



Aplikácia dvojstupňovej DEA metódy pri hodnotení efektívnosti poisťovní a bánk

Application of Two-Stage DEA Technique for Efficiencies Measuring of Insurance Companies and Banks

Eva Grmanová

Abstract:

Purpose of the article: The article describe two-stage DEA technique and possibilities of application for efficiency measuring of insurance companies and banks. The article describe critically describe differences between application Two-stage DEA techniques and “classical” DEA techniques in the evaluation of insurance companies, banks.

Methodology/methods: In this paper was applied secondary research. The secondary research was based on analysis of papers and literature published about Two-stage DEA techniques.

Scientific aim: The aim of this paper is critically describe differences between application and “classical” DEA techniques in the evaluation of insurance companies, banks and describe of possibilities of exploitation in the evaluation of insurance companies, banks and custom system design of evaluation of insurance companies, banks.

Findings: Two-stage DEA technique compare not only the efficiency of overall process but also learn the efficiency of part processes- sub-processes. Using the Two-stage DEA techniques enables to examine the efficiency of each of the two evaluated sub-processes and the product of efficiency of the subjects in different sub-processes is the same as the efficiency of the overall process. The aim of this approach is to compare the “contribution” of efficiency of each of the two measured sub-processes with the efficiency of the overall process.

Conclusions: By complementing steps sequence compact of use of different statistic methods it is thanks to two-stage DEA technique possible not only to appreciate the efficiency of processes and sub-processes but also determinate the weaknesses and strengths of analyzing subjects. This will aggravate the practical use of two-stage DEA technique in the evaluation of insurance companies and banks.

Keywords: efficiency, evaluation, Data envelopment analysis (DEA), Two-stage DEA technique, insurance companies, banks

JEL Classification: C51, C44

Úvod

Finančný trh je v súčasnom období zmiataný veľkými výkyvmi. Viac ako kedykoľvek predtým je nevyhnutnosťou, aby finančné inštitúcie pozorne sledovali svoje príjmy a výdavky a aby zisťovali slabé stránky, ktoré vyplývajú z porovnania s ostatnými finančnými subjektmi na trhu. Jedna skupina metód, ktorá umožňuje porovnávať efektívnosť transformácie mnohonásobných vstupov na mnohonásobné výstupy je známa pod spoločným názvom modely analýzy obalu dát alebo DEA. Sú to relatívne mladé modely. Prvý DEA model bol publikovaný Charnesom a Cooperom a Rhodonom (1978) a vychádzal z predpokladu konštantných výnosov z rozsahu. Model vychádzajúci z variabilných výnosov z rozsahu bol prvý krát navrhnutý Bankerom, Charnesom a Cooperom v roku 1984. DEA modely využívajú lineárne programovanie. V matematickom modeli sa pre každý hodnotený subjekt vyjadruje miera efektívnosti, pomocou ktorej je možné porovnávať transformáciu mnohonásobných vstupov na mnohonásobné výstupy. Je to relatívna miera závislá od transformácií všetkých hodnotených subjektov. Subjekty bývajú v teórii DEA metód označované aj ako homogénne produkčné jednotky. Ako uvádza Jablonský, Dlouhý (2004) pod pojmom produkčná jednotka rozumieme súbor jednotiek, ktoré sa zaoberajú produkciou identických alebo ekvivalentných efektov ktoré sa označujú ako výstupy jednotky. Pre vytváranie efektov spotrebávajú produkčné jednotky vstupy, ktoré sú svojou povahou minimalizačné.

DEA sa v praxi začali využívať v mnohých oblastiach. Veľké praktické uplatnenie našli aj pri hodnotení efektívnosti pobočiek bánk. Postupne boli „štandardné“ modely modifikované s cieľom lepšie vystihovať potreby praxe. Z praxe vplynula aj potreba porovnávať efektívnosť nielen celého procesu, ale zisťovať aj efektívnosť čiastkových procesov – subprocesov, na ktoré sa celý proces rozkladá. Tak vznikli dvojstupňové DEA metódy.

Cieľom príspevku je na základe charakteristik dvojstupňovej DEA metódy posúdiť výhody tejto metódy v porovnaní s klasickými DEA modelmi a so zameraním na finančný trh navrhnúť systém, ktorý by kombinoval aplikáciu dvojstupňovej DEA metódy a štatistických metód a ktorý by zväčšil ich aplikáciu prínos pre prax.

1. Charakteristika dvojstupňovej DEA metódy

Dvojstupňová DEA metóda bola prvý krát publikovaná dvojicou autorov Seiford a Zhu (1999) v Ma-

agement Science v príspevku Profitability and marketability of the top 55 U.S. commercial banks. Dvojstupňová DEA metóda vychádza z toho, že pri analýze je činnosť bánk rozdelená na dva subprocesy – na marketingový a ziskový subproces. Hlavným dôvodom použitia dvojstupňovej DEA metódy je možnosť porovnania „príspevku“ miery efektívnosti oboch subprocesov k celkovej miere efektívnosti. Autori v práci navrhli matematický model vychádzajúci zo „štandardného“ modelu, ktorý vyjadruje mieru efektívnosti v jednotlivých subprocesoch a ich súčin je rovný miere efektívnosti celého procesu. Päťdesiat päť komerčných bánk z USA je porovnávaných na základe „príspevku“ marketingovej a ziskovej efektívnosti k celkovej efektívnosti. Autori zároveň analyzovali vplyv veľkosti banky na mieru efektívnosti v oboch subprocesoch. Väčšie hodnoty marketingovej miery efektívnosti mali malé banky. Väčšie hodnoty ziskovej miery efektívnosti mali veľké banky.

V prípade, že máme n subjektov, u ktorých sledujeme v prvom subprocesu m vstupov x_i a D výstupov (stredný produkt) z_d , ktoré sú vstupmi v druhom subprocesu a v druhom subprocesu máme s výstupov y_r a w_1, w_2 označíme užívateľom zadané váhy odrážajúce preferencie medzi dvoma subprocesmi a $\lambda_j, \mu_j, \alpha, \beta$ označíme optimálne hodnoty modelu, tak model (1) má tvar

$$\min_{\alpha, \beta, \lambda_j, \mu_j, z} w_1 \alpha - w_2 \beta, \quad (1)$$

za podmienky, že:

1. subproces

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \alpha \ddot{x}_{i0}, \quad i = 1, \dots, m, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j z_{dj} \geq \ddot{z}_{d0}, \quad d = 1, \dots, D, \quad (3)$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \quad j = 1, \dots, n, \quad (5)$$

$$\alpha \leq 1, \quad (6)$$

2. subproces

$$\sum_{j=1}^n \mu_j z_{dj} \leq \ddot{z}_{d0}, \quad d = 1, \dots, D, \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j y_{rj} \geq \beta y_{r0}, \quad r = 1, \dots, s, \quad (8)$$

$$\mu_j \geq 0, \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j = 1, \quad j = 1, \dots, n, \quad (10)$$

$$\beta \geq 1. \quad (11)$$

(Chen a Zhu, 2004, s. 15).

2. Metodika

V príspevku je použitý sekundárny výskum. Sekundárny výskum bol založený na analýze zdrojov publikovaných o aplikácii dvojstupňovej DEA metódy pri hodnotení efektívnosti poisťovní a bánk. V príspevku sú porovnané výhody a nevýhody dvojstupňovej DEA metódy a „štandardnej“ DEA metódy pri analýze efektívnosti. Výskum vyústil do návrhu systému hodnotenia efektívnosti poisťovní a bánk pozostávajúceho z aplikácie dvojstupňovej DEA metódy doplnenej o vhodné štatistické metódy.

3. Aplikácia dvojstupňovej DEA metódy pri analýze efektívnosti bánk

Postup dvojstupňovej DEA metódy bol ďalej rozširovaný a aplikovaný v mnohých ďalších empirických výskumoch. Rozsiahly výskum je prezentovaný predovšetkým pri charakteristike efektívnosti amerických, čínskych a taiwanských finančných inštitúcií. Autori Zhu, Chen, Chen, Cheng zverejnili štúdiu analyzujúcu efektívnosť taiwanských bánk a finančných holdingových spoločností v príspevku *A study on profitability and marketability of Tai-*

wanese bank firms before and after the Financial Holding Company Act. Autori si dali za cieľ zistiť v analýze, či podriadené dcérske finančné inštitúcie na Taiwane môžu zvýšiť svoju výkonnosť zriadením finančnej holdingovej spoločnosti. Na základe určenia marketingovej a ziskovej miery efektívnosti je možné rozdeliť spoločnosti na štyri skupiny – psov (malé hodnoty marketingovej aj ziskovej miery efektívnosti), kravy (malé hodnoty marketingovej miery efektívnosti a veľké hodnoty ziskovej miery efektívnosti), spáčov (veľké hodnoty marketingovej miery efektívnosti a malé hodnoty ziskovej miery efektívnosti), hviezdy (veľké hodnoty marketingovej aj ziskovej efektívnosti).

Určenie „príspevku“ marketingovej a ziskovej miery efektívnosti k celkovej miere efektívnosti umožňuje charakterizovať slabé stránky analyzovaných spoločností. Analýza efektívnosti bánk dvojstupňovými DEA metódami bola použitá aj pri analýze efektívnosti iranských bánk autormi Shafiee, Hosseinpour, Ghaderi. Zamerali sa na hodnotenie marketingovej a ziskovej miery efektívnosti v prípade 17 bánk.

Výber vstupov a výstupov v prvom a v druhom subprocesse nie je v rôznych výskumoch rovnaký. V tab. 1 je uvedený prístup k voľbe ukazovateľov pri analýze efektívnosti bánk vybraných autorov.

4. Aplikácia dvojstupňovej DEA metódy pri analýze efektívnosti poisťovní

Dvojstupňová DEA metóda bola ďalej aplikovaná aj pri analýze efektívnosti v ďalších oblastiach finančného trhu – predovšetkým pri analýze efektívnosti poisťovní. Práce, ktoré využívajú tento prístup sú

Tab. 1 Výber vstupov a výstupov pri aplikácii dvojstupňovej DEA metódy pri analýze efektívnosti bánk.

Autor	Názov príspevku	Vstupy prvom subprocesse (marketingový)	Stredný produkt	Výstupy druhom subprocesse (ziskový)
Seiford, Zhu	Profitability and marketability of the top 55 U.S. commercial banks (55 bánk)	výška aktíva, počet zamestnancov, vlastné imanie	príjmy, zisk	zisk na akciu, trhová hodnota, celkové výnosy investorov
Zhu, Chen, Chen, Cheng	A study on profitability and marketability of Taiwanese bank firms before and after the Financial Holding Company Act (14 taiwanských bánk)	výška aktíva, počet zamestnancov, vlastné imanie	príjmy, zisk	zisk na akciu, cena akcie, trhová hodnota
Shafiee, Hosseinpour, Ghaderi	Performance Evaluation in Bank Branch with Two Stage DEA Model (17 iranských bánk)	hmotná majetok, počet zamestnancov, rozpočet na IT	vklady	zisk, úvery banky

Zdroj: Vlastná práca, 2013.

predovšetkým od autorov z USA, Číny a Taiwanu.

Autori Kao, Hwang (2008) a Kao (2009) analyzujú efektívnosť neživotných poisťovní v Taiwane dvojstupňovou DEA metódou. Prvý subproces je charakterizovaný marketingom poisťovní. Je determinovaný skutočnosťou, že klienti platia poisťné alebo zaistné. Druhý subproces je charakterizovaný investovaním poisťovní, kde časť poisťného je investovaná a prináša možný zisk.

Autori Chiang-Ku, Shu-Wen, Cheng-Ru, (2009) porovnávajú efektívnosť bankopoisťného predaja poisťovní v Taiwane. Vychádzajú zo vstupov a výstupov v oboch stupňoch použitých v prácach autorov Kao, Hwang.

Autori Shahroudi, Taleghani, Mohammadi (2012) v práci Application of Two-Stage DEA Technique for Efficiencies Measuring of Private Insurance Companies in Iran analyzujú efektívnosť štrnástich súkromných poisťovní v Irane dvojstupňovou DEA metódou a používajú rovnaké vstupy a výstupy ako Kao a Hwang (2006), (2008). Obdobný prístup k výberu vstupov a výstupov mali aj autori Cook, Liang, Zhu (2010) pri analýze neživotných poisťovní v Taiwane.

Na rozdiel od výskumných úloh zameraných na analýzu efektívnosti bánk nie sú v uvedených empirických výskumoch výrazné rozdiely v prístupe k výberu ukazovateľov na strane vstupov

a výstupov. Táto skutočnosť je priaznivou aj pri porovnávaní výsledkov z viacerých výskumov. V tab. 2 je uvedený prístup k voľbe ukazovateľov pri analýze efektívnosti poisťovní vybraných autorov.

5. Výber modelov DEA metódy

Od prvého zverejnenia príspevku zameraného na dvojstupňovú DEA metódu boli postupne zverejňované nové modely, ktorých vyjadrenie vychádza z idey dvojstupňovej DEA metódy. Modely sa líšili napríklad orientáciou – na vstupy, na výstupy alebo boli charakterizované ako modely bez orientácie. V odbornej literatúre bolo zverejnených viacero štúdií porovnávajúcich výsledky pri použití rôznych typov modelov. Rozsiahle porovnanie štúdií je v príspevku autorov Halkos, Tzeremes, Kourtzidis (2013).

V Slovenskej a Českej republike bolo zatiaľ publikovaných málo odborných prác, ktoré aplikovali dvojstupňové DEA metódy. Jedným z autorov zaoberajúcich sa dvojstupňovými DEA metódami je Jablonský. V roku 2010 publikoval príspevok Data envelopment analysis models with network structure. V príspevku aplikuje modely dvojstupňovej DEA metódy na bankový sektor Českej republiky. Hodnotí efektívnosť bankových inštitúcií a určuje

Tab. 2 Výber vstupov a výstupov pri aplikácii dvojstupňovej DEA metódy pri analýze efektívnosti poisťovní.

Autor	Názov príspevku	Vstupy prvom subprocesu (marketingovom)	Stredný produkt	Výstupy druhom subprocesu (ziskovom)
Kao, Hwang	Efficiency decomposition in two stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan Measuring Managerial Efficiency in Non-Life Insurance Companies: An Application of Two-Stage Data Envelopment Analysis	prevádzkové náklady, náklady na poistenie	predpísané poisťné, zaistné	zisk z poistenia, zisk z investovania
Kao	Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model	prevádzkové náklady, náklady na poistenie	predpísané poisťné, zaistné	zisk z investovania, zisk z poistenia (upisovania)
Chiang-Ku, Shu-Wen, Cheng-Ru	Using GRA and DEA to Compare Efficiency of Bancassurance Sales with an Insurer's Own Team	prevádzkové náklady, náklady na poistenie	predpísané poisťné, zaistné	zisk z poistenia, zisk z investovania
Shahroudi, Taleghani, Mohammadi	Application of Two-Stage DEA Technique for Efficiencies Measuring of Private Insurance Companies in Iran	prevádzkové náklady, náklady na poistenie	predpísané poisťné, zaistné	zisk z poistenia, zisk z investovania
Cook, Liang, Zhu	Measuring performance of two-stage network structures by DEA: A review and future perspective	prevádzkové náklady, náklady na poistenie	predpísané poisťné, zaistné	zisk z investovania, zisk z poistenia (upisovania)

Zdroj: Vlastná práca, 2013.

ich poradie. Získané poradie pri použití viacerých metód navzájom porovnáva. Jablonský (2010, s. 371) konštatuje niekoľko zaujímavých záverov. „Osobitnú pozornosť je potrebné venovať orientácii modelu, pretože pri použití modelu sú výsledky úplne odlišné v závislosti na orientácii.“ Z toho dôvodu sa javí významné preferovať modely bez orientácie. Nevýhodou týchto modelov je ťažšia interpretácia výsledkov. Aplikácie dvojstupňových DEA metód však umožňujú posúdiť prírastok efektívnosti jednotlivých subprocesov na celkovej efektívnosti. Výskum v tejto oblasti sa javí veľmi zaujímavý a jeho pokračovanie bude prínosom pre oblasť hodnotenia bánk a poisťovní.

6. Návrh systému spracovania údajov s využitím dvojstupňovej DEA metódy a štatistických metód pri hodnotení efektívnosti poisťovní a bánk

„Klasické“ DEA modely neumožňujú porovnať akou mierou prispievajú k efektívnosti subprocesy, z ktorých sa skladá proces. Tieto informácie môžu byť pre subjekty dôležité. Dvojstupňové DEA metódy odstraňujú tento problém. Umožňujú porovnať akou mierou prispievajú k efektívnosti dva subprocesy, z ktorých sa skladá proces.

Ak je dvojstupňová DEA metóda doplnená pri analýze činnosti poisťovní a bánk o štatistické metódy, tak tento postup umožňuje získať oveľa viac informácií dôležitých pre prax.

Pri analýze efektívnosti poisťovní a bánk navrhujeme nasledujúci systém analýzy využívajúci dvojstupňovú DEA metódu a štatistické metódy:

- 1) Určenie analyzovaných subjektov, ich charakteristika a popis.
- 2) Získanie údajov z poisťovní, resp. bánk potrebných na spracovanie, ich roztriedenie – určenie vstupov a výstupov v oboch stupňoch pre subjekty analyzovaného trhu.
- 3) Vyjadrenie miery efektívnosti dvojstupňovou DEA metódou v oboch stupňoch. Výsledkom aplikácie dvojstupňovej DEA metódy je miera marketingovej efektívnosti, miera ziskovej efektívnosti a miera celkovej efektívnosti.
- 3) Testovanie hypotézy, či medzi priemernými mierami efektívnosti v oboch subprocesoch je štatisticky významný rozdiel napríklad pomocou Mann-Whitneyho U testu. Výsledkom bude zistenie, či je štatisticky významný rozdiel v priemernej miere marketingovej a ziskovej efektívnosti analyzovaných subjektov.
- 4) Skúmanie závislosti medzi mierami efektívnosti

a faktormi charakteristickými pre bankový alebo poisťovní trh s použitím Tobit regresie. Faktory, ktorých závislosť s mierou efektívnosti poisťovní má praktický význam sledovať sú napríklad veľkosť poisťovne, sídlo poisťovne (vymedzením štátu), imidž, zloženie investičného portfólia, počet pobočiek, podiel na trhu v %, predpísané poisťné, zloženie odborných zamestnancov, spolupráca s právnickými poradcami. Faktory, ktorých závislosť s mierami efektívnosti bánk má praktický význam sledovať sú napríklad veľkosť banky, imidž, zloženie investičného portfólia v %, bankopistenie, počet pobočiek a ďalšie.

Z odhadu parametrov a určenia p-hladiny je možné v oboch subprocesoch určiť, ktoré parametre sú štatisticky významné a stanoviť smer závislosti. Tento krok má dôležitý význam pre stanovenie opatrení v rámci určenia stratégie jednotlivých poisťovní, resp. bánk.

- 5) Na základe hodnôt miery marketingovej a ziskovej efektívnosti sa rozdelia analyzované subjekty do štyroch skupín: 1. skupina – miera marketingovej aj ziskovej efektívnosti je veľká, 2. skupina – miera marketingovej efektívnosti je veľká a miera ziskovej efektívnosti je malá, 3. skupina – miera marketingovej efektívnosti je malá a miera ziskovej efektívnosti je veľká, 4. skupina – miera marketingovej aj ziskovej efektívnosti je malá.
- 6) Na základe rozdelenia subjektov do štyroch skupín sa určí stratégia subjektov. Subjekty zaradené do prvej skupiny by mali udržiavať svoje výsledky a stratégiu aj v ďalšom období. Subjekty, ktoré majú malú hodnotu ziskovej efektívnosti, musia zlepšiť výsledky parametrov, ktoré sú závislé so ziskovou mierou efektívnosti. Subjekty, ktoré majú malú hodnotu marketingovej miery efektívnosti, musia zlepšiť výsledky parametrov, ktoré sú závislé s marketingovou mierou efektívnosti.

Takýto systém využitia dvojstupňovej DEA metódy a aplikácie štatistických metód umožní získať analyzovaným subjektom dôležité praktické závery, ktoré môžu viesť k zlepšeniu ich efektívnosti v ďalšom období.

Záver

DEA modely umožňujú porovnávať efektívnosť transformácie mnohonásobných vstupov na mnohonásobné výstupy pomocou miery efektívnosti. Neumožňujú však porovnať akou mierou prispievajú k efektívnosti jednotlivé subprocesy.

Tab. 3 Niektoré závery z porovnania „štandardného“ DEA modelu a dvojstupňovej DEA metódy.

	„Štandardný“ model	Dvojstupňový model
posúdenie príspevku efektívnosti dvoch subprocesov na efektívnosť celého procesu	neumožňuje	umožňuje
existuje aspoň jeden subjekt s mierou efektívnosti rovnou jednej	platí	nemusi platiť
miera efektívnosti celého procesu je rovná jednej práve vtedy, ak miera efektívnosti každého subprocesu je rovná jednej	neplatí	platí

Zdroj: Vlastná práca, 2013.

Prínosy dvojstupňovej DEA metódy sú: v analýze „príspevku“ marketingovej a ziskovej miery efektívnosti v rámci celkovej miery efektívnosti hodnotených subjektov. Môžeme zhrnúť, že najdôležitejší význam aplikácie dvojstupňovej DEA metódy v empirickom výskume zameranom na analýzu činností poisťovní a bánk je, že:

popisuje vzťah medzi procesom a subprocesmi, umožňuje lepšie posúdiť silné a slabé stránky analyzovaných subjektov,

umožňujú posúdiť, ktoré subjekty dosahujú najlepšie výsledky v jednotlivých subprocesoch, čo umožňuje aj u subjektov efektívnych v „štandardných“ modeloch určiť či sú efektívne v oboch subprocesoch a tak analyzovať ich slabé a silné stránky,

doplnením štatistických metód je možné určiť stratégie analyzovaných subjektov.

Z uvedeného vyplýva, že dvojstupňová DEA metóda má veľké praktické využitie lebo umožňuje porovnávať aj „príspevok“ miery efektívnosti subprocesov, z ktorých sa skladá celý proces. To spolu

s prepojením rôznych štatistických metód umožňuje analyzovať slabé a silné stránky analyzovaných subjektov.

Nevýhodou je, že pri aplikácii dvojstupňových DEA metód sa odporúča použiť modely bez orientácie, u ktorých je pri hodnotení efektívnosti poisťovní a bánk ťažšia interpretácia výsledkov. Použitie „klasických“ DEA modelov s orientáciou na vstupy alebo výstupy umožňuje jednoduchšiu interpretáciu výsledkov. V tab. 3 sú uvedené niektoré závery z porovnania „štandardného“ DEA modelu a dvojstupňovej DEA metódy, ktoré vyplývajú z ich definovania.

Pri analýze efektívnosti poisťovní a bánk sme navrhli doplniť dvojstupňovú DEA metódu o vhodné štatistické metódy. Tento postup vedie k praktickým záverom, na ktoré faktory je potrebné sa zamerať, aby poisťovňa alebo banka zväčšila svoju efektívnosť. Ak postup nie je doplnený o štatistické metódy, tak použitie dvojstupňovej DEA metódy umožňuje urobiť menej rozsiahle závery.

Literatúra

- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), s. 1078–1092.
- Cook, W. D., Liang, L., Zhu, J. (2010). Measuring performance of two-stage network structures by DEA: A review and future perspective. *Omega*, 38, s. 423–430.
- Halkos, G. E., Tzeremes, N. G., Kourtzidis, S. A. (2013). A unified classification of two-stage DEA models. *Surveys in Operations Research and Management Science*, 19, s. 1–16.
- Hwang, S.-N., Kao, C. (2006). Measuring Managerial Efficiency in Non-Life Insurance Companies: An Application of Two-Stage Data Envelopment Analysis. *International Journal of Management*, 23, s. 699–720.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E. (1978). „Measuring

- the Efficiency of Decision-Making Units.“ *European Journal of Operational Research*, 2(6), s. 429–444.
- Chiang-Ku, F., Cheng Shu-Wen, CH., Cheng-Ru, W. (2009). Using GRA and DEA to Compare Efficiency of Bancassurance Sales with an Insurer's Own Team. *The Journal of Grey System*, 4, s. 395–406.
- Chen, Y., Zhu, J. (2004). Measuring information technology's indirect impact on firm performance. *Information Technology and Management Journal*, 5(1–2), s. 9–22.
- Jablonský, J. (2010). Data envelopment analysis models with network structure. In: *Text-book of 30th International Conference Mathematical Methods in Economics*, s. 367–372.
- Jablonský, J., Dlouhý, M. (2004). *Modely hodnocení efektívnosti produkčních jednotek*. Professional Publishing, Praha, 183 s.

- Kao, C. (2009). Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model. *European Journal of Operational Research*, 192, s. 949–962.
- Kao, C., Hwang, S-N. (2008). Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan. *European Journal of Operational Research*, 185, s. 418–429.
- Seiford, L. M., Zhu, J. (1999). Profitability and marketability of the top 55 U.S. commercial banks. *Management Science*, 45(9), s. 1270–1288.
- Shafiee, M., Hosseinpour, H., Ghaderi, M. *Performance Evaluation in Bank branch with Two Stage DEA Model*. [online] [cit. 2013-01-03] Dostupné z <http://www.iausdj.ac.ir/english/Pages/default.aspx>.
- Shahroudi, K., Teleghani, M. M., Mohammadi, G. (2012). Application of Two-Stage DEA Technique for Efficiencies Measuring of Private Insurance Companies in Iran. *International Journal of Applied Operational Research*, 1(3), s. 91–104.
- Zhu, D. S., Chen, A. S., Chen, Y. K. Cheng, W. H. *A study on profitability and marketability of Taiwanese bank firms before and after the Financial Holding Company Act*. [online] [cit. 2013-01-03] Dostupné z http://www1.rdoffice.ndhu.edu.tw/exchange/abroad/abroad99/17_paper.pdf.

Doručeno redakci: 13. 3. 2013

Recenzováno: 11. 11. 2013

Schváleno k publikování: 25. 11. 2013

Kontakt na autora

doc. RNDr. Eva Grmanová, PhD.

Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka
v Trenčíne
Fakulta sociálno-ekonomických vzťahov
Katedra ekonómie a ekonomiky
Študentská 2
911 01 Trenčín
Slovenská republika,
tel.: +421/0327400423
e-mail: eva.grmanova@tnuni.sk