



Štruktúrna dekompozícia emisií generovaných slovenskou ekonomikou¹

Michal Habrman

Inštitút finančnej politiky, Ministerstvo financií SR

Príspevok vychádza z dizertačnej práce, ktorá sa zaoberá identifikáciou a kvantifikáciou hlavných determinantov zmeny množstva emisií skleníkových plynov generovaných slovenskou ekonomikou. Hlavným cieľom práce bol rozklad zmeny množstva emisií generovaných slovenskou ekonomikou v rokoch 1995 až 2008 na zmenu vyvolanú technologickým pokrokom znižujúcim množstvo emisií na jednotku produkcie, na príspevok vyvolaný štruktúrnymi zmenami v ekonomike, príspevok vyvolaný zmenou v štruktúre konečného dopytu a na zmenu vyvolanú rastom celkovej úrovne konečného dopytu. Na rozklad sa použila metóda štruktúrnej dekompozície. Predmetom rozkladu boli nielen teritoriálne emisie generované na Slovensku (produkčný princíp), ale aj celkové emisie generované (nepriamo aj v iných krajinách) spotrebou na Slovensku (spotrebný princíp).

Úvod

Ekonomía sa čoraz viac začína zaujímať o environmentálnu udržateľnosť ekonomického rastu. Jedným z mnohých environmentálnych problémov ľudstva je globálne otepľovanie, pričom tento problém sa stáva stredobodom záujmu tzv. environmentálnej ekonomie.

Rastúce emisie skleníkových plynov spôsobujú zvýšenú koncentráciu týchto plynov v atmosfére. Tá zas spôsobuje prehrievanie zemskeho povrchu, čo vedie ku klimatickým zmenám. Nás zaujíma socioekonomická stránka problému, a to vzťah ekonomiky a generovaných emisií. Hospodárstvo produkuje emisie skleníkových plynov hlavne prostredníctvom rôznych spaľovacích procesov, ktoré sú nevyhnutné na získanie energie potrebnej v produkčnom procese.

Emisie generované ekonomikou sú dôsledkom rôznych socioekonomických faktorov. K týmto faktorom patrí napr. počet obyvateľov, veková štruktúra obyvateľstva, úroveň spotreby na osobu, štruktúra spotreby, krajina pôvodu spotrebných produktov, použité technológie pri výrobe týchto produktov, materiálové vstupy výroby, energetická náročnosť výroby, emisná náročnosť vyrobenej energie a mnohé ďalšie.

Najbežnejšie používané techniky na analýzu faktorov, resp. determinantov zmeny emisií v čase sú štruktúrna dekompozícia (*Structural decomposition analysis*; SDA) a dekompozícia indexov (*Index decomposition analysis*; IDA). IDA zachytáva iba priame vstupy. So zvyšujúcou sa špecializáciou produkcie a rozkladom výrobného procesu na viacero krokov sú však dôležité aj efekty generované nepriamo. To znamená nielen emisie generované u dodávateľov, ale aj emisie generované u dodávateľov týchto dodávateľov atď. v celom produkčnom reťazci. Toto vie zachytiť Leontiefov input-output model, z ktorého vychádza štruktúrna dekompozícia.

Väčšina prác sa zaoberá dekompozíciou emisií CO₂ alebo aj viacerých skleníkových plynov v rámci jednej krajiny, tzv. teritoriálnych emisií.² Dekompozícia emisií vrátane emisií obsiahnutých v importoch je veľmi zriedkavá a často býva založená na veľmi zjednodušujúcom predpoklade rovnakej environmentálnej technológie v zahraničí ako v domácej krajine.³

V dôsledku neustále rastúcej previazanosti ekonomík sa do popredia záujmu dostávajú aj emisie nepriamo generované v zahraničí. Navyše v prípade klimatických zmien ide o problém, ktorý nepozná hranice. K znižovaniu emisií vo vyspelých krajinách veľmi často dochádza presunom environmentálne náročných produktov do krajín so slabšími environmentálnymi štandardmi, hoci spotreba týchto produktov zostáva vo vyspelých krajinách. Takýto postup má, paradoxne, za následok ešte vyššie globálne emisie.

Kým v prípade štúdia teritoriálne definovaných emisií ide o tzv. produkčne orientovaný prístup (zaujíma nás, koľko emisií ekonomika krajiny vyprodukovala), v prípade štúdia emisií nepriamo generovaných aj v zahraničí ide o tzv. spotrebné orientovaný prístup. Pri spotrebné orientovanom prístupe skúmame, aké emisie boli vyprodukované (v krajine skúmania, ale nepriamo prostredníctvom importov aj v zahraničí) domácim dopytom v skúmanej krajine. Emisie obsiahnuté v spotrebe určitej krajiny sa v literatúre často označujú ako uhlíková stopa (*carbon footprint*).⁴

V literatúre sa vyskytujú dva hlavné prístupy k výpočtu uhlíkovej stopy, a to

- a) prístup založený na jednom regióne, ktorý používa pre importy rovnaké koeficienty emisnej náročnosti ako pre odvetvia domácej ekonomiky,
- b) prístup založený na multi-regionálnych input-output modeloch (MRIO), ktorý využíva pre

¹ Článok je zhrnutím dizertačnej práce s názvom Rozšírený Leontiefov model so štruktúrnou dekompozíciou, za ktorú autor získal prvú cenu v súťaži o Cenu guvernéra NBS pre študentov univerzít za výnimočnú dizertačnú, prípadne diplomovú prácu v oblasti menovej ekonomie, makroekonomie alebo finančnej ekonomie. V čase vypracovania dizertačnej práce autor pôsobil na Katedre hospodárskej politiky Národohospodárskej fakulty, Ekonomická univerzita v Bratislave.

² (De Haan, 2001; Seibel, 2003; Peters et al., 2007; Chang, Lewis a Lin, 2008; Lim, Yoo a Kwak, 2009; Yamakawa a Peters, 2011 a ďalší).

³ (Yabe, 2004; Duarte, Mainar a Sánchez-Chóliz, 2013; Brizga, Feng a Hubacek, 2014).

⁴ Princíp uhlíkovej stopy vychádza z konceptu ekologickej stopy (pozri Lenzen a Murray, 2003), ktorý začal byť populárny v environmentálnych štúdiách začiatkom 90. rokov uplynulého storočia.



2 CO₂e, čiže CO₂ ekvivalent, je prepočet skleníkových plynov na rovnakú mernú jednotku podľa ich vplyvu na globálne otepľovanie.

importy iné koeficienty emisnej náročnosti – podľa regiónov alebo krajín, odkiaľ importy pochádzajú.

Prístup založený na jednom regióne využíva iba národné input-output tabuľky, je jednoduchší, ale vedie k značnému skresleniu výsledkov, keďže rozdiely v emisnej náročnosti jednotlivých odvetví sú medzi krajinami veľmi veľké. Pri emisne nenáročných ekonomikách to vedie k podhodnoteniu uhlíkovej stopy, pretože väčšina importujúcich ekonomik je emisne náročnejšia. Pri emisne náročných ekonomikách tento prístup naopak vedie k nadhodnoteniu emisnej stopy za predpokladu, že dodávateľské ekonomiky sú väčšinou emisne menej náročné. Ďalšou nevýhodou je, že nevieme identifikovať krajiny pôvodu uhlíkovej stopy skúmanej ekonomiky.

Cieľom dizertačnej práce teda bolo pokúsiť sa o dekompozíciu nielen teritoriálnych emisií Slovenska, ale aj uhlíkovej stopy generovanej na základe MRIO modelu, a to za obdobie rokov 1995 až 2008 na zmeny vyvolané:

- technickým pokrokom znižujúcim množstvo emisií na jednotku produkcie,
- štruktúrnymi zmenami vo výrobnom procese,
- zmenami v štruktúre konečného dopytu,
- rastom konečného dopytu.

1. METÓDY SKÚMANIA

Na splnenie cieľov práce používame metódu štruktúrnej dekompozície, ktorá vychádza z environmentálne rozšíreného Leontiefovho (input-output) modelu:

$$\mathbf{g} = \mathbf{E} \mathbf{L} \mathbf{b} \mathbf{f} \quad (1)$$

V takomto environmentálnom modeli sú emitované emisie \mathbf{g} vyjadrené ako produkt emisnej náročnosti ekonomiky \mathbf{E} , štruktúry výroby \mathbf{L} , štruktúry konečného dopytu \mathbf{b} a celkovej úrovne konečného dopytu \mathbf{f} .

Pre výpočet a rozklad uhlíkovej stopy navyše potrebujeme rozšírenie základného Leontiefovho modelu na multiregionálny input-output model, pretože problém emisií a globálneho otepľovania nepozná hranice a preto je vhodné si všimnúť aj emisie generované v zahraničí:

$$\bar{\mathbf{g}} = \bar{\mathbf{E}} \bar{\mathbf{L}} \bar{\mathbf{b}} \mathbf{f}, \quad (2)$$

kde $\bar{\mathbf{g}}$ ($nc \times 1$; pričom n predstavuje počet odvetví a c počet skúmaných krajín) predstavuje celkové emitované emisie v domácej ekonomike, ako aj v ostatných ekonomikách. $\bar{\mathbf{E}}$ ($nc \times nc$) meria emisnú náročnosť odvetví v jednotlivých krajinách. $\bar{\mathbf{L}}$ ($nc \times nc$) predstavuje Leontiefovú inverznú maticu, kde prvok L_{ij}^{rs} predstavuje priamu a nepriamu medzispotrebu produkcie odvetvia i v krajine r na výrobu jednej jednotky produkcie odvetvia j v krajine s . Vektor $\bar{\mathbf{b}}$ ($nc \times 1$) definuje štruktúru konečného dopytu a \mathbf{f} jeho celkovú úroveň.

Pre dekompozíciu na jednotlivé faktory využívame polárnu štruktúrnu dekompozíciu (Dietzenbacher a Los, 1998), pričom pri dekompozícii teritori-

álnych emisií vychádzame z (1) a pri dekompozícii uhlíkovej stopy aplikujeme vzťah (2):

$$\begin{aligned} \Delta \mathbf{g} &= \frac{1}{2} \mathbf{e}'_d [(\Delta \mathbf{E}) \mathbf{L}^1 \mathbf{b}^1 \mathbf{f}^1 + (\Delta \mathbf{E}) \mathbf{L}^0 \mathbf{b}^0 \mathbf{f}^0] \\ &+ \frac{1}{2} \mathbf{e}'_f [(\Delta \mathbf{E}) \mathbf{L}^1 \mathbf{b}^1 \mathbf{f}^1 + (\Delta \mathbf{E}) \mathbf{L}^0 \mathbf{b}^0 \mathbf{f}^0] \\ &+ \frac{1}{2} \mathbf{e}'_d [\mathbf{E}^0 (\Delta \mathbf{L}) \mathbf{b}^1 \mathbf{f}^1 + \mathbf{E}^1 (\Delta \mathbf{L}) \mathbf{b}^0 \mathbf{f}^0] \\ &+ \frac{1}{2} \mathbf{e}'_f [\mathbf{E}^0 (\Delta \mathbf{L}) \mathbf{b}^1 \mathbf{f}^1 + \mathbf{E}^1 (\Delta \mathbf{L}) \mathbf{b}^0 \mathbf{f}^0] \\ &+ \frac{1}{2} \mathbf{e}'_d [\mathbf{E}^0 \mathbf{L}^0 (\Delta \mathbf{b}) \mathbf{f}^1 + \mathbf{E}^1 \mathbf{L}^1 (\Delta \mathbf{b}) \mathbf{f}^0] \\ &+ \frac{1}{2} \mathbf{e}'_f [\mathbf{E}^0 \mathbf{L}^0 (\Delta \mathbf{b}) \mathbf{f}^1 + \mathbf{E}^1 \mathbf{L}^1 (\Delta \mathbf{b}) \mathbf{f}^0] \\ &+ \frac{1}{2} \mathbf{e}'_d [\mathbf{E}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{b}^0 (\Delta \mathbf{f}) + \mathbf{E}^1 \mathbf{L}^1 \mathbf{b}^1 (\Delta \mathbf{f})] \\ &+ \frac{1}{2} \mathbf{e}'_f [\mathbf{E}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{b}^0 (\Delta \mathbf{f}) + \mathbf{E}^1 \mathbf{L}^1 \mathbf{b}^1 (\Delta \mathbf{f})] \end{aligned} \quad (3)$$

Prvé dva členy rozkladu kvantifikujú vplyv faktora zmeny priamej emisnej náročnosti, ďalšie dva členy vypovedajú o vplyve zmeny technológie, piaty a šiesty člen kvantifikujú vplyv zmeny v štruktúre konečného dopytu a posledné dva členy rozkladu hovoria o vplyve zmeny celkovej úrovne konečného dopytu. Na rozlíšenie efektu generovaného doma a v zahraničí používame elementárne vektory \mathbf{e}'_d ($1 \times nc$), resp. \mathbf{e}'_f ($1 \times nc$). Predmetom štruktúrnej dekompozície sú iba emisie generované pri výrobe. Okrem nich existujú emisie generované spotrebou statkov v domácnostiach. Tieto tvoria menej ako 10 % celkových emisií a ich zmena sa aditívne pripočíta k výsledkom štruktúrneho modelovania.

2. VÝSLEDKY PRÁCE

2.1 Štruktúrna dekompozícia teritoriálnych emisií

Štruktúrna dekompozícia emisií generovaných na Slovensku naznačuje, že k poklesu emisií na Slovensku v hodnote 4,3 megaton (Mt) CO₂e² (o 8 %) za obdobie 1995 až 2008 (graf 1) najviac prispelo zníženie priamych koeficientov emisnej náročnosti a zmeny v štruktúre výroby. Samotný faktor zmeny priamych koeficientov emisnej náročnosti (znižovanie emisií na jednotku produkcie vďaka lepším technológiám) prispel k zníženiu emisií o 21,4 Mt za predpokladu, že by sa ostatné faktory nemenili. V tom prípade by sa znížil objem vyprodukovaných emisií na Slovensku o 38 % oproti roku 1995. Zmeny v štruktúre výroby viedli k poklesu emisií ceteris paribus o 20,4 Mt, resp. o 37 %.

Pokles emisií spôsobený znižovaním priamych koeficientov emisnej náročnosti bol významný najmä po roku 2005. Nevieme úplne jednoznačne určiť, čo je skryté za znižovaním priamych koeficientov pracovnej náročnosti v tomto období, pretože klesali proporcionálne všetky odvetvia. Môže to byť spôsobené novými investíciami do



tzv. zelených technológií, motivovanými novou environmentálnou reguláciou, ktorej sa museli firmy po vstupe Slovenska do EÚ podriaďovať. Nepredpokladáme, že to bude spôsobené zmenou metodiky vykazovania, pretože v tom prípade by sme zaznamenali skok v údajoch a naše výsledky naznačujú zmenu tendencie.

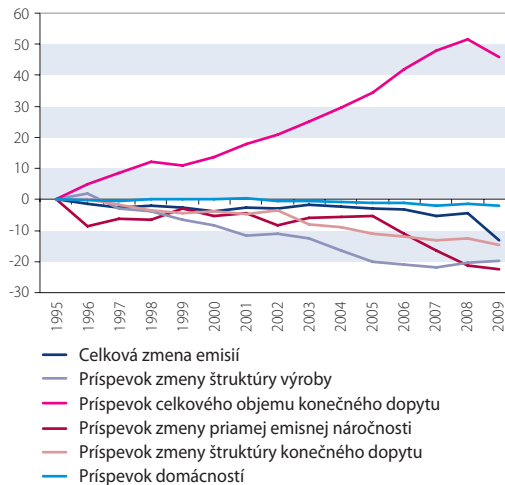
Znižovanie emisií v dôsledku zmeny štruktúry výroby bolo takmer rovnako významné ako znižovanie priamych koeficientov pracovnej náročnosti, čo sa v štúdiách za iné krajiny nevyskytuje. Toto znižovanie je rovnomerné počas celého skúmaného obdobia. Môže to byť spôsobené pozitívnymi zmenami v štruktúre medzispotreby (technologický pokrok prejavujúci sa poklesom náročnosti na materiálové vstupy, poklesom energetickej náročnosti, posunom od emisne náročných vstupov k emisne nenáročným) alebo aj posunom od domácich vstupov k importovaným, čím de facto generujeme stále viac emisií v zahraničí. Takmer polovica poklesu sa prejavuje v odvetví energetiky, čo poukazuje na významné znižovanie energetickej náročnosti produkcie na Slovensku.

K poklesu celkového objemu emisií prispel aj faktor zmeny v štruktúre konečného dopytu (pokles o 12,6 Mt, resp. o 23 %) a pokles emisií generovaných domácnosťami (o 1,6 Mt, resp. o 3 %). Obidva faktory prispievali rovnomerne počas celého sledovaného obdobia. Zmena štruktúry konečného dopytu (kde je najvýznamnejší predovšetkým nárast významu exportu motorových vozidiel a elektrických zariadení) viedla k rovnomernému poklesu emisií medzi odvetviami. Najväčší pokles zaznamenalo odvetvie energetiky, čo naznačuje, že v štruktúre konečného dopytu (domáci dopyt aj export) nastal posun smerom k výrobkom s nižšou energetickou náročnosťou (posun od tovarov k službám). Mierny nárast emisií bol v odvetviach výroba dopravných zariadení a výroba elektrických zariadení. Je to spôsobené tým, že tieto dve odvetvia získali v sledovanom období vyšší podiel na exporte, a teda aj na celkovom konečnom dopyte Slovenska.

Rast ekonomiky, konkrétnejšie celkového objemu konečného dopytu, naopak prispieval výrazne prorastovo k celkovému objemu emisií. Ak by sa nemenili ostatné faktory, spôsobil by rast konečného dopytu nárast emisií o 51,6 Mt, resp. o 93 %. Z časového hľadiska kopíroval rast emisií v dôsledku tohto faktora rast HDP. To znamená, že aj najvyššie prírastky boli v rokoch 2006 a 2007, keď ekonomika Slovenska rástla najvyšším tempom, a naopak, emisie spôsobené týmto faktorom poklesli v roku 2009 v dôsledku krízy a mierne aj v roku 1999 v dôsledku stagnácie ekonomiky.

Napriek veľmi vysokému rastu ekonomiky sa podarilo celkovú úroveň emisií v uvedenom období znižovať, čo znamená, že technologický pokrok a štruktúrne zmeny v ekonomike viac ako kompenzovali faktor rastu produkcie. Ide predovšetkým o znižovanie priamej emisnej náročnosti po roku 2005, o štruktúrne zmeny v podobe znižovania energetickej náročnosti výroby a posun

Graf 1 Kumulatívne príspevky k zmene emisií (v Mt CO₂e)



Zdroj: Vlastné výpočty.

finálneho dopytu od emisne náročných statkov k emisne menej náročným statkom (automobily, elektrotechnika) a k službám. Nie je však vylúčené, že uvedené sa podarilo aj za cenu presunutia niektorých emisne náročných výrob do zahraničia. To znamená, že celkový objem emisií, ktoré slovenská ekonomika priamo a nepriamo (vrátane zahraničia) generuje, je vyšší ako objem emisií vyprodukovaných len na Slovensku. Tento predpoklad skúmame prostredníctvom tzv. uhlíkovej stopy v nasledujúcej časti.

2.2 Uhlíková stopa Slovenska

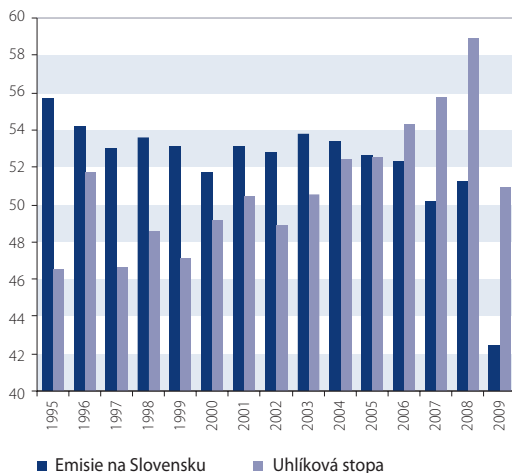
Ak posudzujeme emisie z geografického hľadiska (tzv. produkčný princíp), vychádza Slovensko relatívne pozitívne. Emisie v sledovanom období stagnovali alebo klesali. Ak však opustíme geografický princíp a zoberieme do úvahy všetky emisie, ktoré Slovensko (či už doma alebo v zahraničí) priamo a nepriamo generovalo spotrebou tovarov a služieb (tzv. spotrebný princíp), vychádza nepriaznivý výsledok.

Z výpočtov podľa environmentálne rozšíreného multiregionálneho input-output modelu vyplýva (graf 2), že emisie skleníkových plynov obsiahnuté v tovaroch a službách spotrebovaných na Slovensku (tzv. uhlíková stopa) v sledovanom období výrazne rástli. Od roku 1995 do roku 2008 vzrástla uhlíková stopa Slovenska z vyše 46 mil. ton CO₂e až na takmer 58 mil. ton CO₂e (o 34 %). Pozitívom je pokles v roku 2009 (o 8 mil. ton).

Uhlíková stopa slovenskej ekonomiky nemusí generovať emisie iba na Slovensku, ale veľká časť emisií je generovaná v zahraničí. Rozklad uhlíkovej stopy na krajiny, kde sú tieto emisie skleníkových plynov generované, ukazuje, že podiel Slovenska na vlastnej uhlíkovej stope sa znižuje z úrovne približne 60 až 65 % v 90. rokoch na 40 % na konci skúmaného obdobia (graf 3). Veľká časť slovenskej uhlíkovej stopy je generovaná v Rusku. Ide najmä o emisie generované v ruskom ťažobnom priemysle, energetike a doprave. Súvisí to najmä



Graf 2 Emisie skleníkových plynov slovenskej ekonomiky (1995 – 2009, v Mt CO₂e)



Zdroj: Vlastné výpočty.

s bilaterálnymi dodávkami nerastných surovín z Ruska na Slovensko. Signifikantný nárast emisií generovaných slovenským konečným dopytom je v prípade Číny. V tomto prípade nejde len o nárast emisií pochádzajúcich z bilaterálnych importov, ale aj sprostredkované cez dovoz z iných krajín. Čína je totiž zapojená do globálnych produkčných sietí natoľko, že jej produkcia je nepriamo prítomná v takmer každom produkte. V prípade Česka ide o tradičného obchodného partnera, takže aj emisie generované v Česku sú významné (2 – 3 Mt CO₂e), pričom ide o vyrovnaný mix rôznych odvetví.

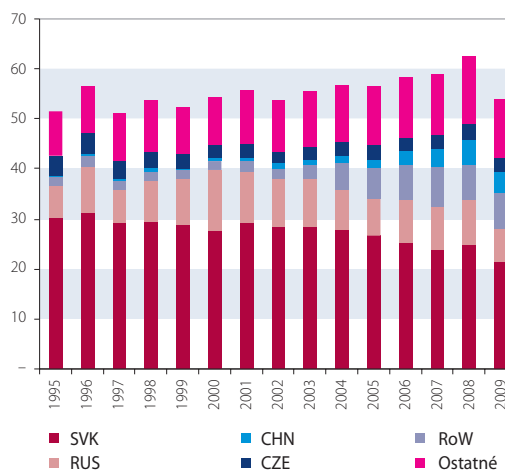
Zaujímavosťou je, že približne polovica emisií generovaných na Slovensku priamo alebo nepriamo súvisí so spotrebou na Slovensku. Druhá polovica emisií je obsiahnutá v exporte krajiny a započítava sa do uhlíkovej stopy ostatných krajín (25 vs 26 Mt CO₂e v roku 2008), čo súvisí s veľkou orientáciou slovenskej ekonomiky na export.

Ak berieme do úvahy len odvetvia, kde emisie vznikajú, väčšina emisií vyvolaných konečným dopytom je generovaná v odvetví energetiky (25 %, z čoho len 10 percentuálnych bodov tvorí energetika Slovenska), potom v poľnohospodárstve (13 %, z čoho 4 percentuálne body tvorí poľnohospodárstvo na Slovensku) a v ťažobnom priemysle (11 %, z čoho 1,5 percentuálneho bodu tvorí ťažobný priemysel na Slovensku). Top 9 odvetví plus slovenské domácnosti tvoria 88 % uhlíkovej stopy, zvyšných 25 odvetví generuje len 12 % celkového počtu emisií.

2.3 Štruktúrna dekompozícia uhlíkovej stopy

Rast absolútnej úrovne domáceho dopytu na Slovensku generoval približne rovnaký príspevok emisií na Slovensku (+ 39 %) aj v zahraničí (+ 41 %) (graf 4). To znamená, že rast spotreby bol satureovaný domácimi tovarmi a službami približne rovnakým objemom (v emisnom, nie v nominálnom vyjadrení) ako importovanými tovarmi a službami.

Graf 3 Krajiny pôvodu slovenskej uhlíkovej stopy (v Mt CO₂e)



Zdroj: Vlastné výpočty.

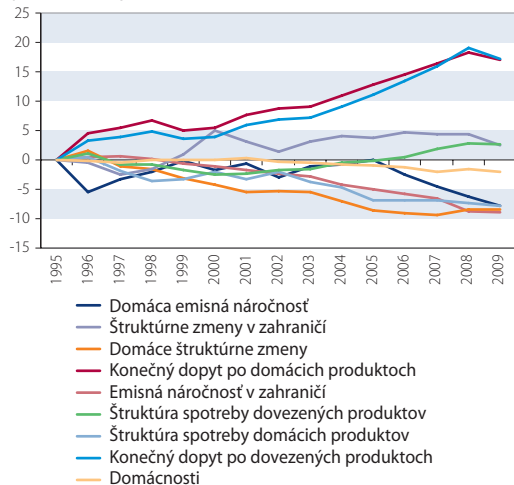
Zmeny v štruktúre finálneho domáceho dopytu viedli k poklesu emisií generovaných vo vnútri krajiny a k rastu emisií generovaných v zahraničí. V prvom prípade to viedlo k poklesu celkovej uhlíkovej stopy o 16 %, v druhom prípade k nárastu o 6 %. Pokles emisií generovaných na Slovensku bol dôsledkom dvoch faktorov – posunu konečnej spotreby od statkov náročných na emisie k statkom menej náročným na emisie (napr. posun spotreby od tovarov k službám) a nahradenia domácej produkcie importmi. Zvolený model nedokáže exaktne rozlíšiť tieto dva faktory.

Zmeny v štruktúre produkcie viedli k podobným výsledkom ako v prípade zmien v štruktúre finálneho domáceho dopytu. Zmena v medzispotrebe domácich vstupov viedla k zníženiu celkových emisií o 18 %. Tento pokles bol spôsobený technologickým pokrokom na Slovensku (nižšia materiálová a energetická náročnosť alebo posun od emisie náročných vstupov k emisie menej náročným vstupom) a posunom od domácich vstupov k zahraničným vstupom ako dôsledok pokračujúceho procesu fragmentácie produkčných reťazcov. Zmena v medzispotrebe importovaných vstupov viedla k zvýšeniu celkových emisií o 9,5 %. Je málo pravdepodobné, že by sa štruktúra výroby v zahraničí posunula od emisie menej náročných vstupov k emisie náročnejším vstupom (technologický regres). Predpokladáme, že ide o trend nahradenia domácich vstupov zahraničnými z krajín s nižšími emisnými štandardmi a teda aj s vyššou emisnou náročnosťou (napr. nahradenie domácich komponentov komponentmi z Číny).

Pokles priamej emisnej náročnosti významne prispieval k zníženiu generovaných emisií na Slovensku aj v zahraničí. Kým emisie generované v zahraničí ako dôsledok zníženia emisnej náročnosti produkcie klesali kontinuálne počas celého sledovaného obdobia (-19 %), na Slovensku to bolo predovšetkým po roku 2005 (-13 %). Kým za 10 predchádzajúcich rokov (1995 – 2005) bol príspevok nulový, v nasledujúcich štyroch rokoch



Graf 4 Kumulatívne príspevky k zmene emisií (v Mt CO₂e)



Zdroj: Vlastné výpočty.

(2005 – 2009) bol kumulatívny príspevok zníženia priamej emisnej náročnosti až 8 Mt (tempo rýchlejšie ako rast dopytu po domácich produktoch). Tento pokles bol proporcionálny takmer vo všetkých odvetviach. Možno vysvetlenie by mohlo súvisieť so vstupom Slovenska do EÚ, čoho dôsledkom boli prísnejšie environmentálne štandardy, ktorým sa slovenské firmy museli podriaďovať, alebo to môže súvisieť s priamymi zahraničnými investíciami, ktoré priniesli nové emisne nenáročnejšie technológie, čím ovplyvnili aj domáce firmy vyrábajúce pre domáci trh a nie pre export. Podobný vývoj zaznamenali aj pobaltské krajiny (Brizga, Feng a Hubacek, 2014).

Zatiaľ čo uhlíková stopa Slovenska vzrástla za skúmané obdobie 1995 – 2008 o 27 %, teritoriálne emisie klesli o 8 %. Táto veľká disproporcija sa nedá vysvetliť iba nahradením domácich statkov v medzispotrebe a v konečnom dopyte importmi (ktoré teritoriálne emisie nezachytia, ale uhlíková stopa áno). Ak navyše konečný dopyt ťahal uhlíkovú stopu kumulatívne tempom 80 % a teritoriálne emisie tempom 93 %.

Predpokladáme, že nahradenie domácej produkcie dovozmi automaticky vedie k zvýšeniu slovenskej uhlíkovej stopy, pretože väčšina importov pochádza z krajín s vyššou emisnou náročnosťou, ako má Slovensko.

Posun od domácich vstupov, resp. produktov konečnej spotreby k importovaným vedie k prirodzenému zvýšeniu uhlíkovej stopy z dôvodu veľmi nízkej emisnej náročnosti energetického sektora na Slovensku. A energetický sektor je priamo alebo nepriamo významným dodávateľom pre akúkoľvek produkciu. Energetika zodpovedá v priemere za viac ako štvrtinu všetkých emisií skleníkových plynov. Na 1 milión USD generuje odvetvie energetiky na Slovensku 513 ton CO₂e. Hlavní obchodní partneri Slovenska majú niekoľkonásobne vyššiu emisnú náročnosť energetiky (s výnimkou Rakúska a Francúzska). Tento rozsah sa pohybuje od 249 ton v Rakúsku do 12 724 ton v Indii.

Nízka emisná náročnosť energetického priemyslu na Slovensku je dôsledkom vysokého podielu atómovej a vodnej energie, ktoré neprodukujú prakticky žiadne emisie. Menej ako 20 % spotreby elektrickej energie je krytých tepelnými elektrárnami, ktoré generujú podstatnú časť emisií.

Slovensko má v porovnaní s ostatnými krajinami veľmi nízku emisnú náročnosť aj v prípade poľnohospodárstva (orientácia najmä na rastlinnú produkciu negenerujúcu metán) a v pozemnej doprave. Naopak veľmi vysokú emisnú intenzitu zaznamenáva aj napriek veľkému poklesu z predchádzajúceho obdobia v prípade chemického priemyslu.

ZÁVER

Práca skúma emisie nielen z pohľadu teritoriálneho (produkčný princíp), ale skúma aj emisie generované v zahraničí ako dôsledok domáceho konečného dopytu (spotrebný princíp).

Výsledky dekompozície teritoriálnych emisií sú v súlade s literatúrou, prekvapuje však silný efekt štruktúrnych zmien v porovnaní s inými krajinami. Ten vyplýva z intenzívneho zapojenia slovenskej ekonomiky do medzinárodnej delby práce, čo súvisí s vertikálnou špecializáciou výroby v rámci globálnych hodnotových reťazcov. Teda nielen znižovanie energetickej a materiálnej náročnosti, ale aj zvyšujúci sa podiel dovozov na materiálových vstupoch výroby mali významný vplyv na poklese teritoriálnych emisií.

Taktiež prekvapuje rozdielny vývoj faktora emisnej náročnosti pred rokom 2005 a po tomto roku. Kým v období do roku 2005 faktor emisnej intenzity takmer vôbec neovplyvňoval na zníženie celkových emisií, po tomto roku spôsobilo prudké znižovanie emisnej náročnosti významný pokles celkových emisií aj napriek silnému ekonomickému rastu.

Teritoriálne emisie sú zastúpené predovšetkým v odvetviach ako energetika, hutníctvo, chemický a petrochemický priemysel, čo je špecifickým prípadom Slovenska, pretože v zahraničí sú emisie zastúpené okrem energetiky najmä v poľnohospodárstve a v ťažobnom priemysle.

Spotrebné definované emisie, tzv. uhlíková stopa, na rozdiel od teritoriálnych emisií v uvedenom období rástli. Uhlíková stopa Slovenska je teda vyššia ako teritoriálne emisie, čo potvrdzuje náš predpoklad o presune environmentálne náročných produkcií do iných krajín. Kým v roku 1995 tvorili vyše 60 % uhlíkovej stopy domáce emisie, v roku 2008 to bolo už len 40 %. Výrazne vzrástol podiel emisií generovaných v zahraničí. Najväčší podiel na slovenskej uhlíkovej stope má Rusko a Čína. Nahradenie domácej produkcie importmi vedie k prirodzenému rastu slovenskej uhlíkovej stopy, pretože takmer všetci obchodní partneri Slovenska majú niekoľkonásobne vyššiu emisnú náročnosť odvetvia energetiky, ktorá nepriamo vstupuje do výroby všetkých tovarov a služieb a tvorí približne štvrtinu globálnych emisií skleníkových plynov. Nízka emisná náročnosť slovenskej energetiky je dôsledkom veľmi vysokého využitia atómovej a vodnej energie v energetickom mixe krajiny.

Použitá literatúra:

- BRIZGA, J. – FENG, K. – HUBACEK, K. (2014) Drivers of greenhouse gas emissions in the Baltic states: A structural decomposition analysis. In *Ecological Economics*. č. 98, s. 22-28, ISSN 0921-8009.
- DUARTE, R. – MAINAR, A. – SÁNCHEZ-CHÓLIZ, J. (2013) The role of consumption patterns, demand and technological factors on the recent evolution of CO₂ emissions in a group of advanced economies. In *Ecological Economics*. č. 96, s. 1-13, ISSN 0921-8009.
- CHANG, Y. F. – LEWIS, Ch. – LIN, S. J. (2008) Comprehensive evaluation of industrial CO₂ emission (1989-2004) in Taiwan by input-output structural decomposition. In *Energy Policy*. Roč. 36, s. 2471-2480. ISSN 0301-4215.
- DE HAAN M. (2001) A structural decomposition analysis of pollution in the Netherlands. In *Economic Systems Research*. Roč. 13, č. 2, s. 181-196, ISSN 0953-5314.
- DIETZENBACHER, E. – LOS, B. (1998) Structural Decomposition Techniques: Sense and Sensitivity. In *Economic Systems Research*. Roč. 10, s. 307-323, ISSN 0953-5314.
- LENZEN, M. – MURRAY, S. A. (2003) The ecological footprint – issues and trends. ISA Research paper 01-03. The University of Sydney, 26 s.
- LIM, H. J. – YOO, S. H. – KWAK, S. J. (2009) Industrial CO₂ emissions from energy use in Korea: A structural decomposition analysis. In *Energy Policy*. Roč. 37, s. 686-698. ISSN 0301-4215.
- PETERS G.P. et al. (2007) China's growing CO₂ emissions: A race between increasing consumption and efficiency gains. In *Environmental Science and Technology*. Roč. 41, s. 5939 – 5944, ISSN 0013-936X.
- SEIBEL, S. (2003) Decomposition analysis of carbon dioxide emission changes in Germany – Conceptual framework, and empirical results. In *European Commissions Working Papers and Studies*, THEME 2 Economy and finance. Eurostat publications, February 2003. ISSN 1725-0625.
- SU, B. – WANG, B. (2012) Structural decomposition analysis applied to energy and emissions: Some methodological developments. In *Energy Economics*. Roč. 34, s. 177-188. ISSN 0140-9883.
- YABE, N. (2004) An analysis of CO₂ emissions of Japanese industries during the period between 1985 and 1995. In *Energy Policy*. Roč. 32, č. 5, s. 595 – 610, ISSN 0301-4215.
- YAMAKAWA, A. – PETERS, G. P. (2011) Structural decomposition analysis of greenhouse gas emissions in Norway 1990 – 2002. In *Economic Systems Research*. Roč. 23, č. 3, s. 303-318, ISSN 0953-5314.