníkových plynů) v zemích EU-28

Hlubší analýza indikátoru emise skleníkových plynů (GGE) je v návaznosti na předchozí analýzu vývoje GGE provedena srovnáním úrovně indikátoru v roce 2000, v roce vyhlášení Strategie 2010 a dat za poslední dostupný rok, tj. za rok 2014. Základní popisné charakteristiky indikátoru GGE za analyzované roky jsou uvedeny v tabulce 1, grafické zobrazení hodnot GGE ve srovnávaných letech ve všech zemích EU-28 viz obrázek 2, krabíčkový graf uvádí obrázek 3. Zatímco došlo ke snížení úrovně emisí (průměr i medián), variabilita se mírně zvýšila. Ve výchozím roce 2000 byla variabilita emisí zemí EU-28 vysoká, hodnoty indikátoru GGE se pohybovaly od 38,74 % (Lotyšsko) do 147,77 % (Kypr), v roce 2014 je variační rozpětí hodnot indikátoru GGE širší, hodnoty se pohybují od 40,51 % (Litva) do 150,88 % (Malta). Jak je ale zřejmé z obrázku 3, vysoká variabilita v roce 2014 je způsobena dvěma zeměmi (Malta a Kypr), které se z hlediska indikátoru GGE výrazně odlišují od ostatních zemí EU-28. V posledním známém roce 2014 již 14 zemí (včetně ČR) vykazuje nižší úroveň indikátoru emisí, než je cíl stanovený pro celou EU do roku 2020 (80 %). ČR je s hodnotou 63,45 % na dolním kvartilu mezi evropskými zeměmi. Nejmenšími znečišťovateli jsou Litva, Lotyšsko, Bulharsko, Rumunsko a Estonsko, na druhé straně nejvíce emisí vykazuje Kypr, Malta a Španělsko, tedy vesměs jižní státy Evropy. Jak je z obrázku 2 patrné, většina zemí vykazuje nižší úroveň emisí než v bazickém roce 1990, ale ve třech zemích došlo naopak ve sledovaném období ke zvýšení úrovně emisí (Malta, Lucembursko a Estonsko). Srovnáme-li úroveň emisí v posledním roce 2014 s rokem vyhlášení cílů Strategie 2020, zjistíme, že v tomto období emise snížily všechny země EU-28 s výjimkou Estonska.

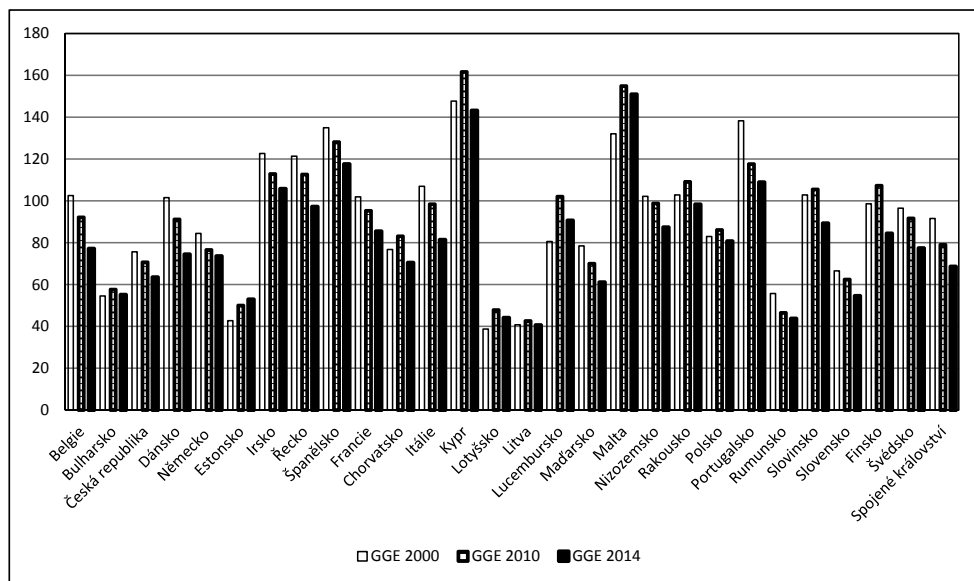
Tabulka 1 | Popisné charakteristiky indikátoru GGE v EU-28 v letech 2000, 2010 a 2014

Rok	Průměr	Medián	Rozptyl	Směr. odchylka	Šikmost	Špičatost	Minimum	Maximum	Variační koeficient
2000	92,227	97,555	875,771	29,593	-0,111	-0,518	38,74	147,72	0,321
2010	91,131	91,890	898,942	29,982	0,409	0,222	42,62	161,69	0,329
2014	81,313	79,020	737,470	27,156	0,825	0,845	40,51	150,88	0,334

Zdroj: data EUROSTAT, vlastní výpočty

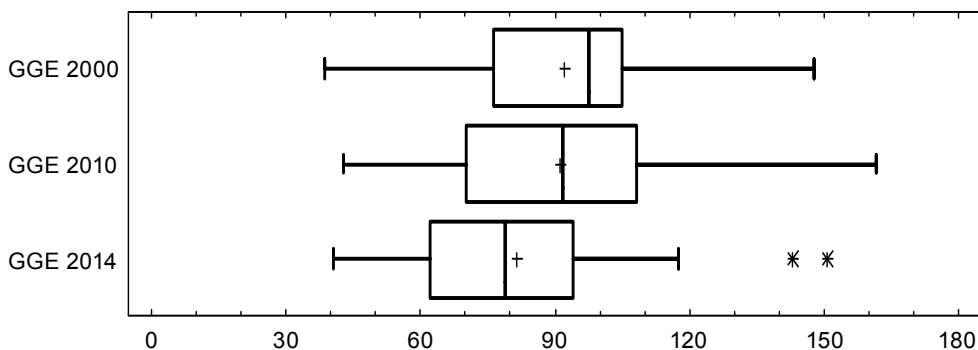
V souvislosti s vysokou variabilitou indikátoru se nabízí otázka, zda lze vytvořit skupiny zemí, které se vzájemně odlišují. Analýza byla provedena na datech roku 2014. Země byly rozříděny jednak z hlediska příslušnosti k Eurozóně, jednak z hlediska

Obrázek 2 | Indikátor GGE (Emise skleníkových plynů) v zemích EU-28 v roce 2000, 2010 a 2014 (% , index 1990=100)



Zdroj: data EUROSTAT, vlastní zpracování. Agregované emise (čitatel i jmenovatel indexu) jsou vyjádřeny v jednotkách ekvivalentu příslušného množství CO_2

Obrázek 3 | Krabíčkový graf hodnot indikátoru GGE v EU-28 v roce 2000, 2010 a 2014



Zdroj: data EUROSTAT, vlastní zpracování

doby přístupu k EU. Dvouvýběrovým t-testem a neparametrickým dvouvýběrovým Wilcoxonovým testem (viz tabulka 2 v příloze) bylo ověřeno, že se statisticky významně (na 5% hladině významnosti) odlišuje úroveň indikátoru GGE ve skupině zemí Eurozóny od skupiny zemí, které používají vlastní měnu. Vyšší úroveň indikátoru GGE v zemích Eurozóny je způsobena především pěti zeměmi, u nichž došlo ke zvýšení emisí. Všechny země mimo Eurozónu emise snížily. Roztřídění zemí z hlediska přístupu do EU je

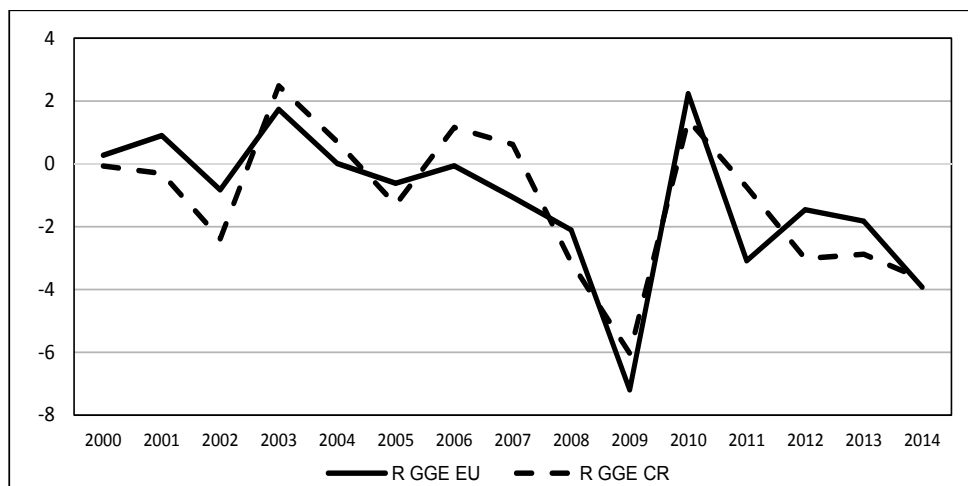
významné jen podle neparametrického Wilcoxonova testu, který testuje shodu mediánů (p -hodnota 0,0148), jemuž ale vzhledem k nenormalitě rozdělení a malému rozsahu srovnávaných skupin dáváme přednost před klasickým t -testem. Lze tedy konstatovat, že oběma způsoby rozřídění zemí EU lze získat skupiny, které se z hlediska emisí vzájemně odlišují.

3.3 Analýza růstu indikátoru GGE (růstu emisí) v období 2000–2014

Agregované hodnoty emisí, z nichž je vypočten indikátor GGE, nejsou publikovány. Jak bylo uvedeno, indikátor GGE je konstruován jako bazický index se základem v roce 1990, a není tedy vhodný k hlubší analýze závislosti. Byly proto vypočteny řetězové indexy a z nich procentní meziroční růst. Hodnoty růstu emisí v EU-28 a v ČR uvádí tabulka 1 přílohy, grafické zobrazení viz obrázek 4.

Jak je vidět z obrázku 4, růst emisí v ČR a v celé EU-28 má do roku 2010 obdobný vývoj, od roku 2011 se vývoj rozchází. Před posouzením těsnosti závislosti sledovaných ukazatelů je ale nutno ověřit, zda jsou časové řady stacionární nebo nestacionární. ADF testem jednotkového kořene byla ověřena stacionarita obou časových řad: R GGE EU: $t_{ADF} = -4,38$; $p = 0,0051$; R GGE ČR: $t_{ADF} = -2,5$; $p = 0,0167$. K charakterizování jejich vztahu lze tedy použít klasickou regresi s následnou diagnostikou nesystematické složky modelu pomocí testů reziduí (test autokorelace, test normality a test heteroskedasticity nesystematické složky). Odhadnutý regresní model uvádí tabulka 2.

Obrázek 4 | Růst indikátoru GGE v EU-28 a v ČR v období 2000–2014



Zdroj: data EUROSTAT, vlastní zpracování. Agregované emise (čitatel i jmenovatel indexu) jsou vyjádřeny v jednotkách ekvivalentu příslušného množství CO_2

Regresní rovnici závislosti růstu emisí v ČR a růstu emisí v EU-28 lze napsat ve tvaru

$$R\ GGE\ CR_t = -0,5962 + 0,4808\ R\ GGE\ EU_t. \quad (5)$$

Z diagnostických testů nesystematické složky je zřejmé, že je normálně rozdělená (Jargue-Beraův test $JB = 1,6404$; $p = 0,4404$), je homoskedastická (ARCH test $F = 1,3134$; $p = 0,2741$) a není autokorelovaná (LM test: $F = 0,0921$; $p = 0,9128$), splňuje tedy podmínky procesu bílého šumu. Index determinace modelu je $0,5040$, $F = 13,21$ ($p = 0,0030$). Závislost mezi růstem emisí v ČR a v EU-28 je kladná, těsnost závislosti lze posoudit korelačním koeficientem, který má hodnotu $0,71$.

Tabulka 2 | Regresní model závislosti růstu emisí v ČR a v EU-28

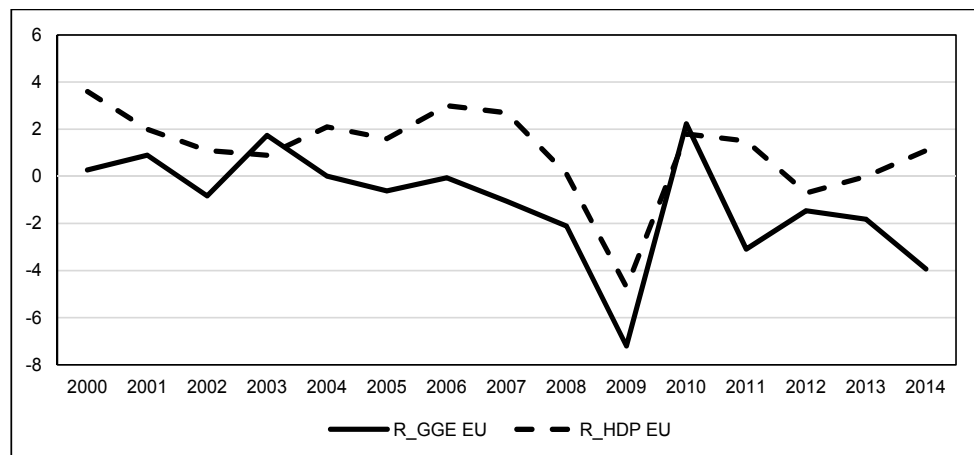
Proměnná	Koeficient	Směrodatná odchylka	t-test	p-hodnota
Absolutní člen	-0,5962	0,4609	-1,2936	0,2183
R GGE EU	0,4808	0,1333	3,6346	0,0030

Zdroj: data EUROSTAT, vlastní výpočty

3.4 Analýza vztahu růstu emisí a růstu HDP/os. v EU-28 v období 2000–2014

Obrázek 5 ukazuje růst emisí a růst HDP/os. v EU-28 v období 2000–2014. Z grafu je vidět, že ve sledovaném období až do roku 2011 byl vývoj růstu obou ukazatelů obdobný, od roku 2012 emise klesají i při růstu HDP/os. (tento poznatek je v souladu s údaji a konstatováním mezinárodní energetické agentury (IEA), že podobný vývoj je zřejmý i na celosvětové úrovni [Bruner, 2016]).

Obrázek 5 | Růst emisí a růst HDP/os. v EU-28 v období 2000–2014



Zdroj: data EUROSTAT, vlastní zpracování

ADF testem jednotkového kořene byla ověřena stacionarita časové řady růstu emisí v EU ($t_{ADF} = -4,38$; $p = 0,0051$) a stacionarita časové řady růstu HDP/os. ($t_{ADF} = -3,191$; $p = 0,042$). Vzhledem k tomu, že jak časová řada růstu GGE, tak i časová řada růstu

HDP/os. jsou stacionární (integrované řady řádu I(0)), lze k charakterizování jejich vztahu použít klasickou regresi s následnou diagnostikou vhodnosti modelu pomocí testů nesystematické složky modelu. Odhadnutý regresní model a diagnostické testy viz tabulka 3 a tabulka 4.

Tabulka 3 | Regresní model závislosti růstu emisí na růstu HDP/os. v EU-28

Proměnná	Koeficient	Směrodatná odchylka	t-test	p-hodnota
Absolutní člen	-2,1128	0,8859	-2,3848	0,0330
R HDP EU	0,9268	0,4057	2,3090	0,0380

Zdroj: data EUROSTAT, vlastní výpočty

Tabulka 4 | Diagnostika reziduí regresního modelu závislosti růstu emisí na růstu HDP/os. v EU-28

Test	Testová statistika	p-hodnota
Breuschův-Godfreyův LM test	0,4023	0,6782
Test normality Jarqueův-Beraův	0,4913	0,7822
Test heteroskedasticity ARCH	3,1693	0,1003

Zdroj: data EUROSTAT, vlastní výpočty

Z tabulky 4 je zřejmé, že nesystematická složka je normálně rozdělená, homoskedastická a není autokorelovaná, splňuje tedy podmínky procesu bílého šumu. Index determinace modelu je nízký ($R^2 = 0,291$), $F = 5,33$; $p = 0,038$.

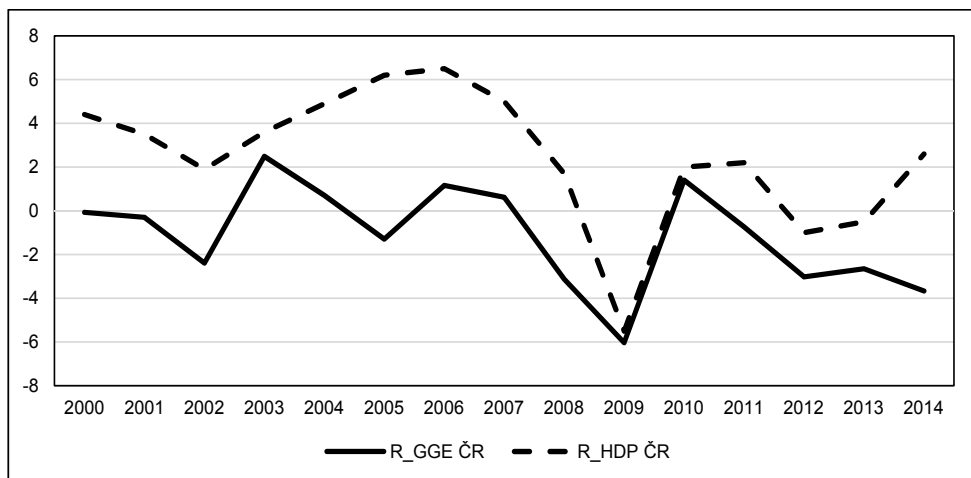
Regresní rovnici závislosti růstu emisí na růstu HDP/os. lze napsat ve tvaru

$$R\ GGE\ EU_t = -2,113 + 0,937\ R\ HDP\ EU_t. \quad (6)$$

Z vypočteného regresního modelu je zřejmé, že s růstem HDP/os. se ve sledovaném období zvyšuje i růst emisí. Je třeba si uvědomit, že regresní model byl vypočten z dat za roky 2000–2014, kdy zejména období krize a i události posledních dvou let měly na vývoj obou ukazatelů významný vliv a tím i na hodnoty vypočtených regresních parametrů. I když je vypočtený regresní model ze statistického hlediska vyhovující, využít jej k predikci vztahu mezi růstem emisí a růstem HDP není zřejmě možné, zejména pokud se prokáže, že změna trendu obou časových řad je dlouhodobější.

Poněkud jiná je situace při posuzování závislosti růstu emisí a růstu HDP/os. v ČR. Graf meziročního růstu emisí (R GGE ČR) a růstu HDP/os. (R HDP ČR) ukazuje obrázek 6, data viz tabulka 1 přílohy části. Časová řada růstu emisí v ČR (R GGE ČR) je stacionární ($t_{ADF} = -2,5$; $p = 0,0167$), ale pro časovou řadu růstu HDP/os. ČR ADF test nezamítá nestacionaritu ($t_{ADF} = -1,806$; $p = 0,0685$). V takovém případě vztah mezi oběma ukazateli neexistuje, jedná se o případ tzv. „nesmyslné regrese“ a popsat závislost obou ukazatelů regresním modelem a charakterizovat těsnost závislosti korelačním koeficientem není oprávněné.

Obrázek 6 | Růst emisí a růst HDP/osobu v ČR v období 2000–2014



Zdroj: data EUROSTAT, vlastní zpracování

Závěr

Strategie Evropa 2020 vytyčila základní cíle hospodářské a sociální strategie do roku 2020. V rámci iniciativy „Evropa méně náročná na zdroje“ byly schváleny základní cíle snížení emisí skleníkových plynů o 20 % ve srovnání s rokem 1990. Provedená analýza zhodnotila vývoj indikátoru GGE (emise skleníkových plynů) do roku 2014, z níž vyplynulo, že cíl stanovený ve Strategii do roku 2020 byl dosažen již v roce 2014 a je reálné splnění i dodatečně přijatého cíle – snížení emisí o 30 % do roku 2020.

Soubor zemí EU-28 lze z hlediska výše indikátoru GGE rozřadit na homogennější soubory. Z hlediska ukazatele emisí skleníkových plynů je významné rozřazení evropských zemí jednak na země Eurozóny a země používající vlastní měnu, jednak na skupiny zemí z hlediska roku přístupu k EU.

Analýza indikátoru GGE potvrdila, že tento indikátor není zcela vhodný pro posuzování úrovně emisí v zemích EU, neboť je konstruován jako bazický index a jeho hodnoty vyjadřující pokles emisí vzhledem k hodnotám roku 1990 neumožňují vzájemné srovnání zemí, neboť výše poklesu je závislá na bazické úrovni emisí v roce 1990. Tento poznatek je v souladu s konstatováním Evropské komise, že je nutné, aby Eurostat hledal a zavedl sledování dalších ukazatelů lépe monitorujících situaci v dané oblasti.

Pro analýzu závislostí byl vypočten a použit ukazatel růstu emisí. Analýza ukázala, že růst emisí v ČR a v EU-28 spolu souvisejí (korelační koeficient 0,71). Růst emisí v EU souvisí s růstem HDP/os., ale tento vztah není silný (i když je statisticky významný). Analýza rovněž dospěla k závěru, že růst emisí a růst HDP/os. v ČR spolu nesouvisí, neboť řady obou ukazatelů nejsou integrované časové řady stejného řádu – časová řada růstu emisí v ČR je stacionární $I(0)$, ale časová řada růstu HDP/os. v ČR je nestacionární $I(1)$.

Tabulka 1 | Emise skleníkových plynů (GGE, (index 1990=100)), růst emisí (R GGE, %) a růst HDP/os. (%) v EU-28 a v ČR v letech 2000–2014

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
GGE EU	92,06	92,89	92,12	93,72	93,73	93,15	93,09	92,1	90,16	83,67	85,54	82,9	81,69	80,20	77,05
R GGE EU	0,27	0,9	-0,83	1,74	0,01	-0,62	-0,06	-1,06	-2,11	-7,2	2,23	-3,09	-1,46	-1,82	-3,93
GGE ČR	75,65	75,42	73,62	75,45	75,98	74,99	75,86	76,33	73,94	69,48	70,45	69,93	67,82	65,89	63,45
R GGE ČR	-0,07	-0,3	-2,39	2,49	0,7	-1,3	1,16	0,62	-3,13	-6,03	1,4	-0,74	-3,02	-2,65	-3,67
R HDP EU	3,6	2,0	1,1	0,9	2,1	1,6	3,0	2,7	0,1	-4,7	1,8	1,5	-0,7	0,0	1,1
R HDP ČR	4,4	3,5	1,9	3,6	4,9	6,2	6,5	5,0	1,7	-5,5	2,0	2,2	-1,0	-0,5	2,6

Zdroj: data EUROSTAT, vlastní zpracování. Agregované emise jsou vyjádřeny v jednotkách ekvivalentu příslušného množství CO₂

Tabulka 2 | Popisné statistiky a dvouvýběrové testy rovnosti úrovně emisí ve starých a nových členských zemích a v zemích Eurozóny a mimo Eurozónu

GGE	EU 28	Staré čl. státy	Nové čl.státy	Eurozóna	Mimo Eurozónu	Standardní dvouvýběrový t-test (nerovnost rozptylů)	Neparametrický dvouvýběrový Wilcoxonův test
Počet	28	15	13	19	9	Staré vs. nové čl.státy	Staré vs. nové čl.státy
Průměr	81,313	88,807	73,035	88,786	66,089		
Rozptyl	737,470	201,699	1280,56	871,201	136,174	t = 1,491 d.f. 15 p-hodnota = 0,157	W = 270,0 p-hodnota = 0,0148
Směr.odch.	27,156	14,201	35,785	29,516	11,669		
Minimum	40,51	68,54	40,51	40,51	43,68		
Maximum	150,88	117,54	150,88	150,88	80,68	Euro vs.non Euro	Euro vs. non Euro
Medián	79,020	87,11	61,02	87,37	68,54		
Šikmost	0,825	0,581	1,533	0,374	-0,754	t = 2,901 d.f. 26 p-hodnota = 0,007	W = 324 p-hodnota = 0,0161
Špičatost	0,845	-0,441	1,445	0,217	0,246		
Var.koeficient	0,334	0,160	0,490	0,332	0,176		

Zdroj: data EUROSTAT, vlastní výpočty

Literatura

- ADÁMKOVÁ, A., 2016. Klimatická dohoda byla slavnostně podepsána. *E15*, 28. 4. 2016, 22–23.
- ARLT, J., 1998. Časové řady typu I(0) a I(1). *Acta Oeconomica Pragensia* 6(2), 7–11. ISSN 0572-3043.
- ARLT, J. a ARLTOVÁ, M., 2009. *Ekonomické časové řady*. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-86946-85-6.
- ARLTOVÁ, M. a ANTOVOVÁ, M., 2016. Statistická analýza sebevraždnosti v České republice z pohledu časových řad. *Demografie*, 58(1), 29–48. ISSN 0011-8265.
- BÖHRINGER, CH., RUTHERFORD, T. F. a TOL, R. S. J., 2009. The EU 20/20/2020 Targets: An Overview of the EMF22 Assessment. *Energy Economics*, 31, 268–273, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.10.010>
- BRUNER, Š., 2016. Emise nekopírují vývoj ekonomiky. Nenarůstají. *E15*, 18. 3. 2016, 9.
- CIPRA, T., 1986. *Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii*. Praha: SNTL/ALFA.
- ČEZ, 2007. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice* [online]. [cit. 25. 3. 2016]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/oze-cr-all-17-01-obalka-in.pdf>
- DICKEY, D. A. a FULLER, W. A., 1979. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Stat. Association*, 74(366), 427–431, <https://doi.org/10.2307/2286348>
- GRANGER, C. W. J. a NEWBOLD, P., 1974. Spurious Regression in Econometrics. *Journal of Econometrics*, 2(2), 11–120, [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076\(74\)90034-7](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076(74)90034-7)
- HOLUB, P., 2010. *Analýza Národního akčního plánu České republiky pro energii z obnovitelných zdrojů a alternativní doporučení pro rozvoj sektoru* [online]. [cit. 25. 5. 2016]. Green European Foundation. Dostupné z: <http://energetika.tzb-info.cz/energeticka-politika/6973.pdf>
- HUŠEK, R., 2007. *Ekonometrická analýza*. Praha: Oeconomica. ISBN 978-80-245-1300-3.
- KLESSMANN, C., 2009. The Evolution of Flexibility Mechanisms for Achieving European Renewable Energy Targets 2020 – Ex-Ante Evaluation of the Principle Mechanisms. *Energy Policy*, 37(11), 4966–4979, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.06.065>
- MPO, 2014. *Aktualizace Státní energetické koncepce České republiky* [online]. [cit. 25. 5. 2016]. Dostupné z: <http://www.cenyenergie.cz/aktualizace-statni-energeticke-koncepce-2015-ke-stazeni/#/promo-ele>
- PAPADAKI, O. G., 2012. European Environmental Policy And The Strategy 'Europe 2020' [online]. [cit. 20. 5. 2016]. *Regional Science Inquiry*, 4(1), 151–158. Dostupné z: http://www.rsijournal.eu/ARTICLES/June_2012/151-158.pdf
- RENDÁ, A., 2014. *The Review of the Europe 2020 Strategy: From Austerity to Prosperity?* [CEPS Policy Brief No. 322, online]. [cit. 15. 5. 2016]. Dostupné z: <https://www.ceps.eu/publications/review-europe-2020-strategy-austerity-prosperity>
- SAVOVA, I., 2012. *Europe 2020 Strategy – Towards a Smarter, Greener and More Inclusive EU Economy?* [online]. [cit. 15. 5. 2016]. Eurostat, 39/2012. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3433488/5585188/KS-SF-12-039-EN.PDF/e8138b8b-b6ae-4570-9c19-d340cd73bad6?version=1.0>
- SEDLÁK, M., 2015. Hra se změnila, obnovitelné zdroje mohou porazit fosilní [online]. [cit. 13. 5. 2016]. *Aliance pro energetickou soběstačnost*, 7. 3. 2015. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/12392>

- STUHLÍK, J., 2015. Svět sepsal scénář, jak brzdit klimatické změny. *E15*, 14. 12. 2015, 12.
- STURC, M., 2012. *Renewable Energy: Analysis of the Latest Data from Renewable Sources* [online]. [cit. 21. 5. 2016]. Eurostat, 44/2012. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3433488/5585312/KS-SF-12-044-EN.PDF/d3dbfde0-5af8-4510-856b-287a6f015665>
- ŠIMPACH, O., DOTLAČILOVÁ, P. a LANGHAMROVÁ, J., 2012. Možnosti testování sezónních jednotkových kořenů demografických časových řad v systému GRET. *Forum Statisticum Slovaca* 7/2012, 167–170. ISSN 1336-7420.
- TAUŠER, J., ARLTOVÁ, M. a ŽAMBERSKÝ, P., 2015. Czech Exports and German GDP: A Closer Look. *Prague Economic Papers*, 24(1), 17–37, <https://doi.org/10.18267/j.pep.498>
- TIŠMA, S. a ČERMAK, H., 2010. *Environmental Dimension of the Lisbon Strategy and Europe 2020*. In Samardžija, V. a Butković, H. (eds.). *From the Lisbon Strategy to Europe 2020*. Institute for International Relations – IMO, Zagreb 250–274. ISBN 978-953-6096-53-4.

Materiály Evropské komise:

- European Commission, 2010. *Europe 2020. A European Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth*.
- European Commission, 2011. *A resource-efficient Europe – Flagship Initiative under the Europe 2020 Strategy*.
- European Commission, 2012. *Europe 2020. Statistical Aspects of the Strategy*.
- European Commission, 2013 *Renewable energy progress report*. European Commission.
- Evropská komise, 2014. *Jak pokračuje Evropa 2020: Strategie pro inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění*.
- Evropská komise, 2014. *Cíle v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030 pro konkurenceschopnost, bezpečné a nízkouhlíkové hospodářství EU*. Tisková zpráva z 22. 1. 2014.
- Evropská komise, 2015. *Výsledky veřejné konzultace o Strategii Evropa 2020: Strategie pro inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění*.
- Eurostat, 2013. *Smarter, greener, more inclusive? Indicators to support the Europe 2020 strategy*. Eurostat, Statistical books. ISSN 978-92-79-31156-7.
- EurActiv, 2014. *Klimaticko-energetické cíle 2030 a pozice ČR*.
- EurActiv. 2015. *Klimatická konference v Paříži 2015 (COP21)*.