

Aplikácia DEA modelov pri analýze technickej efektívnosti pobočiek komerčnej banky

Kristína KOČIŠOVÁ*

Application of DEA Models at the Analysis of Bank Branches Technical Efficiency

Abstract

The main aim of submitted paper is to analyze relative efficiency in the Slovak banking sector. This paper focuses on the analysis of 206 branches of selected Slovak commercial bank during year 2010, realised by using of DEA models. The article in its closing part gives attention to the question, whether external economic surrounding influences performance of bank branches.

Keywords: *efficiency, data envelopment analysis, DEA models, BCC model, competitiveness*

JEL Classification: E58, F02, G21

Úvod

Dynamické napredovanie svetového hospodárstva je stále tesnejšie prepojené s pojmom *konkurenčná schopnosť*. V súvislosti so stupňom rozvoja a prevládajúcej formy medzinárodného obchodu sa vyvíjalo aj teoretické vymedzenie tohto pojmu. Otázke konkurencieschopnosti sa venujú napríklad: Baláž (1996), Baláž a Verček (2002), Staněk (2008), Šikula (2008), Outrata (2000) a Vokorkosová (2004).

Konkurenčná schopnosť krajiny do určitej miery odráža konkurenčnú schopnosť jej firiem. Tú ovplyvňuje množstvo faktorov, v neposlednom rade aj efektívnosť, ktorú firma dosahuje. Čím efektívnejšie dokáže firma pracovať, tým efektívnejšia bude aj pri realizácii svojej produkcie na domácich a svetových trhoch. Vyššia efektívnosť môže firme umožniť vykonávať strategické činnosti lepšie, resp. lacnejšie ako konkurencia, a to následne povedie k získaniu konkurenčnej

* Kristína KOČIŠOVÁ, Technická univerzita v Košiciach, Ekonomická fakulta, Katedra bankovníctva a investovania, Nemcovej 32, 040 01 Košice; e-mail: kristina.kocisova@tuke.sk

výhody. Preto jednou z podmienok, ako sa stať a byť úspešnou a konkurencieschopnou v integrovanom trhovom prostredí, je merať a sledovať dosahovanú efektívnosť a hľadať príčiny svojej neefektívnosti.

Do skupiny podnikateľských subjektov v ekonomike radíme aj banky a ich pobočky. Ich efektívne fungovanie má teda rovnako vplyv na konkurenčnú schopnosť ekonomiky. Preto cieľom tohto príspevku je analyzovať, ako efektívne banky a ich pobočky vykonávajú svoju činnosť, a analyzovať, či existuje priestor na zvyšovanie ich efektívnosti, čo by následne mohlo viesť k rastu konkurenčnej schopnosti bankového sektora, ale aj celej ekonomiky.

Farrellov pôvodný článok o meraní efektívnosti (1957) viedol k rozvoju mnohých prístupov k meraniu vstupnej a výstupnej efektívnosti a k analýze produktivity. Najväčší, až priekopnícky význam medzi nimi má stochastický prístup *Stochastic Frontier Approach* (SFA), vytvorený Aignerom, Lovellom a Schmidtom (1977); a analýza obalu dát – *Data Envelopment Analysis* (DEA), ktorú vytvorili Charnes, Cooper a Rhodes (1978).

Metóda DEA je úlohou lineárneho programovania, ktorá predpokladá, že neexistujú náhodné chyby. Je jednou z neparametrických metód merania relatívnej efektívnosti produkčných jednotiek (DMU – *Decision Making Unit*) používanej na meranie technickej efektívnosti. V posledných rokoch sa táto metóda stáva stále viac populárnou pri meraní efektívnosti v národných bankových sektoroch (Pastor, 1997; Darrat, Topuz a Yousef, 2002), ale aj pri komparácii bankových subjektov na globálnom bankovom trhu (Casu a Molyneux, 2003). Na Slovensku, v Rakúsku a Česku sa problematikou DEA zaoberajú hlavne Luptáčik a Bohm (2010), Sudzina (2001), Jablonský a Dlouhý (2004), Jablonský a Grmanová (2009), Stavárek (2005a; 2005b; 2008) a Vincová (2005; 2006). Vo svojich prácach sa venovali najmä ekoeфекtívnosti a efektívnosti bankových sektorov. V predkladanom príspevku sa tiež budeme venovať problematike efektívnosti bankových pobočiek.

V poslednom období bolo publikovaných viacero štúdií, ktoré skúmali efektívnosť pobočiek komerčných bánk, pričom väčšina z nich využívala neparametrickú metódu DEA. Napríklad Fethi and Pasiouras (2010) publikovali v rokoch 1998 – 2009 tridsať štúdií, ktoré využívajú metódu DEA na hodnotenie efektívnosti pobočiek. Hodnoteniu efektívnosti pobočiek sa vo svojich prácach venovali aj ďalší, napríklad Sherman a Gold (1985), Parkan (1987), Vassiloglou a Giokas (1990), Drake a Howcroft (1994), Athanasopoulos (1997) a Giokas (2008).

Naším cieľom je analyzovať efektívnosť pobočiek vybranej komerčnej banky na území Slovenskej republiky v roku 2010. Príspevok je rozdelený do troch hlavných častí. V úvode venujeme pozornosť teoretickému vymedzeniu základných modelov analýzy obalu dát. Prvá časť sa zaoberá charakteristikou zvolených

premenných. Druhá časť je venovaná prezentácii výsledkov analýzy efektívnosti pri využití dvoch základných modelov DEA. Následne prostredníctvom výpočtu hodnôt odporúčaných pre neefektívne bankové pobočky analyzujeme potenciálnu úsporu potrebnú na zvýšenie ich výkonnosti. V závere tejto časti venujeme pozornosť skúmaniu otázky vplyvu ekonomického prostredia na efektívnosť pobočiek. Prostredníctvom štatistického testovania sa snažíme overiť fakt, či existujú rozdiely medzi efektívnosťou pobočiek v najviac rozvinutom kraji a v ostatných krajoch Slovenska. Dôvodom tejto analýzy je overenie predpokladu, či v procese prijímania rozhodnutí zo strany manažmentu je potrebné zohľadňovať vplyv externého prostredia na výkonnosť pobočiek.

1. Modely analýzy obalu dát

Analýzy DEA je jednou z neparametrických metód merania relatívnej technickej efektívnosti produkčných jednotiek. Pojmom *produkčná jednotka* môžeme všeobecne rozumieť jednotku, ktorá vytvára nejaké výstupy, na výrobu ktorých spotrebuje určité vstupy. Takýmito jednotkami môžu byť napríklad banky, nemocnice, vysoké školy, ale aj národné hospodárstva, vybrané ekonomické sektory a podobne. Všeobecne sú to homogénne jednotky vykonávajúce rovnakú alebo podobnú činnosť. Pojmom *relatívna efektívnosť* sa myslí dosahovaná efektívnosť hodnotenej produkčnej jednotky v rámci danej skupiny hodnotených produkčných jednotiek a použitých kritérií.

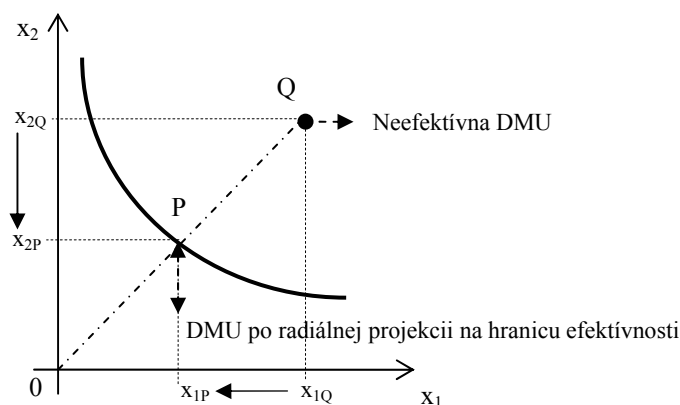
Pri meraní technickej efektívnosti prostredníctvom DEA modelov vychádzame pri definovaní efektívnosti z podielu hodnoty výstupu (y) na hodnote vstupu (x) danej produkčnej jednotky. Keďže produkčné jednotky ($j = 1, 2, \dots, n$) väčšinou vytvárajú viac ako jeden výstup (y_{rj} , $r = 1, 2, \dots, s$) a používajú viac ako jeden vstup (x_{ij} , $i = 1, 2, \dots, m$), ktorých dôležitosť je v každej produkčnej jednotke rozdielna, môžeme efektívnosť definovať ako pomer súčtu vážených výstupov k súčtu vážených vstupov. Keďže jednotlivé používané vstupy a produkované výstupy majú pre každú produkčnú jednotku inú mieru významnosti, sú im pri hodnotení efektívnosti priradované rozdielne váhy. Výhodou DEA modelov je to, že váhy používaných vstupov a produkovaných výstupov sa získavajú optimalizačnými úlohami lineárneho programovania a nie sú priradované na základe subjektívneho vnímania produkčnej jednotky.

Prostredníctvom DEA metódy môžeme hovoriť o vstupne a výstupne orientovanom prístupe k definovaniu technickej efektívnosti. *Vstupne orientovaný prístup* chápe efektívnosť ako schopnosť používať pri daných výstupoch minimálne množstvo vstupov. Na druhej strane, *výstupne orientovaný prístup* chápe efektívnosť ako schopnosť produkovať pri daných vstupoch maximálne množstvo výstupov.

Vstupne orientovaný prístup k definovaniu technickej efektívnosti hovorí, že efektívnosť je schopnosť používať pri daných výstupoch minimálne množstvo vstupov. Produkčné jednotky (v našom prípade pobočky komerčnej banky), ktoré túto schopnosť majú, nachádzajú sa na izokvante, ktorá spája body s minimálnym množstvom vstupov potrebných na vyprodukovanie daného výstupu. Táto izokvanta predstavuje tzv. hranicu efektívnosti a produkčné jednotky ležiace na nej sú označené ako efektívne. Produkčné jednotky, ktoré nedokážu pri produkcii daného výstupu používať minimálne množstvo vstupov, nachádzajú sa nad hranicou efektívnosti, a teda z pohľadu vstupne orientovaného DEA modelu sú označované ako neefektívne (obr. 1).

O b r á z o k 1

Technická efektívnosť (vstupne orientovaný prístup – dva vstupy, jeden výstup)



Poznámka: DMU – Decision Making Unit.

Prameň: Vlastné spracovanie.

Predpokladajme, že produkčná jednotka používa m vstupov na vyprodukovanie s výstupov. Vychádzajme z vektorovej produkčnej funkcie efektívnej jednotky $\bar{y} = f(\bar{x})$, kde $\bar{y} > 0$ je vektor výstupov a $\bar{x} \in R_+^m$ je vektor vstupov. Meraná produkčná jednotka dosahuje empirické hodnoty $\bar{y} \in R_+^s$ výstupov s vektorom vstupov $\bar{x}_q \in R_+^m$. Potom $I(\bar{y}_0) = \{\bar{x} \in R_+^m \mid \bar{y}_0 = f(\bar{x})\}$ je izokvantou, ktorá predstavuje takú kombináciu vstupov, s ktorými je možné dosiahnuť objem produkcie \bar{y}_0 efektívnym spôsobom. Meraná produkčná jednotka dosahuje produkciu \bar{y}_0 s využitím vstupov \bar{x}_q . Násobok $k \cdot \bar{x}_q$, pre $k \in (0,1)$, pre ktoré tiež platí $k \cdot \bar{x}_q = \bar{x}$, kde $\bar{x} \in I(\bar{y}_0)$, nazývame *radiálnou projekciou vstupov meranej produkčnej jednotky na izokvantu $I(\bar{y}_0)$* . Potom miera technickej efektívnosti podľa

vstupne orientovaného modelu je daná ako pomer $\frac{|0,P|}{|0,Q|} = \frac{|0, k \cdot \bar{x}_q|}{|0, \bar{x}_q|}$, kde $|0,P|$ a $|0,Q|$ sú euklidovské vzdialenosti bodov P a Q od začiatku súradnicového systému.

V modeloch DEA posudzujeme n produkčných jednotiek, pričom každá DMU spotrebuje m rôznych vstupov na vyprodukovanie s rôznych výstupov. Podstata DEA modelov je, že pri hodnotení efektívnosti jednotky DMU_q sa miera jej efektívnosti maximalizuje. Musí však byť zachovaná podmienka, že miera efektívnosti všetkých ostatných jednotiek daného súboru nemôže byť väčšia ako 1. Obsiahnutie uvažovaných charakteristík do modelu je zabezpečené stanovením podmienok nezápornosti váh, teda váhy všetkých vstupov a výstupov musia byť väčšie alebo rovné nule. Takýto model definujeme ako úlohu *zlomkového programovania*:

$$\begin{array}{l}
 \text{Maximalizovať} \\
 \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rq}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{iq}} \\
 \\
 \text{Za podmienok} \\
 \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n \\
 u_r \geq 0 \quad v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s \quad i = 1, \dots, m
 \end{array} \quad (1)$$

kde

- u_r, v_i – váhy jednotlivých vstupov a výstupov,
- y_{rj} – empirická hodnota výstupu r pre j -tú DMU,
- x_{ij} – empirická hodnota vstupu i pre j -tú DMU.

Meranie relatívnej efektívnosti DMU_q je založené na pozorovaní výkonnosti produkčných jednotiek DMU_j pre $j = 1, 2, \dots, n$. V účelovej funkcii maximalizujeme podiel súčtu vážených výstupov na súčte vážených vstupov. Hodnotená produkčná jednotka je súčasne zahrnutá aj v skupine produkčných jednotiek, ktoré definujú obmedzujúce podmienky úlohy. Tým sa zabezpečí, že pri vybraných váhach výstupov u a vstupov v bude maximálna miera efektívnosti hodnotenej produkčnej jednotky DMU_q menšia alebo rovná jednej.

Na praktické riešenie je nevyhnutné previesť túto úlohu do tvaru štandardnej úlohy lineárneho programovania využitím transformácie vytvorenej Charnesom a Cooperom (1962). Ďalej je nutné upraviť podmienku nezápornosti váh vstupov

a výstupov, $u \geq 0$ a $v \geq 0$, zavedením dostatočne malého nezáporného parametra ε ,¹ ktorý sa volí spravidla vo výške 10^{-6} alebo 10^{-8} , pričom tento parameter zabezpečí, že model bude zahŕňať všetky uvažované vstupné a výstupné charakteristiky, teda váha žiadneho zo vstupov či výstupov nebude rovná nule.² Transformáciou a úpravou podmienky nezápornosti je možné úlohu zlomkového programovania (1) previesť na klasickú úlohu lineárneho programovania. Tento model (2) sa označuje ako vstupne orientovaný primárny CCR model (Charnes, Cooper a Rhodes, 1978):

$$\begin{aligned}
 & \text{Maximalizovať} && \sum_{r=1}^s u_r y_{rq} \\
 & \text{Za podmienok} && \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 && j = 1, \dots, n \\
 & && \sum_{i=1}^m v_i x_{iq} = 1 \\
 & && u_r \geq \varepsilon \quad v_i \geq \varepsilon && r = 1, \dots, s \quad i = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{2}$$

Pre všetky úlohy lineárneho programovania je charakteristické, že veľké množstvo determinujúcich podmienok a obmedzení negatívne ovplyvňuje možnosť riešenia problému. Pre každý lineárny problém je možné zostaviť duálnu úlohu lineárneho programovania, ktorá využíva rovnaké údaje a redukuje počet obmedzení modelu. Duálny vstupne orientovaný CCR model môžeme zapísať v tvare:

$$\begin{aligned}
 & \text{Minimalizovať} && \theta_q \\
 & \text{Za podmienok} && \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq Y_{rq} && r = 1, \dots, s \\
 & && \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta X_{iq} && i = 1, \dots, m \\
 & && \lambda_j \geq 0 && j = 1, \dots, n
 \end{aligned} \tag{3}$$

kde

- θ_q – miera technickej efektívnosti DMU_q – vstupne orientovaný model,
- λ_j – váha priradená j -tej produkčnej jednotke DMU.

Duálny vstupne orientovaný CCR model môžeme interpretovať ako mieru radiálnej redukcie vstupov potrebnej na dosiahnutie efektívnosti. Na to, aby sa hodnotená neefektívna produkčná jednotka stala efektívnou, musí totiž radiálne

¹ V odbornej literatúre sa tento parameter označuje aj pojmom *non-Archimedean*.

² Ekonomické zdôvodnenie: pri ľubovoľnom množstve produkcie musíme použiť každý vstup aspoň v minimálnom množstve. Ak je jeden zo vstupov rovný nule, potom aj celková produkcia je nulová.

znižiť hodnotu používaných vstupov o $(1 - \theta_q)\%$. Riešením modelu (3) dostaneme hodnoty technickej efektívnosti θ_q . Podľa modelu (3) je hodnotený podnik efektívny vtedy, ak $\theta_q = 1$ a $\lambda_q = 1$. V tomto prípade nie je potrebná žiadna radiálna redukcia vstupov.

Uvedený primárny a duálny CCR model poskytujú informáciu iba na radiálne dosiahnutie efektívnosti. Túto radiálnu mieru efektívnosti nazývame aj *Farrellovou efektívnosťou*, resp. *slabou efektívnosťou*. Niekedy je však na dosiahnutie efektívnosti potrebný aj neradiálny posun. Z toho dôvodu sa do uvedeného CCR modelu pridávajú doplnkové premenné s^+ a s^- , ktoré predstavujú nedostatok výstupov, resp. prebytok vstupov. Hodnotená produkčná jednotka je potom efektívna vtedy, ak hodnota premennej $\theta_q = 1$ a hodnoty všetkých doplnkových premenných s^+ a s^- sú rovné nule. V tomto prípade už hovoríme o *Paretovej-Koopmansovej efektívnosti*, resp. o *celkovej technickej efektívnosti*. Duálny tvar vstupne orientovaného CCR modelu s doplnkovými premennými môžeme zapísať v tvare:

$$\begin{aligned}
 \text{Minimalizovať} \quad & \theta_q - \varepsilon \left[\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right] \\
 \text{Za podmienok} \quad & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta_q X_{iq} \\
 & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = Y_{rq} \\
 & \lambda_j; s_r^+; s_i^- \geq 0
 \end{aligned} \tag{4}$$

kde

- s_r^+ – doplnková hodnota r -tého výstupu (nedostatok r -tého výstupu),
- s_i^- – doplnková hodnota i -tého vstupu (prebytok i -tého vstupu).

Modely (2), (3) a (4) predpokladajú konštantné výnosy z rozsahu. Predpoklad konštantných výnosov z rozsahu môžeme akceptovať len v tom prípade, ak všetky produkčné jednotky vykonávajú činnosť pri optimálnej veľkosti. Nedokonalá konkurencia, finančné obmedzenia, regulačné opatrenia a ďalšie faktory však spôsobujú, že produkčné jednotky nefungujú pri svojej optimálnej veľkosti. Preto na prekonanie tohto problému vyvinutý DEA model umožňujúci kalkulovať s variabilnými výnosmi z rozsahu. Pri analýze efektívnosti produkčných jednotiek tak môžeme uvažovať aj s variabilnými výnosmi z rozsahu. V tom prípade musíme modely upraviť o podmienku konvexnosti, pričom táto podmienka zaručuje, že neefektívna produkčná jednotka sa porovnáva s produkčnou jednotkou podobnej veľkosti. Tento model sa označuje ako *BCC model* (Banker, Charnes a Cooper, 1984).

Rozdiel medzi CCR modelom a BCC modelom je v pridaní obmedzujúcej podmienky, keď suma λ_j je rovná jednej. Hodnoty efektívnosti vypočítané na základe BCC modelu sa nazývajú aj *čistou technickou efektívnosťou*, pretože BCC model eliminuje časť neefektívnosti, ktorá je spôsobená neadekvátnou veľkosťou produkčnej jednotky. Rozdeľuje teda efektívnosť nameranú CCR modelom na *čistú technickú efektívnosť* a *efektívnosť z rozsahu*.

2. Charakteristika použitých premenných

Na modelovanie bankových procesov možno použiť množstvo rôznych prístupov. Každý z nich sa používa na sledovanie rozdielnych aspektov efektívnosti. Medzi najviac využívané prístupy patria produkčný a sprostredkovateľský prístup.

Pri uplatnení *produkčného prístupu* sú banky vnímané ako inštitúcie využívajúce rôzne zdroje práce a kapitálu pri poskytovaní rôznych produktov a služieb pre svojich zákazníkov. Využívajú sa teda zdroje ako práca a prevádzkové náklady, ktoré sa považujú za vstupy, zatiaľ čo produkty a služby, ako napr. bankové vklady a úvery, sa považujú za výstupy. Tento prístup sa využíva na sledovanie nákladovej efektívnosti bánk.

Pri sprostredkovateľskom prístupe je banka vnímaná ako finančný sprostredkovateľ, ktorý zhromažďuje depozity a iné vypožičateľné peňažné prostriedky od vkladateľov a požičiava ich ako úvery alebo iné druhy aktív iným subjektom s cieľom dosiahnuť zisk. Rozdielne formy vypožičiavaných finančných prostriedkov a náklady spojené s procesom sprostredkovania sa považujú za vstupy. Formy, v ktorých sú peňažné prostriedky požičiavané iným subjektom, sa považujú za výstupy. Tento prístup sa využíva na sledovanie ekonomickej životaschopnosti bánk.

Tento príspevok analyzuje, ako každá pobočka vybranej komerčnej banky na Slovensku využíva svoje zdroje na produkovanie výstupov. V našom prípade sa zameriame na efektívne využívanie mzdových a prevádzkových nákladov používaných na produkciu hlavných bankových produktov vytváraných bankovými pobočkami, ktorými sú úvery, vklady a neúrokové príjmy z transakcií. Uplatňujeme teda produkčný prístup na hodnotenie efektívnosti pobočiek.

Rozhodovanie o tom, ktoré charakteristiky pobočiek sa v analýze použijú ako vstupy a výstupy a aké množstvo vstupov a výstupov zahrnúť do analýzy nie je jednoduchou úlohou. Preto boli na základe praktických skúseností sformulované nasledovné predpoklady použitia DEA modelu (Klieštik, 2009):

1. Celkový počet vstupov a výstupov ($m + s$) sa snažíme minimalizovať v záujme zvýšenia výpovednej schopnosti odhadovaného modelu, pretože s rastúcim

počtom vstupných a výstupných charakteristík rastie aj počet obmedzujúcich podmienok potrebných na vyjadrenie hranice efektívnosti. Odporúča sa preto, aby celkový počet vstupov a výstupov neprekročil $1/3$ množstva skúmaných DMU, t. j. $(m + s) < n / 3$.

2. Vysoko korelované vstupy (resp. výstupy) sú zbytočné.
3. Vstup, ktorý neovplyvňuje žiadny výstup, signalizuje, že množina výstupov je neúplná.
4. Dostupnosť dát nesmie ovplyvniť výber vstupov a výstupov.
5. Ak nie je jednoznačné, či daný materiálny tok je vstupom alebo výstupom, tak tok, ktorý svojou redukciou vylepší efektívnosť DMU, sa považuje za vstup. Ak je potrebné na zvýšenie efektívnosti DMU daný tok rozšíriť, tak tento tok sa považuje za výstup.
6. Uvažované vstupy a výstupy musia obsahovať všetky s analýzou súvisiace aktivity všetkých DMU.

Miera korelácie je dôležitým ukazovateľom, ktorý má veľký vplyv na robustnosť DEA modelu. Korelačná analýza je nutnou podmienkou stanovenia vhodných vstupov a výstupov. Na jednej strane, ak sa nájde veľmi vysoká korelácia medzi jednou vstupnou premennou a inou vstupnou premennou (resp. medzi jednotlivými výstupnými premennými), túto vstupnú (resp. výstupnú) premennú možno považovať za ekvivalent inej. Preto tento vstup (resp. výstup) možno z modelu vynechať. Na druhej strane, ak vstup má veľmi nízku koreláciu s iným vstupom (alebo korelácia medzi výstupmi je veľmi nízka), môže to naznačovať, že táto premenná nie je vhodná pre daný model. Korelačnú analýzu sme urobili pre každú kombináciu premenných. Výsledky korelačnej analýzy zobrazuje tabuľka 1.

T a b u ľ k a 1

Hodnoty korelačných koeficientov medzi jednotlivými vstupmi a výstupmi

	Mzdové N	Prevádzkové N	Vklady	Úvery	Neúrokové príjmy
Mzdové N	1.0000	0.6632	0.9195	0.7294	0.9518
Prevádzkové N		1.0000	0.5819	0.5134	0.5799
Vklady			1.0000	0.6865	0.9438
Úvery				1.0000	0.7108
Neúrokové príjmy					1.0000

Prameň: Vlastné výpočty.

Na základe hodnôt korelačných koeficientov a po preštudovaní literatúry zaoberajúcej sa problematikou využitia DEA modelov na meranie efektívnosti môžeme povedať, že medzi jednotlivými premennými nebola nájdená evidentne vysoká, ani nízka miera korelácie. Tým bola potvrdená vhodnosť vybraných vstupov a výstupov v navrhovaných DEA modeloch.

V analýze sme použili dva vstupy (mzdové náklady, prevádzkové náklady) a tri výstupy (hodnota vkladov, hodnota úverov, neúrokové príjmy). Deskriptívnu štatistiku použitých vstupov a výstupov zobrazuje tabuľka 2.

T a b u ľ k a 2

Deskriptívna štatistika použitých vstupov a výstupov

	Vstupy		Výstupy		
	mzdové N (tis. eur)	prevádzkové N (tis. eur)	vklady (tis. eur)	úvery (tis. eur)	neúrokové príjmy (tis. eur)
Maximum	561.1995	417.0721	89674.9275	283656.9842	1266.2987
Minimum	21.8276	12.7143	1220.7643	480.2038	33.5543
Priemer	171.4910	84.1859	20617.9992	15850.8437	371.4277
Štandardná odchýlka	126.5689	55.1377	17743.2058	27090.7018	289.5568

Prameň: Vlastné výpočty.

Uvedené vstupy a výstupy sme použili na analýzu efektívnosti pobočiek vybranej banky prostredníctvom vstupne orientovaných DEA modelov. Mzdové a prevádzkové náklady zastupujú premennú nákladov potrebných na vykonávanie bankových operácií. Mzdové náklady zahŕňajú mzdové a sociálne náklady, pričom nepriamo odrážajú veľkosť pobočky reprezentovanú množstvom zamestnancov. Prevádzkové náklady pokrývajú náklady na prenájom priestorov, elektrinu, komunikačné a informačné technológie a ostatné náklady, ktoré sú potrebné na vykonávanie bankových operácií.

3. Prezentácia výsledkov

V analýze sme hodnotili 206 pobočiek vybranej komerčnej banky z celého územia Slovenskej republiky. Použité dáta pokrývajú celé obdobie roka 2010 a použili sme ich na hodnotenie efektívnosti prostredníctvom CCR a BCC vstupne orientovaného modelu. Tabuľka 3 sumarizuje výsledky namerané prostredníctvom obdivoch modelov.

Na základe údajov z tabuľky 3 môžeme vidieť, že CCR model identifikoval 5 efektívnych pobočiek a priemernú technickú efektívnosť a efektívnosť z rozsahu vo výške 67,98 %. Model BCC identifikoval 14 efektívnych pobočiek a priemernú čistú technickú efektívnosť 72,85 %. Vo všeobecnosti môžeme povedať, že BCC model identifikoval potenciálnu úsporu 206 pobočiek potrebnú na zvýšenie výkonnosti. Priemerná miera efektívnosti naznačuje, že priemerná pobočka by pri produkcii svojich výstupov potrebovala iba 72,85 % jej súčasne používaných vstupov, aby sa posunula na hranicu efektívnosti. Ak by sme vstupy analyzovali oddelene, tak na dosiahnutie efektívnosti by bolo potrebné v priemere znížiť vstup *mzdové náklady* na 75,22 % z pôvodnej hodnoty a vstup *prevádzkové náklady* o 38,40 %, teda na 61,60 % z pôvodnej hodnoty.

Tabuľka 3
Výsledky DEA modelov

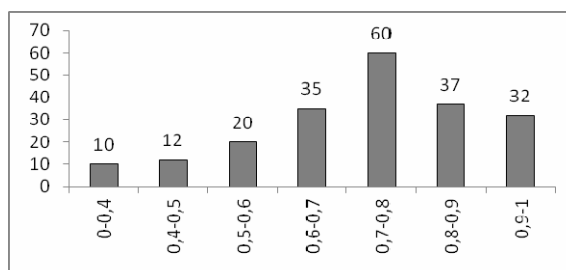
	CCR model	BCC model
Technická efektívnosť a efektívnosť z rozsahu		
Priemerná miera efektívnosti	0.6798	–
Štandardná odchýlka	0.1682	–
Čistá technická efektívnosť		
Priemerná miera efektívnosti	–	0.7285
Štandardná odchýlka	–	0.1679
Maximálna miera efektívnosti	1.0000	1.0000
Minimálna miera efektívnosti	0.0676	0.1645
Počet (a %) efektívnych DMU	5 (2.43 %)	14 (6.80 %)
Výnosy z rozsahu		
Počet efektívnych DMU – rastúce výnosy z rozsahu	–	4
Počet efektívnych DMU – konštantné výnosy z rozsahu	5	5
Počet efektívnych DMU – klesajúce výnosy z rozsahu	–	5
Efektívnosť z rozsahu	0.9332	

Prameň: Vlastné výpočty.

Mieru efektívnosti z rozsahu možno vypočítať ako pomer medzi mierou efektívnosti meranej CCR modelom a BCC modelom. Výsledky analýzy poukazujú na fakt, že pobočky vybranej slovenskej banky pracujú za podmienok variabilných výnosov z rozsahu. Na základe deskriptívnej štatistiky použitých vstupov (tab. 2) môžeme vidieť, že mzdové náklady v analyzovaných pobočkách sa pohybovali približne od 21 do 561 tis. eur. To naznačuje, že veľkosť pobočky môžeme považovať za jeden z faktorov, ktorý ovplyvňuje jej efektívnosť, a preto môžeme povedať, že BCC model je viac relevantný pre prax. Problematiku neefektívnosti z rozsahu môžeme analyzovať prostredníctvom ukazovateľov výnosov z rozsahu, pri ktorých sme sledovali počet efektívnych pobočiek pracujúcich pri jednotlivých typoch výnosov z rozsahu. Medzi 14 BCC efektívnymi pobočkami, 4 pracovali za podmienok rastúcich výnosov z rozsahu, 5 za podmienok konštantných výnosov z rozsahu a zvyšných 5 pobočiek za podmienok klesajúcich výnosov z rozsahu.

Obrázok 2

Rozdelenie miery efektívnosti (BCC vstupne orientovaný prístup)



Prameň: Vlastné výpočty.

Obrázok 2 zobrazuje rozdelenie nameranej čistej technickej efektívnosti. Rozdelenie efektívnosti je zošikmené k vyššej miere efektívnosti, pričom najpočetnejšou skupinou je oblasť, ktorá pokrýva aj hodnotu priemernej efektívnosti.

V literatúre sa môžeme stretnúť s klasifikáciou bankových pobočiek do určitých skupín s cieľom dosiahnuť podrobnejšie zistenia. Na základe miery efektívnosti môžeme pobočky rozdeliť na (Yang, 2009):

- *výrazne efektívne pobočky*, ktoré sa budú vyskytovať v mnohých referenčných skupinách a majú tendenciu zostať efektívne, ak nedôjde k výrazným posunom v ich prosperite;

- *pobočky s nízkou efektívnosťou*, ktoré sa obvykle vyskytujú iba v jednej alebo dvoch referenčných skupinách, pričom miera ich efektívnosti môže poklesnúť pod 1,0 pri hoci aj malom prepade v hodnote výstupnej premennej (resp. dosiahnutí menšieho nárastu v hodnote vstupnej premennej);

- *hranične neefektívne pobočky*, ktorých miera efektívnosti bude viac ako 0,9 (ale menej ako 1,0) a ich skóre porastie k 1,0 pri relatívne nízkom objeme zlepšení operatívnych výsledkov;

- *stredne neefektívne pobočky* s mierou efektívnosti medzi 0,7 a 0,9;

- *výrazne neefektívne pobočky*, ak miera efektívnosti je menej ako 0,7. V tomto prípade bude mať pobočka významné problémy stať sa efektívnou v krátkom období.

V prípade pobočiek analyzovanej banky môžeme konštatovať, že v skupine výrazne neefektívnych pobočiek sa nachádzalo 77 pobočiek, čo predstavuje približne 37,38 % z celkového počtu pobočiek. Do skupiny stredne neefektívnych pobočiek bolo zaradených 97 pobočiek (47,09 %) a hranične neefektívnych bolo 18 pobočiek (8,74 %). Ako efektívne BCC vstupne orientovaný model označil 14 pobočiek, čo predstavuje približne 6,80 % z celkového počtu pobočiek, pričom nevieme presne identifikovať, ktoré patria do skupiny pobočiek s nízkou efektívnosťou a ktoré medzi výrazne efektívne pobočky. Pobočky v skupine výrazne efektívnych môžu byť príkladom pre neefektívne pobočky, ako lepšie riadiť svoje zdroje.

T a b u ľ k a 4

Miera efektívnosti a referenčná skupina vybraných pobočiek

Pobočka	BCC efektívnosť	Referenčná skupina efektívnych pobočiek (vektor optimálnych hodnôt)
34	0.7572	23 (0.0569); 131 (0.9431)
160	0.7816	41 (0.5609); 101 (0.4391)
205	0.4572	22 (0.0047); 84 (0.5042); 117 (0.0178); 198 (0.4735)

Prameň: Vlastné výpočty.

Výhodou DEA analýzy je, že prináša dôležité odporúčania v tom, aký typ a množstvo vstupov a výstupov sú potrebné na dosiahnutie hranice efektívnosti. Keďže v analýze sme používali vstupne orientované modely, pozrieme sa na

odporúčané hodnoty vstupov neefektívnych pobočiek, ktoré by sa mali použiť na dosiahnutie hranice efektívnosti. Tabuľka 4 zobrazuje mieru efektívnosti a referenčnú skupinu potrebnú na výpočet odporúčaných hodnôt vstupov pre vybrané pobočky. Odporúčané hodnoty môžeme vypočítať prostredníctvom vektorov optimálnych hodnôt premenných a vstupných hodnôt efektívnych produkčných jednotiek.

Na základe údajov v tabuľke 4 môžeme vypočítať odporúčané hodnoty vstupov napríklad pobočky 34 vo vzťahu k referenčnej skupine podľa nasledujúceho vzťahu: $X_{i,34} = X_{i,23} \cdot 0,0569 + X_{i,131} \cdot 0,9431$, kde X_i je hodnota i -tého vstupu efektívnej pobočky (v našom prípade pobočky 23 a 131). Tieto hodnoty možno použiť na odhad potenciálnej úspory pre každú jednu bankovú pobočku, ale aj pre celú skupinu pobočiek banky. Napríklad pobočka 34 by mala znížiť hodnotu vstupu mzdové náklady o 24,31 % a prevádzkové náklady o 65,80 %. Pri nezmenenej úrovni výstupov by jej takéto množstvo vstupov malo zabezpečiť posun medzi efektívne pobočky v danej skupine za daných kritérií.

Výsledky DEA analýzy môžu slúžiť aj na posúdenie silných a slabých stránok používaných vstupov (resp. produkovaných výstupov), ktoré boli zaradené do analýzy efektívnosti. Váhy priradené jednotlivým vstupom a výstupom neefektívnych pobočiek poukazujú na ich silné a slabé stránky, preto môžu slúžiť pri hľadaní opatrení na zvýšení efektívnosti.

Hodnoty váhy pridelené každému vstupu a výstupu vyjadrujú, či tieto faktory zlepšujú, alebo zhoršujú efektívnosť pobočiek. V prípade, že váhy niektorých faktorov sa rovnajú nule, alebo sa blížia k nule, hovoríme o *slabej stránke pobočky*, alebo o faktore, ktorý znižuje efektívnosť. Naopak faktory, ktoré prispievajú k zvyšovaniu efektívnosti, majú vyššie hodnoty váhy (max. 1) (Kujlovská a Stavárek, 2008). Na základe priemerných hodnôt váh použitých vstupov môžeme povedať, že vstup *mzdové náklady* s priemernou hodnotou váhy 0,7213 patril medzi silné stránky a pozitívne prispel k dosahovanej miere efektívnosti. K dosahovanej efektívnosti pozitívne prispel aj výstup *neúrokové príjmy* s priemernou váhou 0,7876. Z výsledkov analýzy ďalej môžeme vyčítať, že efektívnosť pobočiek vybranej banky najviac negatívne ovplyvňovalo nevhodné množstvo úverov s priemernou hodnotou váhy 0,0716; pritom na základe odporúčaných hodnôt pre neefektívne pobočky môžeme povedať, že na efektívne fungovanie pobočiek by bol potrebný nárast hodnoty tohto výstupu až o 80,18 %, zatiaľ čo pri ostatných výstupoch bola potrebná iba nepatrná zmena.

Pred dokončením DEA analýzy sme analyzovali otázku vplyvu ekonomického prostredia na efektívnosť pobočiek, ktorá je dôležitá pri prijímaní opatrení manažmentom komerčnej banky. S cieľom posúdiť túto otázku sme dáta rozdelili do 8 skupín podľa krajskej príslušnosti pobočky. Vstupne orientovaný BCC model s uvedenými vstupmi a výstupmi bol použitý samostatne pre každú z vytvorených skupín.

Tabuľka 5

Výsledky BCC efektívnosti v jednotlivých krajoch

	BA	TT	TN	NR	ZA	BB	PO	KE
<i>Čistá technická efektívnosť</i>								
Priemerná miera efektívnosti v celej skupine	0.6254	0.7376	0.7442	0.7795	0.7547	0.7807	0.7582	0.7217
Priemerná miera efektívnosti v kraji	0.8178	0.9169	0.9428	0.8376	0.8590	0.8970	0.9073	0.8792
Zmena efektívnosti (v %)	30.77	22.30	26.70	7.46	13.81	14.89	19.67	21.82
Štandardná odchýlka	0.1457	0.1180	0.1211	0.2218	0.1558	0.1430	0.1440	0.1485
<i>Maximálna miera efektívnosti</i>	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
<i>Minimálna miera efektívnosti</i>	0.3810	0.5287	0.4600	0.2527	0.4511	0.4213	0.4627	0.5112
<i>Počet efektívnych DMU (v %)</i>	9 (22.50)	12 (52.17)	15 (68.18)	10 (47.62)	7 (26.92)	11 (45.83)	10 (40.00)	9 (36.00)
<i>Výnosy z rozsahu</i>								
Počet efektívnych DMU – rastúce výnosy z rozsahu	5	8	3	3	2	6	6	3
Počet efektívnych DMU – konštantné výnosy z rozsahu	4	4	8	6	5	5	4	6
Počet efektívnych DMU – klesajúce výnosy z rozsahu	0	0	4	1	0	0	0	0

Prameň: Vlastné výpočty.

Na základe údajov v tabuľke 5 môžeme vidieť, že miera efektívnosti sa zmenila pri samostatnom hodnotení pobočiek v jednotlivých krajoch. Najväčší posun v hodnotách priemernej efektívnosti nastal v kraji, ktorý na základe hodnôt Štatistického úradu SR môžeme považovať za kraj s najrozvinutejším externým prostredím (vyššou čistou mzdou, hustotou obyvateľstva, HDP, príjmami a výdavkami domácností a pod.). Na základe hodnôt priemernej efektívnosti v kraji môžeme vidieť, že keď boli pobočky hodnotené samostatne, dosahovali vyššiu priemernú efektívnosť ako po zaradení do spoločnej skupiny. Pri pobočkách z „bohatších“ krajov došlo pri spoločnom hodnotení k väčšiemu poklesu priemernej efektívnosti a pobočky z „chudobnejších“ krajov zaznamenali menší pokles priemernej efektívnosti.

Rozdielne hodnoty nameranej efektívnosti pri rozdelení pobočiek do skupín podľa krajov boli podnetom na overenie tejto otázky aj prostredníctvom testovania hypotéz s využitím Mannovho-Whitneyovho testu. Tento test sa používa na porovnanie mediánov dvoch nezávislých súborov, pričom sa snaží odpovedať na otázku, či je ich rozdiel štatisticky významný, alebo iba náhodný. Cieľom analýzy bolo testovať nasledovnú hypotézu:

H₀: *Neexistuje rozdiel medzi efektívnosťou pobočiek v jednotlivých krajoch Slovenska.*

H₁: *Existuje rozdiel medzi efektívnosťou pobočiek v jednotlivých krajoch Slovenska.*

Prostredníctvom testovania uvedených hypotéz sme sa snažili overiť, či existujú rozdiely medzi efektívnosťou v krajoch, ktoré dosahujú rozdielnu makroekonomickú úroveň (stav ekonomiky, populácia, úroveň mzdy a pod.). Testovacími súbormi boli hodnoty efektívnosti pobočiek v jednotlivých krajoch Slovenska, nameranej prostredníctvom uvedeného BCC modelu. Testovaním hypotéz sme sa snažili overiť, či existujú rozdiely medzi efektívnosťou pobočiek v najviac rozvinutom kraji (Bratislavský kraj) a efektívnosťou pobočiek v ostatných krajoch. Testovali sme teda 7 čiastkových hypotéz. Výsledky testovania hypotéz zobrazuje tabuľka 6.

T a b u ľ k a 6

Výsledky Mannovho-Whitneyovho testu

Test	Testované kraje	Testovacia štatistika	Miera významnosti	Rozhodovacie pravidlo*
1	BA_TT	2.720	0.00652941	H0 zamietame
2	BA_TN	3.208	0.00133813	H0 zamietame
3	BA_NR	3.235	0.00121765	H0 zamietame
4	BA_ZA	3.307	0.00094177	H0 zamietame
5	BA_BB	3.744	0.00018092	H0 zamietame
6	BA_PO	3.358	0.00078605	H0 zamietame
7	BA_KE	2.576	0.01000791	H0 zamietame

* Hladina významnosti je 0,05.

Prameň: Vlastné výpočty.

Na základe výsledkov testovania môžeme vidieť, že medzi efektívnosťou pobočiek v Bratislavskom kraji a v ostatných krajoch existujú rozdiely, čo potvrdzuje zamietnutie nulových hypotéz vo všetkých prípadoch. Vyššia hodnota testovacej štatistiky poukazuje na väčšie rozdiely medzi analyzovanými premennými, v našom prípade medzi efektívnosťou v analyzovaných krajoch. Najmenšie rozdiely boli zaznamenané medzi dvojicou Bratislavský – Košický kraj a Bratislavský – Trnavský kraj, teda medzi trojicou krajov, ktoré patria medzi tri kraje s najvyššou hodnotou HDP v danom roku.

V prípade, že existuje rozdiel medzi efektívnosťou pobočiek v jednotlivých krajoch, môžeme predpokladať, že úroveň makroekonomického prostredia v danom kraji ovplyvňuje schopnosť bankových pobočiek fungovať efektívne. Dané makroekonomické prostredie totiž ovplyvňuje schopnosť pobočky využívať pri produkcii daných výstupov minimálne množstvo vstupov. Napríklad v kraji s vyššou priemernou mzdou budú mzdové, a pravdepodobne aj prevádzkové náklady potrebné na produkciu rovnakého množstva výstupov vyššie ako v menej rozvinutom kraji. Preto tento kraj zaznamenal väčší pokles priemernej efektívnosti pri hodnotení pobočiek v rámci jednej spoločnej skupiny (v našom prípade Bratislavský kraj zaznamenal pri hodnotení pobočiek v spoločnej skupine pokles priemernej efektívnosti o 23,53 % oproti hodnote priemernej efektívnosti nameranej pri samostatnom hodnotení pobočiek kraja).

Z tohto dôvodu by manažment banky mal posudzovať externé prostredie pri stanovovaní cieľov pre jednotlivé pobočky, pretože, ako môžeme vidieť, je nesprávne porovnávať všetky pobočky v rámci jednej skupiny. To naznačuje, že manažment banky by pri prijímaní rozhodnutí a stanovovaní cieľov mal porovnávať pobočky s rovnakým externým prostredím. V procese prijímania rozhodnutí zo strany manažmentu je preto potrebné zohľadňovať vplyv externého prostredia na výkonnosť pobočiek.

Záver

Tento príspevok je venovaný problematike merania dosahovanej relatívnej efektívnosti v bankovom sektore. Analyzovali sme, ako každá banková pobočka využíva svoje zdroje na produkovanie výstupov. V analýze sme hodnotili 206 pobočiek vybranej komerčnej banky z celého územia Slovenskej republiky v roku 2010, pričom dáta sme použili na hodnotenie efektívnosti prostredníctvom CCR a BCC vstupne orientovaného modelu. Na základe výsledkov nameranej efektívnosti prostredníctvom uvedených modelov môžeme povedať, že CCR model identifikoval priemernú technickú efektívnosť a efektívnosť z rozsahu vo výške 67,98 % a BCC model identifikoval priemernú čistú technickú efektívnosť

72,85 %. Výsledky analýzy poukázali na fakt, že pobočky vybranej slovenskej banky pracujú za podmienok variabilných výnosov z rozsahu. Vidíme teda, že veľkosť pobočky môžeme považovať za jeden z faktorov, ktorý ovplyvňuje jej efektívnosť, preto možno povedať, že BCC model je viac relevantný pre prax a jeho výsledky teda majú vyššiu výpovednú schopnosť pri hodnotení efektívnosti pobočiek. Výhodou DEA modelov je, že okrem výpočtu miery efektívnosti prinášajú aj odporúčania pre neefektívne pobočky potrebné na dosiahnutie efektívnosti. Vo všeobecnosti môžeme povedať, že model identifikoval potenciálnu úsporu 206 pobočiek potrebnú na zvýšenie výkonnosti. Priemerná miera efektívnosti vo výške 72,85 % naznačuje, že pobočky bánk by mohli využívať približne o 27,15 % vstupov menej pri produkcii svojich výstupov.

Predmetom príspevku bolo aj analyzovanie otázky vplyvu ekonomického prostredia na efektívnosť pobočiek, ktorá je dôležitá pri prijímaní opatrení manažmentom komerčnej banky. Výsledky štatistického testovania poukázali na fakt, že existujú rozdiely medzi efektívnosťou pobočiek v najviac rozvinutom kraji (Bratislavský kraj) a efektívnosťou pobočiek v ostatných krajoch. V procese prijímania rozhodnutí zo strany manažmentu je preto potrebné zohľadňovať vplyv externého prostredia na výkonnosť pobočiek.

Literatúra

- AIGNER, D. J. – LOVELL, C. A. K. – SCHMIDT, P. (1977): Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics*, 6, č. 1, s. 21 – 37.
- ATHANASOPOULOS, A. (1997): Service Quality and Operating Efficiency Synergies for Management Control in the Provision of Financial Services: Evidence from Greek Bank Branches. *European Journal of Operational Research*, 98, č. 2, s. 300 – 313.
- BALÁŽ, P. (1996): Rast konkurenčnej výkonnosti – cesta rozvoja slovenskej ekonomiky. Bratislava: Sprint. ISBN 80-8848-03-2.
- BALÁŽ, P. – VERČEK, P. (2002): Globalizácia a nová ekonomika. Bratislava: Sprint. ISBN 80-89085-06-7.
- BANKER, R. D. – CHARNES, A. – COOPER, W. W. (1984): Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30, č. 9, s. 1078 – 1092.
- CASU, B. – MOLYNEUX, P. (2003): A Comparative Study of Efficiency in European Banking. *Applied Economics*, 35, č. 17, s. 1865 – 1876.
- CHARNES, A. – COOPER, W. (1962): Programming with Linear Fractional Functionals. *Naval Research Logistic Quarterly*, č. 6, s. 181 – 186.
- CHARNES, A. – COOPER, W. – RHODES, E. (1978): Measuring the Efficiency of Decision-making Units. *European Journal of Operational Research*, 2, č. 6, s. 429 – 444.
- DARRAT, A. F. – TOPUZ, C. – YOUSEF, T. (2002): Assessing Cost and Technical Efficiency of Banks in Kuwait. Ruston, LA: Louisiana Tech University.
- DRAKE, L. – HOWCROFT, B. (1994): Relative Efficiency in the Branch Network of a U.K. Bank: An Empirical Study. *OMEGA International Journal of Management Science*, 22, č. 1, s. 83 – 90.

- FARRELL, M. J. (1957): The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120, č. 3, s. 253 – 290.
- FETHI, M. – PASIOURAS, F. (2010): Assessing Bank Efficiency and Performance with Operational Research and Artificial Intelligence Techniques: A Survey. *European Journal of Operational Research*, 204, č. 2, s. 189 – 198.
- GIOKAS, D. (2008): Cost Efficiency Impact of Bank Branch Characteristics and Location: An Illustrative Application to Greek Bank Branches. *Managerial Finance*, 34, č. 3, s. 172 – 185.
- HUDEC, O. – SISÁKOVÁ, J. – TARTALOVÁ, A. – ŽELINSKÝ, T. (2007): Štatistické metódy v ekonomických vedách. Košice: Elfa. ISBN: 978-80-8086-059-2.
- JABLONSKÝ, J. – DLOUHÝ, M. (2004): Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek. Praha: Professional Publishing. ISBN: 80-86419-49-5.
- JABLONSKÝ, J. – GRMANOVÁ, E. (2009): Analýza efektivnosti slovenských a českých poisťovní pomocou modelov analýzy obalu dát. *Ekonomický časopis/Journal of Economics*, 57, č. 9, s. 857 – 869.
- KLIEŠTIK, T. (2009): Kvantifikácia efektivity činností dopravných podnikov pomocou Data Envelopment Analysis. *E + M Ekonomie a management*, 12, č. 1, s. 133 – 145.
- KULJOVSKÁ, J. – STAVÁREK, D. (2008): Analýza efektivnosti slovenských bánk parametrickou metódou DEA. *Ekonomická revue*, 11, č. 2, s. 65 – 79.
- LUPTACIK, M. – BOHM, B. (2010): Efficiency Analysis of a Multisectoral Economic System. *Central European Journal of Operational Research*, 18, č. 4, s. 609 – 619.
- OUTRATA, R. (2000): Konkurenčná schopnosť a procesy konvergencie vo svetovej ekonomike. *Ekonomický časopis/Journal of Economics*, 48, č. 6, s. 705 – 727.
- PARKAN, C. (1987): Measuring the Efficiency of Service Operations: An Application to bank Branches. *Engineering Costs and Production Economics*, 12, č. 2, s. 237 – 242.
- PASTOR, J. M. – PÉREZ, F. – QUESADA, J. (1997): Efficiency Analysis in Banking Firms: An International Comparison. *European Journal of Operational Research*, 98, č. 2, s. 359 – 407.
- SHERMAN, H. D. – GOLD, F. (1985): Bank Branch Operating Efficiency: Evaluation with Data Envelopment Analysis. *Journal of Banking and Finance*, 9, č. 2, s. 297 – 315.
- STANĚK, P. (2008): Technologie a konkurenceschopnosť. [Working Papers, č. 13.] Bratislava: Ekonomický ústav SAV.
- STAVÁREK, D. (2005a): Zprostředkovatelská činnost bank ve střední Evropě. Část 1. – Mezinárodní analýza efektivnosti. *E + M Ekonomie a Management*, 8, č. 1, s. 33 – 53.
- STAVÁREK, D. (2005b): Zprostředkovatelská činnost bank ve střední Evropě. Část 2. – Analýza determinantů efektivnosti. *E + M Ekonomie a Management*, 8, č. 2, s. 59 – 71.
- SUDZINA, F. (2001): Analýza obalu údajov. *Ekonomický časopis/Journal of Economics*, 49, č. 5, s. 970 – 984.
- ŠIKULA, M. (2008): Vplyv kvalitatívnych zmien inštitucionálneho prostredia v procese globalizácie na konkurencieschopnosť. [Working Papers, č. 14.] Bratislava: Ekonomický ústav SAV.
- VASSILOGLOU, M. – GIOKAS, D. (1990): A Study of the Relative Efficiency of Bank Branches: An Application of Data Envelopment Analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 41, č. 7, s. 591 – 597.
- VINCOVÁ, K. (2005): Využitie DEA modelov na hodnotenie efektivnosti. *BIATEC*, 13, č. 8, s. 24 – 28.
- VINCOVÁ, K. (2006): Meranie efektivnosti v bankovom sektore. Komparácia slovenského a českého bankového sektora. *Acta Academica Karviniensia*, 8, č. 1, s. 249 – 260.
- VOKOROKOSOVÁ, R. (2004): Komparatívne a konkurenčné výhody v období globalizácie. Bratislava: Vydavateľstvo Ekonóm. ISBN 80-225-1854-9.
- YANG, Z. (2009): Bank Branch Operating Efficiency: A DEA Approach. [Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, 18. – 20. marca 2009.] Hong Kong: IMECS. ISBN 978-988-17012-7-5.