



Študentská vedecká aktivita

Analýza efektívnosti verejných vysokých škôl na Slovensku s využitím DEA

Svetlana Nováková, Lukáš Matušiska

Sekcia: Verejná ekonomika a regionálny rozvoj

Konzultant: RNDr. Miroslav Hužvár, PhD.

Banská Bystrica

2016

Obsah

ÚVOD	3
1. Údaje a formulácia problému.....	4
2. Metódy	6
3. Diskusia.....	9
3.1. Model BCC-I	9
3.2. Model BCC-O.....	12
3.3. Model CCR	14
3.4. Model CCR-I	15
3.5. Model CCR-O.....	16
ZÁVER	19
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	20
PRÍLOHY	21
ZOZNAM PRÍLOH	22

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

CREPČ – Centrálny register evidencie publikačnej činnosti

DMU - Decision Making Unit (Rozhodovacie produkčné jednotky)

EU Bratislava - Ekonomická univerzita v Bratislave

KU Ružomberok - Katolícka univerzita v Ružomberku

PU Prešov - Prešovská univerzita v Prešove

SPU Nitra - Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

STU Bratislava - Slovenská technická univerzita v Bratislave

TU Košice - Technická univerzita v Košiciach

TU Zvolen - Technická univerzita vo Zvolene

TUAD Trenčín - Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne

TvU Trnava - Trnavská univerzita v Trnave

UJS Komárno - Univerzita J. Selyeho

UKF Nitra - Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

UMB Banská Bystrica - Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici

UPJŠ Košice - Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach

UCM Trnava - Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave

UVLF Košice - Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach

ŽU Žilina - Žilinská univerzita v Žiline

ÚVOD

Niekoľko posledných desiatok rokov sa všeobecne zvyšuje záujem o štúdium a každá krajina sa venuje rozvoju školstva, výchovy a vzdelávania. Vzdelávanie, jeho úroveň a kvalita výrazne ovplyvňujú ekonomický, politický a kultúrny rozvoj krajiny. Tie krajiny, u ktorých je prítomná vysoká úroveň vzdelanosti obyvateľstva majú predpoklady aj na svoj ďalší ekonomický rast, keďže vzdelávanie výrazne prispieva k zvýšeniu kvality ľudských zdrojov. Relatívne najvyšší vplyv v súvislosti s ostatnými faktormi na tom má dosiahnuté vysokoškolské vzdelanie jednotlivcov pri danej štruktúre vysokých škôl.

Vysoké školy vo svete sú financované z viacerých zdrojov a ide o kombináciu verejných zdrojov, vlastných príjmov vysokej školy a súkromných zdrojov. Vysoké školy sú autonómne a štát má obmedzenú možnosť ich regulácie. Existuje viacero modelov financovania vysokých škôl vo vyspelých trhových ekonomikách. Slovenský systém financovania vysokých škôl čerpá zo všetkých týchto systémov. Na Slovensku v súčasnosti poskytuje vysokoškolské vzdelanie 20 verejných vysokých škôl, 3 štátne vysoké školy, a 15 súkromných vysokých škôl. Rovnako ako pri ostatných odvetviach verejného sektora, aj v prípade vzdelávania finančné potreby značne prekračujú celkový objem finančných prostriedkov, ktoré môžu byť každoročne vyčlenené zo štátneho rozpočtu. Preto je nevyhnutné v záujme zabezpečenia kvalitatívneho rozvoja vzdelávania vytvoriť systém financovania podporujúci efektívne vysoké školy. Určenie efektívnych vysokých škôl môže byť však problematické (Koróny, Hronec 2012). Z tohto dôvodu bola táto problematika pre nás zaujímavá na jej riešenie s pomocou analýzy efektívnosti DEA na vybraných ukazovateľoch verejných vysokých škôl a dúfame, že naše odporúčania budú prínosom pre prax.

V práci sme si dali za cieľ identifikovať efektívne a neefektívne verejné vysoké školy na Slovensku a pre neefektívne formulovať odporúčania na úpravu hodnôt vstupov a výstupov. Stanovený cieľ chceme dosiahnuť prostredníctvom metódy lineárneho programovania DEA, ktorá obsahuje univerzálny algoritmus na riešenie optimalizačných úloh. DEA metóda bola pôvodne vyvinutá na posudzovanie efektívnosti riadenia a plánovania neziskových inštitúcií. Neskôr sa jej použitie rozšírilo aj na iné oblasti. Tieto metódy sú založené na riešení sústavy úloh lineárneho programovania, ktoré určujú pomernú efektívnosť množiny analyzovaných ekonomických jednotiek.

1. Údaje a formulácia problému

Cieľom našej práce je identifikovať efektívne a neefektívne verejné vysoké školy a pre neefektívne formulovať odporúčania na úpravu hodnôt ich vstupov a výstupov. Z takto stanoveného cieľa vyplýva, že subjektom nášho skúmania je homogénny súbor organizácií - verejné vysoké školy na Slovensku. Tých je celkovo 20, avšak pre potreby práce sme ich museli zredukovať kvôli produkčnému procesu na verejných umeleckých vysokých školách, ktorých výsledkom je umelecká činnosť. Táto činnosť v analýze nebola sledovaná. Zároveň sme redukovali verejné vysoké školy z ohľadom na veľkosť vstupov a výstupov v súvislosti s výnosmi z rozsahu produkčného procesu. V práci teda skúmame 15 verejných vysokých škôl pre použitý model BCC a 17 verejných vysokých škôl pre model CCR rozhodovacích jednotiek (t. j. DMU).

Hlavným účelom produkčného procesu na vysokých školách je príprava kvalifikovanej pracovnej sily získavaním a upevňovaním schopností, zručností a vedomostí na vysokoškolskej úrovni vzdelávania, ale taktiež má nezanedbateľnú funkciu v oblasti vedy a výskumu. Všeobecným problémom analýz školstva je nepoužiteľnosť všeobecnej definície produkcie. Použiť definíciu produkcie (výroby) ako transformáciu zdrojov na finálne produkty, nie je možné. V klasickom poňatí produkcie je zákazník na konci produkčného procesu. Zákazník proces výroby ovplyvňuje nepriamo – prostredníctvom dopytu, ktorý reprezentuje jeho potreby a prania. V oblasti školstva je zákazníkom študent a ako taký je priamym účastníkom „produkčného“ procesu, ktorým je proces výučby (Novosádová, 2006).

Medzi hlavné vstupy tohto produkčného procesu sa zaraďuje najmä počet zamestnancov, ktorého kvalitu ovplyvňujú hlavne ich kvalifikácia, vek, výška miezd alebo dosiahnutá prax. K vstupom sa zaraďuje aj fyzický kapitál, najmä náklady na rôzne vstupy (ako vybavenie počítačmi, zariadenie knižnice), hodnota aktív alebo investícií (Bradley et al., 2001; Abbott and Doucouliagos, 2003). Vzdelávací výstup môže byť charakteristický výkonnosťou študenta, zvýšenou produktivitou práce alebo zvýšenou spotrebou. Zamestnateľnosť absolventov je možným ukazovateľom určenia kvality vzdelávacieho procesu. Počet vstupujúcich študentov do daného ročníka alebo promovanych je bežnou mierou výkonnosti študenta v komplexných štúdiách. Pre výstup výskumu sú možné ukazovatele ako príjmy výskumu, počet publikácií alebo citácií (Hronec, Koróny, 2012).

Naša analýza sa bude zaoberať ukazovateľmi, kde na strane vstupov bude súhrnný počet učiteľov verejných vysokých škôl a na strane výstupov bude celkový počet študentov denného štúdia (prvého, druhého a tretieho stupňa štúdia) spolu, počet publikačných výstupov

podľa CREPČ a citačné ohlasy. Výber týchto ukazovateľov sme uskutočnili na základe úzkych súvislostí medzi nimi. Pracovali sme pri tom s myšlienkou, že tok, ktorý svojou redukciou vylepší efektívnosť DMU, považujeme za vstup (t.j. má charakter práce alebo kapitálu). Ak je potrebné daný tok rozšíriť aby sa vylepšila efektívnosť DMU, tak tento považujeme za výstup (t.j. výsledok produkčného procesu v DMU).

Prvým krokom pred DEA analýzou bola transformácia zdrojových údajov a teda vyradenie tých DMU, ktoré pre nás predstavujú verejné vysokých školy ktorých výsledkom produkčného procesu je umelecká činnosť ako už bolo vyššie spomenuté. Touto metodikou sme vyradili z analýzy Akadémiu umení v Banskej Bystrici, Vysokú školu múzických umení v Bratislave a Vysokú školu výtvarných umení v Bratislave. Ďalej sme pomocou modifikovaného Thompson Tau testu identifikovali odľahlé aktivity (t. j. outliers) našej množiny dát. Aj na tieto hodnoty je DEA metóda citlivá. Táto selekcia je dôležitá najmä pri použití modelu BCC, pretože pri variabilných výnosoch z rozsahu je automaticky rozsahovo najväčšia a najmenšia DMU BCC efektívna. Konkrétne sme museli vylúčiť Univerzitu Komenského v Bratislave pri použitých variabilných výnosoch z rozsahu v modeli BCC a Univerzitu J. Selyeho Komárno kvôli tomu, že je zo všetkých skúmaných vysokých škôl najmenšia. Touto selekciou sme dosiahli konečný počet 15 DMU, ktoré boli spracované v modeli BCC. Pre model CCR, ktorý pracuje s konštantnými výnosmi z rozsahu túto selekciu použijeme len na úrovni vyradenia umeleckých verejných vysokých škôl. To znamená, že pre model CCR bol použitý konečný počet 17 DMU, pretože na výsledky modelu CCR má rozsah DMU minimálny vplyv.

Z konečných získaných dát z vstupne a výstupne orientovaných modelov BCC a CCR určíme efektívne a neefektívne DMU, referenčné produkčné jednotky, ktoré sú vzorom pre neefektívne DMU a pri neefektívnych DMU navrhujeme rozsah úpravy hodnôt vstupov a výstupov. Je odporúčané aby celkový počet vstupov aj výstupov ($m + s$) neprekročil $1/3$ množstva skúmaných DMU, t.j. $m + s < n/3$. Toto pravidlo pri našej analýze aj po vylúčení už vyššie spomenutých DMU splňame.

Dáta použité v práci sme získali z Výročnej správy o stave vysokého školstva za rok 2014 Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky. URL: <https://www.minedu.sk/vyroczne-spravy-o-stave-vysokeho-skolstva/>

Naše vybrané ukazovatele, ktoré pre nás budú predstavovať vstupy a výstupy pre potreby analýzy efektívnosti DEA sú graficky prezentované v Prílohe 1. Hneď na prvý pohľad môžeme pozorovať obrovské rozdiely medzi jednotlivými verejnými vysokými školami na Slovensku. Čo je zrejmé, pretože každá verejná vysoká škola je vnútorne

diferencovaná od ostatných verejných vysokých škôl najmä špecializáciou svojich fakúlt a študijných programov. Tie sa odlišujú pedagogickým zázemím (Príloha 2), publikačnou činnosťou (Príloha 3) ako aj rozdielnymi podmienkami ich vedecko-výskumných inštitútov. Príloha 4 sa zameriava na aspekt rozdelenia študentov na I. , II. a III. stupeň štúdia, pričom je zohľadnený spôsob štúdia dennou a externou formou.

Príloha 5 obsahuje štatistické ukazovatele ako minimálne, maximálne, priemerné hodnoty a smerodajné odchýlky našich vstupov a výstupov pre CCR a BCC model DEA analýzy. Podľa modelu CCR môžeme povedať, že najmenší počet učiteľov mala Univerzita J. Selyeho a súčasne aj najmenší počet študentov, publikačných výstupov aj citačných ohlasov. Najväčší počet učiteľov mala Univerzita Komenského v Bratislave, ktorá mala aj najväčší počet publikačných výstupov aj citačných ohlasov spomedzi ostatných verejných vysokých škôl. V modeli BCC mala najmenší počet učiteľov TUAD Trenčín a súčasne aj publikačných výstupov. Najmenší počet študentov bol na UVLF Košice. Spomedzi všetkých DMU pre BCC bol sledovaný najmenší počet citačných ohlasov pri EU Bratislava. Najväčší počet učiteľov, študentov, publikačných výstupov aj citačných ohlasov spomedzi ostatných verejných vysokých škôl mala STU Bratislava.

Okrem iného Príloha 5 obsahuje a korelačné koeficienty pre model CCR aj BCC, ktoré sú počítané pre všetky výstupy a vstup navzájom v korelačnej matici. Korelačný koeficient nám vyjadruje tesnosť závislosti medzi závislou (vysvetľovanou premennou) a nezávislou (vysvetľujúcou premennou). V oboch modeloch všeobecne pozorujeme silnú priamu lineárnu závislosť. Jedine v prípade vzťahu citačných ohlasov (0,6788) s počtom publikácií (0,5717) a počtom študentov (0,5133) pri BCC modely je evidentná stredne silná priama lineárna závislosť.

2. Metódy

K analýze efektívnosti DEA produkčných jednotiek DMU je možné pristupovať dvomi spôsobmi. Jeden je výstupne orientovaný to znamená, že maximalizuje výstupy. Vtedy pozitívne produkčné efekty vedú k vyššej výkonnosti za inak nezmenených podmienok (zvýšenie výstupov pri nezmenených vstupoch). Druhý je vstupne orientovaný, čiže minimalizuje vstupy pri zachovaní úrovne výstupov. Existujú aj iné spôsoby spájajúce obidva prístupy (napr. zníženie vstupov so súčasným zvýšením výstupov) (Hronec, Koróny, 2012).

Ako prvé uvažujeme o variabilných výnosoch z rozsahu (t.j. pri zvýšení vstupu o jedno percento výstup rastie o viac ako jedno percento / má za následok rast výstupu aspoň o

jedno percento). Vychádzame z faktu, že naše vstupy vo forme počtu učiteľov môžu mať vo vzdelávacom procese vplyv na rôzne zväčšenie sa výstupov. Zároveň už z vyššie spomenutej analýzy sme zaznamenali vysokú koreláciu počtu učiteľov vo vzťahu s počtom študentov a publikačných výstupov. Nami zvolený výstup citačných ohlasov je pre verejné vysoké školy problematickejšie ovplyvniť. Preto sme sa rozhodli na dáta aplikovať najskôr základný DEA model BCC. Názov BCC model tvoria prvé písmená mien pánov Banker, Charnes a Cooper, ktorí v tomto modeli uvažovali o variabilných výnosoch z rozsahu, kedy dochádza k neproporcionálnej zmene výstupov pri zmene vstupov. Začneme vstupne orientovaným modelom BCC-I a následne výstupne orientovaným BCC-O. Vstupne orientovaný model, kvôli tomu, že naše zvolené DMU, verejné vysoké školy, sú schopné ovplyvňovať množstvo vstupov pri súčasnom zachovaní výstupov. Model BCC-I je možné formulovať ako úlohu lineárneho programovania:

$$\text{Maximalizovať} \quad \sum_i^r u_i y_{iq} + \mu, \quad (1)$$

$$\text{Za podmienok} \quad \sum_i^r u_i y_{iq} + \mu, \quad (2)$$

$$\sum_i^r u_i y_{ik} + \mu \leq \sum_j^m v_j x_{jk}, \quad k = 1, 2, \dots, n,$$

$$\sum_j^m v_j x_{jq} = 1,$$

$$u_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, r,$$

$$v_j \geq \varepsilon, \quad j = 1, 2, \dots, m,$$

$$\mu - \text{ľubovoľné.}$$

Z uvedeného vyplýva, že DMU bude BCC efektívna, ak má minimálnu hodnotu vstupu pre aspoň jeden ľubovoľný vstup a maximálnu hodnotu pre ľubovoľný aspoň jeden výstup. V prípade BCC-I modelu sú efektívne tie jednotky, ktoré majú hodnotu účelovej funkcie (score) rovné 1 a ich sklzy (slack) sú nulové. Slacky určujú vzdialenosť virtuálneho bodu na hranici efektívnosti od skutočne najefektívnejšej jednotky, ktorá je najbližšie. Znamená to, že DMU, ktorá je neefektívna sa posunie k najbližšej efektívnej DMU. Jednotky DMU, ktoré nebudú dosahovať mieru technickej efektívnosti, musia pomocou BCC-I modelu znížiť hodnotu svojich vstupov. Ak sú DMU efektívne sú vzorom sami sebe a hodnotu vstupov nijako meniť nemusia. DMU, ktoré predstavujú vzor pre každú neefektívnu DMU, sú referenčnou množinou pre neefektívne DMU. Hodnoty ich vstupov a výstupov by teda neefektívne DMU mali dosiahnuť.

Ako ďalšie na dáta aplikujeme výstupne orientovaný model BCC-O. Našou snahou bude optimalizácia výstupov v takej miere aby už existujúce nezmenené vstupy vo forme učiteľov slúžili na maximalizáciu výstupov vo forme publikačných činností, počtu študentov a citačných ohlasov. Tento prístup k danej problematike je založený na tom, že učitelia na verejných vysokých školách by mali byť, do istej miery, komplexným článkom v produkčnom procese verejných vysokých škôl. Tento model je možné formulovať ako úlohu lineárneho programovania nasledovne:

$$\text{Maximalizovať} \quad \sum_j^m v_j x_{jq} + v, \quad (3)$$

$$\text{Za podmienok} \quad \sum_i^r u_i y_{ik} \leq \sum_j^m v_j x_{jk} + v, \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

$$\sum_j^m v_j y_{jq} = 1,$$

$$u_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, r,$$

$$v_j \geq \varepsilon, \quad j = 1, 2, \dots, m,$$

$$v - \text{ľubovoľné.}$$

Ďalším modelom použitým v práci je primárny model CCR, ktorého základným predpokladom sú konštantné výnosy z rozsahu (ak v produkčnom procese zvýšime množstvo vstupov o jedno percento, vyvolá to nárast výstupov o takú istú mieru). CCR model, ktorý je pomenovaný po pánoch Cooper, Charnes a Rhodes bol historicky prvým modelom. Tento model je v porovnaní s modelom BCC prísnejší v určovaní efektívnych DMU. V práci ho uvádzame za účelom porovnania s modelom BCC, pričom pracujeme s myšlienkou, že každý nárast vstupu (t.j. počtu učiteľov), samozrejme „ceteris paribus“, by mal rovnako proporcionálne prispieť na zvýšenie výstupov. Na dáta sme aplikovali najskôr vstupne orientovaný model CCR-I, ktorý je zameraný na optimalizáciu vstupov. Môžeme ho formulovať ako úlohu lineárneho programovania:

$$\text{Maximalizovať} \quad \sum_i u_i y_{iq}, \quad (5)$$

$$\text{Za podmienok} \quad \sum_j v_j x_{jq} = 1, \quad (6)$$

$$\sum_i^r u_i y_{ik} \leq \sum_j^m v_j x_{jk}, \quad k = 1, 2, \dots, n,$$

$$u_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, r,$$

$$v_j \geq \varepsilon, \quad j = 1, 2, \dots, m.$$

Následne sme na dáta aplikovali výstupne orientovaný model CCR-O, ktorý je možné formulovať ako úlohu lineárneho programovania:

$$\text{Maximalizovať} \quad \sum_j v_j x_{jq}, \quad (7)$$

$$\text{Za podmienok} \quad \sum_i u_i y_{iq} = 1, \quad (8)$$

$$\sum_i u_i y_{ik} \leq \sum_j v_j x_{jk}, \quad k = 1, 2, \dots, n,$$

$$u_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, r,$$

$$v_j \geq \varepsilon, \quad j = 1, 2, \dots, m.$$

Takto stanovené a definované modely sme aplikovali na naše dáta a v časti diskusia ďalej interpretujeme výsledky našej analýzy.

3. Diskusia

V tejto časti sa venujeme samotnej analýze efektívnosti zadaných DEA modelov. Vzhľadom na to, že práca sa primárne zameriava najmä na model BCC, uvádzame interpretácie jeho výsledkov a dopady ktoré by mali pri ich úspešnej realizácii. K záveru uvádzame aj model CCR za účelom porovnania.

3.1. Model BCC-I

Po aplikácii modelu BCC-I, ktorý je zameraný na optimalizáciu vstupov pri nezmenených výstupoch na naše dáta, sme zistili, že v nami 15 skúmaných verejných vysokých školách vybraných pre model BCC sú efektívne nasledujúce DMU: PU Prešov, SPU Nitra, STU Bratislava, TU Košice, TUAD Trenčín, UPJŠ Košice. Tieto DMU sú referenčnou množinou pre zvyšné DMU, ktoré sú neefektívne (Príloha 6). Efektívne DMU sú tie, ktoré majú hodnotu účelovej funkcie (score) rovnú 1. Score neefektívnych DMU sa nerovná jednej. Príloha 7 vizuálne prezentuje naše skúmané DMU podľa dosiahnutého score efektívnosti. Technickú neefektívnosť týchto DMU môžeme preukázať aj prostredníctvom Prílohy 8. Slacký ôsmich DMU, konkrétne: EU Bratislava, KU Ružomberok, TU Zvolen, UKF Nitra, UMB Banská Bystrica, UCM Trnava, UVLF Košice a ŽU Žilina sa nerovnajú nule.

Verejná vysoká škola, ktorá sa nachádza najďalej od dosiahnutia technickej efektívnosti je KU Ružomberok a najbližšie UMB Banská Bystrica (viď. Prílohy 6, 7 a 8). Príloha 9 obsahuje výnosy z rozsahu pre model BCC-I.

KU Ružomberok dosahovala najnižšie score efektívnosti ($\theta=0,81978$) a referenčná množina pre túto DMU obsahuje verejné vysoké školy ako PU Prešov, SPU Nitra, TUAD Trenčín, ktoré sú pre KU Ružomberok vzorom. Naše odporúčania, zamerané na zefektívnenie, sú aby bol počet učiteľov znížený o 69 (zníženie o 18,02 %) a súčasne sa počet citačných ohlasov zvýšil o približne 390 (zvýšenie o 70,89 %). Z dlhodobejšieho hľadiska je toto opatrenie reálne uskutočniteľné pri znižovaní stavov učiteľov, ale dôsledkom toho by mohlo na verejnej vysokej škole nastať riziko nedostatku odborníkov. V oblasti citačných ohlasov máme pochybnosť o uskutočniteľnosti tohto opatrenia.

UMB Banská Bystrica dosiahla najvyššie score efektívnosti spomedzi neefektívnych DMU ($\theta=0,9947$). Jej vzorom sú PU Prešov a STU Bratislava. Odporúčania pre UMB Banská Bystrica sú v oblasti zníženia počtu učiteľov o približne 3 (zníženie o 0,53 %), čo nie sú príliš radikálne zmeny. Avšak okrem toho odporúčame aj zvýšiť počet publikácií o približne 1008 čo by predstavovalo zvýšenie o 35,84 % z pôvodného počtu a citačných ohlasov o približne 772 čo znamená až 125 % zvýšenie. Z hľadiska uskutočnenia je v oblasti zvýšenia počtu publikácií a citačných ohlasov menej pravdepodobné ich splnenie v najbližšom časovom horizonte, ale to nevylučuje možnosť že by UMB Banská Bystrica nemohla tento stav dosiahnuť a tým skvalitniť vedecko-výskumnú činnosť.

V prípade UKF Nitra bolo score efektívnosti ($\theta=0,9879$) približujúce sa k efektívnym DMU. Referenčnou množinou pre UKF Nitra sú PU Prešov, SPU Nitra a STU Bratislava. Naše odporúčania sú v znížení počtu učiteľov o približne 7 (zníženie o 1,21 %). Okrem toho by mala UKF Nitra zvýšiť počet publikačných výstupov o približne 192 (zvýšenie o 6,58 %). Realizácia tohto opatrenia je v strednodobom časovom horizonte pomerne uskutočniteľná, ale dôsledkom toho budú zvýšené požiadavky na publikačnú činnosť na ostatných učiteľoch.

UCM Trnava mala nižšie score efektívnosti ($\theta=0,974055$). Referenčná množina obsahovala SPU Nitra a TUAD Trenčín. Odporúčame hlavne znížiť počty učiteľov o 9 (zníženie o 2,59 %), zvýšiť počet publikačných výstupov o približne 248 (zvýšenie o 17,91 %) a citačných ohlasov o 348 (zvýšenie o 42,88 %) aby bola UCM Trnava BCC efektívna. Opatrenia považujeme za pomerne uskutočniteľné. Pri citačných ohlasoch máme pochybnosti naplnenia opatrenia.

TvU Trnava patrila tiež k neefektívnym ($\theta=0,9496$). Do jej referenčnej množiny boli zaradené PU Prešov, SPU Nitra, TUAD Trenčín a UPJŠ Košice. Jediné opatrenie ktoré

odporúčame na dosiahnutie BCC efektívnosti je vo forme zníženia počtu učiteľov o 16 (zníženie o 5,04 %), čo je svojím spôsobom relatívne ľahko realizovateľné.

Pre EU Bratislava score efektívnosti ($\theta=0,873$) indikuje neefektívnosť DMU, kde do referenčnej množiny EU Bratislava patrili PU Prešov a TUAD Trenčín. Odporúčania sú najmä v znížení počtu učiteľov o 75 (zníženie o 12,7 %), ale aj v zvýšení počtu študentov o približne 375 (zvýšenie o 4,16 %) a v zvýšení počtu citačných ohlasov o približne 18 (zvýšenie o 5,73 %). Tieto opatrenia sú podľa nášho názoru v strednodobom časovom horizonte dosiahnuteľné, či už v oblasti počtu citačných ohlasov, alebo v možnosti lepšieho propagovania študijných programov. Zníženie počtu učiteľov je taktiež dosiahnuteľné.

V prípade neefektívnej TU Zvolen ($\theta=0,8619$) sme do referenčnej množiny zaradili PU Prešov, STU Bratislava a TUAD Trenčín. TU Zvolen by mala znížiť počet učiteľov o približne 35 (zníženie o 13,8 %) a počet študentov zvýšiť o 91 (zvýšenie o 2,35 %). Predpokladáme, že v strednodobom časovom horizonte TU Zvolen schopná realizovať odporúčanie. Vzniklo by však možné riziko, že jej v budúcnosti budú chýbať odborníci. Ich nedostatok môže kompenzovať spoluprácou s inými vysokými školami alebo vedeckými inštitútmi.

Neefektívna DMU ŽU Žilina ($\theta=0,8332$) mala vo svojej referenčnej množine PU Prešov, SPU Nitra a STU Bratislava. Odporúčame ŽU Žilina aby sa pokúsila znížiť počet svojich učiteľov o 105 (zníženie o 16,68 %) a zároveň zvýšila počet publikačných výstupov o 262 (zvýšenie o 8,33 %). Toto opatrenie je pre ŽU Žilina výzvou, no náš názor je, že DMU má v strednodobom až dlhodobom časovom horizonte šancu tieto opatrenia zaviesť a stať sa tým pádom BCC efektívnou. Rovnako ako v prípade TU Zvolen a UVLF Košice pozorujeme možné riziko nedostatku odborníkov po zavedení opatrení.

Poslednou DMU v našej analýze bola UVLF Košice, ktorá bola podľa score efektívnosti neefektívna ($\theta=0,9285$). Referenčná množina pre UVLF Košice sa skladala z PU Prešov, SPU Nitra a STU Bratislava. Naše odporúčania sú zamerané na zníženie počtu učiteľov o 15 (zníženie o 7,15 %) a zvýšiť počet študentov približne o 1099 (zvýšenie o 51 % napr. v zatraktívnení štúdia na UVLF Košice). Okrem toho odporúčame zvýšiť počet publikácií o približne 97 (t.j. zvýšenie o 11,96 %). Zníženie počtu učiteľov v dlhodobejšom časovom horizonte spolu so zvýšením počtu publikačnej činnosti považujeme za reálne dosiahnuteľné. Opätovne tak ako u TU Zvolen, ŽU Žilina, EU Bratislava a UVLF Košice tak aj pri KU Ružomberok ide o relatívne prijateľné zníženie počtu učiteľov, ale ktoré je spojené s možnosťou nedostatku odborníkov v budúcnosti.

3.2. Model BCC-O

Výstupne orientovaný model BCC-O je založený na optimalizácii výstupov pri nezmenených vstupoch. Pre tento model taktiež použijeme množinu 15 DMU. Zistili sme, že sa množina efektívnych verejných vysokých škôl BCC-O modelu sa zhoduje s tou v modeli BCC-I. Tieto DMU sú referenčnou množinou pre zvyšné DMU, ktoré sú považované za neefektívne. V Prílohe 6 môžeme vidieť prehľad dosiahnutých score efektívnosti v modeli BCC-O. Príloha 10 vizuálne prezentuje skúmané DMU podľa dosiahnutého score efektívnosti a príloha 8 prezentuje Technickú neefektívnosť týchto DMU. Slacky siedmich DMU, konkrétne: EU Bratislava, KU Ružomberok, UKF Nitra, UMB Banská Bystrica, UCM Trnava, UVLF Košice a ŽU Žilina sa nerovnajú nule.

Z príloh 6, 8 a 10 je evidentná verejná vysoká škola, ktorá dosahuje najnižšiu technickú efektívnosť (KU Ružomberok ako to bolo aj pri modeli BCC-I), ktorá sa nachádza najbližšie (UMB Banská Bystrica, ktorá je ešte bližšie k efektívnosti produkčného procesu ako v modeli BCC-I). Príloha 9 obsahuje výnosy z rozsahu pre model BCC-O.

KU Ružomberok dosahovala najhoršie score efektívnosti ($\eta=1,228794$) a referenčná množina pre túto DMU obsahuje verejné vysoké školy ako PU Prešov, SPU Nitra, TUAD Trenčín, ktoré sú pre KU Ružomberok vzorom. Naše odporúčania zameriavame na zvýšenie počtu študentov o 1370 (zvýšenie o 22,8 %), apelujeme najmä na zvýšenie atraktívnosti študijných programov. V oblasti publikačných činností odporúčame zvýšenie o 394 (zvýšenie o 22,88 %) a zároveň v tomto modeli citačné ohlasy zvýšiť o približne 592 (zvýšenie o 107,41 %). Zo strednodobého až dlhodobého hľadiska by mohli byť naše opatrenia zamerané na zvýšenie počtu študentov a výstupov publikačnej činnosti reálne uskutočniteľné. Ale k realizácii odporúčaní pre citačné ohlasy sme skeptický k ich naplneniu.

UMB Banská Bystrica dosiahla najlepšie score efektívnosti spomedzi neefektívnych DMU ($\eta=1,003222$). Jej vzorom sú PU Prešov a STU Bratislava. Odporúčania pre UMB Banská Bystrica sú v oblasti zvýšenia počtu študentov približne o 32 (zvýšenie o 0,32 %), čo je jednoznačne realizovateľné. Ďalšie opatrenia sú zamerané na zvýšenie počtu publikácií o približne 1022 (zvýšenie o 36,34 %), čo sa dá považovať za relatívne realizovateľné opatrenie, bol by však tvorený väčší tlak na vedeckú činnosť učiteľov. Odporúčame aj zvýšiť počet citačných ohlasov o približne 830 čo by predstavovalo zvýšenie o 134,26 % z pôvodného počtu z citačných ohlasov. Pravdepodobnosť uskutočnenia opatrení na zvýšenie citačných ohlasov je v najbližšom časovom horizonte nižšia, ale to nevylučuje možnosť že by UMB Banská Bystrica nemohla tento stav dosiahnuť, čím by sa stala BCC efektívnou.

V prípade UKF Nitra bolo score efektívnosti približujúce sa k efektívnym DMU ($\eta=1,007333$). Vzorom pre UKF Nitra sú PU Prešov, SPU Nitra a STU Bratislava. Naše odporúčania sú vo zvýšení počtu študentov o približne 71 (zvýšenie o 0,73 %). Okrem toho by mala UKF Nitra zvýšiť počet svojich publikačných výstupov o približne 263 (zvýšenie o 9 %) a zvýšiť počet citačných ohlasov o 18 (t.j. o 0,73 %) aby bola BCC efektívna. Realizácia tohto opatrenia je v strednodobom časovom horizonte pomerne uskutočniteľná, no dôsledkom budú zvýšené požiadavky na publikačnú činnosť na ostatných učiteľoch.

TvU Trnava patrila taktiež k neefektívnym ($\eta=1,055084$), kde do jej referenčnej množiny boli zaradené PU Prešov, SPU Nitra, TUAD Trenčín a UPJŠ Košice. Opatrenia na priblíženie sa k BCC efektívnosti sú v zvýšení počtu študentov o 303, vo zvýšení počtu publikácií o 92 a zvýšení počtu citačných ohlasov o približne 47 (zvýšenie u všetkých troch o 5,51 %). Toto opatrenie podľa nášho názoru je veľmi ľahko realizovateľné.

UCM Trnava mala horšie score efektívnosti ($\eta=1,027709$). Referenčná množina obsahovala SPU Nitra a TUAD Trenčín. Odporúčame hlavne zvýšiť počet študentov o 171 (o 2,77 %) a počet publikačných výstupov o približne 293 (zvýšenie o 21,17 %) a citačných ohlasov o 379 (zvýšenie o 46,64 %) aby bola UCM Trnava BCC efektívna. Opatrenia považujeme za pomerne uskutočniteľné. Pri citačných ohlasoch máme pochybnosti naplnenia opatrenia. Realizovaním našich odporúčaní sa skvalitní oblasť vedecko-výskumnej činnosti.

Score efektívnosti EU Bratislava ($\eta=1,102589$) naznačuje neefektívnosť DMU, kde do referenčnej množiny DMU patrili PU Prešov, STU Bratislava a TU Košice. Návrhy na zlepšenie efektívnosti sú najmä v zvýšení počtu študentov čiže zatriaktívením štúdia na EU Bratislava o 926 a súčasne zvýšení publikačných výstupov o 364 (u oboch zvýšenie o 10,26 %) čo je v svojej podstate relatívne ľahko v strednodobom horizonte dosiahnuteľné. V oblasti citačných ohlasov nás zaskočil fakt, že aby EU Bratislava bola BCC efektívna, musela by zvýšiť počet citačných ohlasov o 1103 čo by predstavovalo 351,23 % zvýšenie. Zaujímame preto skeptický postoj k realizácií daného opatrenia.

ŽU Žilina ako neefektívna DMU ($\eta=1,118054$) mala vo svojej referenčnej množine PU Prešov a STU Bratislava, ktoré jej boli vzorom. Odporúčame na zlepšenie situácie na ŽU Žilina najmä zvýšiť počet študentov o 1124 (zvýšenie o 11,81 %) čo je z nášho pohľadu v strednodobom časovom horizonte dosiahnuteľné. Súčasne odporúčame zvýšiť počet publikačných výstupov o 952 (zvýšenie o 30,24 % z pôvodnej hodnoty), čo tiež považujem za realizovateľné. No máme pochybnosti o možnosti zvýšení citačných ohlasov o 1459 (čo znamená zvýšenie o 139,26 %). Zvýšený dôraz na množstvo publikačných výstupov by

zvýšil nároky na kvalitu týchto výstupov, čo by vyvolalo tlak na už existujúci počet učiteľov. To však na druhej strane môže prispieť k skvalitneniu vedecko-výskumnej činnosti.

TU Zvolen ako neefektívna DMU ($\eta=1,184818$) by sa mala priblížiť k svojim vzorom PU Prešov, SPU Nitra, TUAD Trenčín a UPJŠ Košice prostredníctvom zvýšenia počtu študentov o približne 714, počtu publikačných výstupov o 224 a citačných ohlasov o 164 (t.j. u všetkých troch odporúčaní zvýšenie o 18,48 %). Usudzujeme, že nami odporúčané opatrenia sú realizovateľné v strednodobom časovom horizonte, čo môže hlavne prispieť k zatraktívením štúdia na TU Zvolen a k zvýšeniu tlaku na veľkosť a kvalitu vedecko-výskumnej činnosti učiteľov.

Posledná DMU, ktorá bola objektom našej analýzy bola UVLF Košice, bola podľa score efektívnosti neefektívna ($\eta=1,207551$). Referenčnú množinu pre UVLF Košice predstavuje STU Bratislava, TUAD Trenčín a UPJŠ Košice. Opatrenia ktoré považujeme za dôležité na dosiahnutie BCC efektívnosti tejto DMU pozostávajú zo zvýšenia počtu študentov o 1267 (čo by znamenalo zvýšenie o 58,8 %), ďalej odporúčame zvýšenie o 20,76 %, a to konkrétne pre publikačnú činnosť zvýšiť o 168 a citačné ohlasy zvýšiť o 255 voči pôvodnej úrovni. Sme skeptický k realizácií opatrenia na zvýšenie počtu študentov, pretože takto razantné zvýšenie počtu študentov by sa mohlo realizovať iba v prípade, ak by UVLF Košice zatraktívnila ponuku svojich študijných programov natoľko, aby bolo toto opatrenie dosiahnuté. Ale odporúčania v zvýšení publikačnej činnosti a citačných ohlasov sú podľa nás v strednodobom období skutočne realizovateľné a tým môžu prispieť k skvalitneniu vedeckej činnosti i keď bude vyvíjaný vyšší tlak na učiteľov.

3.3. Model CCR

Na záver našej analýzy uvádzame model CCR, ktorý uvažuje o konštantných výnosoch z rozsahu, t.j. ak sa zvýšia vstupy o 1 %, v tak istej miere sa zvýšia aj výstupy. Pre potreby tohto modelu sme použili 17 DMU, vybraných podľa vyššie spomenutej metodiky. V Prílohe 11 uvádzame pre možnosť porovnania s modelom BCC aj hárok Slack modelu CCR, pre vstupne a výstupne orientovaný model CCR, ktorý je výstupom nástroja programu DEA Solver a prezentuje neproporcionálne zmeny, ktoré by mala DMU urobiť, aby dosahovala CCR efektívnosť, t.j. vzdialenosť od produkčnej hranice CCR efektívnosti. Príloha 12 konkrétne vizuálne prezentuje score efektívnosti DMU v CCR modeli, pričom modely CCR-I a CCR-O dosahujú zhodnú úroveň efektívnosti. V porovnaní s modelom BCC je v modeli CCR menej tých DMU, ktoré dosahujú CCR efektívnosť produkčného procesu.

CCR efektívne boli iba tri DMU a to PU Prešov, SPU Nitra a UK Bratislava. Je evidentne zrejmé, ako sme už uvádzali vyššie, že model CCR je prísnejší v definovaní efektívnych DMU s využitím konštantných výnosov z rozsahu.

Príloha 13 sa zameriava na prezentovanie dosiahnutého score efektívnosti vstupne a výstupne orientovaného CCR modelu, pričom pre všetky DMU sú definované ich vzory, t.j. referenčné DMU, ku ktorých dosiahnutej efektívnosti, by sa mali po úprave svojich vstupov a výstupov produkčného procesu na verejných vysokých školách približovať, aby dosiahli CCR efektívnosť. Tie DMU, ktoré boli efektívne, tým pádom boli sami pre seba vzorom.

3.4. Model CCR-I

Príloha 14 poukazuje na dosiahnuté výsledky projekcií DMU pri CCR-I modeli, t.j. ako by mali upraviť DMU svoje vstupy a výstupy pri optimalizácii vstupov prostredníctvom CCR-I modelu pri nezmenených výstupoch, aby dosahovali CCR efektívnosť.

Naše odporúčania, ktorých realizácia z nášho pohľadu je uskutočniteľná v oblasti vstupov, t.j. konkrétne počtu učiteľov, sú v znížení počtu učiteľov na EU Bratislava o približne 75 (zníženie o 12,71 %), na STU Bratislava o približne 65 (zníženie o 6 %), na TU Košice o 47 (zníženie o 5,93 %), na TUAD Trenčín zníženie o 8 (t.j. zníženie o 4,74 %), na TvU Trnava zníženie o 21 (t.j. o 6,72 %), na UJS Komárno zníženie o približne 4 (zníženie o 3,63 %), na UKF Nitra zníženie o 26 (zníženie o 4,76 %), na UMB Banská Bystrica by mal byť znížený počet učiteľov o 54 (t.j. o 9,43 %), na UPJŠ Košice zníženie o 77 (t.j. o 12,10 %), a na UCM Trnava zníženie o 12 učiteľov (t.j. o 3,68 %). Menej realizovateľnejšie opatrenie vo forme zníženie počtu učiteľov je podľa nás na KU Ružomberok t.j. zníženie o 73 učiteľov (čo znamená o 19,05 %), na TU Zvolen zníženie o 48 (o 18,75 %) a na ŽU Žilina v znížení počtu učiteľov o 120 (t.j. o 19,14 %) aby boli CCR efektívne. Z nášho pohľadu je najväčší problém v realizovaní našich opatrení na UVLF Košice, ktorá aby mohla dosiahnuť CCR efektívnosť v modeli optimalizovania vstupov CCR-I iba ak by znížila počet učiteľov o 72, čo ale v jej prípade znamená až 35,44 % zníženie. Tieto opatrenia sú pre vyššie spomenuté verejné vysoké školy, „ceteris paribus“ pri myšlienke toho, že každý učiteľ by mal približne rovnako prispieť v produkčnom procese, t.j. byť komplexným článkom, by mohli prispieť k zlepšeniu priblíženia sa k efektívnosti týchto DMU, ale na druhej strane, môže nastať situácia, že na verejných vysokých školách budú chýbať odborníci vo svojich oblastiach. Ako sme už uvádzali v modeli BCC-I, riešenie tohto

problému vidíme vo vzájomnej spolupráci verejných vysokých škôl a ich vedeckých inštitútov.

Ďalšou oblasťou optimalizácie vstupov CCR-I boli okrem návrhov na zníženie počtu učiteľov aj v oblasti výstupov a to vo zvýšení počtu študentov, najmä vo zvyšovaní atraktívnosti študijných programov. Pre EU Bratislava odporúčame zvýšiť počet študentov o 372 (t.j. o 4,12 %) a pre STU Bratislava zvýšiť o 579 (t.j. o 3,4 %). Pre tieto DMU sú podľa nášho názoru realizovateľné odporúčania. Pri TU Košice odporúčame zvýšiť počet študentov o 2314, čo v jej prípade znamená zvýšenie o 21,74 %. Je tiež realizovateľné, ale podľa nás jeho realizovateľnosť je menej pravdepodobná, v záujme dosiahnutie CCR efektívnosti DMU TU Košice.

Ďalšou oblasťou, kde by mali DMU zvýšiť svoje výstupu sú pri publikačných výstupoch. Pre TUAD Trenčín odporúčame zvýšiť publikačnú činnosť o 2 (t.j. o 0,26 %), pre UPJŠ Košice zvýšiť o 218 (t.j. o 7,81 %) a pre UCM Trnava zvýšenie o 247 (čo znamená o 17,85 %). Zvýšenia publikačných činností sú podľa nášho názoru realizovateľné.

Poslednou oblasťou zvýšenia výstupov, pri CCR-I modely, je pri citačných ohlasoch. Naše odporúčania na priblíženie sa k CCR efektívnosti pri použítom modely CCR-I sú pre EU Bratislava vo zvýšení citačných ohlasov o 16 (zvýšenie o 5,09 %), pre UCM Trnava vo zvýšení o 332 (zvýšenie o 40,81 %), ktoré podľa nášho názoru tieto opatrenia sú schopné dosiahnuť. KU Ružomberok odporúčame zvýšiť počet citačných ohlasov o 371 (t.j. o 67,26 %) čo sa dá taktiež považovať za uskutočniteľný cieľ. Pre UJS Komárno odporúčame zvýšiť počet citačných ohlasov o 127 (t.j. o 155,29 %) a pre UMB Banská Bystrica zvýšiť o 1017 (t.j. o 164, 56 %). K uskutočneniu našich odporúčaní v oblasti citačných ohlasov sme značne skeptický k ich realizácií, ale čo neznamená, že by nebola možná ich realizácia, prostredníctvom ktorej by sa mohlo zabezpečiť priblíženie sa k CCR efektívnosti a k skvalitneniu vedecko-výskumnej činnosti.

3.5. Model CCR-O

Pri optimalizácii výstupov s využitím výstupne orientovaného modelu CCR-O, pri nezmenených vstupoch, nie sú potrebné žiadne zmeny v znižovaní počtu učiteľov. To znamená, že pri nezmenenom počte učiteľov bude našou snahou maximalizovať počet študentov, publikačných výstupov a citačných ohlasov 17 DMU. Príloha 15 prezentuje prehľad projekcií DMU CCR-O modelu, t.j. ako by mali upraviť DMU svoje vstupy

a výstupy pri optimalizácii výstupov prostredníctvom CCR-O modelu, aby dosahovali CCR efektívnosť.

Pri pohľade na optimalizáciu výstupov, a to konkrétne počtu študentov UJS Komárno odporúčame zvýšiť počet svojich študentov o 67 (čo predstavuje 3,77 % zvýšenie), UCM Trnava by mala zvýšiť o 236 (t.j. o 3,82 %), pre TUAD Trenčín odporúčame zvýšiť o 146 (t.j. o 4,97 %), pre UKF Nitra zvýšiť o 486 študentov (t.j. o 4,99 %), pre TvU Trnava zvýšiť o 397 (t.j. o 7,2 %), pre STU Bratislava zvýšenie o 1604 (t.j. zvýšenie o 10,36 %), pre UMB odporúčame zvýšenie o 1043 (t.j. o 10,41) a pre UPJŠ Košice zvýšenie o 1075 (čo predstavovalo 13,76 %). Tieto opatrenia sú z nášho pohľadu reálne uskutočniteľné. Následne tie DMU, ktorých realizácia zvýšenia počtu študentov je menej pravdepodobnejšia, vyjadrená v našich opatreniach sú EU Bratislava, ktorá by mala zvýšiť počet študentov o 1740 (čo predstavuje zvýšenie o 19,28 %), ďalej TU Zvolen by mala zvýšiť o 891 (t.j. o 23,07 %), KU Ružomberok zvýšiť o 1409 (t.j. o 23,54 %), ŽU Žilina zvýšiť o 2255 (t.j. o 23,68 %), TU Košice zvýšiť o 3130 (t.j. o 29,41 %). Ale v prípade UVLF Košice, ktorá ak by chcela a dosiahnuť CCR efektívnosť, by musela zvýšiť počet študentov o 1182 čo by v jej prípade znamenalo zvýšenie o 54,89 %, zaujímame skeptický postoj v súvislosti s realizáciou opatrenia. Opätovne ako sme to už spomínali vyššie, aplikácia týchto našich odporúčaní je možná najmä v zatraktívnení študijných programov na verejných vysokých školách.

V našej ďalšej analýze za pomoci modelu CCR-O bude našou snahou optimalizovať počet publikačnej činnosti. Odporúčania zameriavame na zvýšenie o 21 (čo predstavuje o 3,77 %) pri UJS Komárno, zvýšenie o 146 (t.j. o 4,99 %) pri UKF Nitra, pri TUAD Trenčín zvýšenie o 41 (čo predstavuje 5,25 % z pôvodného počtu), pre TU Košice odporúčame zvýšenie o 311 (čo znamená o 6,3 %), pre STU Bratislava zvýšenie o 397 (t.j. o 6,38 %), pri TvU Trnava sú naše odporúčania v zvýšení o 120 (t.j. o 7,2 %), UMB Banská Bystrica by mala zvýšiť o 293 (t.j. o 10,41), EU Bratislava zvýšiť o 1740 (t.j. o 14,56 %), UCM Trnava by sa mala zamerať na zvýšenie o 310 (t.j. o 22,35 %), UPJŠ Košice na zvýšenie o 633 (t.j. 22,64 %), TU Zvolen zvýšiť o 280 (t.j. o 23,07), KU Ružomberok zvýšiť o 406 (t.j. o 23,54 %) a pri ŽU Žilina odporúčame zvýšiť publikačnú činnosť o 745 (čo predstavuje z pôvodného množstva 23,68 %). Tieto odporúčania by mohli na týchto DMU zefektívniť produkčný proces a podľa nášho názoru ich realizácia je možná a mohli by prispieť k skvalitneniu vedecko-výskumnej činnosti ako sme už vyššie spomenuli. Ale v prípade UVLF Košice, ktorá by mala zvýšiť publikačnú činnosť o 445, čo pri nej predstavuje zvýšenie o 54,89 %, sa naša istota o uskutočnení tohto opatrenia značne znižuje.

Posledná zastávka našej analýzy je pri optimalizácii výstupov v CCR-O modely, konkrétne citačných ohlasov. Naše odporúčania na priblíženie sa k CCR efektívnosti sú vo zvýšení citačných ohlasov na TUAD Trenčín o 29 (t.j. o 4,97 %), na UKF Nitra vo zvýšení o 123 (t.j. o 4,99 %), na TU Košice vo zvýšení o 225 (t.j. o 6,3 %). STU Bratislave odporúčame zvýšiť citačné ohlasy o 707 (t.j. o 6,38 %), TvU Trnava zvýšiť o 62 (t.j. o 7,2 %), UPJŠ Košice zvýšiť o 1493 (t.j. o 13,76 %), EU Bratislava zvýšiť o 64 (t.j. o 20,93 %), TU Zvolen zvýšiť o 204 (t.j. o 23,07 %) a ŽU Žilina zvýšiť o 248 (t.j. o 23,68 %). Reálnosť uskutočnenia týchto opatrení je z nášho pohľadu vykonateľná, aj keď citačné ohlasy DMU nemôže ovplyvňovať priamo, ale najmä dosiahnutou kvalitou publikačných výstupov, respektíve ich aktuálnosťou riešených problematík. O niečo menšiu možnosť uskutočnenia našich opatrení ma UCM Trnava, ktorej odporúčame zvýšiť citačné ohlasy o 375 (čo predstavuje o 46,19 %) a UVLF Košice zvýšiť o 676 (t.j. o 54,89 %), čo určite nie je nedosiahnuteľný cieľ, ale máme isté pochybnosti o realizácii. O niečo viac skeptický sme pri realizovaní nášho odporúčania vo zvýšení počtu citačných ohlasov pri DMU KU Ružomberok o 588 (t.j. o 106,64 %), pri UJS Komárno vo zvýšení o 135 (t.j. o 164,91 %) a vo zvýšení na UMB Banská Bystrica o 1187 (čo by predstavovalo zvýšenie až o 192,10 % voči pôvodnej hodnote). Tieto naše odporúčania by mohli byť v konečnom dôsledku spolu so zvýšením publikačnej činnosti stimul k zlepšeniu vedecko-výskumnej činnosti na vyššie analyzovaných verejných vysokých školách.

ZÁVER

V záujme zabezpečenia rozvoja kvality vzdelávania na Slovensku je nutné vytvoriť systém financovania podporujúci efektívne vysoké školy. Riešenie problému efektívnosti vzdelávania je síce náročné, no cieľom našej práce bolo práve identifikovanie efektívnych a neefektívnych verejných vysokých škôl na Slovensku a formulácia odporúčaní na úpravu hodnôt vstupov pre tie neefektívne. Stanovený cieľ sme dosiahli a to pomocou metódy lineárneho programovania DEA, ktorá určuje pomernú efektívnosť množiny analyzovaných ekonomických jednotiek. Tie v našej práci tvorili verejné vysoké školy na Slovensku. Údaje o nich sme získali na základe voľne dostupných dát Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky za rok 2014.

Analýzou efektívnosti DEA s použitím metódy BCC sme analýzou 15 verejných vysokých škôl dospeli k zisteniu, že 6 škôl je BCC efektívnych a 9 je BCC neefektívnych. Porovnaním s metódou CCR sme zistili, že zo 17 skúmaných verejných vysokých škôl boli len 3 efektívne a zvyšných 14 bolo CCR neefektívnych. Verejným vysokým školám, ktoré boli neefektívne sme priradili vzory (referenčné množiny). Okrem toho sme sa snažili prísť s konkrétnymi odporúčaniami, ktoré by neefektívnym verejným vysokým školám umožnili fungovať na úrovni BCC a CCR efektívnosti. Uvádzali sme odporúčania, ktoré sme považovali za podmienky „ceteris paribus“ za relatívne realizovateľné. Obmedzenia možnosti realizácie našich odporúčaní vidíme najmä v rôznorodej personálnej náročnosti študijných programov škôl, v spôsobe prerozdeľovania financií na publikačnú činnosť a v klesajúcom počte potenciálnych uchádzačov o štúdium, ktoré je následkom nepriaznivého demografického vývoja na Slovensku.

Vzhľadom na úskalia danej problematiky a špecifiká vzdelávacieho procesu, ale najmä nami riešenej problematiky verejných vysokých škôl by bolo vhodné obohatiť analýzu aj o uplatnenie absolventov týchto škôl, alebo úspešného čerpania grantov prostredníctvom grantových schém KEGA či VEGA pri ďalšom možnom riešení s pomocou DEA analýzy efektívnosti, pričom by bolo vhodné skonštruovať väčšie množstvo modelov na porovnanie.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

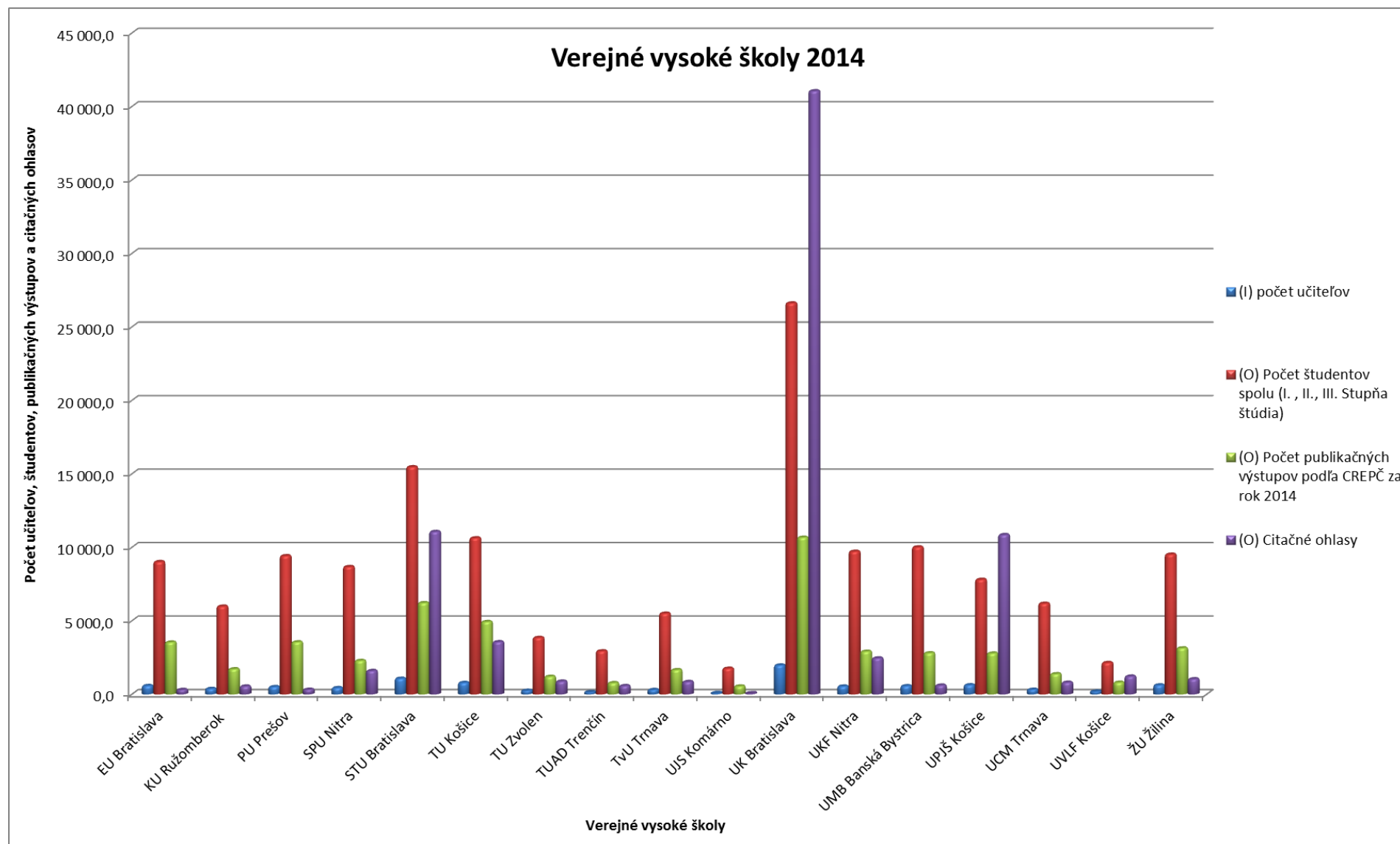
- [1] ABBOTT, M., DOUCOULIAGOS, C., 2003. The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis, In *Economics of Education Review*, roč. 22, 2003, č. 1.
- [2] BRADLEY, S., JOHNES, G., MILLINGTON, J. 2001. *The effect of competition on the efficiency of secondary schools in England*, European Journal of Operational Research, roč. 135, 2001, č. 3.
- [3] KORÓNY, S., HRONEC Š, 2012. *Analýza efektívnosti vysokých škôl na Slovensku*. [online]. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, 2012. [cit. 2016-01-01]. Dostupné na internete: <https://www.researchgate.net/publication/267208549_Analyza_efektivnosti_i_vysokych_skol_na_Slovensku>.
- [4] NOVOSÁDOVÁ, I., 2006. *Modely hodnotenia efektívnosti a ich aplikácia na nemocnice v Českej republike*. [online]. Praha : Vysoká škola ekonomická v Praze, 2006. [cit. 2016-01-09]. Dostupné na internete: <<https://www.vse.cz/vskp/eid/143>>.

PRÍLOHY

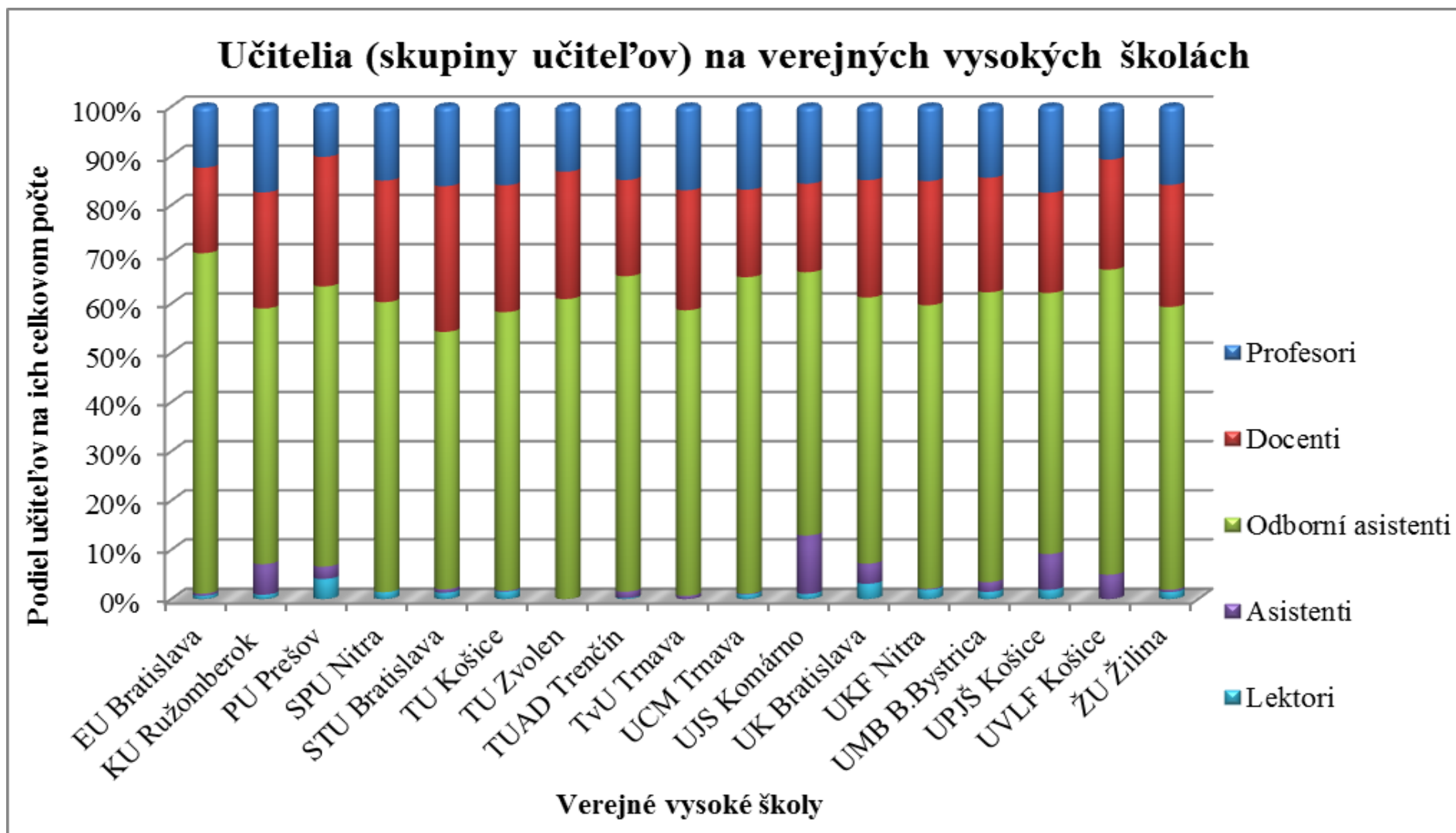
ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1 – Vybrané ukazovatele verejných vysokých škôl za rok 2014	23
Príloha 2 – Skupiny učiteľov na verejných vysokých školách v roku 2014.....	24
Príloha 3 – Publikačná činnosť verejných vysokých škôl v roku 2014.....	25
Príloha 4 – Študenti I., II., a III. stupňa štúdia v roku 2014.....	26
Príloha 5 – Štatistická analýza vstupov a výstupov pre model CCR a BCC	27
Príloha 6 – Score efektívnosti pre DMU v modeli BCC-I a BCC-O.....	28
Príloha 7 – Verejné vysoké školy (score efektívnosti podľa modelu BCC-I)	29
Príloha 8 – Výstup DEA Solver – hárok Slack pre modely BCC.....	30
Príloha 9 – RTS (výnosy z rozsahu) pre modely BCC	31
Príloha 10 – Verejné vysoké školy (úroveň efektívnosti podľa modelu BCC-O)	32
Príloha 11 – Výstup DEA Solver – hárok Slack pre modely CCR.....	33
Príloha 12 - Verejné vysoké školy (úroveň efektívnosti podľa modelu CCR-I a CCR-O)	35
Príloha 13 – Score efektívnosti a referenčná množina DMU pre model CCR	36
Príloha 14 – Projekcie DMU k modelu CCR-I.....	37
Príloha 15 – Projekcie DMU v modeli CCR-O	39

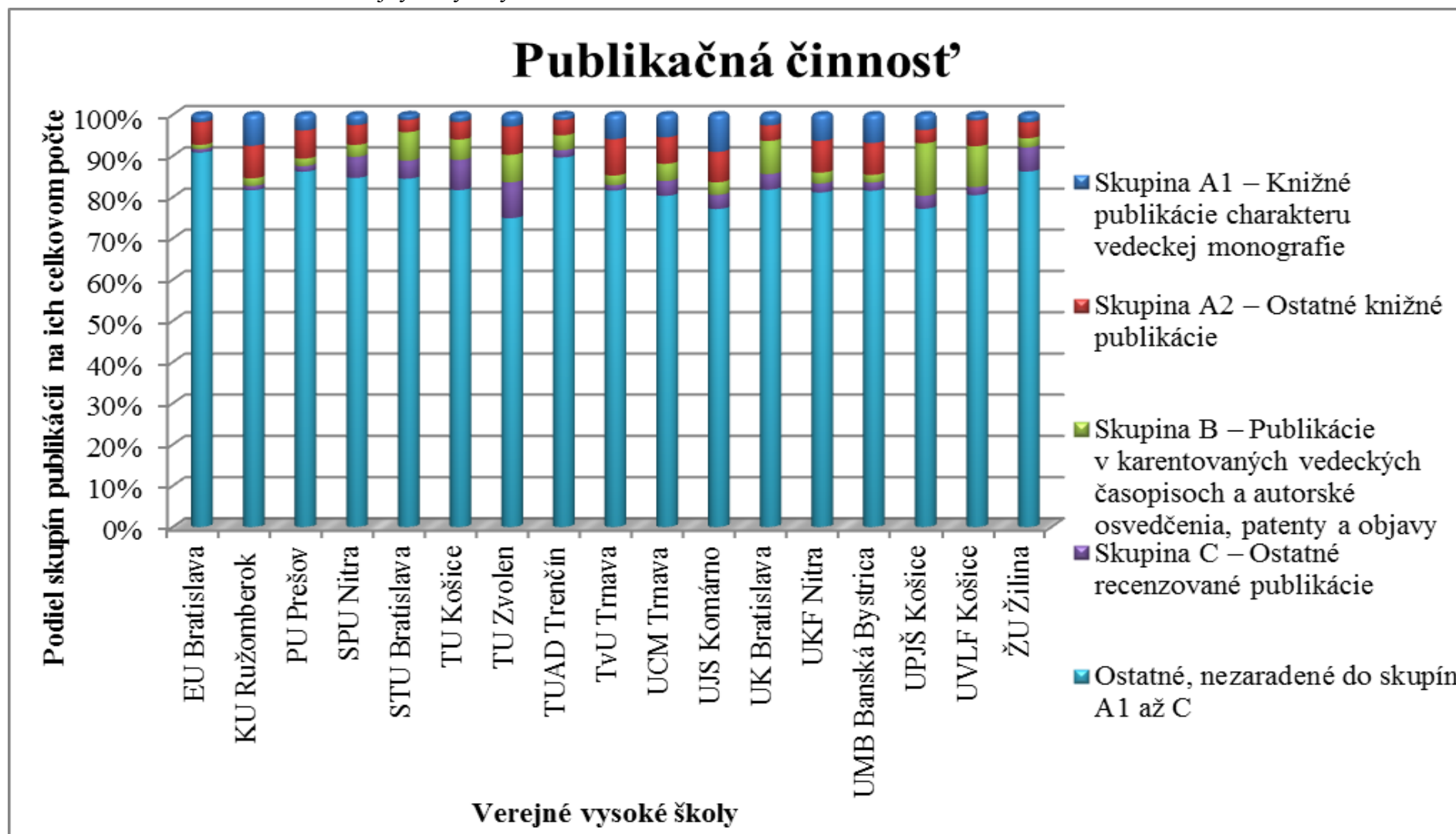
Príloha 1 – Vybrané ukazovatele verejných vysokých škôl za rok 2014



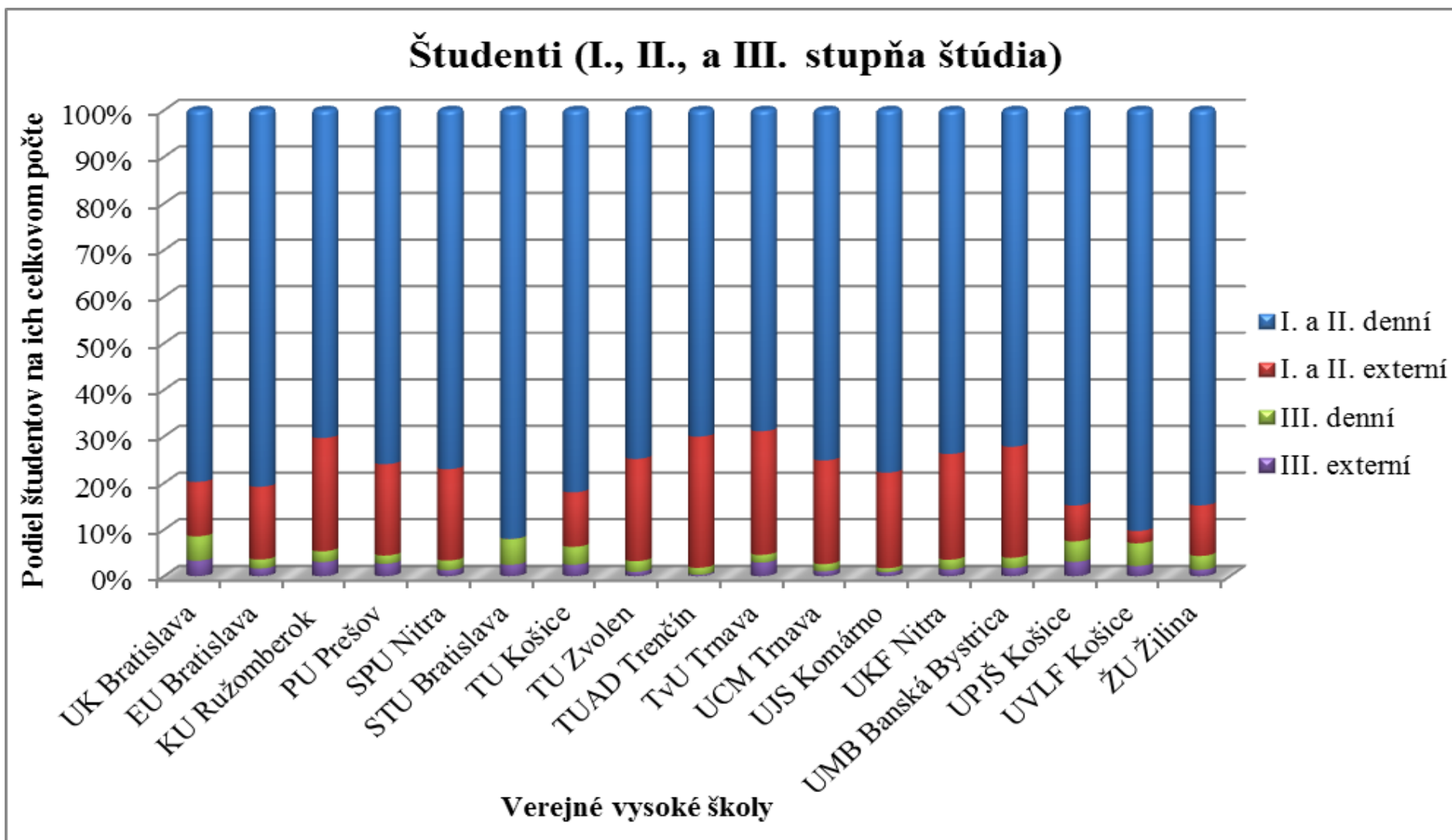
Zdroj: Vlastné spracovanie



Zdroj: Vlastné spracovanie



Zdroj: Vlastné spracovanie



Zdroj: Vlastné spracovanie

Príloha 5 – Štatistická analýza vstupov a výstupov pre model CCR a BCC

Štatistické ukazovatele zo vstupných a výstupných dát – model CCR				
	Počet učiteľov	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	Citačné ohlasy
Maximum	1983,1	26624	10678	41063
Minimum	96,7	1765	555	82
Priemer	561,294	8550,176	3002,941	4585,235
Smerodajná odchýlka	428,190	5671,181	2416,077	9691,076
Korelačné koeficienty				
	Počet učiteľov	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	Citačné ohlasy
Počet učiteľov	1	0,9840	0,9889	0,9098
Počet študentov spolu (I., II., III. Stupňa štúdia)	0,9840	1	0,9801	0,8583
Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	0,9889	0,9801	1	0,8682
Citačné ohlasy	0,9098	0,8583	0,8682	1
Štatistické ukazovatele zo vstupných a výstupných dát – model BCC				
	Počet učiteľov	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	Citačné ohlasy
Maximum	1080	15474	6225	11069
Minimum	159,5	2154	780	314
Priemer	497,480	7797,600	2654,467	2453,600
Smerodajná odchýlka	233,584	3322,265	1472,318	3440,192
Korelačné koeficienty				
	Počet učiteľov	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	Citačné ohlasy
Počet učiteľov	1	0,9493	0,9708	0,6788
Počet študentov spolu (I., II., III. Stupňa štúdia)	0,9493	1	0,9408	0,5133
Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	0,9708	0,9408	1	0,5717
Citačné ohlasy	0,6788	0,5133	0,5717	1

Zdroj: Vlastné spracovanie. (DEA Solver)

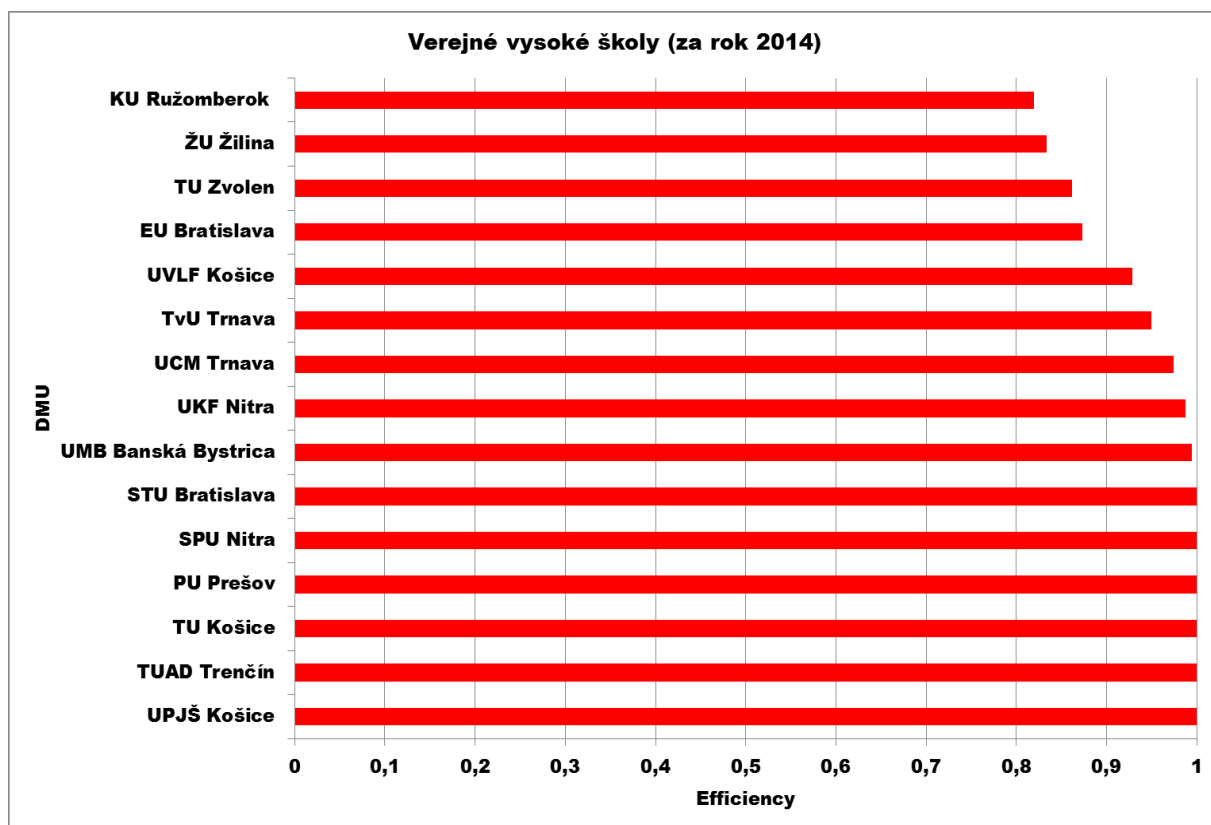
Príloha 6 – Score efektívnosti pre DMU v modeli BCC-I a BCC-O

BCC-I		
No.	DMU	Score
1	EU Bratislava	0,87322
2	KU Ružomberok	0,81978
3	PU Prešov	1
4	SPU Nitra	1
5	STU Bratislava	1
6	TU Košice	1
7	TU Zvolen	0,86197
8	TUAD Trenčín	1
9	TvU Trnava	0,94965
10	UKF Nitra	0,98792
11	UMB Banská Bystrica	0,99474
12	UPJŠ Košice	1
13	UCM Trnava	0,97405
14	UVLF Košice	0,9285
15	ŽU Žilina	0,83319

BCC-O			
No.	DMU	Score	1/Score (η)
1	EU Bratislava	0,90696	1,102589
2	KU Ružomberok	0,81381	1,228794
3	PU Prešov	1	1
4	SPU Nitra	1	1
5	STU Bratislava	1	1
6	TU Košice	1	1
7	TU Zvolen	0,84401	1,184818
8	TUAD Trenčín	1	1
9	TvU Trnava	0,94779	1,055084
10	UKF Nitra	0,99272	1,007333
11	UMB Banská Bystrica	0,99679	1,003222
12	UPJŠ Košice	1	1
13	UCM Trnava	0,97304	1,027709
14	UVLF Košice	0,82812	1,207551
15	ŽU Žilina	0,89441	1,118054

Zdroj: Vlastné spracovanie.

Príloha 7 – Verejné vysoké školy (score efektívnosti podľa modelu BCC-I)



Zdroj: Vlastné spracovanie (DEA Solver)

Príloha 8 – Výstup DEA Solver – hárok Slack pre modely BCC

Model BCC-I						
No.	DMU	Score	Excess počet učiteľov S-(1)	Shortage Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia) S+(1)	Shortage Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014 S+(2)	Shortage Citačné ohlasy S+(3)
1	EU Bratislava	0,87322	0	375,3418577	0	17,99524949
2	KU Ružomberok	0,81978	0	0	0	390,6148929
3	PU Prešov	1	0	0	0	0
4	SPU Nitra	1	0	0	0	0
5	STU Bratislava	1	0	0	0	0
6	TU Košice	1	0	0	0	0
7	TU Zvolen	0,86197	0	90,67393985	0	0
8	TUAD Trenčín	1	0	0	0	0
9	TvU Trnava	0,94965	0	0	0	0
10	UKF Nitra	0,98792	0	0	192,1770736	0
11	UMB Banská Bystrica	0,99474	0	0	1008,129896	772,4258799
12	UPJŠ Košice	1	0	0	0	0
13	UCM Trnava	0,97405	0	0	248,2447847	348,5886042
14	UVLF Košice	0,9285	0	1098,500027	96,89931259	0
15	ŽU Žilina	0,83319	0	0	262,0539073	0

Model BCC-O						
No.	DMU	Score	Excess počet učiteľov S-(1)	Shortage Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia) S+(1)	Shortage Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014 S+(2)	Shortage Citačné ohlasy S+(3)
1	EU Bratislava	0,90696	0	0	0	1070,656162
2	KU Ružomberok	0,81381	0	0	0	465,7606147
3	PU Prešov	1	0	0	0	0
4	SPU Nitra	1	0	0	0	0
5	STU Bratislava	1	0	0	0	0
6	TU Košice	1	0	0	0	0
7	TU Zvolen	0,84401	0	0	0	0
8	TUAD Trenčín	1	0	0	0	0
9	TvU Trnava	0,94779	0	0	0	0
10	UKF Nitra	0,99272	0	0	241,4339264	0
11	UMB Banská Bystrica	0,99679	0	0	1013,296283	827,7302666
12	UPJŠ Košice	1	0	0	0	0
13	UCM Trnava	0,97304	0	0	255,0461001	356,6267776
14	UVLF Košice	0,82812	0	819,5669703	0	0
15	ŽU Žilina	0,89441	0	0	580,0529561	1335,746719

Zdroj: Vlastné spracovanie (DEA Solver)

Príloha 9 – RTS (výnosy z rozsahu) pre modely BCC

Model BCC-I				
No.	DMU	Score	RTS	RTS of Projected DMU
1	EU Bratislava	0,87322		Increasing
2	KU Ružomberok	0,81978		Increasing
3	PU Prešov	1	Constant	
4	SPU Nitra	1	Constant	
5	STU Bratislava	1	Constant	
6	TU Košice	1	Decreasing	
7	TU Zvolen	0,86197		Increasing
8	TUAD Trenčín	1	Increasing	
9	TvU Trnava	0,94965		Increasing
10	UKF Nitra	0,98792		Constant
11	UMB Banská Bystrica	0,99474		Constant
12	UPJŠ Košice	1	Constant	
13	UCM Trnava	0,97405		Increasing
14	UVLF Košice	0,9285		Increasing
15	ŽU Žilina	0,83319		Constant

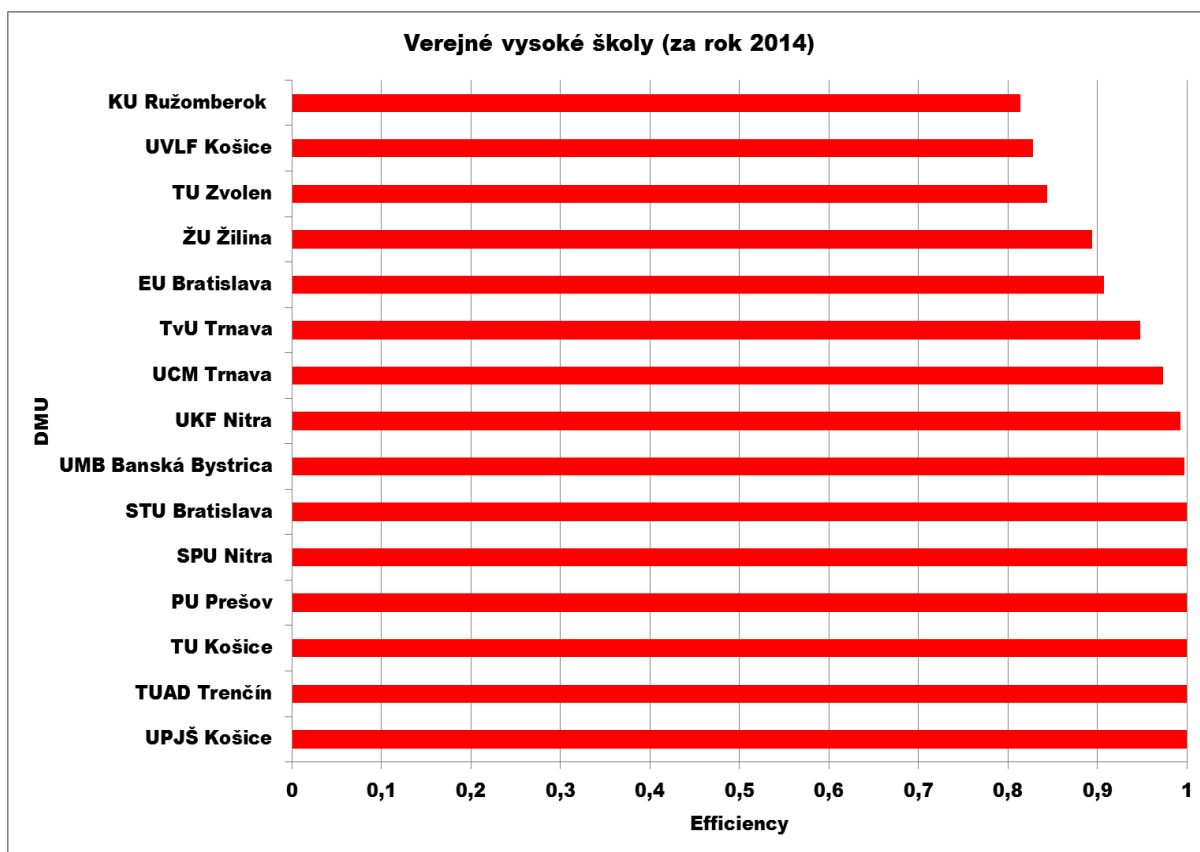
RTS	Efficient	Projected	Total
No. of IRS	1	6	7
No. of CRS	4	3	7
No. of DRS	1	0	1
Total	6	9	15

Model BCC-O				
No.	DMU	Score	RTS	RTS of Projected DMU
1	EU Bratislava	0,90696		Decreasing
2	KU Ružomberok	0,81381		Increasing
3	PU Prešov	1	Constant	
4	SPU Nitra	1	Constant	
5	STU Bratislava	1	Constant	
6	TU Košice	1	Decreasing	
7	TU Zvolen	0,84401		Increasing
8	TUAD Trenčín	1	Increasing	
9	TvU Trnava	0,94779		Increasing
10	UKF Nitra	0,99272		Constant
11	UMB Banská Bystrica	0,99679		Constant
12	UPJŠ Košice	1	Constant	
13	UCM Trnava	0,97304		Increasing
14	UVLF Košice	0,82812		Increasing
15	ŽU Žilina	0,89441		Constant

RTS	Efficient	Projected	Total
No. of IRS	1	5	6
No. of CRS	4	3	7
No. of DRS	1	1	2
Total	6	9	15

Zdroj: Vlastné spracovanie (DEA Solver)

Príloha 10 – Verejné vysoké školy (úroveň efektívnosti podľa modelu BCC-O)



Zdroj: Vlastné spracovanie (DEA Solver)

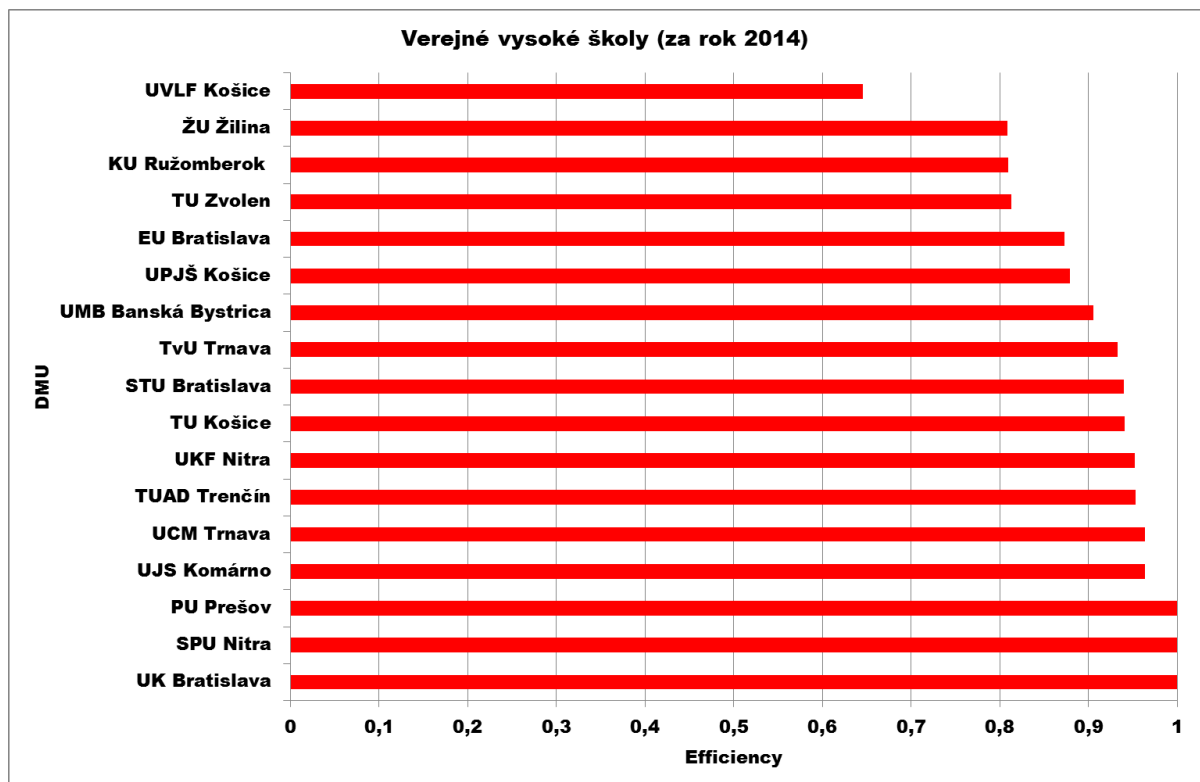
Príloha 11 – Výstup DEA Solver – hárok Slack pre modely CCR

Model CCR-I						
No.	DMU	Score	Excess počet učiteľov S-(1)	Shortage Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia) S+(1)	Shortage Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014 S+(2)	Shortage Citačné ohlasy S+(3)
1	EU Bratislava	0,87291	0	371,8676	0	15,97667229
2	KU Ružomberok	0,80947	0	0	0	370,6259588
3	PU Prešov	1	0	0	0	0
4	SPU Nitra	1	0	0	0	0
5	STU Bratislava	0,93999	0	578,857	0	0
6	TU Košice	0,94071	0	2313,611	0	0
7	TU Zvolen	0,81254	0	0	0	0
8	TUAD Trenčín	0,95264	0	0	2,055538695	0
9	TvU Trnava	0,93282	0	0	0	0
10	UJS Komárno	0,96369	0	0	0	127,3366912
11	UK Bratislava	1	0	0	0	0
12	UKF Nitra	0,95244	0	0	0	0
13	UMB Banská Bystrica	0,90572	0	0	0	1016,981298
14	UPJŠ Košice	0,87904	0	0	218,1519043	0
15	UCM Trnava	0,96321	0	0	247,4422302	331,7630457
16	UVLF Košice	0,64563	0	0	0	0
17	ŽU Žilina	0,80857	0	0	0	0

Model CCR-O							
No.	DMU	Score	1/Score (η)	Excess počet učiteľov S-(1)	Shortage Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia) S+(1)	Shortage Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014 S+(2)	Shortage Citačné ohlasy S+(3)
1	EU Bratislava	0,87291	1,14559	0	426,0092519	0	18,30278
2	KU Ružomberok	0,80947	1,23538	0	0	0	457,8653
3	PU Prešov	1	1	0	0	0	0
4	SPU Nitra	1	1	0	0	0	0
5	STU Bratislava	0,93999	1,06384	0	615,8134437	0	0
6	TU Košice	0,94071	1,06302	0	2459,419385	0	0
7	TU Zvolen	0,81254	1,2307	0	0	0	0
8	TUAD Trenčín	0,95264	1,04971	0	0	2,157727543	0
9	TVJ Trnava	0,93282	1,07202	0	0	0	0
10	UJS Komárno	0,96369	1,03768	0	0	0	132,1348
11	UK Bratislava	1	1	0	0	0	0
12	UKF Nitra	0,95244	1,04994	0	0	0	0
13	UMB Banská Bystrica	0,90572	1,1041	0	0	0	1122,847
14	UPJŠ Košice	0,87904	1,13761	0	0	248,171051	0
15	UCM Trnava	0,96321	1,0382	0	0	256,8934194	344,4349
16	UVLF Košice	0,64563	1,54887	0	0	0	0
17	ŽU Žilina	0,80857	1,23676	0	0	0	0

Zdroj: Vlastné spracovanie (DEA Solver)

Príloha 12 - Verejné vysoké školy (úroveň efektívnosti podľa modelu CCR-I a CCR-O)



Zdroj: Vlastné spracovanie (DEA Solver)

Príloha 13 – Score efektívnosti a referenčná množina DMU pre model CCR

Model CCR-I					
No.	DMU	Score	Referenčná množina DMU		
1	EU Bratislava	0,87291	PU Prešov		
2	KU Ružomberok	0,80947	PU Prešov	SPU Nitra	
3	PU Prešov	1	PU Prešov		
4	SPU Nitra	1	SPU Nitra		
5	STU Bratislava	0,93999	PU Prešov	UK Bratislava	
6	TU Košice	0,94071	PU Prešov	UK Bratislava	
7	TU Zvolen	0,81254	PU Prešov	SPU Nitra	UK Bratislava
8	TUAD Trenčín	0,95264	SPU Nitra	UK Bratislava	
9	TW Trnava	0,93282	PU Prešov	SPU Nitra	UK Bratislava
10	UJS Komárno	0,96369	PU Prešov	SPU Nitra	
11	UK Bratislava	1	UK Bratislava		
12	UKF Nitra	0,95244	PU Prešov	SPU Nitra	UK Bratislava
13	UMB Banská Bystrica	0,90572	PU Prešov	SPU Nitra	
14	UPJŠ Košice	0,87904	SPU Nitra	UK Bratislava	
15	UCM Trnava	0,96321	SPU Nitra		
16	UVLF Košice	0,64563	PU Prešov	SPU Nitra	UK Bratislava
17	ŽU Žilina	0,80857	PU Prešov	SPU Nitra	UK Bratislava

Model CCR-O					
No.	DMU	Score	1/Score (η)	Referenčná množina DMU	
1	EU Bratislava	0,87291	1,145594	PU Prešov	
2	KU Ružomberok	0,80947	1,235384	PU Prešov	SPU Nitra
3	PU Prešov	1	1	PU Prešov	
4	SPU Nitra	1	1	SPU Nitra	
5	STU Bratislava	0,93999	1,063844	PU Prešov	UK Bratislava
6	TU Košice	0,94071	1,063022	PU Prešov	UK Bratislava
7	TU Zvolen	0,81254	1,230704	PU Prešov	SPU Nitra
8	TUAD Trenčín	0,95264	1,049714	SPU Nitra	UK Bratislava
9	TW Trnava	0,93282	1,072022	PU Prešov	SPU Nitra
10	UJS Komárno	0,96369	1,037681	PU Prešov	SPU Nitra
11	UK Bratislava	1	1	UK Bratislava	
12	UKF Nitra	0,95244	1,049937	PU Prešov	SPU Nitra
13	UMB Banská Bystrica	0,90572	1,104098	PU Prešov	SPU Nitra
14	UPJŠ Košice	0,87904	1,137607	SPU Nitra	UK Bratislava
15	UCM Trnava	0,96321	1,038196	SPU Nitra	
16	UVLF Košice	0,64563	1,548868	PU Prešov	SPU Nitra
17	ŽU Žilina	0,80857	1,236758	PU Prešov	SPU Nitra

Zdroj: Vlastné spracovanie (DEA Solver)

Príloha 14 – Projekcie DMU k modelu CCR-I

No.	DMU	Score	Projekcie DMU na dosiahnutie CCR efektívnosti	Zmena	% Zmena
	Vstupy/Výstupy	Dáta			
1	EU Bratislava	0,8729097			
	počet učiteľov	587,7	513,00905	-74,69095	-12,71%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	9022	9393,867622	371,86762	4,12%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	3547	3547	0	0,00%
	Citačné ohlasy	314	329,9766723	15,976672	5,09%
2	KU Ružomberok	0,809465			
	počet učiteľov	384,9	311,5630933	-73,33691	-19,05%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	5988	5988	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	1723	1723	0	0,00%
	Citačné ohlasy	551	921,6259588	370,62596	67,26%
3	PU Prešov	1			
	počet učiteľov	514,6	514,6	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	9423	9423	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	3558	3558	0	0,00%
	Citačné ohlasy	331	331	0	0,00%
4	SPU Nitra	1			
	počet učiteľov	445,8	445,8	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	8681	8681	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	2293	2293	0	0,00%
	Citačné ohlasy	1607	1607	0	0,00%
5	STU Bratislava	0,9399876			
	počet učiteľov	1080	1015,186622	-64,81338	-6,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	15474	16052,85701	578,85701	3,74%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	6225	6225	0	0,00%
	Citačné ohlasy	11069	11069	0	0,00%
6	TU Košice	0,9407142			
	počet učiteľov	795,7	748,5262807	-47,17372	-5,93%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	10641	12954,61071	2313,6107	21,74%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	4940	4940	0	0,00%
	Citačné ohlasy	3569	3569	0	0,00%
7	TU Zvolen	0,812543			
	počet učiteľov	257,5	209,2298171	-48,27018	-18,75%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	3862	3862	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	1214	1214	0	0,00%
	Citačné ohlasy	886	886	0	0,00%
8	TUAD Trenčín	0,9526405			
	počet učiteľov	159,5	151,9461634	-7,553837	-4,74%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	2946	2946	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	780	782,0555387	2,0555387	0,26%
	Citačné ohlasy	584	584	0	0,00%

No.	DMU	Score	Projekcie DMU na dosiahnutie CCR efektívnosti	Zmena	% Zmena
	Vstupy/Výstupy	Dáta			
9	TvU Trnava	0,9328163			
	počet učiteľov	311,4	290,4790081	-20,92099	-6,72%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	5508	5508	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	1667	1667	0	0,00%
	Citačné ohlasy	862	862	0	0,00%
10	UJS Komárno	0,9636876			
	počet učiteľov	96,7	93,18859234	-3,511408	-3,63%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	1765	1765	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	555	555	0	0,00%
	Citačné ohlasy	82	209,3366912	127,33669	155,29%
11	UK Bratislava	1			
	počet učiteľov	1983,1	1983,1	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	26624	26624	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	10678	10678	0	0,00%
	Citačné ohlasy	41063	41063	0	0,00%
12	UKF Nitra	0,9524384			
	počet učiteľov	549,6	523,460148	-26,13985	-4,76%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	9723	9723	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	2919	2919	0	0,00%
	Citačné ohlasy	2464	2464	0	0,00%
13	UMB Banská Bystrica	0,9057168			
	počet učiteľov	573,4	519,3380162	-54,06198	-9,43%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	10020	10020	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	2813	2813	0	0,00%
	Citačné ohlasy	618	1634,981298	1016,9813	164,56%
14	UPJŠ Košice	0,8790385			
	počet učiteľov	638,9	561,617687	-77,28231	-12,10%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	7813	7813	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	2795	3013,151904	218,1519	7,81%
	Citačné ohlasy	10857	10857	0	0,00%
15	UCM Trnava	0,9632097			
	počet učiteľov	329,7	317,5702338	-12,12977	-3,68%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	6184	6184	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	1386	1633,44223	247,44223	17,85%
	Citačné ohlasy	813	1144,763046	331,76305	40,81%
16	UVLF Košice	0,6456327			
	počet učiteľov	204,3	131,9027535	-72,39725	-35,44%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	2154	2154	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	810	810	0	0,00%
	Citačné ohlasy	1231	1231	0	0,00%
17	ŽU Žilina	0,8085658			
	počet učiteľov	629,2	508,749572	-120,4504	-19,14%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	9525	9525	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	3147	3147	0	0,00%
	Citačné ohlasy	1048	1048	0	0,00%

Zdroj: Vlastné spracovanie (DEA Solver)

Príloha 15 – Projekcie DMU v modeli CCR-O

No.	DMU	Score	Projekcie DMU na dosiahnutie CCR efektívnosti	Zmena	% Zmena
	Vstupy/Výstupy	Dáta			
1	EU Bratislava	1,1455938			
	počet učiteľov	587,7	587,7	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	9022	10761,55674	1739,5567	19,28%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	3547	4063,421298	516,4213	14,56%
	Citačné ohlasy	314	378,0192382	64,019238	20,39%
2	KU Ružomberok	1,2353838			
	počet učiteľov	384,9	384,9	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	5988	7397,478229	1409,4782	23,54%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	1723	2128,566297	405,5663	23,54%
	Citačné ohlasy	551	1138,561785	587,56178	106,64%
3	PU Prešov	1			
	počet učiteľov	514,6	514,6	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	9423	9423	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	3558	3558	0	0,00%
	Citačné ohlasy	331	331	0	0,00%
4	SPU Nitra	1			
	počet učiteľov	445,8	445,8	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	8681	8681	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	2293	2293	0	0,00%
	Citačné ohlasy	1607	1607	0	0,00%
5	STU Bratislava	1,0638438			
	počet učiteľov	1080	1080	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	15474	17077,73251	1603,7325	10,36%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	6225	6622,427695	397,4277	6,38%
	Citačné ohlasy	11069	11775,68709	706,68709	6,38%
6	TU Košice	1,0630221			
	počet učiteľov	795,7	795,7	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	10641	13771,03785	3130,0379	29,41%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	4940	5251,329314	311,32931	6,30%
	Citačné ohlasy	3569	3793,925976	224,92598	6,30%
7	TU Zvolen	1,2307041			
	počet učiteľov	257,5	257,5	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	3862	4752,97935	890,97935	23,07%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	1214	1494,074814	280,07481	23,07%
	Citačné ohlasy	886	1090,403859	204,40386	23,07%
8	TUAD Trenčín	1,0497139			
	počet učiteľov	159,5	159,5	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	2946	3092,457154	146,45715	4,97%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	780	820,9345707	40,934571	5,25%
	Citačné ohlasy	584	613,0329184	29,032918	4,97%

No.	DMU	Score	Projekcie DMU na dosiahnutie CCR efektívnosti	Zmena	% Zmena
	Vstupy/Výstupy	Dáta			
9	TvU Tmava	1,0720224			
	počet učiteľov	311,4	311,4	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	5508	5904,699314	396,69931	7,20%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	1667	1787,061321	120,06132	7,20%
	Citačné ohlasy	862	924,0832986	62,083299	7,20%
10	UJS Komárno	1,0376807			
	počet učiteľov	96,7	96,7	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	1765	1831,506365	66,506365	3,77%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	555	575,9127663	20,912766	3,77%
	Citačné ohlasy	82	217,2246359	135,22464	164,91%
11	UK Bratislava	1			
	počet učiteľov	1983,1	1983,1	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	26624	26624	0	0,00%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	10678	10678	0	0,00%
	Citačné ohlasy	41063	41063	0	0,00%
12	UKF Nitra	1,0499367			
	počet učiteľov	549,6	549,6	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	9723	10208,53415	485,53415	4,99%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	2919	3064,765113	145,76511	4,99%
	Citačné ohlasy	2464	2587,043933	123,04393	4,99%
13	UMB Banská Bystrica	1,1040979			
	počet učiteľov	573,4	573,4	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	10020	11063,0607	1043,0607	10,41%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	2813	3105,827322	292,82732	10,41%
	Citačné ohlasy	618	1805,179376	1187,1794	192,10%
14	UPJŠ Košice	1,1376066			
	počet učiteľov	638,9	638,9	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	7813	8888,120541	1075,1205	13,76%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	2795	3427,781561	632,78156	22,64%
	Citačné ohlasy	10857	12350,9951	1493,9951	13,76%
15	UCM Tmava	1,0381955			
	počet učiteľov	329,7	329,7	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	6184	6420,201211	236,20121	3,82%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	1386	1695,832436	309,83244	22,35%
	Citačné ohlasy	813	1188,487887	375,48789	46,19%
16	UVLF Košice	1,5488683			
	počet učiteľov	204,3	204,3	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	2154	3336,262423	1182,2624	54,89%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	810	1254,583362	444,58336	54,89%
	Citačné ohlasy	1231	1906,656937	675,65694	54,89%
17	ŽU Žilina	1,2367578			
	počet učiteľov	629,2	629,2	0	0,00%
	Počet študentov spolu (I. , II., III. Stupňa štúdia)	9525	11780,11802	2255,118	23,68%
	Počet publikačných výstupov podľa CREPČ za rok 2014	3147	3892,076787	745,07679	23,68%
	Citačné ohlasy	1048	1296,122171	248,12217	23,68%

Zdroj: Vlastné spracovanie (DEA Solver)