

**České vysoké učení technické v Praze
Czech Technical University in Prague**

**Fakulta dopravní
Faculty of Transportation Sciences**

Ing. Zdeněk Říha, Ph.D.

**KOMPARACE RŮZNÝCH PŘÍSTUPŮ K ŘEŠENÍ EXTERNALIT
V DOPRAVĚ**

**THE COMPARISON OF DIFFERENT APPROACHES TO THE
SOLVING OF TRANSPORT EXTERNALITIES**

SUMMARY

The transport has been in the whole history of mankind the basic and determining mover of the human society shape. It determined not only the position of towns, but also their inner design and it was also last but not least the basic element of the economic development as the necessary condition of the exchange of goods. Its role in the 21st century will not differ and the question is rather the form of its future use. The trend of last several decades (and above all the increase of car traffic) has been showing that it will be necessary to solve especially the problem of the transport in the cities that fight the scarcity of space (environmental problems) and also the question of the energy source for transport (or the substitution of the oil by another source), whatever the causes will be – ecological (lowering of transport emissions), strategic (connected above all with the security of delivery of oil and natural gas from the countries disposing of these raw materials) or other (above all the discussed oil depletion during the following 50-100 years).

The text focuses on the important relationship between the wealth of the society (better said, its economic level that can be expressed by the GDP indicator) and various indicators of the so-called quality of life a concept that increasingly begins to be used for the assessment of the impact of human activities on the environment. The newness of this approach lies in using this method for road transport on a basis of a unique set of data of CO, CO₂ and NO_x emissions. In this way the work compares two attitudes towards solution to the environmental problems and road transport, the Pigovian attitude, which is based on the increased role of a state, and more liberal attitude based on the so-called Environmental Kuznets curve, which solves the correlation between the environmental damage and the GDP.

SOUHRN

Doprava byla po celý vývoj lidského společenství základním a v mnoha směrech určujícím hybatelem podoby lidské společnosti. Určila nejen polohu měst, ale i jejich vnitřní podobu a byla v neposlední řadě i základním prvkem ekonomického růstu a rozvoje jako nezbytný předpoklad směny zboží. Její role ve 21. století nebude jiná a otázkou je spíše to, v jaké podobě budeme dopravu nadále využívat. Tendence posledních několika desítek let (a to především rozmach automobilové dopravy) ukazují, že bude nutné řešit především problémy dopravy ve městech, která zápasí s nedostatkem prostoru (tedy environmentální problémy), a potom také otázku energetického zdroje pro dopravu (resp. náhradu ropy jiným energetickým zdrojem), ať už budou důvody jakékoli – ekologické (snížení emisí z dopravy), strategické (spojené především s bezpečností dodávek ropy a plynu ze zemí těmito surovinami disponujícími) nebo jiné (především diskutované vyčerpání ropy během následujících 50 – 100 let).

Následující text se soustředí na významný vztah mezi bohatstvím společnosti (resp. jeho ekonomickou úrovní, kterou můžeme vyjadřovat ukazatelem HDP) a různými indikátory tzv. kvality života, což je pojem, který se stále více začíná prosazovat při hodnocení dopadů lidské činnosti na životní prostředí. Novost tohoto přístupu je ve využití této metodiky pro silniční dopravu, a to na unikátním souboru dat emisí CO, CO₂ a NO_x. Práce tak komparuje dva přístupy k řešení problémů životního prostředí a silniční dopravy, přístup Pigouviánský, založený na zvýšené roli státu a liberálnější přístup, vycházející z pojetí tzv. Environmentální Kuznětsovy křivky, která řeší závislost mezi poškozením životního prostředí a HDP.

Klíčová slova:

Ropa, palivo, cena, HDP, tržní rovnováha, historie, ropné rezervy, dopravní systém, alternativní paliva, kurz dolaru

Key words:

Oil, fuels, price, GDP, market equilibrium, history, oil reserves, transportation system, alternative fuels, costs, dollar exchange rate

Obsah

SUMMARY	2
1. FUNKCE DOPRAVY V NÁRODOHOSPODÁŘSKÉM SYSTÉMU	6
2. ENVIRONMENTÁLNÍ PROBLÉMY DOPRAVY	9
2.1. Energetická rovina a Hubbertův ropný zlom	9
2.2. Environmentální hledisko – problém externalit	10
3. ENVIRONMENTÁLNÍ KUZNĚTSOVA KŘIVKA	13
3.1. Původ teorie	13
3.2. Možnosti interpretace Environmentální Kuznětsovy křivky	17
4. EMPIRICKÉ OVĚŘENÍ ENVIRONMENTÁLNÍ KUZNĚTSOVY KŘIVKY V SILNIČNÍ DOPRAVĚ	19
4.1. Environmentální Kuznětsova křivka pro emise oxidů dusíku NO _x ze silniční dopravy	20
4.2. Environmentální Kuznětsova křivka pro emise oxidu uhličitého CO ₂ ze silniční dopravy	23
5. ZÁVĚRY VÝZKUMU	28
POUŽITÁ LITERATURA	31
ŽIVOTOPIS	33
PUBLIKAČNÍ ČINNOST	35

1. FUNKCE DOPRAVY V NÁRODOHOSPODÁŘSKÉM SYSTÉMU

Doprava ve své historii úzce souvisela především s obchodem, a tudíž se dopravní cesty rozvíjely mezi místy, kde potřeba takového obchodu byla (Říha & Fojtík, Jak se tvoří město, 2012). Je pravděpodobné, že pozitivní vliv směny a obchodování si předchůdci dnešního člověka uvědomili již někdy před desítkami tisíc let. Samozřejmě – mluvíme o směně, která byla determinována tehdejšími možnostmi, nicméně už tehdy museli lidé dojít k tomu, že když se budou specializovat na určitou činnost a její produkty budou vyměňovat za jiné, které také potřebují, jejich životní úroveň se zvýší. Vzájemný obchod také umožnil stále více sloučovat to, co Fridrich August Hayek nazval rozptýlenými znalostmi (Hayek, 1945).¹

Přestože efekty směny a obchodování lidé využívají desítky tisíc let, opravdová změna nastala až s příchodem průmyslové revoluce, kdy začalo docházet k masivnímu sdílení těchto rozptýlených informací a kdy se z nich začala stávat tzv. kolektivní inteligence (Ridley, 2013). Jde o dobu, kdy se z jednotlivých rozptýlených znalostí vytvoří něco, co mohlo významným způsobem změnit lidskou společnost. Ve středověku mezi hlavní přepravované komodity patřilo především nezbytné (ale lokálně nedostupné) zboží, případně zboží luxusní. S rozvojem technických možností (dopravních prostředků a cest) během průmyslové revoluce se se zvětšoval i objem nákladní přepravy a postupně se přidával i rychlý rozvoj dopravy osobní. To vše samozřejmě s velkými nároky na spotřebu energie a s environmentálními dopady.

Z dnešního pohledu je možné funkce dopravního systému rozdělit do pěti oblastí:

- národohospodářská (obchod umožňuje výrazně přispívat k růstu HDP),
- ekologická (spojené především s produkcí externalit),
- energetická,
- urbanistická (neboli městotvorná),
- bezpečnostní.

¹ Česky například zde: <http://www.monumenttothetransformation.org/atlas-transformace/html/v/vedeni-vyuziti-znalosti-ve-spolecnosti.html>. Doplníme, že Hayekův text byl obhajobou teze, že rozptýlené znalosti jsou nejlépe integrovány volných trhem, tedy spontánním, neplánovaným způsobem, nikoli v době vzniku Hayekova textu stále se více prosazující centrálně řízenou ekonomikou.

Při specifické národohospodářské úloze dopravního systému má doprava zásadní vliv na hospodářský růst, který vyplývá z následujících příčin:

- doprava podporuje vyšší zaměstnanost (výroba dopravních prostředků, výstavba, údržba a rekonstrukce dopravní infrastruktury petrochemický průmysl a vazba na další podnikové aktivity, dopravní podniky),
- podpora obchodu, jak na lokální úrovni (městské, regionální), tak na globální (národní a mezinárodní). Nezanedbatelný je příspěvek do státního rozpočtu (daňová soustava a široké rozpětí daní).

Dopravou rozumíme cílevědomý proces změny místa dopravního prostředku po dopravní cestě za účelem přemístění osob, zvířat nebo věcí. Je řazena mezi síťové odvětví, tj. využívá ke své existenci infrastrukturu. Důvodem vzniku a existence dopravy je poptávka po přemístění (přepravě), která plyne z nesouladu místa vzniku a naplnění lidských potřeb (zaměstnání, škola, zábava, aj., tj. osobní doprava) a nesouladu mezi místem těžby surovin, jejich zpracování, výroby a konečné spotřeby (tj. nákladní doprava). V tomto smyslu je poptávka po dopravě poptávkou odvozenou (Duchon, *Ekonomika dopravy*, 1999), tj. je determinována procesy vně dopravy.

Pro lepší chápání dopravy je dobré vymezit její specifika vůči ostatním (výrobním i nevýrobním) oborům lidské činnosti. Mezi tyto specifika lze zařadit (Kunst, Eisler, & Orava, 2009):

- Produkt dopravy je okamžitě se svým vznikem zároveň spotřebováván, tj. není skladovatelný. Časovou a prostorovou nerovnoměrnost nároků na přepravu nelze vyrovnávat rezervami v kapacitách, které jsou po určitou část roku nevyužité.
- Přepravní a dopravní činnost je provozována na rozsáhlých územích. Cílem je zajistit ve všech regionech srovnatelnou úroveň dopravní obsluhy. Tento požadavek akcentuje mimoekonomické aspekty v dopravním systému a má opět za následek zvýšení požadavků na finanční zdroje.
- Proces dopravy je spojitý v čase a je dávkový, tj. přemístění probíhá v dávkách, jejichž velikost je omezena kapacitou dopravní jednotky a je určena faktory mimo dopravu.

- Doprava je dynamickým procesem, který lze určit pouze vektorově a to množstvím, směrem, vzdáleností a časem.
- Osobní doprava je síťové odvětví, kde si většina účastníků je schopna zajistit požadovaný výkon (tedy přepravu) sama (především v osobní dopravě, což vede ke vzniku a existenci individuální automobilové dopravy - IAD). Změny v životním stylu se zpětně odráží v nárocích na přepravu a její kvalitu.
- Doprava má silný vliv na životní prostředí – především vzhledem ke své vysoké energetické náročnosti. To je dáno také neefektivním využíváním stávajících kapacit (silný podíl silniční dopravy, v osobní dopravě IAD).
- Role kvality dopravy – doprava je služba, ve které bude při alokaci výkonu (resp. poptávky) mezi její jednotlivé druhy hrát velkou roli její kvalita. Cena bude také důležitým kritériem, nicméně jak v osobní, tak v nákladní dopravě bude záležet ještě na jiných, hůře kvantifikovatelných faktorech.

Dopravní systém je specifický dělbou přepravní práce mezi jednotlivé druhy dopravy, kde je vzhledem k technologickým odlišnostem velmi obtížné vytvořit srovnatelné ekonomické podmínky pro konkurenci a to v některých případech i v rámci jednoho druhu dopravy.

2. ENVIRONMENTÁLNÍ PROBLÉMY DOPRAVY

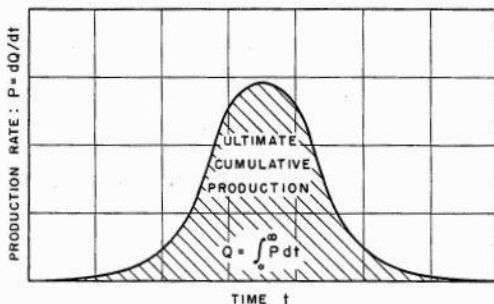
Pohled na vztah dopravy a životního prostředí se v historii proměňuje s tím, jak se vyvíjely jednotlivé druhy dopravy. Jestliže při vzniku motorizované silniční dopravy si lidé pochvalovali úbytek koňských výkalů v ulicích měst, postupem času si začali uvědomovat i její negativní důsledky. Zároveň byla moderní doprava (nemyslitelná bez ropy jako klíčového energetického zdroje) jedním z hlavních faktorů, které vedly v euroatlantické civilizaci k rapidnímu růstu ekonomické a životní úrovně. Vztah dopravy a životního prostředí lze tak popisovat ve třech rovinách - energetické, environmentální a ekonomické.

2.1. Energetická rovina a Hubbertův ropný zlom

Přibližně posledních sto let je doprava závislá z energetického hlediska především na ropných zdrojích s výjimkou závislé trakce. Vývoj v posledních letech ukazuje, že časem lidstvo bude muset hledat jiné zdroje a to z těchto důvodů:

- ropa není obnovitelným přírodním zdrojem a to přesto, že se odhady zásob ropy různě liší a pohybují mezi desítkami, případně stovkami let,
- vývoj cen ropy vykazuje v posledních letech vysokou proměnlivost,
- dalším problémem je bezpečnost dodávek, vyplývající z faktu, že většina zásob ropy se nachází v zemích s nestabilním politickým prostředím,
- využití ropy s sebou nese i negativní dopady na životní prostředí a to zejména v městských aglomeracích

K vlastní vyčerpatelnosti ropy lze doplnit teorii amerického geologa Marion King Hubberta, kterou v roce 1956 publikoval (Hubbert, 1956), podle níž těžba ropy jakéhokoli ropného pole, státu nebo celého světa v určitém okamžiku dostoupí vrcholu a poté začne klesat. Zatímco pro lokální naleziště se tato teorie už mnohokrát potvrdila, pro světovou produkci ropy zatím ne. Hubbertovu teorii ukazuje obrázek 2.1.



Obr. 2.1: Kompletní cyklus produkce jakéhokoli vyčerpateľného zdroje (Hubbert, 1956)

Vědecký spor o tento problém trvá dodnes a týká se i otázky samotného vzniku ropy, kde většina vědců zastává standardní teorii organického vzniku ropy (Campbell, 2005), na druhé straně menšina vědců předestírá i opačnou hypotézu, která říká, že původ ropy je anorganický. Tato hypotéza by do značné míry vyvracela Hubbertovu teorii (Gold, 1998). Zajímavý náhled na toto téma, které přesahuje rámec mého textu, přináší i článek v časopise Vesmír z roku 2000 známého českého geologa Václava Cílka (Cílek & Markoš, Hluboká horká biosféra, 2000), který velmi zajímavě hodnotí oba odlišné pohledy na zmíněnou problematiku.

2.2. Environmentální hledisko – problém externalit

Ekonomové se dopady lidské činnosti začali zabývat na začátku 20. století. Vedlo je k tomu znepokojení, že vyšší hospodářský výkon vede zákonitě ke zhoršování nejrůznějších parametrů životního prostředí. Jedním z prvních ekonomů tohoto směru byl Arthur Cecil Pigou (1877 - 1959). Pigou jako první formuloval tzv. společenské náklady neboli externality (Pigou, 1920). Společenské náklady jsou takové, které sice jednotlivce způsobí, ale už nejsou zahrnuty v jeho soukromých nákladech. Řešení Pigou viděl ve vytvoření systému daní, kterými by tvůrci negativních externalit byli penalizováni. Naopak dotacemi by stát podporoval producenty, kteří vytvářejí tzv. pozitivní externality. Samozřejmě takto triviální ale způsob řešení externalit není. Efektivnost internalizace externalit při použití tzv. pigouovských daní výrazně záleží na elasticitě poptávky např. po individuální automobilové dopravě (Říha & Jírová, Transport System and Competition, 2014) a pokud je poptávka neelastická, efekt internalizace bude slabý. Dodatečné zdanění zároveň může snižovat konkurenceschopnost ekonomiky a podvazovat ekonomický růst.

Z hlediska řešení externích nákladů jsou důležité dva faktory – prvním je jednoznačné vymezení vlastnických práv, druhým je velikost transakčních nákladů spojených s daným řešením. Teorie transakčních nákladů je mnohdy opomíjena, je však klíčová pro pochopení ekonomických procesů. Řešení externích nákladů pak může být provedeno dvěma způsoby – první se nazývá tržním vyjednáváním a lze ho použít právě za splnění dvou uvedených podmínek – jasně vymezených vlastnických práv a nízkých transakčních nákladů. Potom je pravděpodobné, že jednotlivci, kterých se problém externalit týká, se sejdou k tzv. soukromému vyjednávání a vzájemně si budou škody kompenzovat.

Je otázkou, co to vlastně transakční náklady jsou a co do nich bude zahrnuto. Velmi obecně tyto náklady definoval Keneth Arrow jako náklady spojené s fungováním ekonomického systému a že znalost a výzkum tohoto typu nákladů je klíčový v oblasti teorie veřejných statků, resp. v oblasti teorie veřejné volby (Arrow, 1969). Přesnější definice říká, že jsou to náklady spojené s transferem a převzetím a ochranou práv, s tím, že jsou do nich zahrnuty následující položky:

- vyhledání informací o distribuci cen a kvality komodit a vstupní pracovní náklady, vyhledání potenciálních kupců, prodejců, aj.
- vyhledání pozic těchto kupců a prodejců,
- uzavírání smluv,
- sledování potenciálních partnerů formálních smluv,
- prosazování smluv a shromažďování škod způsobených jednáním nespolehlivých partnerů.

Toto rozdělení nákladů je platné pro tržní transfery, pro transakce prováděné státem je jejich struktura odlišná, nicméně jejich podstata zůstane stejná. V rámci řešení externalit lze definovat tyto tři základní typy transakčních nákladů:

- náklady na vyhledání protistrany smlouvy,
- náklady na vyjednání obsahu smlouvy,
- náklady na vynucení smlouvy.

Pro stranu, která je externalitou postižena, potom platí, že internalizace (odškodnění) je pro ni přípustná pouze tehdy, jestliže:

$$N_{EXT} + N_{TR} + N_{OP} \leq P_{INT} \quad (1)$$

N_{EXT} ... externí náklady

N_{TR}	...	transakční náklady
P_{INT}	...	přínosy z internalizace
N_{OP}	...	oportunitní náklady (ušlé příjmy z činností nerealizovaných v důsledku zdanění)

Pro případy, kdy je v procesu internalizace malý počet účastníků, jsou tyto náklady zanedbatelné, jestliže však počet osob roste, dochází i k růstu transakčních nákladů a je nutné od tržního způsobu internalizace přejít ke způsobu, který využívá rozpočtových opatření. Zde dochází k jinému problému. Zatímco u tržního vyjednávání jsou všechny strany smlouvy schopné individuálně posoudit a vyčíslit míru poškození, kterou utrpěli a tu pak zahrnout do smlouvy o náhradě škody, při rozpočtových opatřeních stát tyto informace buď nemá nebo nejsou dostatečně průkazné nebo naopak takovými informacemi disponuje, ale nedokáže je vzhledem k působení různých zájmových skupin prosadit a vynutit. Problematika externalit v dopravě není triviální, abychom mohli jednoduše konstatovat, že samotná internalizace je jediným možným řešením. Naopak, je to řešení, které přináší řadu úskalí, která můžeme shrnout do následujících bodů:

- internalizace externalit může přinést tzv. oportunitní náklady, tedy ušlé příjmy z činností, které nebudou vzhledem k vyššímu zdanění realizovány,
- efektivnost internalizace externalit při použití tzv. pigouviánských daní výrazně záleží na elasticitě poptávky (např. po individuální dopravě) a pokud je poptávka neelastická, efekt internalizace bude slabý,
- internalizace může snižovat konkurenceschopnost ekonomiky a podvazovat ekonomický růst a v důsledku toho paradoxně snižovat příjmy státního rozpočtu,
- neopominutelným faktorem u internalizace externalit jsou transakční náklady, které v případě dopravy vedou k tomu, že je internalizace řešena státními zásahy, i to však vyvolává další transakční náklady.

3. ENVIRONMENTÁLNÍ KUZNETSOVA KŘIVKA

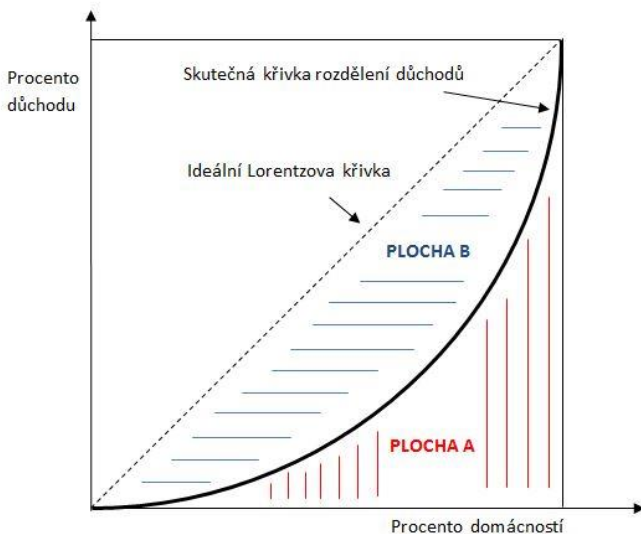
3.1. Původ teorie

Postupný vývoj ekonometrických a statistických metod vedl ve 20. století ke zpřesňování metod měření HDP. Asi zásadním okamžikem byla ekonomická krize v třicátých letech 20. století, která na jedné straně motivovala ekonomy k hledání způsobů, jak takové stavy v ekonomice řešit, případně jim předcházet, na druhé straně docházelo ke snaze jednoznačně ukazatel ekonomického výkonu pro dané územní jednotky vymezit. Zatímco první skupině ekonomů vévodil Angličan John Maynard Keynes, zásadní postavou druhé skupiny byl Bělorus židovského původu, který svůj aktivní život strávil v USA, Simon Kuznets. Abychom se mohli těmito otázkami zabývat směrem k dnešku, je potřebné osvětlit i samotný původ ukazatele HDP. Vraťme se tedy ještě k osobě ekonomu Simona Kuznetse. Ten ve třicátých letech 20. století pracoval na vytvoření systémů národních účtů a snažil se určit HDP pro USA, což se mu zpětně povedlo až do roku 1869. Daleko důležitější ale byl vznik národních účtů, jejichž systém státním postupně umožnil získávat data a následně určovat HDP a jeho strukturu, případně dále státy mezi sebou porovnávat podle jejich ekonomického výkonu. Metodika národních účtů se posléze rozšířila ve vyspělých zemích po 2. světové válce. Už Kuznets ale upozorňoval, že HDP není synonymem blahobytu. Samotný ukazatel zahrnuje měřitelné veličiny, v tom nejnámějším vyjádření spotřebu domácností a firem, výdaje státu a čistý vývoz.

Na druhou stranu ale nemůžeme změřit nejrůznější ekonomické aktivity, které účetnictvím neprojdou. Jedná se např. o domácí práce nebo šedou ekonomiku, tedy něco, co určitou hodnotu vytváří, nicméně jedná se o hodnotu velmi obtížně změřitelnou. Opačným příkladem budou škody na životním prostředí, které by měly být do HDP započítány se záporným znaménkem. To se samozřejmě neděje, naopak pokud dojde k vynaložení nákladů na odstranění těchto škod, HDP se o ně zvětší. Simon Kuznets nakonec získal Nobelovu cenu za ekonomii v roce 1971 za „empiricky podloženou interpretaci ekonomického růstu, vedoucí k novému a hlubšímu pochopení ekonomických a společenských struktur a procesů rozvoje“. Jedním z témat, kterým se Kuznets zabýval, je problematika vztahu vývoje HDP a příjmové nerovnosti. Výsledkem je potom závislost, které se říká Kuznětsova křivka. Ta říká, že k vytváření střední třídy (tedy k vyrovnávání příjmových nerovnoměrností ve společnosti) dochází až od určité úrovně HDP. Silnou střední třídu tak můžeme chápat i jako jeden z hlavních znaků ekonomicky vyspělých zemí. Příjmovou nerovnost vyjadřuje Giniho koeficient, daný vztahem:

$$\text{Gini koef} = \frac{\text{plocha B}}{\text{plocha A} + \text{plocha B}} \quad (2)$$

Bude-li se blížit nule, společnost bude směřovat k absolutní rovnosti. Naopak pokud by nabýval hodnoty jedna, ve společnosti by jeden člověk získal všechny její příjmy, ostatní by neměli nic. Kuznětsova křivka ukazuje vztah mezi tímto koeficientem a HDP a ukazuje, že s rostoucí životní úrovní Giniho koeficient klesá (od určitého bodu) a příjmová nerovnoměrnost se snižuje. Podobný vztah nabízí i tzv. Environmentální Kuznětsova křivka, kterou v devadesátých letech dvacátého století publikovali Gene M. Grossman a Alan B. Krueger. Vlastní Kuznětsova křivka říká, že čím je větší HDP, tím nižší jsou sociální rozdíly ve společnosti (to lze vidět ve vyspělých státech, kde je silná střední vrstva – tedy hodně lidí dosahuje úrovně průměrného platu). Odvozená Environmentální Kuznětsova křivka (Environmental Kuznets Curve – zkráceně tedy EKC) už není jeho dílem, ale výtvozem ekonomů Grossmana a Kruegera. Říká, že se zvyšujícím se bohatstvím země, měřeným HDP, se zlepšuje i životní prostředí, protože zemím se až od určité životní úrovně vyplatí používat čistší technologie.²



Obr. 3.1: Ideální a skutečná Lorenzova křivka

² Proti tomuto tvrzení platí logická námitka, která říká, že země, které dosáhly určitého bohatství, přesunují produkci do méně rozvinutých zemí, kde nacházejí levnější pracovní sílu. S přesunem produkce tak přesunují i s výrobou související emise. Toto tvrzení však není pro naše zkoumání důležité vzhledem k tomu, že se budeme zabývat dopravou, jejíž výkony nelze nikam přesunout a které se vždy odehrávají v dané zemi.

Grossman a Krueger analyzovali úroveň ovzduší ve více než 40 zemích a došli k závěru, že ke zlepšení dochází při úrovni HDP okolo 4 000 – 5 000 USD na osobu. Oba ekonomové se snažili svá zkoumání dále rozšiřovat a došli k závěru, že pro většinu polutantů platí, že se jejich množství nezhoršuje s růstem HDP (Grossman, 1995). Grossman a Krueger dali Environmentální Kuznětsově křivce i matematickou podobu, která potom odráží tvar křivky, jenž může mít různou podobu. Základní matematický vztah je následující (Grossman, 1995):

$$Y_{it} = G_{it} \cdot \beta_1 + G_{it}^2 \cdot \beta_2 + G_{it}^3 \cdot \beta_3 + \overline{G_{it-}} \cdot \beta_4 + \overline{G_{it-}^2} \cdot \beta_5 + \overline{G_{it-}^3} \cdot \beta_6 + X_{it} \cdot \beta_7 + \varepsilon_{it}, \quad (3)$$

kde:

Y_{it}	...	vybraný druh znečištění pro zemi i v roce t
G_{it}	...	hrubý domácí produkt přepočtený na hladinu kupní síly na osobu pro zemi i a rok t (p.j./os, rok)
$\overline{G_{it-}}$...	průměrný HDP přepočtený na hladinu kupní síly na osobu pro zemi i a rok t z předešlých třech roků (p.j./os, rok)
X_{it}	...	parametr zachycující ostatní veličiny s vlivem na znečištění (spotřeba energie, hustota osídlení, aj.)
β	...	parametr výsledného tvaru funkce
ε_{it}	...	parametr chyby

Tento vztah a následující empirická zkoumání napovídají možný průběh vztahu mezi HDP a poškozením životního prostředí, což bude v závěru práce uvedeno na konkrétních statistikách. Původní funkci $Y_{it} = f(G)$ můžeme ještě zjednodušit na následující tvar:

$$Y_{it} = G_{it} \cdot \beta_1 + G_{it}^2 \cdot \beta_2 + G_{it}^3 \cdot \beta_3 + X_{it} \cdot \beta_4 + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Základní dvě varianty hodnot koeficientů β jsou znázorněny na obrázku 3.2. Kromě základního tvaru funkce (tvar obráceného U) jde i o možnost, že EKC po určitém poklesu emisí nemá opět rostoucí průběh (tvar křivky by pak připomínal písmeno N). Jak už bylo řečeno, hodnoty β ovlivní výsledný tvar EKC. V případě, že $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ nabývají nenulových hodnot a zároveň β_2 dosahuje hodnoty záporné, znamená to, že po fázi poklesu znečištění nastane opět jeho růst. Jedním z hlavních cílů je zkoumat úroveň HDP, při kterých k těmto změnám dochází. Matematicky lze maxima (tedy úroveň HDP, při které dochází k bodu obratu) vyjádřit první derivací, což u varianty A, kdy po fázi poklesu znečištění opět dochází k jeho růstu, vyjádříme jako:

$$\frac{dy_{it}}{dG} = \beta_1 + 2 \cdot G_{it} \cdot \beta_2 + 3 \cdot G_{it}^2 \cdot \beta_3 = 0 \quad (5)$$

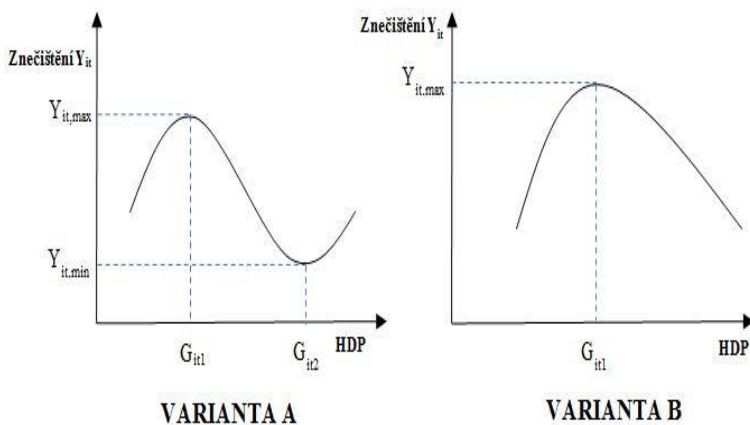
neboli:

$$\beta_1 + G_{it} \cdot (2 \cdot \beta_2 + 3 \cdot G_{it} \cdot \beta_3) = 0 \quad (6)$$

Podobně v případě jednoho vrcholu (obrácené U-křivky, kdy $\beta_1 < 0$; $\beta_2 > 0, \beta_3 = 0$) bude derivace:

$$\frac{dy_{it}}{dG} = -\beta_1 + 2 \cdot G_{it} \cdot \beta_2 = 0, \quad (7)$$

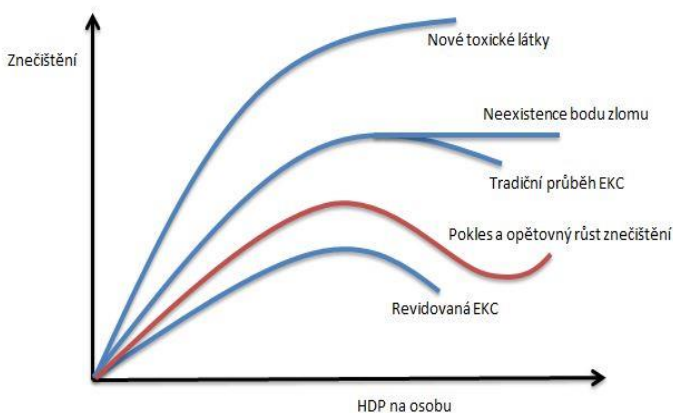
$$G_{it,opt} = \frac{\beta_1}{2 \cdot \beta_2} \quad (8)$$



Obr. 3.2: Dvě varianty možného průběhu EKC, varianta A s koeficienty β_1 ; $\beta_2 > 0, \beta_3 < 0$ a varianta B s koeficienty $\beta_1 < 0$; $\beta_2 > 0, \beta_3 = 0$

Různé varianty hodnot koeficientů β jsou znázorněny na obrázku 3.2. Kromě základního tvaru funkce (rostoucí, klesající, případně tvar obráceného U) jde i o to, zda EKC po určitém poklesu emisí nemá opět rostoucí průběh (tvar křivky by pak připomínal písmeno N). Různé výzkumy ukazují, že

Environmentální Kuznětsova křivka může mít i jiný průběh. Může docházet ke vzniku nových znečišťujících látek, potom je průběh funkce EKC stále rostoucí, případně se může množství emisí zastavit na určité úrovni a dále se vyvíjet nezávisle na HDP. Jak již ukazuje obrázek 3.2, může po fázi poklesu znečištění dojít od určitého bodu k opětovnému růstu emisí. Poslední možností je tzv. Revidovaná Environmentální Kuznětsova křivka, kdy její průběh a bod zlomu je v grafu posunut doleva – ke snižování znečištění tedy dochází už při nižších hodnotách hrubého domácího produktu. To může být způsobeno transferem technologií z bohatších zemí do zemí s nižším HDP (Dasgupta, Laplante, Wang, & Wheeler, 2002). Další rozdělení Environmentální Kuznětsovy křivky je dle následujícího obrázku:



Obr. 3.3: Různé možnosti průběhu Environmentální Kuznětsovy křivky (Dasgupta, Laplante, Wang, & Wheeler, 2002)

3.2. Možnosti interpretace Environmentální Kuznětsovy křivky

Nejrůznější empirické studie platnost Environmentální Kuznětsovy křivky potvrzují, je ale nutné se dále zabývat interpretací této závislosti a hledáním důvodů, proč s růstem HDP dochází postupně ke snižování dopadů na životní prostředí. Tyto důvody lze rozdělit do pěti skupin:

- přechod od zemědělského charakteru společnosti k průmyslovému znamenal během průmyslové revoluce nejdříve zvýšenou zátěž na životní prostředí (je nutné ale zmínit, že města před průmyslovou revolucí žádné idylické prostředí nenabízela). Z tohoto pohledu je tedy první polovina

Kuznětsovy křivky logická, začínající průmyslová činnost znamená i více emisí, resp. hluku a další zátěže (na začínající průmyslovou činnost je samozřejmě navázána i doprava). Takto můžeme dnes pohlížet na rozvojové země v Africe nebo Asii (Čína, Indie), které prochází obdobím vysokého ekonomického růstu a zároveň značnými a zvyšujícími se dopady na životní prostředí,

- tvar Environmentální Kuznětsovy křivky vyplývá i z vývoje další proměnné, kterou jsou technologické změny. Nazýváme-li technologické změny „proměnnou“, je nutné doplnit, že její vývoj je jen obtížně předvídatelný, znalost historie ale ukazuje, že k technologickým změnám (ve výrobě nebo dopravě) prokazatelně dochází a že vede ke snižování jednotkové energetické náročnosti. V této souvislosti lze doplnit, že snižování spotřeby paliva v automobilech by měla být věnována stejná pozornost jako vývoji nových alternativních paliv a pohonů,
- s narůstající životní úrovní stoupá i poptávka po kvalitnějším životním prostředí. Lidstvo, které dokáže uspokojit své základní potřeby (dle Maslowovy pyramidy), zvyšuje tlak na výrobce s cílem produkovat výrobky šetrnější k životnímu prostředí. Ekonomicky lze tuto zákonitost formulovat tak, že s přibývajícím bohatstvím klesá elasticita poptávky po spotřebním zboží a naopak zvyšuje se elasticita poptávky po statcích nepřímo ovlivňujících kvalitu života, jako je například čistý vzduch nebo bezhlučné prostředí,
- bohatší společnost zároveň přes své veřejné zástupce prosazuje přijetí přísnějších ekologických norem, resp. stimulů (které mají ekonomický charakter, tj. spotřební a ekologické daně, různé pokuty, aj.) směrem k chování, které méně poškozuje životní prostředí. Tyto stimuly mohou samozřejmě znamenat problém v národním hospodářství v případě, kdy vyvolá zvýšené náklady producentů a způsobí snížení konkurenceschopnosti ekonomiky, což může být případ u ekologických daní zaměřených na snižování emisí oxidu uhličitého,
- poslední skupina důvodů souvisí s přesunem výroby do chudších zemí, které disponují pracovní silou s nižšími mzdovými náklady, bohatší země se soustředí na produkci služeb, která je z hlediska poškozování životního prostředí daleko příznivější. V této souvislosti někteří autoři upozorňují, že v celkovém součtu nejde o snižování, ale pouze o přesouvání dopadů na životní prostředí mezi jednotlivými zeměmi.

4. EMPIRICKÉ OVĚŘENÍ ENVIRONMENTÁLNÍ KUZNĚTSOVY KŘIVKY V SILNIČNÍ DOPRAVĚ

Pro ověření platnosti Environmentální Kuznětsovy křivky v silniční dopravě bylo nutné analyzovat vývoj emisí pro 16 zemí Evropské unie³, přičemž výsledky se pro různé druhy emisí různí. K ověření byly použity unikátní data emisí silniční dopravy společnosti United Nation Framework Convention on Climate Change⁴ z období 1995 – 2012. Země byly vybrány tak, aby zahrnovaly celou škálu úrovně HDP v paritě kupní síly (v jednotkách EURO/osoba). Jejich přehled je uveden v tabulce 4.1. Země budou dále děleny pro účely zkoumání do skupin podle průměrné výše HDP na osobu v paritě kupní síly. Pro posuzování Environmentální Kuznětsovy křivky pro oxid uhličitý jsou jednotlivé země rozděleny do dvou skupin:

- země s vyšší úrovní HDP, jehož průměrná výše je 24 269 Eur na osobu a rok, kam spadají Belgie, Francie, Německo, Nizozemí, Portugalsko, Rakousko, Švédsko, Velká Británie,
- země s nižší úrovní HDP, jehož průměrná výše je 12 420 Eur na osobu a rok, kam spadají Bulharsko, Česko, Slovensko, Slovinsko, Maďarsko, Estonsko, Litva, Lotyšsko.

Pro posuzování Environmentální Kuznětsovy křivky pro oxidy dusíku jsou jednotlivé země rozděleny do tří skupin:

- země s vyšší úrovní HDP, jehož průměrná výše je 25 424 Eur na osobu a rok, kam spadají Belgie, Francie, Německo, Nizozemí, Rakousko, Švédsko, Velká Británie,
- země se střední úrovní HDP, jehož průměrná výše je 16 518 Eur na osobu a rok, kam spadají Česká republika, Portugalsko a Slovinsko,
- země s nižší úrovní HDP, jehož průměrná výše je 10 997 Eur na osobu a rok, kam spadají Bulharsko, Slovensko, Maďarsko, Estonsko, Litva, Lotyšsko.

³ Bulharsko, Česko, Slovensko, Slovinsko, Maďarsko, Estonsko, Litva, Lotyšsko, Belgie, Francie, Německo, Nizozemí, Portugalsko, Rakousko, Švédsko, Velká Británie

⁴ <http://unfccc.int/2860.php>

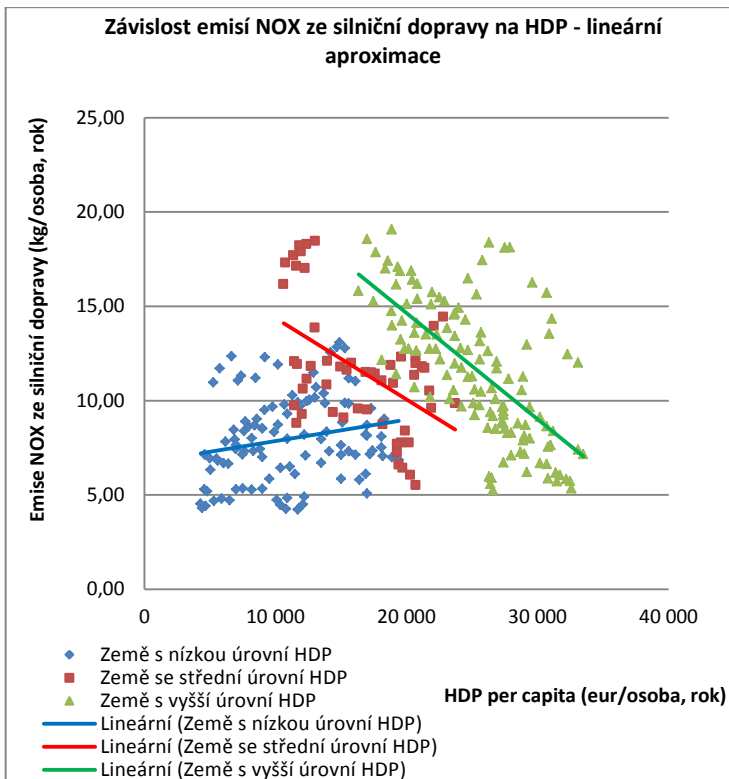
Země	2012	2002	1995
Rakousko	33 100	26 000	19 853
Německo	31 500	23 400	18 901
Belgie	30 700	25 600	18 877
Švédsko	32 200	25 000	18 376
Nizozemí	32 600	27 200	18 111
Francie	27 700	23 600	16 993
Velká Británie	26 600	24 800	16 338
Portugalsko	19 400	16 300	10 984
Česká republika	20 700	15 000	10 767
Slovinsko	21 400	16 800	10 620
Maďarsko	17 000	12 500	7 603
Slovensko	19 400	11 100	6 979
Estonsko	18 200	10 200	5 250
Litva	18 300	9 100	5 035
Bulharsko	12 100	6 500	4 672
Lotyšsko	16 400	8 400	4 600

Tab. 4.1: Hodnoty HDP v paritě kupní síly vybraných zemí v letech 1995, 2002, 2012⁵

4.1. Environmentální Kuznětsova křivka pro emise oxidů dusíku NO_x ze silniční dopravy

Oxidy dusíku jsou hlavní složkou ozonu (neboli tzv. suchého smogu). Patří mezi ně zejména oxid dusnatý NO a oxid dusičitý NO₂. V atmosféře reagují s vodou a přispívají tak k vzniku kyselých dešťů, oxid dusičitý snižuje odolnost proti virovým onemocněním, zápalu plic, aj. Ozon vzniká především tam, kde se vyskytují právě oxidy dusíku a těkavé organické látky, tedy především v oblastech se silnou dopravou (proto je nazýván i losangeleským smogem dle místa častého výskytu). U aproximace hodnot oxidů dusíku ze silniční dopravy v závislosti na HDP jsou země rozděleny do tří skupin a opět je aproximace provedena lineární funkcí a zároveň polynomem třetího stupně.

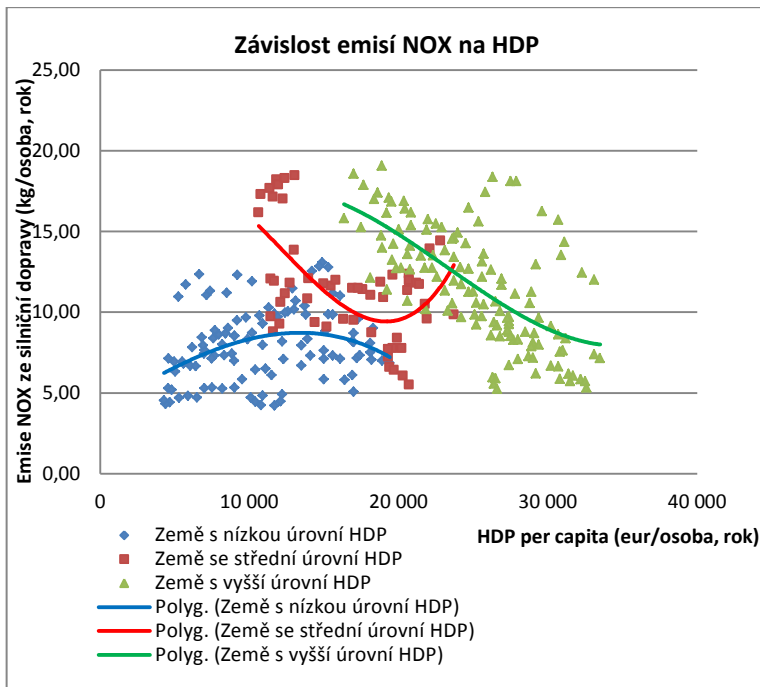
⁵ Zdroj dat: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>



Obr. 4.1: Závislost emisí NO_x ze silniční dopravy na HDP - lineární aproximace⁶

Už z lineární aproximace je zřejmé (obr. 4.1), že u zemí se střední a vyšší úrovní HDP dochází k poklesu emisí NO_x v závislosti na HDP na rozdíl od zemí s nižší úrovní HDP.

⁶ Zdroj dat: <http://ep.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>; United Nation Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), vlastní propočty



Obr. 4.2: Závislost emisí NO_x ze silniční dopravy na HDP – aproximace polynomem třetího stupně⁷

Naopak aproximace polynomem třetího stupně (obr. 4.2) potvrzuje vývoj u zemí s vyšší úrovní HDP, zároveň ale nepotvrzuje předpokládaný vývoj u zemí se střední úrovní HDP, kde je výsledkem klasická křivka U, nikoli obrácená, jak je tomu u předpokládané Environmentální Kuznětsovy křivky. Dílčí závěry jsou následující:

- z dat jednoznačně plyne, že čistě klesající průběh má Environmentální Kuznětsova křivka u zemí s vyšším hrubým domácím produktem,
- naopak u zemí se střední a nižší úrovní HDP je průběh nejednoznačný, ze kterého nelze vyčíst jasný trend,
- u zemí s vyšším HDP je typická klesající funkce EKC,

⁷ Zdroj dat: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>; United Nation Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), vlastní propočty

- u zemí s vyšší úrovní HDP je výjimkou pouze Rakousko, kde k poklesu hodnot emisí NO_x dochází teprve při hodnotě HDP v paritě kupní síly cca 27 000 Eur na osobu.

4.2. Environmentální Kuznětsova křivka pro emise oxidu uhličitého CO_2 ze silniční dopravy

Závislost mezi emisemi CO_2 a ekonomickým růstem popisuje více autorů (Kaika & Zervas, 2011) a obecně lze tedy vyjádřit, že množství emisí CO_2 bude dáno závislostí mezi velikostí hrubého domácího produktu G , množstvím obyvatel P a spotřebou energie T (v podstatě tedy použitými technologiemi, které spotřebu energie ovlivňují):

$$X = f(G, P, T) \quad (9)$$

Je pochopitelně velmi problematické přisuzovat právě lidské činnosti a emisím CO_2 zásadní vliv na globální oteplování (názory vědců ze zainteresovaných oborů na tento problém lze považovat za velmi rozpolcené), nicméně více autorů upozorňuje na to, že právě emise oxidu uhličitého obecně (bez ohledu na typ zdrojové činnosti) vykazují v závislosti na HDP silnou korelaci.

Matematicky lze tento vztah formulovat takto (Duchon B. , 2007):

$$\frac{E}{P} = \frac{E}{G} \cdot \frac{G}{P} = \frac{E}{G} \cdot g = \rho \cdot g \quad (10)$$

kde:

E ... spotřeba energie v silniční dopravě (J)

P ... počet obyvatel

G ... hrubý domácí produkt (p.j.)

g ... hrubý domácí produkt na osobu (p.j./os)

ρ ... spotřeba energie v silniční dopravě na jednotku HDP (J/p.j.)

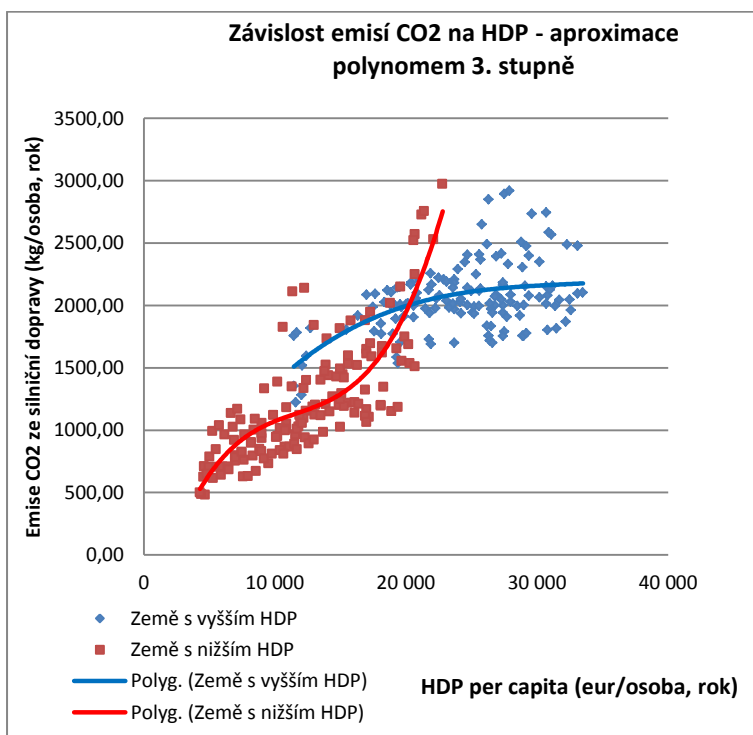
To znamená, že spotřeba energie v silniční dopravě na jednotku HDP je téměř konstantní. Emise CO_2 lze poté vyjádřit jako přímou závislost na HDP a spotřebě energie:

$$\frac{X}{P} = \frac{X}{E} \cdot \frac{E}{P} = e \cdot \rho \cdot g \quad (11)$$

X ... celkové emise CO₂ (kg)
e ... měrné množství emisí CO₂ (kg/j)

V konečném důsledku tato hypotéza říká, že emise CO₂ z dopravy budou přímo úměrné velikosti HDP na osobu a energetické náročnosti dopravního systému. Proto se tento problém rozpadá do řešení následujících vztahů:

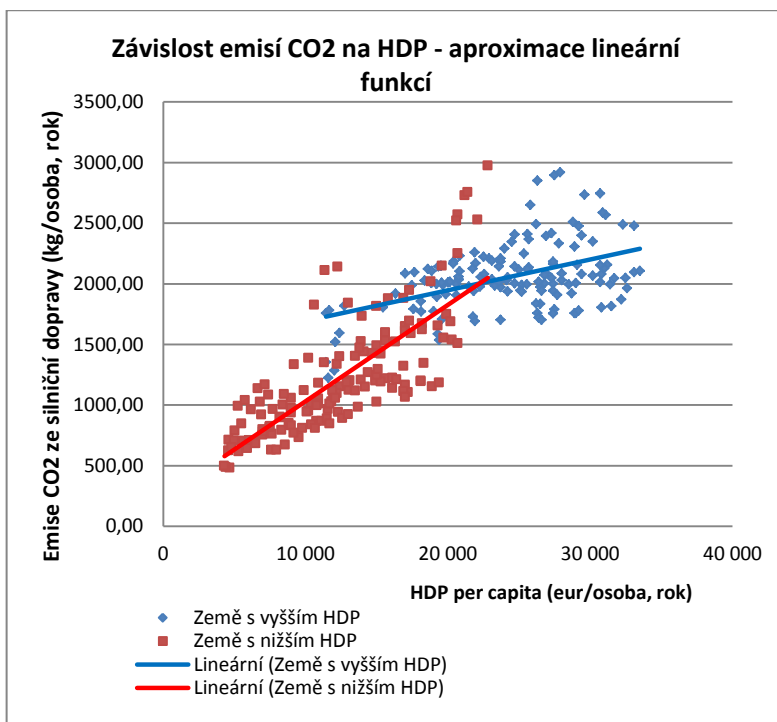
- vztah mezi hrubým domácím produktem a emisemi CO₂ ze silniční dopravy, tedy klasickou Environmentální Kuznětsovu křivku,
- vztah mezi hrubým domácím produktem a spotřebou energie v silniční dopravě,
- vztah mezi spotřebou energie a emisemi CO₂ ze silniční dopravy.



Obr. 4.3: Závislost emisí CO₂ na HDP - aproximace polynorem 3. stupně⁸

⁸ Zdroj dat: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>; United Nation Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), vlastní propočty

Jako první lze uvést vztah HDP – emise CO₂ a to jak extrapolací polynomem třetího stupně, tak aproximací lineární (grafy 4.3 a 4.4). Z nich vyplývá, že růst emisí CO₂ v závislosti na HDP je daleko rychlejší u zemí s nižší úrovní HDP a naopak rychlost nárůstu emisí CO₂ u zemí s vyšší úrovní HDP klesá. Pro země s úrovní HDP mezi 5 000 a 20 000 Eur na osobu a rok je patrný strmější průběh emisí oxidu uhličitého, u zemí s vyšším HDP mezi 20 000 a 35 000 Eur na osobu a rok je růst pomalejší, u některých dokonce emise CO₂ klesají (Německo, Velká Británie, Francie).



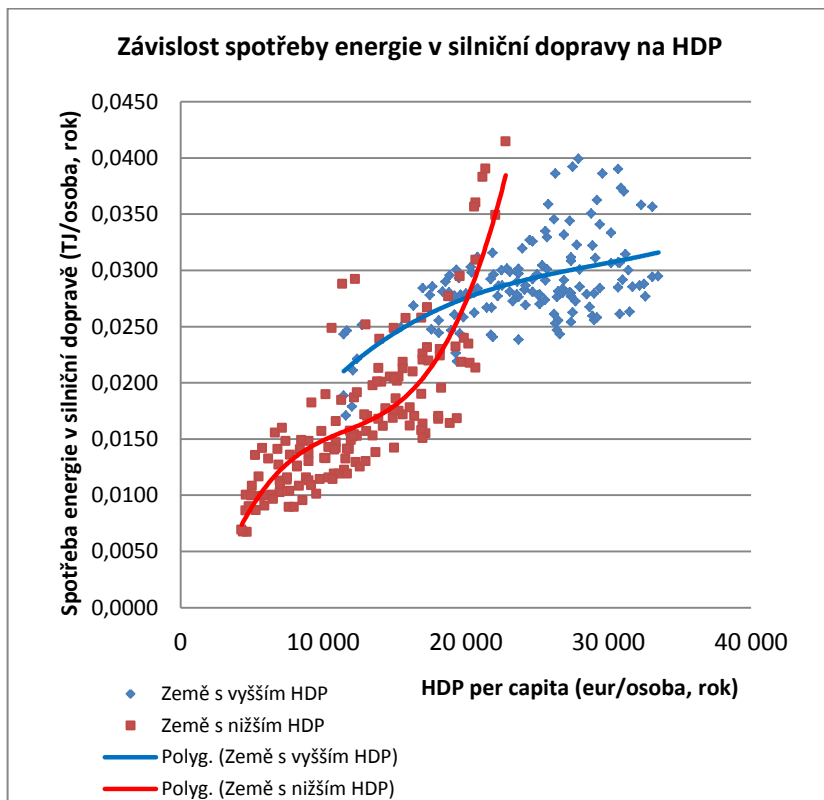
Obr. 4.4: Závislost emisí CO₂ na HDP - aproximace lineární funkcí⁹

Jak už bylo vyjádřeno vztahy (10, 11), měrné emise oxidu uhličitého (v kilogramech na osobu) budou závislé především na hrubém domácím produktu a spotřebě energie. Data ale ukazují, že závislost na HDP nemusí být při jeho vyšších

⁹ Zdroj dat: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>; United Nation Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), vlastní propočty

hodnotách tak jednoznačná. Naopak naprosto jednoznačná je přímá úměrnost mezi emisemi CO₂ a spotřebou energie v silniční dopravě.

Chceme-li tedy snižovat emise oxidu uhličitého, jednoznačným závěrem je maximálně podporovat snižování energetické náročnosti v silniční dopravě. Jak ukazuje obrázek 4.5, k tomu dochází ve zkoumaných zemích jen při vyšších úrovních hrubého domácího produktu.



Obr. 4.5: Závislost spotřeby energie v silniční dopravě na HDP - aproximace polynomem 3. stupně¹⁰

¹⁰ Zdroj dat: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>; United Nation Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), vlastní propočty

Na závěr této kapitoly je možné shrnout dílčí závěry do těchto bodů:

- emise oxidu uhličitého v silniční dopravě jsou výrazně závislé na spotřebě energie a hrubém domácím produktu, přičemž se jedná o přímou úměrnost,
- provedené aproximace v intervalu dosažených hodnot HDP nepotvrzují hypotézu Environmentální Kuznětsovy křivky,
- pouze u některých zemí, které patří do skupiny s vyšším HDP, lze sledovat pokles růstu emisí CO₂ a to od úrovně HDP 25 000 eur na osobu v paritě kupní síly, tento trend však zatím nelze jednoznačně potvrdit.

5. ZÁVĚRY VÝZKUMU

Vývoj ekonomického myšlení je stejně jako v jiných vědách závislý i na možnostech měření jednotlivých veličin a jejich statistického zjišťování a evidence. Jestliže výkonnost ekonomik se prostřednictvím HDP měří cca jedno století (kdy jedním z hlavních důvodů byla ekonomická deprese třicátých let dvacátého století), zcela logicky se v souvislosti s tím začal zkoumat vliv tohoto ukazatele na různé faktory kvality života a to včetně dopadů lidské činnosti na životní prostředí.

Jestliže na statistických datech ze silniční dopravy můžeme až na emise oxidu uhličitého pozorovat nepřímou úměrnost v závislosti na HDP, lze předpokládat, že je to způsobeno především stále více se prosazujícími normami (EURO I – EURO VI). Nicméně schopnost začleňovat tyto normy do ekonomického života právě velmi závisí i na ekonomické síle společnosti, tedy zda je schopna a ochotna náklady zavádění nových ekologických norem nést. Pochopitelně v druhé vlně je nutné vidět příčinu v technologických inovacích – tedy schopnosti konstruovat dopravní prostředky s nižší náročností na pohonné hmoty a tedy i s nižšími měrnými emisemi znečišťujících látek.

V souvislosti se silniční dopravou se převážně mluví o externalitách negativních, což je bezesporu potřebné, nicméně už velmi málo se řeší externality pozitivní, resp. příspěvek dopravy k hospodářskému růstu (a tedy pozitivní externality růstu HDP, a to přesto, že jde o nepřímý efekt dopravy. Jakékoli opatření vedoucí ke snižování negativních externalit by nemělo vést k možnému omezení ekonomického růstu, který sám o sobě může jednak být zdrojem pozitivních externích efektů, ve druhé řadě pak může těm negativním zabráňovat.

Ekonomové, jejichž studie jsou v této práci také zmíněny a kteří se zabývali způsoby měření ekonomického výkonu společnosti především v době po druhé světové válce, přicházeli také se srovnáním právě ekonomického výkonu a různých kvalitativních faktorů společnosti. Prvním z nich byla tzv. Kuznětova křivka, která byla na konci 20. století rozšiřována i na jiné oblasti, než zpočátku tzv. sociální (příjmové) nerovnoměrnosti. Asi nejznámější je potom její uplatnění v oblasti vztahu ekonomiky a životního prostředí. Tato problematika je důkladně rozebrána v předloženém textu s ohledem na vztah HDP a emisí ze silniční dopravy. Na tomto místě bych k předloženým výsledkům doplnil následující poznámky:

- emise ze silniční dopravy (s výjimkou CO₂) klesají v závislosti na HDP i přesto, že ve stejném období dochází k růstu spotřeby energie v silniční dopravě,
- u emisí oxidů dusíku lze potvrdit především jednoznačný pokles v závislosti na HDP u zemí s vyšší úrovní HDP,
- emise CO₂ rostou v závislosti na HDP, ale především v závislosti na spotřebě energie v silniční dopravě. Pokud jde o země s vyšším HDP, je možné pozorovat pokles rychlosti růstu emisí CO₂ ze silniční dopravy oproti zemím s nižším HDP. Tento trend ale nelze v tuto chvíli jednoznačně potvrdit,
- statistiky ukazují, že v bohatších zemích roste stupeň motorizovanosti velmi pomalu nebo vůbec a spíše zde dochází k obměňování vozového parku s předpokladem, že jde z hlediska emisí o efektivnější dopravní prostředky (Říha & Hornýák, 2012). I to může být v konečném důsledku příčinou snižujícího se objemu emisí v zemích s vyšším HDP.

Samotná teorie Environmentální Kuznětsovy křivky je velmi mladá – vědci se jí zabývají cca dvě desetiletí. Její klíčovou myšlenkou je rozpor mezi různými náhledy na řešení externích nákladů dopravy. Ukazuje se, že pokud samotný růst HDP vede ke snižování externalit, je zavádění nejrůznějších daňových a dotačních opatření – vycházející z tzv. Pigouviánského přístupu - konceptem, ke kterému by se mělo přistupovat s co největší obezřetností.

S tím souvisí vztah dopravního systému a externalit, resp. právě jejich řešení prostřednictvím tzv. Pigouviánských daní. Ani zde není situace zcela jednoznačná. Jestliže základní teze mluví o nutnosti tzv. internalizovat negativní externality, je nutné zároveň vnímat dvě okolnosti:

- samotná internalizace vzhledem k neelastické poptávce po individuální dopravě nemusí nutně vést k žádoucímu efektu,
- zároveň tato internalizace nesmí vést ke snížení ekonomického výkonu měřeného hrubým domácím produktem a tedy ke snížení pozitivních efektů tohoto růstu.

Dalším okruhem problematiky je využívání energie v dopravě. Jestliže mluvíme o postupném nahrazování fosilních paliv jinými alternativami, je nutné

vždy brát v úvahu následující poznámky (Duchoň B. , Transport, Economic Growth, Region, Utility):

- je klíčové sledovat cenový vývoj především na trhu s ropou, případně na trzích s dalšími energetickými surovinami, jako je například zemní plyn,
- u alternativních pohonů bude klíčové hledisko i s ohledem na případné změny cen v důsledku zvýšené poptávky,
- je otázkou, jak se budou dále vyvíjet změny životního prostředí, které mohou být ovlivňovány užíváním fosilních paliv jako klíčového a primárního energetického zdroje,
- možná náhrada fosilních paliv je zatím v dopravě problematická především s ohledem na kvalitativní vlastnosti možných substitutů a zároveň na jejich omezenou možnost nahradit fosilní paliva v dopravě v masovém měřítku,
- klíčové bude i bezpečnostní riziko a problematika bezpečnosti dodávek vzhledem ke geografickému rozdělení energetických surovin vzhledem k současnému geopolitickému světovému vývoji. Tento problém je v současné době asi nejvíce aktuální a je hlavním důvodem pro hledání náhrady za fosilní paliva.

POUŽITÁ LITERATURA

- Arrow, K. (1969, Leden). The Organization of Economic Activity: Issues Pertinent to the Choice of Market versus Non-Market Allocation. *The Analysis and Evaluation of Public Expenditures*.
- Campbell, C. (2005). *The Oil Crisis*. Brentwood: Multi-Science Publishing Company & Petroconsultant.
- Cílek, V., & Kašík, M. (2008). *Nejistý plamen*. Praha: Dokořán.
- Cílek, V., & Markoš, A. (2000). Hluboká horká biosféra. *Vesmír*, pp. 253 - 258.
- Dasgupta, S., Laplante, B., Wang, H., & Wheeler, D. (2002). Confronting the Environmental Kuznets Curve. *The Journal of Economic Perspectives*.
- Duchoň, B. (1999). *Ekonomika dopravy*. Praha: ČVUT.
- Duchoň, B. (2007). Doprava, ekonomický růst, náro hospodářské souvislosti. *Národohospodářské aspekty dopravního systému*. Praha: ČVUT.
- Duchoň, B. (2009). *Inženýrská ekonomika*. Praha: C.H.BECK.
- Duchoň, B. (n.d.). Transport, Economic Growth, Region, Utility. *Proceedings of Workshop 2008*. Praha: ČVUT.
- Gold, T. (1998). *The Deep Hot Biosphere*. New York: United States by Copernicus.
- Grossman, G. M. (1995, Květen). Economic Growth and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 110, No. 2, pp. 353-377.
- Hayek, F. A. (1945). Use of Knowledge in society. *American economic Review*.
- Hindls, Hronová, Seger, & Fischer. (2006). *Statistika pro ekonomy*. Praha: Professional Publishing.
- Hubbert, M. K. (1956). *Nuclear Energy and the Fossil Fuels*. Houston, Texas: American Petroleum Institut.
- IMF. (2010). *Primary Commodity Price*. Retrieved from <http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.aspx>.
- Kaika, D., & Zervas, E. (2011). Searching for an Environmental Kuznets Curve (EKC) - pattern for CO2 emissions. *Recent Researches in Energy, Environment and Landscape Architecture*.
- Kunst, J., Eisler, J., & Orava, F. (2009). *Ekonomika dopravního systému*. Praha: Oeconomica.
- Kuznets, S. (1955, Březen). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, pp. 1-28.
- OPEC. (2010). *OPEC Annual Statistic Bulletin*. Retrieved from <http://www.opec.org>
- Pigou, A. C. (1920). *The Economics of Welfare*. London: London: Macmillan and Co. .
- Ridley, M. (2013). *Racionální optimista, O evoluci prosperity*. Dokořán.

- Říha, Z. (2011). History of Electromobility. *Electromobility 2011* (pp. 1 - 10). Praha: ČVUT, Fakulta dopravní.
- Říha, Z. (2012). Management nákladů dopravních firem v současných makroekonomických podmínkách. *Podniková ekonomika a manažment*.
- Říha, Z., & Fojtík, P. (2012). *Jak se tvoří město*. Praha: ČVUT.
- Říha, Z., & Hornyák, P. (2012). Railway Transport Means from the Marketing Viewpoint. *Transport Means 2012*. Kaunas: Kaunas University of Technology.
- Říha, Z., & Jírová, V. (2014, Únor). Transport System and Competition. *International Journal of Economics and Statistics*, pp. 186-192.
- Říha, Z., & Skolilová, P. (2012). Faktory v okolí podniku působící na jeho činnost a hospodářský výsledek v oblasti osobní letecké dopravy. *Diagnostika podniku, controlling a logistika* (pp. 421-429). Žilina: Žilinská univerzita.
- Říha, Z., Honců, M., & Jírová, V. (2011). Oil Price Analysis. *Oil Price Analysis; In: Mathematical Models and Methods in Modern Science* (pp. 66-70). New York: WSEAS Press.
- WTRG. (2011). Retrieved from WTRG Economic: www.wtrg.org
- Yandle, B. e. (2004). *Environmental Kuznets Curve, A Review of Findings, Methods and Policy Implications*. PERC Research Studies.

ŽIVOTOPIS

Ing. Zdeněk Říha, Ph.D.

Datum narození: 12. 4. 1974, okres Děčín

Vzdělání:

1988 - 1992: Střední průmyslová škola strojní a dopravní v Děčíně, obor Provoz a údržba dopravních prostředků

1993 - 1998: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní

Činnost po VŠ studiu:

2001 – nyní: odborný asistent na ČVUT FD, v letech 2009 – 2011 vedoucí Ústavu ekonomiky a managementu dopravy a telekomunikací

20. 5. 2005: Obhajoba disertační práce na téma Externality v dopravě z pohledu ekonomické teorie, získání titulu Ph.D.

Odborné a osobní zájmy: ekonomie, sport, historie

Pedagogická činnost:

- výuka předmětů Ekonomie, Ekonomika a řízení dopravních a telekomunikačních procesů, Ekonomika a řízení podniku;
- vedoucí cca 60 diplomových a bakalářských prací, z nichž čtyři byly oceněny v celofakultní soutěži o Cenu prof. Vlčka

Výzkumná činnost:

- orientace na problematiku:
 - externalit,
 - veřejných statků,
 - vztahů mezi ekonomikou, dopravou, životním prostředím a energetikou,
 - kalkulací nákladů v silniční dopravě
 - historie dopravy

Ostatní činnost:

- organizační garant konferencí pořádaných Ústavem ekonomiky a managementu dopravy a telekomunikací,
- tvorba a vytváření marketingové koncepce FD ČVUT (2008 – 2012),

- v letech 2004-2010 spoluřešitel grantů Ministerstva dopravy České republiky:
 - Ekonomika zavádění alternativních paliv v dopravě a možnosti internalizace externích nákladů dopravy v České republice (2004 – 2006),
 - Návrh praktických pravidel pro zavedení regulované konkurence ve veřejné dopravě v českých podmínkách (2008 – 2010).

- v letech 2009 až 2010 odborný kurátor výstav:
 - Víze pro dopravu v Praze (2009),
 - Jak se tvoří město (2010),
 - Děčín – město dopravy (2010).

- od roku 2012 odborný garant klíčové aktivity Popularizace dopravních oborů v Ústeckém kraji v rámci projektu OPVK „Popularizace vědy a výzkumu ČVUT“, více na www.dopravanasbavi.cz

PUBLIKAČNÍ ČINNOST

PUBLIKACE ZAŘAZENÉ DO MEZINÁRODNÍ VĚDECKÉ DATABÁZE SCOPUS A WEB OF SCIENCE:

Říha, Z. - Hornyák, P.; **Railway Transport Means from the Marketing Viewpoint**; In: Transport means. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, 2012, ISSN 1822-296X

Baroch, V. - Duchoň, B. - Faifrová, V. - Říha, Z.; **Teaching Management at Technical Universities, Business Reality in the Academic Environment**; In: Acta Polytechnica. 2012, vol. 52, no. 2, ISSN 1210-2709

Říha, Z. - Němec, V. - Soušek, R.; **Transportation and environment - Economic Research**; In: The 18th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics. Orlando, Florida: International Institute of Informatics and Systemics, 2014, vol. II, ISBN 978-1-941763-05-6.

Říha, Z. - Soušek, R.; **Allocation of Work in Freight Transport**, In: TRANSPORT MEANS 2014. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, 2014, ISSN 1822-296X.

Říha, Z. - Skolilová, P.; **Discriminatory Pricing in the Passenger Air Transport**, In: TRANSPORT MEANS 2014. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, 2014, ISSN 1822-296X.

Říha, Z. - Tichý, J.; **The Cost Calculation and Modelling in Transport**, In: TRANSPORT MEANS 2015. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, 2015, ISSN 1822-296X.

Říha, Z. - Skolilová, P.; **Demand for Passenger Air Traffic by Worldwide Region**, In: TRANSPORT MEANS 2015. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, 2015, ISSN 1822-296X.

ČLÁNKY NA MEZINÁRODNÍCH KONFERENCÍCH

Faifrová, V. - Baroch, V. - Říha, Z.; **Business Software Simulation for Education of Future Engineers**; In: Technology Innovations in Education. Athens: WSEAS Press, 2012, p. 25-29. ISBN 978-1-61804-104-3

Říha, Z. - Honců, M.; **Environmental Kuznets Curve in Road Transport**; In: Models and Methods in Applied Sciences. Athens: WSEAS Press, 2012, p. 180-182. ISBN 978-1-61804-082-4

Říha, Z. - Tichý, J. - Skolilová, P.; **Oil Price Development and Economic Impacts on the Transport Sector**; In: TransComp, XVI międzynarodowa konferencja naukowa Komputerowe systemy wspomagania nauki, przemysłu i transportu, XVI międzynarodowa konferencja naukowa [CD-ROM]. Radom:

Uniwersytet technologiczno-humanystyczny im. Kazimierza Pułaskiego, 2012, p. 463-469. ISSN 1232-3829

Dytrych, J. - Říha, Z.; **Peak-period Models and 24-hour Models Comparison**; In: Models and Methods in Applied Sciences. Athens: WSEAS Press, 2012, p. 175-179. ISBN 978-1-61804-082-4

Říha, Z. - Faifřová, V. - Duchoň, B.; **Energetics, Security and Sustainable Development of Cities**, In: Mathematical Models and Methods in Modern Science. New York: WSEAS Press, 2011, p. 245-250. ISBN 978-1-61804-055-8

Říha, Z.; **The Relationship Of Economy, Transport And Social Development - Presence And History**; In: Proceedings of the 5th International Scientific Conference Theoretical and Practical Issues in Transport. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2010, vol. 1, p. 441-449. ISBN 978-80-7395-245-7

Říha, Z. - Honců, M. - Jířová, V.; **Oil Price Analysis**; In: Mathematical Models and Methods in Modern Science. New York: WSEAS Press, 2011, p. 66-70. ISBN 978-1-61804-055-8

Říha, Z. - Honců, M. - Faifřová, V.; **Transportation System, Economics and Quality of Life**, In: Advances in Economics Risk Management, Political and Law Science [CD-ROM]. Athens: WSEAS Press, 2012, p. 1-4. ISBN 978-1-61804-123-4

Říha, Z. - Dytrych, J.; **The Problems of Transport in Historical Parts of Cities**; In: AATT 2008. Athens: National Technical University, 2010, p. 101-105. ISBN 978-1-61738-831-6

ČLÁNKY NA KONFERENCÍCH V ČESKÉ A SLOVENSKÉ REPUBLICE

Faifřová, V. - Baroch, V. - Říha, Z.; **Virtuální praxe studentů v softwarové ekonomické simulaci**; In: Mladá Veda 2012 - Veda a krízové situácie [CD-ROM]. Žilina: Fakulta speciálního inženýrstva Žilinskej univerzity v Žiline, 2012, s. 66-73. ISBN 978-80-554-0575-9.

Říha, Z.; **Náklady silničních dopravců a ceny ropy**; In: CMDTUR 2012. Žilina: Žilinská univerzita v Žilině Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, 2012, s. I-293-I-299. ISBN 978-80-554-0512-4.

Říha, Z.; **Souvislosti mezi ekonomikou, dopravou a rozvojem společnosti - současnost a historie**; In: CMDTUR 2009. Žilina: Žilinská univerzita, 2009, díl 1, s. 198-207. ISBN 978-80-554-0132-4

Říha, Z. - Skolilová, P.; **Faktory v okolí podniku působící na jeho činnost a hospodářský výsledek v oblasti osobní letecké dopravy**; In: Diagnostika podniku, controlling a logistika [CD-ROM]. Žilina: ŽU Žilina - EDIS, 2012, s. 421-429. ISBN 978-80-554-0175-1

MONOGRAFIE

Říha, Z. - Fojtík, P.; **Jak se tvoří město: vývoj dopravního systému Prahy v období průmyslové revoluce**; 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2012. 188 s. ISBN 978-80-01-05029-3

Říha, Z.; **Environmental Kuznets Curve And Road Transport**, Lambert Publishing, 2013, ISBN 978-3-659-46051-7

ČLÁNKY V MEZINÁRODNÍCH RECENZOVANÝCH ČASOPISECH

Duchoň, B. - Faifrová, V. - Říha, Z.; **Technology, Environment, Economics, Management: 4 Factors of Engineering Education in the Global World**; In: Perner's Contacts [online]. 2012, vol. 7, no. 2, ISSN 1801-674X

Říha, Z. - Honců, M.; **Transport, Energy, Externalities and their Relation to Economic Output**; In: International Journal of Energy [online]. 2012, vol. 6, no. 3, ISSN 1998-4316

Říha, Z. - Honců, M.; **Transport Energy and Emissions and Their Relation to Economic Output** In: Journal of Engineering Management and Competitiveness [online]. 2012, vol. 2, no. 2, p. 1-10.

Říha, Z. - Duchoň, B.; **Energetics, Security and Sustainable Development of Cities**, In: Transactions On Transport Sciences, Ministry of Transport, volume 5, number 3, str. 143 – 150, 2012, ISSN 1802-971X

ČLÁNKY V ČESKÝCH A SLOVENSKÝCH ČASOPISECH

Říha, Z. - Fojtík, P.; **Tramvají po matce měst**; In: Tajemství české minulosti. 2012, roč. 3, č. 15, s. 78-81. ISSN 1804-2260

Říha, Z. - Jírová, V.; **Analýza ceny ropy**; In: Silnice železnice. 2011, roč. 6, č. 5, s. P2-XII-P2-XV. ISSN 1801-822X.

Říha, Z.; **Environmentální Kuznětsova křivka v silniční dopravě**; In: Silnice železnice. 2012, roč. 7, č. 2, s. 67-70. ISSN 1801-822X

Říha, Z.; **Rozhodovací kritéria přepravců v nákladní dopravě**; In: Silnice železnice. 2011, roč. 6, č. 5, s. P2-XVI-P2-XVIII. ISSN 1801-822X

Říha, Z.; **Historický vývoj dopravního systému města**; In: Reliant Logistic News - magazin pro výrobu, obchod a 3PL. 2009, roč. 6, č. 4, s. 26-28. ISSN 1802-3746

Říha, Z.; **Management nákladů dopravních firem v současných makroekonomických podmínkách**; Podniková ekonomika a manažment; č. 3, 2012; ISSN 1336 - 5878