ENVIRONMENTÁLNÍ KUZNETSOVA KŘIVKA V PODMÍNKÁCH ČESKÉ REPUBLIKY V OBDOBÍ LET 1975–2012

Jaroslav Kreuz, Aleš Lisa, Petr Šauer*

Abstract

Environmental Kuznets Curve: Application for the Czech Republic for the Time Period 1975–2012

Environmental Kuznets Curve (EKC) has been widely recognized as a standard model of hypothetical relationship between economic development and environment quality. The article presents results of an empirical research on EKC for the air pollution selected indicators in the Czech Republic in 1975–2012. To deal with the issue of different macroeconomic indicators calculated in socialist economy and after its transition to a market economy, EKC modeling was done with consolidated data on national economic performance. The results suggest, contrary to a widespread opinion, that changes in trends (turning points) for some pollutants on EKC can be found already in the 1980s. It also can be concluded, based on results received for the period after the year 2000 that validity of EKC might be in question for some pollutants. Following research on EKC for other pollutants and countries, as well as an application of other methodological approaches, could contribute both to better understanding of EKC model, including economic and social (pre)conditions of its validity, and its theoretical context.

Keywords: Environmental Kuznets Curve, economies in transition, the Czech Republic, economic development, environmental policy, air pollution.

JEL Classification: Q5, E01

Úvod

Environmentální Kuznetsova křivka (EKC), jež v době začátku jejího častějšího využívaní počátkem 90. let 20. století představovala nový a překvapivý pohled na vztah mezi hospodářským vývojem a kvalitou životního prostředí (Grossmann a Krueger, 1991; Shafik a Bandyopadhyay, 1992), je dnes standardní součástí odborného diskurzu environmentální ekonomie, strategie a politiky (Carson, 2010). Na rozdíl od do té doby převládající představy, že hospodářský růst je nevyhnutelně doprovázen degradací životního prostředí, že bohatší ekonomiky v industriální fázi rozvoje poškozují životní prostředí více než ekonomiky agrární a rozvojové a že zlepšení kvality životního prostředí je možné dosáhnout pouze na úkor hospodářského růstu a zvyšování důchodů, koncept EKC ukazuje, že při dosažení určité úrovně bohatství, příjmů a spotřeby dochází při pokračujícím hospodářském růstu ke zlepšování jednotlivých indikátorů kvality životního prostředí (znečištění ovzduší, vody, odlesňování). Křivka EKC zachycující tento vývoj má v ideálním modelovém případě tvar obráceného písmene „U“.

* **Jaroslav Kreuz** (jaroslav.kreuz@gmail.com), Vysoká škola ekonomická v Praze, Fakulta mezinárodních vztahů, **Aleš Lisa** (ales.lisa@vse.cz), Vysoká škola ekonomická v Praze, Fakulta mezinárodních vztahů, **Petr Šauer** (petr.sauer@vse.cz), Vysoká škola ekonomická v Praze, Fakulta mezinárodních vztahů.

Tento článek vznikl s využitím institucionální podpory FMV VŠE Praha a v rámci projektu IGA FMV VŠE č. 36/2016.

EKC, jejíž konceptuální ukotvení bylo iniciováno výzkumem vztahu ekonomického růstu a příjmové nerovnosti (Kuznets, 1955), vychází z myšlenky, že poškozování životního prostředí je po jistou dobu považováno za akceptovatelný vedlejší efekt ekonomického růstu (Arrow *et al.*, 1995), avšak po dosažení určité úrovně příjmů na osobu roste tlak na kvalitu životního prostředí. Empirické výzkumy ukazují, že v mnoha zkoumaných případech skutečně dochází k oddělení tendencí ve vývoji produkce škodlivin a hospodářského růstu. Jinak řečeno, ekonomika je schopna dalšího růstu za současného snižování zátěže prostředí znečišťujícími látkami. Klesající fáze křivky je zpravidla důsledkem působení několika faktorů – technologického rozvoje, strukturálních změn a větší snahy spotřebitelů i státu o ochranu životního prostředí.

V mnoha zemích, v nichž se realizoval přechod od plánované direktivní ekonomiky k tržnímu ekonomickému systému, komplikuje výzkum EKC jak nedostatek potřebných dat, tak jejich charakter. Většina výzkumů EKC se proto v těchto státech zaměřuje pouze na kratší časové období, pro něž jsou dostupná konsolidovaná data. Hlavním problémem zůstávají údaje o vytvořeném produktu. Zatímco v období socialistické ekonomiky se zjišťoval národní důchod a společenský produkt, v období tržního hospodářství se pracuje zejména s ukazatelem hrubého národního produktu (HDP). Tyto ukazatele jsou jenom velmi obtížně souměřitelné.

Problém dostupnosti a srovnatelnosti dat přispívá k názoru, že ke změně trendů ve vývoji vztahu modelovaného pomocí EKC v těchto zemích dochází až v 90. letech. Cílem výzkumu, jehož výsledky představuje tento článek, je ověřit, zda ke změně vztahu mezi ekonomickým růstem a znečištěním životního prostředí dochází, přinejmenším u některých polutantů, v České republice již v 80. letech či dříve.

Výzkum se zaměřil na hlavní indikátory znečišťování ovzduší – na vývoj klíčových, v dané době sledovaných polutantů, které významně poškozují přírodu a v některých případech i lidské zdraví. Jde o CO₂, NO_x, SO₂, TZL (tuhé znečišťující látky) emitované ze stacionárních zdrojů znečišťování v letech 1975–2012. U každého polutantu bylo zkoumané období jinak dlouhé z důvodu různé dostupnosti dat o znečišťování.

Tento výzkum rozšiřuje okruh dosavadních prací českých autorů, kteří se při výzkumu souvislostí ekonomického růstu a znečištění prostředí v České republice až dosud převážně zaměřili na období po sociálně-ekonomických a politických změnách na přelomu 80. a 90. let. Kromě cíleného nalézání odpovědí na otázky týkající se politik životního prostředí po roce 1990 tomu tak bylo rovněž z důvodu nedostupnosti relevantních dat o produktu za předchozí období. Například Ščasný a Tsuchimoto (2011) vypracovali ex post dekompoziční analýzu pro čtyři polutanty – SO₂, NO_x, CO a TZL – s cílem rozklíčovat změny objemu emisí na efekt rozsahu (změny HDP), efekt struktury ekonomiky, efekt energetické náročnosti a efekt emisní náročnosti spotřebovaných paliv pro Českou republiku v období 1997–2007. Jiné práce se zaměřily na ex ante analýzu vlivu odlišných politik v oblasti energií a polutantů znečišťujících ovzduší v České republice. Například Ščasný *et al.* (2009) k tomuto účelu využili makroekonomický model E3ME. Význam analýz polutantů v oblasti ovzduší ukazují práce věnované externím nákladům znečištění (Máca *et al.*, 2012). Kovanda a Hák (2007) a Kovanda *et al.* (2008) analyzovali rozdělení trendů v České republice, přičemž se omezili na období po roce 1990.

1. Teoretický a empirický výzkum EKC

Výzkum EKC se od počátku odehrával ve dvou vzájemně propojených rovinách: teoretické a empirické. Například Barbier (1997) uvádí, že první teoretické studie věnované EKC vznikaly přibližně ve stejné době, a to počátkem 90. let 20. století, s cílem formulovat EKC jako teoretický koncept. Jednou z prvních byla studie věnovaná opatřením na zlepšení kvality ovzduší (Grossmann a Krueger, 1991). K dalším formativním pracím z této doby se řadí například práce Shafik (1994) a Panayotou (1995), v nichž autoři přinášejí patrně nejranější a nejpodrobnější vysvětlení možného vztahu mezi mírou degradace životního prostředí a úrovní ekonomického rozvoje vyjádřeného Kuznetsovou křivkou ve tvaru obráceného „U“ (Yandle *et al.*, 2002). V polovině 90. let se částečně v odezvě na objevující se kritiku některých aspektů či závěrů odvozených z konceptu EKC (včetně názorů, že koncept EKC je mylný jako takový), částečně jako součást této kritiky, někteří autoři zaměřili zejména na studium faktorů, jež by se mohly podílet na formování vztahu vyjádřeného konceptem EKC, zatímco jiní se soustředili při výzkumu na jiné oblasti, než je znečištění životního prostředí. Například Lopez (1994) se věnoval zkoumání dopadů liberalizace obchodu na EKC, zatímco Munasinghe (1999) se zabýval problematikou marginálního prospěchu ze snižování znečištění a s ním spojených marginálních nákladů, Antle a Heidebrink (1995) formulovali hypotézu změny stavu životního prostředí odrážející kompromis (trade-off) ekonomického rozvoje a vývoje životního prostředí, Cropper a Griffiths (1994) se věnovali výzkumu odlesňování ve vztahu k ekonomickému růstu. K dalšímu posunu dochází na přelomu tisíciletí, kdy se někteří autoři – Anderson a Leal (2001), Yandle a Morriss (2001) – začínají zabývat problematikou role vlastnických práv jako významné součásti teoretického konceptu EKC, zatímco jiní (Vukina *et al.*, 1999; Archibald *et al.*, 2009) zaměřili pozornost na studium a rozvoj konceptu EKC z hlediska strukturálních a institucionálních změn v rozvojových a postsocialistických zemích.

Empirická analýza EKC se zaměřila zejména do dvou oblastí: a) na zkoumání platnosti EKC pro různé ukazatele degradace životního prostředí, b) výzkum bodů obratu pro konkrétní znečišťující látky a státy, a na výpočet relevantních úrovní důchodu a spotřeby per capita (Barbier, 1997). Početné studie s tímto zaměřením – Grossmann a Krueger (1991, 1995), Shafik a Bandyopadhyay (1992), Hettige, Lucas, a Wheeler (1992), Suri a Chapman (1998) a mnohé další, na rozsáhlém materiálu empiricky prokázaly platnost EKC pro různé znečišťující látky, procesy ve sféře životního prostředí (ovzduší, voda, odlesňování), hospodářské sektory a státy. S vědomím toho, že mnohé závěry potvrzují platnost EKC, badatelé zaměřili následující výzkumy na komplexní přeshraniční výzkumy (Cole, Rayner, Bates, 1997).

Objevily se rovněž kritické hlasy, poukazující na to, že pro některé indikátory stavu, změn a trendů životního prostředí není koncept EKC na základě dostupných dat dostatečně přesvědčivý, nebo ho nepotvrzují. Například Ekins (1997) uvádí, že nejlepší výsledky existují pro indikátory znečištění ovzduší (NO_{2x}, CO, SO₂, TZL); dále poukazuje na to, že existuje množství faktorů, které modifikují průběh EKC: tržní tlaky, jež přes úspory nákladů přispívají k vyšší efektivnosti a redukci znečištění působí pouze tam, kde jsou environmentální funkce oceňovány trhem, což pro mnohé z těchto funkcí neplatí; struktura (a změny) hospodářství redukuje spíše intenzitu environmentálních dopadů na jednotku výstupu než jejich absolutní úroveň; efektivita nezbytného tlaku na politická opatření ke zlepšení stavu životního prostředí se odvíjí od politické struktury

společnosti; zájem na dobrém stavu životního prostředí může být silnější u lidí v odlehlých, méně rozvinutých společenstvích, v nichž je jeho uchování podmínkou uchování existence obyvatel a další. Ekins dovozuje, že současná úroveň (růstu) HDP, příjmových nerovností a rozdělení světové populace přinejmenším po několik následujících desetiletí povede k tomu, že bude docházet k další výrazné degradaci životního prostředí. Uvádí, že zlepšování kvality životního prostředí a dosažení trvale udržitelného rozvoje bude: a) vyžadovat modifikaci dosavadního vztahu životního prostředí a růstu, což se neobejde bez prosazení a realizace adekvátních environmentálních politik; b) bude méně záviset na endogenních procesech: strukturálních změnách hospodářství nebo změnách technologií. Další autoři, například Ravallion (2000), proto modelují vztah obdobný původnímu Kuznetsovu pozorování, ale odlišný od konceptu EKC; jiní autoři se věnují jednotlivým aspektům a souvislostem těchto procesů v různých sektorech (Dietz de Adger, 2003; Pimentel *et al.*, 2007, 2009; Raudsepp-Hearne *et al.*, 2010).

Koncem 90. let se tak záběr empirického i teoretického výzkumu dále rozšířil a zahrnul širší kontext formování EKC – vědomé politické intervence, institucionální rámec a jeho kvalitu, vlastnická práva, kvalitu právního systému a další aspekty sociálního prostředí. Další rozšíření výzkumu představovaly komparativní studie odrážející změny v environmentální politice, legislativě a dalších oblastech (Panayotou, 1997; Qin, 1998; Goklany, 1999, 2001; Bhattari, 2000). V současnosti je možné konstatovat, že zatímco teoretický koncept EKC byl přes všechny kritické hlasy ekonomy, environmentálními odborníky a dalšími badateli relativně přijat (Dasgupta *et al.*, 2002), jeho empirické zkoumání přineslo smíšené výsledky (Archibald *et al.*, 2009; Stern, 2004), a to v závislosti na mnoha faktorech konkrétních výzkumů, jakými jsou znečišťující látka, počet zkoumaných proměnných, forma státu, institucionální prostředí, vládní politika, použité ekonomické modely a další, jejichž působením se zabývají například Stern *et al.* (1996), Žák a Vymětal (2005), Slavíková (2011) a mnozí další.

2. Metodologie a data

Modelování EKC bylo provedeno s konsolidovanými daty o úrovni ekonomické výkonnosti národního hospodářství České republiky. Období let 1970–1989 je popsáno údaji přepočtenými z dat podle soustavy bilancí národního hospodářství (Fischer *et al.*, 2013, Sixta a Fischer, 2013). Údaje pro období let 1990–2012 byly převzaty z databáze národních účtů vedené Českým statistickým úřadem (sestavených podle metodiky ESA, 1995). Spojením těchto dvou časových řad byla vytvořena konzistentní časová řada o hrubém domácím produktu v cenách roku 2010 spočteného výrobní metodou.

Míra znečišťování ovzduší byla pro TZL, pro SO₂ a NO_x za období let 1994–2012 určena z ročních emisních bilancí stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší, uváděných Českým hydrometeorologickým ústavem. V období předcházejícím tomuto časovému úseku nebyly emise znečišťujících látek systematicky monitorovány ani reportovány. Kvalifikované odhady těchto emisí byly zveřejněny ve Zprávě o životním prostředí ČR za rok 2006 (CENIA, 2006) a ve sborníku Ochrana čistoty ovzduší (Rabb, 1981).

Časová řada pro emise CO₂ byla převzata z oficiálních odhadů emisí CO₂ zveřejněných Organizací spojených národů v rámci Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu (UNFCCC). Emise CO₂ nezahrnují emise z využití území, změn využití území a z lesnictví (LULUCF).

Projekce dat byla prováděna do modelu EKC a dále do modelu rozdvojení trendů (decouplingu), představující oddělení křivky zátěže životního prostředí a křivky ekonomického výkonu, jež explicitně zachycuje vývoj ekonomické situace a produkce škodlivin v čase a usnadňuje tak interpretaci modelu EKC například v situacích, kdy dojde k poklesu reálného HDP (v České republice na počátku 90. let). Jedná se tedy o alternativní způsob modelování, jenž by měl postačit k prokázání konkrétních trendů v poškozování životního prostředí v České republice ve vazbě na hospodářský růst.

3. Modelování

3.1 Model rozdvojení trendů

Zobrazení rozdvojení trendů, tj. hospodářského růstu provázeného klesajícím znečišťováním životního prostředí, ukazuje vcelku jednoznačné oddělení vývoje HDP od vývoje emisí sledovaných znečišťujících látek.

Graf 1 | Model rozdvojení trendů pro ČR

Poznámka: Pravá vertikální osa přísluší ukazateli HDP, levá pak emisím znečišťujících látek.

Zdroj: vlastní výpočet

Graf 1 ukazuje, že HDP po celou dobu, až na výjimku počátku 90. let 20. století cyklicky roste. Vyjma emisí CO₂ emise všech sledovaných látek započaly pokles již na začátku 80. let 20. století. Vývojem emisí CO₂ se dále nebudeme zabývat, neboť jejich výrazný pokles nastal až po roce 1990. Kolem roku 1999 se emise hlavních znečišťujících látek ustálily na úrovních, které se od té doby výrazněji nemění.

3.2 Modely EKC

EKC pro TZL

Emise TZL kulminovaly kolem roku 1980. Další dvě desetiletí stabilním tempem klesaly, a v roce 2000 se ustálily na současné úrovni.

Graf 2 | Model EKC pro TZL (ČR, 1975–2012)

Zdroj: vlastní výpočet

Zobrazení ukazuje, že maximum křivky EKC bylo dosaženo před rokem 1975 nebo právě v tomto roce. Poměrně překvapivá je strmost křivky v období let 1987–1989. V těchto letech byl nepatrný ekonomický růst doprovázen významným snižováním emisí.

Odhad standardního regresního modelu EKC (rovnice – viz Stern 2004, zde bez parametrů pro území a čas) byl určen v prostředí „R“ (R Core Team, 2016).

$\text{lm}(\text{formula} = \text{PM10pop_ln} \sim -1 + \text{GDPpop_ln} + \text{I}(\text{GDPpop_ln}^2), \text{data} = \text{EKCPM10_dat})$

Koeficienty:

	Odhad	Std. Error	t-value	Pr(> t)
GDPpop_ln	12,7143	0,4490	28,32	< 2e–16
GDPpop_ln^2	7,2096	0,3346	21,55	< 2e–16

Multiple R-squared:	0,9889	Adjusted R-squared:	0,9881
F-statistic:	1292 on 2 and 29 DF	p-value:	< 2,2e–16

EKC pro NO_x

Podobně jako u emisí TZL rovněž emise NO_x kulminovaly kolem roku 1980, aby byly v dalších dvou desetiletích snižovány. Na rozdíl od emisí TZL však kolem roku 1995 došlo k jejich dalšímu růstu. Emise NO_x se stabilizovaly v období let 1997–1998. Od tohoto období nedošlo k výrazné změně v jejich celkovém množství.

Graf 3 | Model EKC pro NO_x (ČR, 1980–2012)

Zdroj: vlastní výpočet

Celkový trend podobný emisím TZL vykazují emise NO_x i v zobrazení EKC. Maximum křivky nastalo před rokem 1980. Ovšem v letech 1985–1989 došlo k dalšímu růstu měrných emisí NO_x při nepatrném ekonomickém růstu. Technologie snižování emisí NO_x jsou z hlediska specifických nákladů investičně náročnější, než technologie snižování emisí TZL. Pro toto období lze vyslovit hypotézu, že nízká ekonomická výkonnost České socialistické republiky spolu s nejpálčivějšími problémy s kvalitou ovzduší v průmyslových aglomeracích vedla k upřednostnění snižování emisí TZL. Od roku 1998 do roku 2008 má EKC stabilní průběh.

Odhad modelu EKC pro NO_x (popis a reference viz výše v části o EKC pro TZL)

$\text{lm}(\text{formula} = \text{NOxpop_ln} \sim -1 + \text{GDPpop_ln} + \text{I}(\text{GDPpop_ln}^2), \text{data} = \text{EKCNOx_dat})$

Koeficienty:

	Odhad	Std. Error	t-value	Pr(> t)
GDPpop_ln	9,8258	0,3265	30,10	< 2e-16 ***
(GDPpop_ln^2)	5,3822	0,2471	21,78	< 2e-16***

Multiple R-squared:	0,9928	Adjusted R-squared:	0,9923
F-statistic:	1941 on 2 and 28 DF	p-value:	< 2,2e-16

EKC pro SO₂

Celkové emise SO₂ kulminovaly kolem roku 1980. Významný pokles emisi SO₂ začal v roce 1987 a v stabilním tempu pokračoval do roku 2000. Další výraznější pokles nastal ještě v roce 2008.

Graf 4 | Model EKC pro SO₂ (ČR, 1975–2012)

Zdroj: vlastní výpočet

V případě SO₂ vidíme maximum EKC v roce 1980. Snižování měrných emisí však do roku 1989 nebylo tak dynamické, jako u emisí TZL. Od roku 1991 do roku 1999 klesaly měrné emise SO₂ jak při ekonomickém poklesu, tak jeho rozvoji. Jako u všech ostatních látek i v tomto případě období po roce 2000 vykazuje stagnaci míry znečišťování při pokračujícím růstu HDP.

Odhad modelu EKC pro SO₂ (popis a reference viz výše v části o EKC pro TZL)

$\ln(\text{formula} = \text{SO2pop_ln} \sim -1 + \text{GDPpop_ln} + \text{I}(\text{GDPpop_ln}^2), \text{data} = \text{EKCSO2_dat})$

Koeficienty:

	Odhad	Std. Error	t-value	Pr(> t)
GDPpop_ln	9,8561	0,4106	24,00	< 2e-16
GDPpop_ln^2	5,7662	0,3060	18,84	< 2e-16

Multiple R-squared:	0,9822	Adjusted R-squared:	0,981
F-statistic:	799,7 on 2 and 29 DF	p-value:	< 2,2e-16

Závěr

Cílem empirického výzkumu, jehož výsledky přináší tento článek, bylo ověřit průběh EKC pro případ znečišťování ovzduší v České republice v časovém horizontu jdoucím před rok 1990. Z výstupů vyplývá, že zlomové body EKC (tj. období, po němž měrné emise látky klesají, zatímco specifický HDP roste) nastaly pro emise SO₂, NO_x a TZL prokazatelně před rokem 1989. Nelze s určitostí říci, které konkrétní roky to byly, nicméně z průběhu křivek je možné odhadovat, že zlomové body pro SO₂ a NO_x spadaly do období kolem roku 1980, pro TZL do období kolem roku 1975. Analýza emisí CO₂ nedovoluje ani tyto velmi hrubé odhady, nicméně vzhledem k původu emisí CO₂ (především spalování fosilních paliv v energetice) můžeme předpokládat, že maximum EKC pro CO₂ rovněž dosáhla před rokem 1989 (model rozdělení trendů jasně ukazuje na setrvalý pokles celkových emisí CO₂ od roku 1990).

Období kolem roku 2000 je podle výsledků dosažených při metodologických předpokladech provedených výpočtů etapou, v němž se hypotéza EKC stává pro zkoumané znečišťující látky (s výhradou pro CO₂) spornou (ekonomický růst není nadále doprovázen ani zvyšováním, ani snižováním emisí, ani zde není lokalizován bod obratu).

Model EKC je bezpochyby poutavým konceptem shrnujícím nespočet dílčích faktorů do jednoho zobrazení. Pro případ ovzduší v České republice ukazuje na zajímavou souvislost ekonomického růstu a znečištění ovzduší již před rokem 1990. Na této úrovni analýzy však nelze o vývoji příčin vztahu produkce a znečištění vyvodit jiné než hypotetické závěry. Věříme, že samotné prokázání hypotézy EKC pro ovzduší v České republice v dlouhém časovém horizontu podnítl formulaci cílenějších otázek a dalších výzkumů vztahu ekonomického rozvoje a stavu životního prostředí, jež by jinak zůstaly nepovšimnuty.

Literatura

- Anderson, T. L., Leal, D. R. (2001). *Free Market Environmentalism*. New York: Palgrave. ISBN 978-0-312-23502-4, <https://doi.org/10.1057/9780312299736>
- Antle, J. M., Heidebrink, G. (1995). Environment and Development: Theory and International Evidence. *Economic Development and Cultural Change*, 4(3), 603–625, <https://doi.org/10.1086/452171>
- Archibald, S. O., Bochniarz, Z., Gemma, M., Srebotnjak, T. (2009). Transition and Sustainability: Empirical Analysis of Environmental Kuznets Curve for Water Pollution in 25 Countries in central and Eastern Europe and the Commonwealth of Independent States. *Environmental Policy and Governance*, 19(2), 73–98, <https://doi.org/10.1002/eet.499>
- Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C. S., Jansson, B. O., Levin, S., Meller, K. G., Perrings, C., Pimentel, D. (1995). Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment. *Science*, 268(5210), 520–521, <https://doi.org/10.1126/science.268.5210.520>
- Barbier, E.B. (1997). Introduction to the Environmental Kuznets Curve Special Issue. *Environment and Development Economics*, 2(4), 369–381, <https://doi.org/10.1017/s1355770x97000181>

- Bhattari, M. (2000). *The Environmental Kuznets Curve for Deforestation in Latin America, Africa, and Asia: Macroeconomic and Institutional Perspectives*. Clemson University, Clemson, SC.
- Carson, R. T. (2010). The Environmental Kuznets Curve: Seeking Empirical Regularity and Theoretical Structure. *Review of Environmental Economics and Policy*, 4(1), 3–23, <https://doi.org/10.1093/reep/rep021>
- Cenia (2006). *Zpráva o životním prostředí České republiky v roce 2005*. CENIA česká informační agentura životního prostředí, Praha.
- Cole, M. A., Rayner, A. J., Bates J. M. (1997). The Environmental Kuznets Curve: An Empirical Analysis. *Environment and Development Economics*, 2(4), 401–416, <https://doi.org/10.1017/s1355770x97000211>
- Cropper, M., Griffiths, Ch. (1994). The Interaction of Population Growth and Environmental Quality. *American Economic Review Papers and Proceedings*, 84(2), 250–254.
- Dasgupta, S., Laplante, B., Wang, H., Wheeler, D. (2002). Confronting the Environmental Kuznets Curve. *The Journal of Economic Perspectives*, 16(1), 146–168, <https://doi.org/10.1257/0895330027157>
- Dietz, S., Adger, W. N. (2003). Economic growth, biodiversity loss and conservation effort. *Journal of Environmental Management*, 68(1), 23–35, [https://doi.org/10.1016/s0301-4797\(02\)00231-1](https://doi.org/10.1016/s0301-4797(02)00231-1)
- Ekins, P. (1997). The Kuznets Curve for the Environment and Economic Growth: Examining the Evidence, Environment and Planning. *Environment and Planning A*, 29(5), 805–830, <https://doi.org/10.1068/a290805>
- Fischer J., Sixta, J., Hronová, S., Hindls, R., Vltavská, K. (2013). Odhady zdrojů a užití hrubého domácího produktu ČR pro roky 1970–1989 v metodice ESA 1995. *Politická ekonomie*, 61(1), 3–23, <https://doi.org/10.18267/j.polek.881>
- Goklany, I. M. (1999). *Clearing the Air: The Real Story of the War on Air Pollution*. Washington, D.C., Cato Institute, <https://doi.org/10.2307/3985096>
- Goklany, I. M. (2001). *Economic Growth and the State of Humanity*. PERC Policy Series, PS-21. Boezman, MT: PERC, April. Dostupné z: www.perc.org/publications/policyseries/econgrowth.html
- Grossmann, G. M., Krueger, A. B. (1991). *Environmental Impact of a North America Free Trade Agreement*. Working Papers 3914. National Bureau of Economic research, Cambridge, MA.
- Grossmann, G. M., Krueger, A. B. (1995). Economic Growth and the Environment. *Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353–377, <https://doi.org/10.2307/2118443>
- Hettige, H., Lucas, R. E. B., Wheeler, D. (1992). The Toxic Intensity of Industrial Production: Global Patterns, Trends, and Trade Policy. *American Economic Review*, 82(2), 478–481.
- Kovanda, J., Hak, T. (2007). What are the Possibilities for Graphical Presentation of Decoupling? An Example of Economy-Wide Material Flow Indicators in the Czech Republic, *Ecological Indicators*, 7(1), 123–132, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2005.11.002>
- Kovanda, J., Háek, T., Janáček, J. (2008). Economy-Wide Material Flow Indicators in the Czech Republic: Trends, Decoupling Analysis and Uncertainties, *International Journal of Environment and Pollution*, 35(1), 1–25, <https://doi.org/10.1504/ijep.2008.021129>
- Lopez, R. (1994). The Environment as a Factor of Production: The Effects of Economic Growth and Trade Liberalization. *Journal of Environmental Economics and Management*, 27(2), 163–284, <https://doi.org/10.1006/jeem.1994.1032>

- Máca, V., Melichar, J., Ščasný, M. (2012). Internalization of External Costs of Energy Generation in Central and Eastern European Countries. *Special Issue on the Experience with Environmental Taxation, Journal of Environment and Development*, 21(2), 181–197, <https://doi.org/10.1177/1070496512442504>
- Mádr, M., Šauer, P., Lisa, A. (2014). Environmental Kuznets Curve Modelling with Time Series of Incomparable Product Data: Application to the air Pollution in Czech Republic. *Actual Problems of Economics. Aktualni Problemi Ekonomiki*, 153(3), 535–541.
- Munashinge, M. (1999). Is Environmental Degradation an Inevitable Consequence of Economic Growth: Tunneling Through the Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 29(1), 89–109, [https://doi.org/10.1016/s0921-8009\(98\)00062-7](https://doi.org/10.1016/s0921-8009(98)00062-7)
- Panayotou, T. (1995). Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development. In: *Beyond Rio: The Environmental Crisis and Sustainable Livelihoods in the Third World*, ed. I. Ahmed and J.A. Doleman. ILO Studies Series. New York, NY: St. Martin's Press, https://doi.org/10.1007/978-1-349-24245-0_2
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box into a Policy Tool. *Environment and Development Economics*, 2(4), 465–484, <https://doi.org/10.1017/s1355770x97000259>
- Pimentel, D., Patzek, T. W. (2007). Ethanol Production: Energy and Economic Issues Related to U.S. and Brazilian Sugarcane. *Natural Resources Research*, 16(3), 3235–3242, <https://doi.org/10.1007/s11053-007-9049-2>
- Pimentel; D., Marklein, A., Toth, M. A., Karpoff, M. N., Paul, G. S., McCormack, R., Kyriazis, J., Kruege, T. (2009). Food Versus Biofuels: Environmental and Economic Costs. *Human Ecology*, 37(1), 1–12, <https://doi.org/10.1007/s10745-009-9215-8>
- Qin, X.D. (1998). *Economic Development and Environmental Quality: A Look at the Environmental Kuznets Curve*. Dissertation. Clemson University, Clemson, SC.
- R Core Team (2016). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Dostupné z: <https://www.R-project.org/>
- Rabb, P. (1981). Vývoj znečišťování ovzduší v letech 1976 - 1980. In: Ochrana čistoty ovzduší, kolektiv autorů, Dům techniky ČSVTS Praha, Praha.
- Raudsepp-Hearne C., Peterson, G. D., Bennett, E. M. (2010). Ecosystem Service Bundles for Analyzing Tradeoffs in Diverse Landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(11), 5242–5247, <https://doi.org/10.1073/pnas.0907284107>
- Ravallion M., Heil M., Jalan J. (2000). Carbon Emissions and Income Inequality. *Oxford Economic Papers*, 52(4), 651–669, <https://doi.org/10.1093/oep/52.4.651>
- Shafik, N. (1994). Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis. *Oxford Economic Papers*, 46, 757–777.
- Shafik, N., Bandyopadhyay, S. (1992). *Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross Country Evidence*. Working Paper. World Bank, Washington, DC.
- Sixta, J., Fischer, J. (2013). Using Input-Output Tables for Estimates of Czech Gross Domestic Product 1970-1989. *Economic System Research*, 26(2), 177–196, <https://doi.org/10.1080/09535314.2013.853651>
- Slavíková, L., Šímová, T., Slavík, J. (2011). Kvalitně orientované metody socioekonomického výzkumu a jejich využití v ekonomii životního prostředí. *Ekonomický časopis*, 59(8), 823–840.
- Stern, D. I., Common, M. S., Barbier, E. B. (1996). Economic Growth and Environmental Degradation: the Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development. *World Development*, 24(7), 1151–1160, [https://doi.org/10.1016/0305-750x\(96\)00032-0](https://doi.org/10.1016/0305-750x(96)00032-0)

- Stern, D. I. (2004). The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Development*, 32(8), 1419–1439, <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.03.004>
- Suri, V., Chapman, D. (1998). Economic Growth, Trade, and Energy: Implications for the Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 25(2), 195–208, [https://doi.org/10.1016/s0921-8009\(97\)00180-8](https://doi.org/10.1016/s0921-8009(97)00180-8)
- Ščasný, M., Píša, V., Pollitt, H., Chewpreech, U. (2009). Analyzing Macroeconomic Effects of Environmental Taxation in the Czech Republic with the Econometric E3ME Model. *Czech Journal of Economics and Finance*, 59(5), 460–491.
- Ščasný M., Tsuchimoto, F. (2011). *Decomposition Analysis of Air Pollutants in Czech Republic, Paper presented at European Association of Environmental and Resource Economists*, 18th Annual Conference, 29 June - 2 July 2011, Rome. Dostupné z: <http://www.webmeets.com/EAERE/2011/m/viewpaper.asp?pid=787>
- Vukina, T., Beghin, T. C., Solakoglu, E. G. (1999). Transitions to Markets and the Environment: Effects of the Change in the Composition of Manufacturing Output. *Environment and Development Economics*, 4(4), 582–598, <https://doi.org/10.1017/s1355770x99000340>
- Yandle, B., Morriss, A. (2001). The Technologies of Property Rights: Choice Among Alternative Solutions to Tragedies of the Commons. *Ecology Law Quarterly*, 28(1), 123–168.
- Yandle, B., Vijayaraghavan, M., Bhattarai, M. (2002). The Environmental Kuznets Curve – a Primer. *PERC Research Study*, 02(1), 1–24. Dostupné z: <http://www.maclester.edu/~wests/econ231/yandleetal.pdf>
- Žák, M., Vymětal, P. (2005). *Institute a výkonnost*. CES VŠEM. Working Paper No 3/2015. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Petr_Vymetal/publication/298970119_Vyvoj_instituci_a_ekonomicka_vykonnost/