

ROZDIELY V EFEKTÍVNOSTI INOVAČNÝCH SYSTÉMOV SLOVENSKA A VYBRANÝCH KRAJÍN EURÓPSKEJ ÚNIE

Peter Adamovský, Vladimír Gonda*

Abstract

Differences in Efficiency of National Innovation Systems of Slovakia and Selected EU Countries

The aim of the paper is to identify differences in innovation efficiency of national innovation systems of Slovakia and selected countries of the European Union (Austria, Belgium, Bulgaria, the Czech Republic, Estonia, Germany, Romania and Sweden) in the period 2006–2015. The relative efficiency model applied uses a non-parametric method known as data envelopment analysis (DEA) in a super-efficiency version with a constant-returns-to-scale technology and input orientation. The data selection is based on innovation indicators and methodological aspects of the model. The authors discovered that Austria and Germany achieved an efficient score for technological efficiency, Belgium, Estonia, Romania and Slovakia for economic efficiency, and only Austria for overall efficiency. The research identifies peers for Slovakia among all the EU countries at all levels of efficiency, provides several recommendations for improvement and also confirms the existence of small countries' resulting bias.

Keywords: data envelopment analysis (DEA), super-efficiency, national innovation system, Slovak Republic, European Union

JEL Classification: O31, O32, C14

Úvod

Vedecké pochopenie príčin a faktorov, určujúcich rast bohatstva a blahobytu spoločnosti, je predmetom skúmania od čias A. Smitha. Také faktory ako prírodné zdroje, rast obyvateľstva, industrializácia, geografická poloha a podnebie, vojenské konflikty a pod. nepochybne zohrali v minulosti svoju úlohu. Relatívna dôležitosť týchto faktorov sa však v priebehu času menila. Ku kľúčovým faktorom rastu v súčasnom období patria technologický rozvoj, tvorba nových znalostí a inovácie. Význam inovácií ako hnacej sily ekonomického rastu a konkurencieschopnosti v posledných desaťročiach rastie v dôsledku celoplošného presadzovania sa globalizačných procesov. Jedným z motorov napredovania procesu globalizácie je vedecko-technický pokrok premietnutý do vzniku nových technológií (Baláž, Verček, 2002). V súvislosti s globalizačnými procesmi a rôznymi

* **Peter Adamovský** (adamovskypeter@atlas.sk); **Vladimír Gonda** (vladimir.gonda@euba.sk), Ekonomická univerzita v Bratislave, Národohospodárska fakulta.
Článok je výstupom grantov VEGA 1/0393/16 – *Európska únia v pokrízovom období – makroekonomické a mikroekonomické aspekty* a VEGA 1/0246/16 – *Efektívnosť fiškálnej a monetárnej politiky v priebehu ekonomického cyklu*.

predpokladmi krajín a regiónov pre rast konkurencieschopnosti sa do popredia záujmu dostáva konkurencieschopnosť národných ekonomík a svetových regiónov – nadnárodných ekonomických celkov (Klvačová, Malý, Mráček, 2008). Rozvinuté trhové ekonomiky (RTE) vyčerpali komparatívne výhody, ktoré mali donedávna k dispozícii, a postupne prestali byť konkurencieschopné v oblastiach priemyslu závislých od nízkej ceny práce a nízkych nákladov. V podmienkach zostrujúceho sa konkurenčného boja v globálnom priestore je jedinou šancou pre RTE rýchle presadzovanie vedecko-technického pokroku a komerčné využívanie jeho výsledkov. Podľa názoru viacerých odborníkov sú inovácie prakticky jediným dostupným nástrojom na zabrzdenie súčasnej expanzie ázijských ekonomík.

Podpora inovácií je dôležitým faktorom dynamického rozvoja konkurencieschopného hospodárstva. Údaje Globálneho inovačného indexu 2017 – GII (Cornell University, Insead, WIPO, 2017) potvrdzujú, že úroveň národnej konkurencieschopnosti je vo veľkej miere podmienená rozvojom inovácií v tejto krajine. Inovácie sú aktívnym článkom vo všetkých sférach spoločnosti, stali sa hlavnou hybnou silou hospodárskeho a sociálneho rozvoja. Nato, aby krajina bola úspešná v konkurenčnom boji, musí zvyšovať svoju inovačnú výkonnosť a efektívnosť a tým vytvárať prostredie priaznivé pre rýchlu a masívnu produkciu komerčne využiteľných inovácií.

Prostriedkom na riešenie globálnych výziev, ktorým v súčasnosti čelí Európska únia (EÚ) – rastúca globálna konkurencia vo svete, demografické zmeny a starnutie obyvateľstva, energetická bezpečnosť, klimatické zmeny či znečisťovanie životného prostredia – je predovšetkým inovatívnosť v širokom zmysle slova, ktorá sa aj stala základom hospodárskej stratégie Európa 2020 a jej kľúčovej iniciatívy – Únie inovácií. Práve inovácie považuje EÚ za rozhodujúci faktor konkurencieschopnosti európskych ekonomík a podnikov a hlavný generátor nových produktov a služieb (Gonda, 2014). Predmetná adaptačná stratégia sa opiera o efektívne využívanie rôznych vedeckých projektov a nových inovačných systémov. Ich následné komerčné využívanie by mohlo mať významný vplyv na obnovenie konkurencieschopnosti ich nositeľov, či už ide o firmy, štáty alebo celú integračnú komunitu.

Členské štáty EÚ sa snažia samy presadiť vo svete a zároveň zabezpečiť dlhodobý rozvoj integračného zoskupenia. Preto je pre ne veľmi dôležité rozvíjať inovačnú aktivitu podľa vzorových krajín. Z hodnotení inovačnej výkonnosti European Innovation Scoreboard 2017 – EIS (Európska komisia, 2017) a GII vyplýva, že vedúce pozície z členských štátov Únie dosahujú predovšetkým škandinávске krajiny. Národný inovačný systém (NIS) Slovenska vykazuje naproti tomu podpriemerné výsledky. Podľa uvedených ukazovateľov SR zaostáva za výkonnejšími krajinami najmä kvôli slabému financovaniu výskumu a vývoja (R&D) a pomalej difúzii zahraničných inovácií. Krajina navyše vykazuje nedostatky v technologickom transfere, kvôli čomu mnoho lokálnych invencií a nápadov sa nepremieňa na inovácie. Napriek podpriemerným výsledkom má SR potenciál pre tvorbu inovácií a využitie kvality ľudského kapitálu v budúcnosti. Východiskom pre dosiahnutie lepšieho stavu v tejto oblasti je dôkladná analýza a komparácia inovačnej výkonnosti a zároveň aj inovačnej efektívnosti slovenského NIS v rámci EÚ vedúca k identifikácii vzorových krajín.

Cieľom článku je identifikovať rozdiely v inovačnej efektívnosti NIS Slovenska a vybraných krajín EÚ cez model využívajúci super-efektívnotnú *Analýzu obálky dát* (*data envelopment analysis*, DEA) s konštantnými výnosmi z rozsahu v referenčnom období 2006–2015 a zároveň identifikovať vzorové krajiny pre SR. Naplneniu tohto cieľa je prispôbená aj štruktúra článku. Článok má štyri časti, jeho organizácia je nasledujúca. Prvá časť je venovaná stručnému prehľadu literatúry o inovačných teóriách a národných inovačných systémoch, druhá časť obsahuje opis dát a metodológie výskumu vrátane popisu aplikovanej metódy, tretia časť prezentuje empirické výsledky uskutočneného výskumu a štvrtá časť je venovaná diskusii, v ktorej sa komentujú dosiahnuté výsledky a poznatky v konfrontácii s výsledkami iných autorov. Článok ukončujú závery, ktoré obsahujú zhrnutie dosiahnutých výsledkov, a prílohy, dokumentujúce konkrétne empirické výsledky analýzy.

1. Prehľad literatúry

Prvé inovačné teórie pracovali s inováciami ako novými kombináciami výrobných faktorov v individuálnej aktivite podnikateľa (Schumpeter, 1987). Neskôr teórie endogénneho ekonomického rastu (Romer, 1986; Lucas, 1988; Barro, 1990) odklonili pohľad vedy z úlohy celkovej produktivity a prerozdelenia výrobných faktorov na úlohu efektu prelievania, ľudského kapitálu a znalostí. Jedným z dôležitých objavov bola identifikácia možnosti existencie rastúcich výnosov z rozsahu v prípade využitia znalostí v produkčnom procese (Romer, 1986). Súčasný koncept inovačných systémov posúva výskum bližšie ku kolektívnemu podnikaniu (Lundvall, 2010). Podstatou tézy o kolektívnej produkcii inovácií je proces učenia sa zabezpečujúci rozvoj ľudského kapitálu a nadobúdanie znalostí prostredníctvom každodenných činností. V súčasnom výskume sa stal všeobecne rozšírený systémový prístup. Podľa Lundvalla (2010, s. 2) sa inovačný systém skladá z „niekoľkých diskretných prvkov a vzťahov, ktoré na seba vzájomne pôsobia pri produkcii, difúzii a využívaní nových a ekonomicky využiteľných znalostí“. Výskum systémov musí brať do úvahy špecifiká geografických celkov, definovaných národnými alebo regionálnymi hranicami. Jednou zo základných úrovní prístupu je národný inovačný systém¹, komplexne skúmaný od prelomu 80. a 90. rokov 20. storočia Freemanom (1987) porovnávajúcim vedecko-technologické prvky a ich vplyv na NIS v Japonsku, USA a západnej Európe, Lundvallom (1992) definujúcim podstatu pojmov NIS a interaktívneho učenia sa a Nelsonom (1993) s komparáciou štúdií o NIS sedemnástich svetových krajín – veľkých trhovo orientovaných, menších s vysokými príjmami a novoindustrializovaných. Lundvall (2010) ohraničuje definíciu NIS len na tie prvky a vzťahy, ktoré sú vnorené medzi štátne hranice. NIS majú rozličnú veľkosť, určenú veľkosťou populácie, HDP na obyvateľa kvôli schopnosti rozlíšiť ekonomiky na rôznych stupňoch vývoja, a tiež kvalitou prepojení medzi aktérmi systému ako sú vláda, výskumné inštitúcie a súkromný sektor. Nevýhody malých krajín z hľadiska počtu obyvateľov môžu tak byť prekonané silným rozvojom krajiny (Roolaht, 2012).

1 Okrem NIS existujú koncepty ako regionálny inovačný systém (Cooke, Uranga a Etxebarria, 1997), technologický systém (Carlsson a Stankiewicz, 1991), sektorálny prístup (Malerba, 2002) a i.

Zo slovenských autorov sa výskumu NIS venovali Brzica *et al.* (2011; 2014), ktorí skúmali vzťahy medzi aktérmi zapojenými do technologického a inovačného rozvoja, resp. vnútorné a vonkajšie faktory motivácie inovačného konania aktérov NIS, či Jeck (2009) analyzujúci technologickú a inovačnú pozíciu SR v medzinárodnom kontexte. Košturiak a Debnár (2007) skúmali inovačný cyklus podniku, priebeh inovačných procesov a znalostný manažment, Delina a Tkáč (2010) rozoberali vzťah medzi využívaním informačných a komunikačných technológií a produktivitou organizácií, Košturiak (2010; 2014) skúmal inovácie a znalosti v podnikoch ako kľúčové faktory konkurencieschopnosti, pričom analyzoval inovatívne metódy v podnikateľských modeloch.

V kontexte našej práce spomeňme z významných českých ekonómov K. Mráčka, ktorý skúmal možnosti a hranice výskumných a inovačných politík pre zvyšovanie konkurencieschopnosti ekonomiky EÚ (Klvačová, Malý, Mráček, 2008) a potvrdil dôležitosť výskumu, vývoja, inovácií a vzdelávania v stratégiách konkurencieschopnosti Únie (Mráček, 2011). Iným českým autorom statí v tejto oblasti je M. Mejstřík, ktorý sa orientoval na analýzu úlohy malých firiem pri formovaní československého výrobného sektora (McDermott, Mejstřík, 1992) a na porovnanie výziev spojených s kreatívnou deštrukciou v Českej republike a na Slovensku (Mejstřík, 2016).

2. Metodika článku a aplikované dáta

Vedecká obec zvykne porovnávať NIS cez modely inovačnej výkonnosti. Doplňujúcimi meraniami sú modely inovačnej efektívnosti. Zhang (2013, s. 24) definuje efektívnosť NIS ako „maximalizáciu národného inovačného výstupu cez efektívnu vnútornú alokáciu zdrojov a prevádzku systému pri daných faktorových vstupoch“. Efektívnosť by mala byť meraná z technologického aj ekonomického hľadiska s cieľom identifikovať NIS Paretovo optimum.

Základným meraním efektívnosti sú pomerové ukazovatele výstup/vstup, ktoré však neponúkajú dostatočnú informačnú hodnotu o význame vstupov. Inými nástrojmi sú parametrické metódy založené na stochastickom odhadovaní efektívnosti cez produkčné funkcie a parametre. Niektorí autori (Link, 1996; Rousseau, Rousseau, 1997) poukazujú na nepresné odhady produkčnej funkcie. Napokon, neparametrické metódy identifikujú hodnoty efektívnosti na základe empirickej hranice efektívnosti pokrývajúcej pozorované objekty analýzy (Kotsemir, 2013).

Najdôležitejšou neparametrickou metódou je *analýza obálky dát* autorov Charnesa, Coopera a Rhodesa (1978) zameraná na formovanie *hranice produkčných možností (production possibility frontier, PPF)* z empiricky získaných dát bez potreby identifikácie váh pre vstupy a výstupy. PPF predstavuje špecifickú krivku obaľujúcu dáta *rozhodovacích jednotiek (decision making unit, DMU)*. DMU je 100-percentne efektívna, ak leží na PPF krivke s hodnotou efektívnosti „1“. DEA metódu aplikujeme kvôli jej výhodám vrátane schopnosti práce s viacerými premennými bez potreby predpokladu funkčnej formy, priamej možnosti porovnávania vzorových DMU pre sledované DMU (rovesníkov) a možnosti využitia dát uvádzaných v rôznych jednotkách. Alternatívami k základnému DEA

modelu s technológiou *konštantných výnosov z rozsahu* (*constant returns to scale*, CRS) sú modely s premenlivými (VRS)², klesajúcimi (DRS)³ a rastúcimi (IRS)⁴ výnosmi z rozsahu a modely s voľným použitím (FDH)⁵ a voľnou opakovateľnosťou (FRH)⁶ (Bogetoft, Otto, 2011). DEA modely sa ďalej členia podľa orientácie na vstupne orientované, výstupne orientované a neorientované modely, a na radiálne a neradiálne modely. Radiálne modely (CRS a VRS modely) identifikujú mieru efektívnosti a potrebu proporcionálnej redukcie vstupov, resp. expanzie výstupov, pre zabezpečenie efektívnosti DMU. Neradiálne modely (aditívne – ADD⁷ a ľahostajné – SBM⁸ modely) sa orientujú na neproporcionálne zmeny vo vstupoch a výstupoch pre dosiahnutie efektívnosti (Mendelová, Bieliková, 2017). Andersen a Petersen (1993) modifikovali DEA metódu na super-efektívny DEA (Super-DEA) model pre rozlíšenie a zoradenie efektívnych DMU. Na rozdiel od tradičného DEA modelu, Super-DEA model nie je obmedzený maximálnym skóre „1“. Nech $T^*(\gamma | -k)$ je aproximáciou technológie využívajúcej γ predpoklady a založenej na všetkých pozorovaniach okrem prislúchajúcim k DMU k :

$$T^*(\gamma | -k) = \{(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in \mathbb{R}_+^m \times \mathbb{R}_+^n \mid \exists \lambda \in A^{K-1}(\gamma): \mathbf{x} \geq \sum_{j=k} \lambda^j \mathbf{x}^j, \mathbf{y} \leq \sum_{j=k} \lambda^j \mathbf{y}^j\}. \quad (1)$$

Potom efektívnosť (x^k, y^k) relatívne k $T^*(\gamma | -k)$ sa nazýva super-efektívnosť:

$$E^{SUPk} = E((x^k, y^k); T^*(\gamma | -k)) \quad F^{SUPk} = F((x^k, y^k); T^*(\gamma | -k)), \quad (2)$$

kde E je vstupná efektívnosť, F je výstupná efektívnosť, k a γ popisujú technológiu, λ dôležitosť DMU v modeli, x je množstvo použitého vstupu, y množstvo produkovaného výstupu a T^* odhadnuté technologické nastavenie produkčného procesu (Bogetoft, Otto, 2011). Výsledky pri VRS technológii sa podľa predpokladov vychádzajúcich z endogénnych teórií rastu (Romer, 1986; Lucas, 1988; Barro, 1990) najviac približujú realite, avšak Super-DEA nedokáže pri tejto technológii pri niektorých efektívnych DMU priradiť dosiahnuteľné skóre (Seiford, Zhu, 1999; Chen, 2005; Cook, Seiford, 2009). Aplikáciou základnej CRS technológie získavame kompletné údaje na komparáciu. Skóre efektívnosti môže byť zároveň silne skreslené štatistickým šumom, obsahom výberu DMU a výsledkovým skreslením malých NIS (Kotsemir, 2013). Inovačná efektívnosť bola cez DEA modely hodnotená aj v prácach Rousseau, Rousseau (1997), Hollanders, Esser (2007), Sharma, Thomas (2008) a Zhang (2013).

DEA metóda umožňuje aj zoradenie DMU a určenie rovesníkov (Bogetoft, Otto, 2011). Ide o jednotky s kladnými váhami:

-
- 2 Z angl. *variable returns to scale*.
 - 3 Z angl. *decreasing returns to scale*.
 - 4 Z angl. *increasing returns to scale*.
 - 5 Z angl. *free disposal hull*.
 - 6 Z angl. *free replicability hull*.
 - 7 Z angl. *additive model*.
 - 8 Z angl. *slack-based model*.

$$Rovesníci = \left\{ k \in \{1, \dots, K\} \mid \lambda^k > 0 \right\}. \quad (3)$$

V článku využívame Super-DEA model s viacnásobnými premennými, CRS technológiou a orientáciou na vstupy aj výstupy z technologického, ekonomického a celkového pohľadu počas referenčného obdobia 2006–2015. Kým uvedený model pokrýva všetky krajiny EÚ, výsledky SR sú porovnané so stavom vo vybraných krajinách EÚ. Výber krajín vychádza zo snahy poukázať na rozdiely medzi výkonnosťnými skupinami podľa EIS. Z tohto dôvodu sme pre model vybrali z každej skupiny dve krajiny: inovační lídri – Nemecko a Švédsko, inovační nasledovníci – Belgicko a Rakúsko, priemerní inovátori – Česká republika a Estónsko a zaostávajúce krajiny – Rumunsko a Bulharsko.

Dynamické inovačné procesy závisia od individuálnej činnosti, ale aj od kooperácie prvkov NIS (Wang, Zhao, Zhang, 2016). Preto môžu mať vplyv na efektívnosť systému až o niekoľko rokov. Transformácia vstupov na technologické výstupy pred transformáciou technologických výstupov na ekonomické výstupy je predpokladom na časové oneskorenia pri oboch úrovniach efektívnosti. Podľa Griliches (1979) vyžadujú R&D procesy čas na skompletizovanie projektov, rozhodovanie o aplikácii a produkcii inovácie, objavenie inovácie spotrebiteľmi a prejavy na firemných výnosoch. Falk (2010) uvažuje o jednoročnom až dvojročnom oneskorení vplyvu R&D intenzity na rast firiem. Keďže firmy sú len jedným z prvkov inovačného systému, vplyv inovačnej produkcie na ekonomiku sa môže prejaviť až v nasledujúcom, treťom roku. V článku preto aplikujeme časové oneskorenia špecifikované v tabuľke 1.

Tabuľka 1 | Časové oneskorenia pri jednotlivých úrovniach inovačného procesu

Úroveň procesu	Sledované obdobie	Oneskorenia
Inovačné vstupy	2004–2012	bez oneskorenia
Technologické výstupy	2006–2014	2 roky
Ekonomické výstupy	2007–2015	3 roky

Zdroj: vlastné spracovanie

Model pracuje s dátami o inovačných vstupoch, technologických a ekonomických výstupoch získaných z databáz Eurostatu, Svetovej organizácie duševného vlastníctva (WIPO) a Svetovej banky. Sarkis (2007) navrhuje riešiť problémy rozličných jednotiek a veľkosti krajín cez normalizáciu dát. Výber dát pre DEA je obmedzený v počte premenných kvôli klesajúcej homogenite datasetu. Pravidlo podľa Bowlina (1998) hovorí o potrebe minimálneho počtu DMU v podobe trojnásobku počtu premenných v modeli. Naše modely preto pracujú s 28 DMU a 9 premennými. Čo sa týka dát, niektoré empirické štúdie (Sharma, Thomas, 2008; Zhang, 2013) identifikovali premenné s vplyvom na inovovanie. Indikátory vstupov môžu zahŕňať poplatky a ľudské zdroje vedúce k inováciám. Na základe uvedeného sme na strane vstupov aplikovali tieto premenné – *súkromné*

výdavky na výskum a vývoj (% HDP, Eurostat)⁹, vládne a univerzitné výdavky na výskum a vývoj (% HDP, Eurostat), ľudské zdroje zamestnané vo vedecko-technickom sektore na tisíc obyvateľov (Eurostat) a podiel vysokoškolsky vzdelaných obyvateľov vo vekovej skupine 30–34 rokov (% 30–34 ročných, Eurostat).

Technologické výstupy predstavujú prechodnú úroveň procesu. Patentové podiely dokážu komplexne reflektovať situáciu ohľadom inovácií a inovácií v krajine. Podľa Sharmu a Thomasa (2008), počty patentov súvisia s niektorými R&D vstupmi a konečnými výstupmi. Pre stranu technologických výstupov sme preto vybrali nasledujúce tri indikátory – celkový počet PCT patentových žiadostí na milión obyvateľov (WIPO a Eurostat), celkový počet žiadostí na ochrannú známku EÚ na milión obyvateľov (Eurostat) a celkový počet žiadostí na dizajn na milión obyvateľov (Eurostat).

Konečným cieľom inovovania je komercializácia inovácií a finálna produktivita NIS. Zlepšenia technológie vedú k zvýšeniu v celkovej produktivite výrobných faktorov a udržiavaniu ekonomického rastu v dlhom období (Sharma, Thomas, 2008). Komercializácia býva meraná trhovým podielom technológií na exporte a národná produktivita meraná ako HDP na obyvateľa. Na základe toho sme na strane ekonomických výstupov použili dva typy indikátorov – hrubý domáci produkt (v bežných trhových cenách, v miliónoch eur) na tisíc obyvateľov (Eurostat) a podiel vývozu špičkových technológií na celkovom exporte (% vyprodukovaných exportných produktov, Svetová banka).

3. Výsledky

Po aplikácii dát náš model vypočítal skóre technologickej, ekonomickej a celkovej efektívnosti krajín EÚ (tabuľky A1, A2 a A3 v prílohách). Prvá fáza modelovania bola zameraná na analýzu technologickej efektívnosti Slovenska a vybraných krajín EÚ v období 2006–2014 (tabuľka 2). Slovensko počas sledovaného obdobia neprekročilo prah technologickej efektívnosti. Najvyššie skóre efektívnosti dosiahlo v rokoch 2007 a 2011 (0,6) a najnižšie v roku 2014 (0,23). Nemecko a Rakúsko vykázali technologickú efektívnosť nad úrovňou „1“. Najvyššie skóre dosiahlo Nemecko v roku 2014 (2,59). Zatiaľ čo Švédsko dosiahlo zaujímavo nízke skóre počas sledovaného obdobia, efektívnosť Belgicka, Českej republiky a Estónska mala podobný charakter ako na Slovensku. Bulharsko a Rumunsko dosiahli na začiatku obdobia najnižšie skóre a na konci patrili k priemerným krajinám.

Niektoré malé európske NIS (Malta, Poľsko, Cyprus) dosiahli oveľa lepšie výsledky ako niektoré väčšie (Švédsko, Fínsko, Dánsko). Hoci tieto výsledky na prvý pohľad vyzerajú iracionálne, sú spôsobené výsledkovým skreslením malých NIS, podobne ako v štúdií Kotsemir (2013).

9 Chýbajúce údaje Írska pre rok 2015 sme nahradili predpoveďou na základe predchádzajúceho vývoja.

Tabuľka 2 | Technologická efektívnosť vybraných krajín Európskej únie v sledovaných rokoch

Krajiny	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Rakúsko	0,75	1,07	0,94	0,94	1,01	1,03	0,96	0,83	0,76
Belgicko	0,31	0,36	0,34	0,31	0,30	0,33	0,27	0,24	0,25
Bulharsko	0,08	0,79	0,77	0,53	0,54	0,51	0,35	0,38	0,20
Česká republika	0,40	0,48	0,44	0,45	0,51	0,58	0,47	0,31	0,30
Estónsko	0,33	0,33	0,33	0,42	0,49	0,49	0,24	0,22	0,17
Nemecko	0,64	1,98	2,12	2,13	2,08	2,21	2,24	2,44	2,59
Rumunsko	0,05	0,48	0,52	0,49	0,86	0,80	0,60	0,56	0,49
Slovensko	0,36	0,60	0,53	0,58	0,58	0,60	0,31	0,36	0,23
Švédsko	0,54	0,69	0,66	0,59	0,57	0,63	0,56	0,51	0,45

Poznámka: Tučným písmom sú vyznačené efektívne hodnoty.

Zdroj: vlastné výpočty podľa metodiky Bogetofta a Otta (2011)

Tabuľka 3 | Ekonomická efektívnosť vybraných krajín Európskej únie v sledovaných rokoch

Krajiny	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Rakúsko	0,26	0,28	0,29	0,34	0,35	0,40	0,38	0,43	0,41
Belgicko	1,02	1,17	1,14	1,10	1,21	1,39	1,12	1,02	0,76
Bulharsko	1,00	0,45	0,65	0,66	0,60	0,60	0,75	0,62	0,66
Česká republika	0,72	0,62	0,70	0,76	0,70	0,75	0,63	0,72	0,73
Estónsko	0,80	0,55	0,49	0,50	0,54	0,59	1,32	0,99	0,66
Nemecko	0,21	0,22	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,42	0,47
Rumunsko	1,36	0,76	1,83	1,69	0,92	0,45	0,60	1,04	1,09
Slovensko	0,85	0,87	0,73	0,85	0,86	0,92	1,28	1,32	0,94
Švédsko	0,37	0,35	0,33	0,43	0,51	0,57	0,57	0,61	0,58

Poznámka: Tučným písmom sú vyznačené efektívne hodnoty.

Zdroj: vlastné výpočty podľa metodiky Bogetofta a Otta (2011)

Meranie ekonomickej efektívnosti v období 2007–2015 poukázalo na odlišné výsledky (tabuľka 3). Štyri krajiny dosiahli plnú relatívnu efektívnosť, vrátane Slovenska v rokoch 2013 (1,28) a 2014 (1,32). Toto meranie viac podlieha skresleniu, keďže práve malé NIS Slovenska a Rumunska dosiahli relatívne vysoké skóre. Najlepšie priemerné skóre dosiahlo Belgicko, ktoré bolo nad hranicou efektívnosti počas celého obdobia 2007–2014. Najslabšie výsledky patrili Nemecku, Švédsku a Rakúsku. Bulharsko a Česká republika sústavne dosahovali výsledky ekonomickej efektívnosti pod úrovňou „1“ a Estónsko poskočilo nad referenčnú hranicu v roku 2013 (1,32).

Tabuľka 4 | Celková efektívnosť vybraných krajín Európskej únie v sledovaných rokoch

Krajiny	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Rakúsko	0,74	0,89	0,88	0,86	0,90	1,00	1,02	1,06	0,99
Belgicko	0,47	0,47	0,49	0,46	0,45	0,57	0,57	0,62	0,63
Bulharsko	0,27	0,30	0,36	0,33	0,34	0,37	0,31	0,33	0,39
Česká republika	0,64	0,77	0,80	0,81	0,76	0,72	0,61	0,55	0,57
Estónsko	0,42	0,35	0,30	0,31	0,35	0,33	0,29	0,32	0,32
Nemecko	0,55	0,66	0,69	0,66	0,69	0,77	0,77	0,78	0,82
Rumunsko	0,43	0,53	0,51	0,50	0,54	0,46	0,50	0,54	0,59
Slovensko	0,62	0,68	0,79	0,83	0,79	0,87	0,67	0,72	0,59
Švédsko	0,51	0,53	0,47	0,50	0,54	0,62	0,64	0,63	0,64

Poznámka: Tučným písmom sú vyznačené efektívne hodnoty.

Zdroj: vlastné výpočty podľa metodiky Bogetofta a Otta (2011)

Tretou fázou analýzy bolo meranie celkovej efektívnosti transformácie inovačných vstupov na ekonomické výstupy (tabuľka 4). Skóre celkovej efektívnosti nadobúdalo počas obdobia 2007–2015 rôzne hodnoty. Rakúsko bolo jedinou efektívnou krajinou v rokoch 2012 (1,00), 2013 (1,02) a 2014 (1,06). Slovensko spolu s Českou republikou patrili k vyššiemu priemeru s blízkymi výsledkami k efektívnosti v strede obdobia. Najhoršie výsledky dosiahli Bulharsko a Estónsko. Švédsko, Belgicko a Rumunsko vykázali skóre zväčša nad 0,5 s niektorými rokmi s nižšou efektívnosťou.

Meranie poskytlo aj zhrnutie rovesníkov. Slovensko malo počas sledovaného obdobia z vybraných krajín iba Nemecko (7×) ako rovesníka s vyššou technologickou efektívnosťou. Ďalšími vzorovými krajinami z celej EÚ sa stali Luxembursko (8×), Poľsko (6×), Cyprus (4x), Lotyšsko (2×) a Malta (1×). Pri určení rovesníkov je čiastočne vidieť výsledkové skreslenie malých NIS. Hoci výpočet ekonomickej efektívnosti priniesol väčší počet rovesníkov z celej EÚ, z vybraných krajín sa medzi nimi neobjavila ani jedna.

Zároveň sa tu prejavil väčší vplyv výsledkového skreslenia malých NIS. Celkovo išlo o 8 rovesníkov – Grécko (6×), Chorvátsko a Belgicko (obe 5×), Litva (3×), Maďarsko a Írsko (obe 2×) a Cyprus a Lotyšsko (obe 1×). Najmenej rovesníkov Slovenska z EÚ sa nachádzalo vo výpočtoch celkovej efektívnosti s miernym výsledkovým skreslením malých NIS – Luxembursko (9×), Cyprus a Malta (obe 8×) a Grécko (2×).

4. Diskusia

Slovensko patrí k podpriemerným krajinám EÚ v inovačnej výkonnosti. Meranie inovačnej efektívnosti cez DEA metódu v príspevku, ako dúfame, vnieslo do tejto problematiky nový pohľad. Náš výskum preukázal, že pri takomto meraní môže SR dosahovať odlišné výsledky. Kým v technologickej efektívnosti, meranej za obdobie 2006–2014, SR vo vzorke vybraných krajín patrila k podpriemerným, odlišnosti sú vidieť predovšetkým pri meraní ekonomickej efektívnosti za obdobie 2007–2015, kedy krajina dosiahla efektívne skóre v rokoch 2013 a 2014. Na základe týchto zistení možno konštatovať, že vďaka dobrým výsledkom v aplikácii inovácií do ekonomiky sa SR umiestnila nad priemerom v rámci skupiny vybraných krajín aj v prípade celkovej efektívnosti za obdobie 2007–2015.

Čo sa týka celej vybranej skupiny, z technologického hľadiska možno hovoriť skôr o poklese efektívnosti týchto krajín v danom časovom období. Výnimku tvorí Nemecko, ktorého relatívna efektívnosť vzrástla a spolu s Rakúskom ako jediné dosiahlo efektívne hodnoty. V prípade ekonomickej efektívnosti možno hovoriť o veľkej premenlivosti výsledkov v závislosti od obdobia s určitými prejavmi konvergenie zaznamenanými na konci sledovaného obdobia (avšak skôr na úrovni neefektívnosti). V meraní celkovej efektívnosti dosiahli vybrané krajiny najhoršie výsledky (iba Rakúsko dosiahlo efektívnosť), na základe čoho možno konštatovať, že vybrané krajiny sú buď efektívne iba v produkcii inovácií, alebo v ich aplikácii do ekonomiky, alebo v žiadnej z uvedených možností.

Výsledky merania relatívnej efektívnosti však poukázali na skreslenie malých NIS, ktoré dokážu realizovať inovačný proces s nižšími stratami ako veľké NIS. V našom prípade ide o malé NIS ako napr. Chorvátsko, Grécko, Malta a Cyprus, s ekonomikami viac orientovanými na cestovný ruch, a Luxembursko, vysoko závislé od finančníctva. Výsledkové skreslenie malých NIS identifikovali už Hollanders a Esser (2007) na NIS krajín ako Rumunsko a SR pri aplikovaní DEA metódy na dáta európskych krajín a Kotsemir (2013) na NIS krajín ako Argentína, Venezuela, Kirgizsko, Malta a SR pri formulovaní prehľadu o prácach merajúcich efektívnosť NIS cez DEA prístupy.

5. Záver

Prínosom príspevku je identifikovanie inovačnej efektívnosti NIS Slovenska a vybraných krajín EÚ, vzorových krajín pre SR a súčasne poskytnutie niektorých odporúčaní, ako efektívnosť zlepšiť. Meranie relatívnej technologickej, ekonomickej a celkovej efektívnosti, modelované prostredníctvom Analýzy obálky dát (DEA) v jej super-efektívnej verzii s konštantnými výnosmi z rozsahu v referenčnom období 2006–2015, ukázalo, že

SR patrila k priemeru. Efektívnou bola iba pri meraní ekonomickej efektívnosti v rokoch 2013 a 2014. Na základe následnej identifikácie rovesníkov z celej EÚ možno urobiť závery: Slovensko by malo pre zlepšenie technologickej efektívnosti nasledovať Luxembursko, Nemecko, Poľsko, Cyprus, Lotyšsko a Maltu, ktoré dokážu v porovnaní so SR efektívnejšie využívať financie a ľudské zdroje mierené do výskumu a vývoja na tvorbu výstupov. Keďže SR dnes patrí medzi krajiny EÚ s najnižšími výdavkami na R&D, technologická efektívnosť by nemala byť zvyšovaná cez znižovanie zapojených vstupov. Naopak, jedným z odporúčaní je orientovať inovačnú politiku krajiny na podporu tvorby firemných inovácií a následných možností podávania žiadostí o patenty, ochranné známky alebo dizajnové značky.

V ekonomickej efektívnosti by SR mala nasledovať Grécko, Chorvátsko, Belgicko, Litvu, Maďarsko, Írsko, Cyprus a Lotyšsko, ktoré dokážu efektívnejšie pracovať s inovačnými výstupmi pri ich aplikácii do ekonomiky. Ak by SR podľa prvého odporúčania zvýšila produkciu výstupov, viedlo by to k zníženiu ekonomickej efektívnosti. Na uvedený možný vývoj je preto nevyhnutné reagovať podľa druhého odporúčania, ktorým je podpora zaostávajúceho technologického transferu. Na Slovensku je dnes stav nedostatočnej informovanosti o prípadných pozitívnych externalitách z inovácie, ktorý by mohla tvorba centier technologického transferu, podnikateľských a inovačných inkubátorov a zhlukov startupov a inovatívnych firiem eliminovať.

V prípade celkovej efektívnosti by SR mala nasledovať Luxembursko, Cyprus, Maltu a Grécko ako efektívnejšie krajiny v celom inovačnom procese. Vzájomná aplikácia skôr uvedených odporúčaní by mala viesť k vyššej celkovej efektívnosti v SR.

Zároveň výskum potvrdil existenciu výsledkového skreslenia malých inovačných systémov: zatiaľ čo malé inovačné systémy dosahujú pri menšom množstve inovačných vstupov relatívne menšie straty, väčšie investujú viac vstupov s relatívne vyššími stratami.

Prílohy

Tabuľka A1 | Technologická efektívnosť krajín EÚ

Krajiny	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Rakúsko	0,75	1,07	0,94	0,94	1,01	1,03	0,96	0,83	0,76
Belgicko	0,31	0,36	0,34	0,31	0,30	0,33	0,27	0,24	0,25
Bulharsko	0,08	0,79	0,77	0,53	0,54	0,51	0,35	0,38	0,20
Chorvátsko	0,07	0,66	0,78	0,48	0,38	0,38	0,36	0,38	0,25
Cyprus	3,41	3,20	2,74	2,81	2,48	3,27	3,03	3,19	2,57
Česká republika	0,40	0,48	0,44	0,45	0,51	0,58	0,47	0,31	0,30
Dánsko	0,60	0,84	0,84	0,69	0,70	0,76	0,68	0,54	0,57
Estónsko	0,33	0,33	0,33	0,42	0,49	0,49	0,24	0,22	0,17
Fínsko	0,37	0,58	0,56	0,58	0,58	0,59	0,60	0,54	0,50
Francúzsko	0,37	0,57	0,56	0,53	0,56	0,53	0,50	0,45	0,42
Nemecko	0,64	1,98	2,12	2,13	2,08	2,21	2,24	2,44	2,59
Grécko	0,18	0,69	0,81	0,74	0,67	0,58	0,49	0,56	0,46
Maďarsko	0,14	0,45	0,37	0,36	0,33	0,26	0,26	0,23	0,18
Írsko	0,27	0,68	0,71	0,66	0,53	0,32	0,30	0,24	0,21
Taliansko	0,82	1,09	1,05	0,88	0,88	0,82	0,63	0,60	0,51
Lotyšsko	0,70	0,72	0,68	1,31	1,24	1,09	0,83	1,15	0,64
Litva	0,11	0,39	0,35	0,30	0,37	0,33	0,32	0,37	0,42
Luxembursko	8,05	9,04	7,78	6,46	5,29	3,75	3,58	1,92	2,79
Malta	13,73	0,82	1,02	0,81	0,70	0,67	0,80	0,85	0,79
Holandsko	0,66	0,72	0,82	0,77	0,75	0,75	0,55	0,40	0,34
Poľsko	0,76	1,17	1,67	1,61	1,18	1,37	1,69	1,10	0,58
Portugalsko	0,69	0,71	0,46	0,44	0,32	0,38	0,32	0,26	0,27
Rumunsko	0,05	0,48	0,52	0,49	0,86	0,80	0,60	0,56	0,49
Slovensko	0,36	0,60	0,53	0,58	0,58	0,60	0,31	0,36	0,23
Slovinsko	0,31	0,56	0,52	0,61	0,61	0,58	0,45	0,42	0,46
Španielsko	0,52	0,58	0,50	0,39	0,42	0,37	0,28	0,26	0,20
Švédsko	0,54	0,69	0,66	0,59	0,57	0,63	0,56	0,51	0,45
Veľká Británia	0,38	0,98	0,88	0,82	0,85	0,83	0,84	0,81	0,78

Poznámka: Tučným písmom sú vyznačené efektívne hodnoty.

Zdroj: vlastné výpočty podľa metodiky Bogetofta a Otta (2011)

Tabuľka A2 | Ekonomická efektívnosť krajín EÚ

Krajiny	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Rakúsko	0,26	0,28	0,29	0,34	0,35	0,40	0,38	0,43	0,41
Belgicko	1,02	1,17	1,14	1,10	1,21	1,39	1,12	1,02	0,76
Bulharsko	1,00	0,45	0,65	0,66	0,60	0,60	0,75	0,62	0,66
Chorvátsko	5,50	4,12	4,38	2,64	4,07	6,89	4,06	1,09	1,28
Cyprus	1,74	2,67	3,56	5,13	5,50	4,74	2,23	11,98	5,64
Česká republika	0,72	0,62	0,70	0,76	0,70	0,75	0,63	0,72	0,73
Dánsko	0,37	0,38	0,36	0,46	0,47	0,51	0,53	0,63	0,58
Estónsko	0,80	0,55	0,49	0,50	0,54	0,59	1,32	0,99	0,66
Fínsko	0,40	0,41	0,37	0,38	0,38	0,44	0,43	0,59	0,59
Francúzsko	0,51	0,51	0,52	0,55	0,54	0,57	0,57	0,84	0,84
Nemecko	0,21	0,22	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,42	0,47
Grécko	2,52	1,12	2,15	1,70	1,33	1,14	1,20	1,09	1,48
Maďarsko	1,67	1,47	1,67	1,43	1,55	1,25	1,07	1,24	1,05
Írsko	0,54	0,48	0,49	0,53	0,68	1,01	1,01	1,50	2,00
Taliansko	0,41	0,42	0,44	0,50	0,54	0,56	0,57	0,62	0,59
Lotyšsko	0,83	0,68	0,40	0,42	0,44	0,54	0,60	0,90	1,07
Litva	1,34	1,66	0,96	1,06	1,14	1,23	0,86	1,00	0,81
Luxembursko	0,88	0,96	0,59	0,52	0,48	0,52	0,49	0,42	0,27
Malta	0,57	1,05	1,02	1,04	3,05	2,82	2,81	1,84	1,67
Holandsko	0,57	0,56	0,57	0,60	0,64	0,63	0,64	0,65	0,62
Poľsko	0,45	0,48	0,38	0,44	0,41	0,41	0,37	0,47	0,42
Portugalsko	1,42	0,94	0,82	0,74	0,81	0,67	0,69	0,66	0,53
Rumunsko	1,36	0,76	1,83	1,69	0,92	0,45	0,60	1,04	1,09
Slovensko	0,85	0,87	0,73	0,85	0,86	0,92	1,28	1,32	0,94
Slovinsko	0,63	0,43	0,32	0,37	0,30	0,37	0,38	0,45	0,36
Španielsko	0,59	0,60	0,61	0,69	0,67	0,72	0,74	0,66	0,49
Švédsko	0,37	0,35	0,33	0,43	0,51	0,57	0,57	0,61	0,58
Veľká Británia	0,37	0,33	0,32	0,36	0,37	0,41	0,38	0,60	0,63

Poznámka: Tučným písmom sú vyznačené efektívne hodnoty.

Zdroj: vlastné výpočty podľa metodiky Bogetofta a Otta (2011)

Tabuľka A3 | Celková efektívnosť krajín EÚ

Krajiny	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Rakúsko	0,74	0,89	0,88	0,86	0,90	1,00	1,02	1,06	0,99
Belgicko	0,47	0,47	0,49	0,46	0,45	0,57	0,57	0,62	0,63
Bulharsko	0,27	0,30	0,36	0,33	0,34	0,37	0,31	0,33	0,39
Chorvátsko	0,41	0,50	0,62	0,52	0,42	0,46	0,45	0,46	0,47
Cyprus	3,94	3,82	3,44	3,74	3,65	3,38	3,32	4,01	2,96
Česká republika	0,64	0,77	0,80	0,81	0,76	0,72	0,61	0,55	0,57
Dánsko	0,52	0,55	0,55	0,58	0,60	0,69	0,68	0,71	0,74
Estónsko	0,42	0,35	0,30	0,31	0,35	0,33	0,29	0,32	0,32
Fínsko	0,48	0,50	0,45	0,42	0,41	0,51	0,51	0,51	0,53
Francúzsko	0,58	0,60	0,63	0,66	0,64	0,75	0,79	0,81	0,83
Nemecko	0,55	0,66	0,69	0,66	0,69	0,77	0,77	0,78	0,82
Grécko	1,09	1,04	1,16	1,09	0,87	0,81	0,72	0,83	0,82
Maďarsko	0,56	0,56	0,59	0,55	0,49	0,45	0,48	0,46	0,48
Írsko	0,95	0,86	0,81	0,70	0,65	0,75	0,79	0,81	1,17
Taliansko	0,93	0,89	0,91	0,77	0,75	0,86	0,80	0,79	0,77
Lotyšsko	0,61	0,59	0,43	0,43	0,54	0,58	0,58	0,96	1,31
Litva	0,42	0,40	0,35	0,35	0,41	0,47	0,51	0,56	0,64
Luxembursko	3,52	3,65	3,33	3,52	2,82	2,35	2,29	2,21	2,24
Malta	3,68	3,36	2,93	2,60	3,36	5,47	3,90	3,43	2,50
Holandsko	0,68	0,70	0,73	0,70	0,69	0,74	0,64	0,67	0,72
Poľsko	0,45	0,48	0,44	0,47	0,46	0,49	0,54	0,57	0,46
Portugalsko	0,86	0,79	0,62	0,47	0,39	0,47	0,48	0,45	0,46
Rumunsko	0,43	0,53	0,51	0,50	0,54	0,46	0,50	0,54	0,59
Slovensko	0,62	0,68	0,79	0,83	0,79	0,87	0,67	0,72	0,59
Slovinsko	0,34	0,40	0,37	0,34	0,31	0,35	0,32	0,33	0,35
Španielsko	0,58	0,54	0,52	0,47	0,43	0,47	0,43	0,44	0,47
Švédsko	0,51	0,53	0,47	0,50	0,54	0,62	0,64	0,63	0,64
Veľká Británia	0,65	0,58	0,54	0,51	0,51	0,63	0,63	0,62	0,68

Poznámka: Tučným písmom sú vyznačené efektívne hodnoty.

Zdroj: vlastné výpočty podľa metodiky Bogetofta a Otta (2011)

Literatúra

- Andersen, P., Petersen, N. C. (1993). A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 39(10), 1261–1264, <https://doi.org/10.1287/mnsc.39.10.1261>
- Baláz, P., Verček, P. (2002): *Globalizácia a nová ekonomika*. Bratislava: Sprint vfra. ISBN 80-89085-06-7.
- Barro, R. J. (1990). Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth. *The Journal of Political Economy*, 98(5), 103–125, <https://doi.org/10.3386/w2588>
- Bogetoft, P., Otto, L. (2011). *Benchmarking with DEA, SFA, and R*. New York: Springer. ISBN 978-1-4419-7961-2.
- Bowlin, W. F. (1998). Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA). *Journal of Cost Analysis*, 15(2), 3–27, <https://doi.org/10.1080/08823871.1998.10462318>
- Brzica, D. a kol. (2011). *Spolupráca aktérov v technologickom a inovačnom rozvoji*. Bratislava: VEDA. ISBN 978-80-224-1221-6.
- Brzica, D. a kol. (2014). *Motivácia aktérov pri smerovaní k znalostnej spoločnosti*. Bratislava: VEDA. ISBN 978-80-224-1415-9.
- Carlsson, B., Stankiewicz, R. (1991). On the Nature, Function and Composition of Technological Systems, in Carlsson, B., ed., *Technological Systems and Economic Performance: the Case of Factory Automation*. Boston, Dordrecht and London: Kluwer Academic Publishers, pp. 21–56, https://doi.org/10.1007/978-94-011-0145-5_2
- Cornell University, Insead, WIPO (2017). *The Global Innovation Index 2017: Innovation Feeding the World*. ISBN 979-10-95870-04-3.
- Cook, W. D., Seiford, L. M. (2009). Data Envelopment Analysis (DEA) – Thirty Years on. *European Journal of Operational Research*, 192(2009), 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.01.032>
- Cooke, P., Uranga, M. G., Etxebarria, G. (1997). Regional Innovation Systems: Institutional and Organisational Dimensions. *Research Policy*, 26(4–5), 475–491, [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(97\)00025-5](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(97)00025-5)
- Delina, R., Tkáč, M. (2010). The Impacts of Specific ICT Solutions on Productivity, in Doucek, P., Chroust, G., Oškrdal, V., ed., *IDIMT-2010 Information Technology – Human Values, Innovation and Economy. 18th Interdisciplinary Information Management Talks Proceedings*. ISBN 978-3-85499-760-3.
- Európska komisia (2017). *European Innovation Scoreboard 2017*. Dostupné z: http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards_sk
- Európska komisia (2018). *European Statistical Office – Eurostat*. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat>
- Falk, M. (2010). Quantile Estimates of the Impact of R&D Intensity on Firm Performance. *Small Business Economics*, 35(2), 1–19, <https://doi.org/10.1007/s1187-010-9290-7>
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter Publishers. ISBN 978-0861879281
- Gonda, V. (2014). Innovation Union - a key initiative of the "Europe 2020" strategy. In *Modernization and innovative progress of economic systems*. Moscow: RUDN, pp. 106–118. ISBN 978-5-209-06231-8.

- Griliches, Z. (1979). Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth. *Bell Journal of Economics*, 10(1), 92–116, <https://doi.org/10.2307/3003321>
- Hollanders, H., Esser, F. C. (2007). *Measuring Innovation Efficiency*. INNO-Metrics Thematic Paper. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.938.2208&rep=rep1&type=pdf>
- Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E. (1978). Measuring Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444, [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Chen, Y. (2005). Measuring Super-Efficiency in DEA in the Presence of Infeasibility. *European Journal of Operational Research*, 161(2), 545–551, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.08.060>
- Jeck, T. (2009). *Technologická a inovačná pozícia slovenskej ekonomiky v medzinárodnom kontexte*. Ekonomický ústav SAV. Working Paper No. 17.
- Klvačová, E., Malý, J., Mráček, K. (2008). *Různé cesty ke konkurenceschopnosti: EU versus USA*. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-86946-84-9.
- Košťuriak, J. (2010). Innovations and Knowledge Management. *Human Systems Management*, 29(1), 51–63, <https://doi.org/10.3233/HSM-2010-0713>
- Košťuriak, J. (2014). Business Model Innovations, in *Proceedings of the 1st International Conference on Finance and Economics 2014*, pp. 315–334. ISBN 978-80-7454-405-7.
- Košťuriak, J., Debnár, R. (2007). Continuous Innovation Process and Knowledge Management, in Zelený, M., ed., *Advances in Multiple Criteria Decision Making and Human Systems Management: Knowledge and Wisdom*. Amsterdam: IOS Press. ISBN 978-1-58603-748-2.
- Kotsemir, M. (2013). *Measuring National Innovation Systems Efficiency – A Review of DEA Approach*. Higher School of Economics. Research Paper No. WP BRP 16/STI/2013, <https://doi.org/10.2139/ssrn.2304735>
- Link, A. N. (1996). Economic Performance Measures for Evaluating Government-Sponsored Research. *Scientometrics*, 36(3), 325–342, <https://doi.org/10.1007/bf02129598>
- Lucas, R. E. (1988). On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3–42, [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- Lundvall, B.-Å. (ed.). (2010). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Anthem Press. ISBN 978-1-84331-882-8.
- Lundvall, B.-Å. (ed.). (1992). *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter Publishers.
- Malerba, F. (2002). Sectoral Systems of Innovation and Production. *Research Policy*, 31(2), 247–264, [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(01\)00139-1](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(01)00139-1)
- McDermott, G.A., Mejstřík, M. (1992). The Role of Small Firms in the Industrial Development and Transformation of Czechoslovakia. *Small Business Economics*, 4(3), 179–200, <https://doi.org/10.1007/bf00389474>
- Mejstřík, M. (2016). Czech Republic – The Present Situation of a Prospective Eurozone Member: Current Challenges during Time of Creative Destruction (a Comparison With Slovakia as a Eurozone Member), in Koyama, Y., eds., *The Eurozone Enlargement*. New York: Nova Science Publishers. ISBN 978-1-63484-363-8.
- Mendelová, V., Bieliková, T. (2017). Diagnostikovanie finančného zdravia podnikov pomocou metódy DEA: Aplikácia na podniky v Slovenskej republike. *Politická ekonomie*, 65(6), 669–689, <https://doi.org/10.18267/j.polek.1125>

- Mráček, K. (2011). *Role výskumu, vývoje, inovací a vzdělávání ve strategiích konkurenceschopnosti EU*. Vyhodnocení Lisabonské strategie: vliv na konkurenceschopnost EU a členských států. Brno, 6. května 2011. NEWTON College, s. a., 26–45. Dostupné z: <http://docplayer.cz/366187-Vyhodnoceni-lisabonske-strategie-vliv-na-konkurenceschopnost-eu-a-clenskych-statu.html>
- Nelson, R. R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press. ISBN 0-19-507616-8.
- Romer, P. M. (1986). Increasing Returns and Long Run Growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002–1037, <https://doi.org/10.1086/261420>
- Roolaht, T. (2012) The Characteristics of Small Country National Innovation Systems, in Carayannis, E., Varblane, U., Roolaht, T., eds., *Innovation Systems in Small Catching-Up Economies. Innovation, Technology, and Knowledge Management*. New York: Springer, pp. 21–37, https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1548-0_2
- Rousseau, S., Rousseau, R. (1997). Data Envelopment Analysis as a Tool for Constructing Scientometric Indicators. *Scientometrics*, 40(1), 45–56, <https://doi.org/10.1007/bf02459261>
- Sarkis, J. (2007). Preparing Your Data for DEA. in Zhu, J., Cook, W. D., eds., *Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis*. Boston: Springer, https://doi.org/10.1007/978-0-387-71607-7_17
- Seiford, L. M., Zhu, J. (1999). Infeasibility of Super-Efficiency Data Envelopment Analysis Models. *INFOR Information Systems and Operational Research*, 37(2), 174–187. <https://doi.org/10.1080/03155986.1999.11732379>
- Sharma, S., Thomas, V. J. (2008). Inter-country R&D Efficiency Analysis: An Application of Data Envelopment Analysis. *Scientometrics*, 76(3), 483–501, <https://doi.org/10.1007/s11192-007-1896-4>
- Schumpeter, J. A. (1987). *Teória hospodárskeho vývoja*. Bratislava: PRAVDA. 480 s.
- Svetová banka (2018). *World Bank Open Data*. Dostupné z: <http://data.worldbank.org/>
- Wang, D., Zhao, X., Zhang, Z. (2016). The Time Lags Effects of Innovation Input on Output. In National Innovation Systems: The Case of China. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, <https://doi.org/10.1155/2016/1963815>
- WIPO (2018). *WIPO IP Statistics Data Center*. Dostupné z: <http://ipstats.wipo.int/ipstatv2/index.htm>
- Zhang, J.-F. (2013). *International Comparison of National Innovation System Efficiency*. The ASEAN Business Incubator Network Project, Tech Monitor. Dostupné z: http://www.techmonitor.net/tm/images/d/da/13apr_jun_sf2.pdf