

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
PODNIKOVHOHOSPODÁRSKA FAKULTA SO SÍDLOM
V KOŠICIACH
KATEDRA KVANTITATÍVNYCH METÓD

JOURNAL
OF INNOVATIONS
AND APPLIED
STATISTICS

VEDECKÝ INTERNETOVÝ ČASOPIS

Ročník 5, 2015
Číslo 1

KOŠICE
ISSN 1338-5224

JOURNAL OF INNOVATIONS AND APPLIED STATISTICS

VEDECKÝ INTERNETOVÝ ČASOPIS

Ročník 5, 2015

Číslo 1

Redakčná rada

Predseda

Dr. h. c. prof. RNDr. Michal Tkáč, CSc.

Členovia rady

prof. h. c. prof. Ing. Ondrej Hronec, DrSc.

prof. Ing. Vanda Lieskovská, PhD.

doc. Ing. Jaroslava Kádárová, PhD.

doc. Ing. Rastislav Rajnoha, PhD.

doc. Ing. Jozef Svetlík, PhD.

doc. Ing. Renáta Turisová, PhD.

Zahraniční členovia

Dr.h.c. prof. Ing. Janko Hodolič, DrSc.

Prof. Dr. Fedir Vashchuk

Dr. Jolanta Urbańska, PhD.

Výkonný redaktor

Ing. Matej Hudák, PhD.

Technicko-organizačný redaktor

Ing. Stela Beslerová, PhD.

Vydáva

Ekonomická univerzita v Bratislave

Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach

Katedra kvantitatívnych metód

Tajovského 11

041 30 Košice

Vydanie

internetový časopis: <http://jias.euke.sk/>

ISSN 1338-5224

OBSAH ČÍSLA 1 / 2015

<i>MERANIE KVALITY EDUKÁCIE VO VYUČOVACOM PROCESE VYBRANÝCH PREDMETOV</i>	
<i>Pavol Andrejovský – Zuzana Hajduová</i>	4
<i>ENVIRONMENTÁLNE MANAŽÉRSTVO AKO FAKTOR REGIONÁLNEHO ROZVOJA</i>	
<i>Lenka Štofová – Lucia Bednárová – Monika Tomčíková – Jana Naščáková</i>	8
<i>CHARAKTERISTIKA KALU Z ÚPRAVY VÓD</i>	
<i>Tomáš Bakalár – Henrieta Pavolová – Branislav Loch</i>	15
<i>THE EDGE BETWEENNESS CETRALITY - THEORY AND APPLICATIONS</i>	
<i>Jana Coroničová Hurajová – Tomáš Madaras</i>	20
<i>VÝKONNOSŤ EKONOMÍK KRAJÍN Z POHLADU LOGISTIKY A HDP</i>	
<i>Jozef Gajdoš – Martin Dluhoš</i>	30
<i>VNÍMANIE KVALITY PRI POSKYTOVANÍ ZDRAVOTNEJ STAROSTLIVOSTI</i>	
<i>Diana Horvátová – Iveta Vacová – Vanda Lieskovská</i>	38
<i>JEDNOFAKTOROVÉ MODELY ÚROKOVÝCH MIER</i>	
<i>Viliam Kucan – Roman Lacko</i>	46
<i>NE(NORMÁLNOŠŤ) ROZDELENIA PRAVDEPODOBNOSTI FINANČNÝCH POMEROVÝCH UKAZOVATEĽOV</i>	
<i>Matúš Mihalovič</i>	54
<i>IMPROVING THE QUALITY OF HIGHER EDUCATION AS A RESULT OF THE HARMONIZATION OF EDUCATIONAL PROCESSES</i>	
<i>Zuzana Nižníková – Slavomíra Stašková</i>	64
<i>RIADENIE VZŤAHOV SO ZÁKAZNÍKMI - PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA SPOLOČNOSTI "XY"</i>	
<i>Jaroslav Novotný</i>	73

MERANIE KVALITY EDUKÁCIE VO VYUČOVACOM PROCESE VYBRANÝCH PREDMETOV

MEASUREMENT OF THE QUALITY OF EDUCATION IN TEACHING SELECTED SUBJECTS

Ing. Pavol ANDREJOVSKÝ, PhD.¹
doc. RNDr. Zuzana HAJDUOVÁ, PhD.²

¹Ekonomická univerzita v Bratislave
Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach
Katedra ekonómie
Tajovského 13, 041 30 Košice, Slovensko

²Ekonomická univerzita v Bratislave
Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach
Katedra kvantitatívnych metód
Tajovského 13, 041 30 Košice, Slovensko

pavol.andrejovsky@euke.sk
zuzana.hajduova@euke.sk

Key words

evaluation of education, quality, problems of higher education institutions

Abstract

The article is appointed to the using of design of experiments, which are used for evaluation of impact of changing the place of goods in store. We use design of experiment for calculation of this impact.

Problems the quality of the educational process is high on the agenda, not only here but around the world. Current problems of higher education is increasing concern about the problems of financing higher education, need to be improved research and development activities in collaboration with practice, obtaining extra-budgetary resources other problems to are perceived by sensitive. From expectations efforts must be made towards marketing activities and work with stakeholders aimed at obtaining a sufficient number of candidates to obtain accreditation to the next. Prepared and submitted documents for accreditation and the first comprehensive feedback points to improve the performance of the faculty in teaching.

Úvod

Základným cieľom PHF EU v oblasti vzdelávacej činnosti bolo aj v hodnotenom období vytvárať podmienky pre skvalitňovanie výučby v rámci akreditovaných študijných programov na všetkých stupňoch a formách štúdia s cieľom udržať status univerzitnej vysokej školy. PHF EU je aj súčasťou systému riadenia kvality na EU Bratislava - Systém zabezpečenia a zdokonaľovania kvality na EU v Bratislave.

V akademickom roku 2014/2015 sa monitorovanie a hodnotenie kvality vzdelávania na fakulte realizovalo podľa interných predpisov EUBA.

1 Všeobecná charakteristika výskumu

V akademickom roku 2014/2015 sa monitorovanie a hodnotenie kvality vzdelávania na fakulte okrem vyššie uvedených pravidiel realizovalo súčasne aj podľa týchto interných predpisov: Interná smernica č. 2/2011 Monitorovanie a hodnotenie kvality na EU v Bratislave, Interný manuál zabezpečovania a zdokonaľovania kvality na EU (príloha Internej smernice), Štatút Rady kvality EU v Bratislave, Organizačný poriadok centra na zabezpečovanie a podporu kvality na EU v Bratislave.

Vyhodnotenie vedomostí a zručností študentov voči profilu absolventa daného študijného programu

Hodnotenie vedomostí prebieha vo viacerých úrovniach. Jednou z nich sú štátne skúšky za účasti odborníkov z iných vysokých škôl, odborníkov z praxe, ktorí pozitívne hodnotenia úroveň vedomostí, praktické riešenia diplomových prác v podnikoch. Dôkazom sú zápisy zo štátnych skúšok. Zapojenie sa

do medzinárodnej akreditácie a posúdenie nezávislými posudzovateľmi AACSB, čiastočné výsledky hodnotenia môžeme brať pozitívne.

Vyhodnotenie vedomostí a zručností absolventov fakulty na základe stanovísk zamestnávateľov

Spolupráca s hospodárskou praxou je pre PHF EU dôležitá nielen vzhľadom na proces výučby (flexibilné prispôsobovanie študijných programov potrebám praxe, odborné praxe študentov, vypracúvanie diplomových prác), ale aj z hľadiska výskumu (expertízne práce, získavanie a analýza dát na spracovanie výskumných štúdií). Odborníci z praxe sa aktívne zúčastňovali na pedagogickom procese formou pravidelnej výučby alebo jednorazových prednášok, recenzií diplomových prác, oponentúr vedeckovýskumných úloh a projektov, účasti v štátnicových komisiách a pri príprave učebných textov a študijných materiálov pre študentov fakulty.

Spolupráca s hospodárskou praxou sa tiež rozvíjala na báze obojstrannej poradenskej konzultačnej a expertíznej činnosti a spolupráce pri podávaní návrhov na riešenie domácich a zahraničných grantových úloh.

Fakulta spolupracuje s zainteresovanými stranami – relevantnými potenciálnymi zamestnávateľmi. Fakulta berie potenciálnych zamestnávateľov ako dôležitú súčasť spätnej väzby v zmysle nami realizovaného systému riadenia kvality podľa STN EN ISO 9001:2009 a modelu CAF 2006.

Raz ročne fakulta písomne vyzve vybraných zamestnávateľov, aby zhodnotili úroveň kvality vedomostí a zručností absolventov fakulty, ktorých zamestnali v uplynulom roku. Vyhodnotenie ich stanovísk je súčasťou hodnotiacej správy.

Na PHF EU sme sa v akademickom roku 2014/2015 zamerali aj na porovnanie hodnotenia vedomostí študentov v predmetoch ktoré sú súčasťou vstupných testov – prijímacích pohovorov na PHF EU (matematika).

V rámci uvedeného sa overuje kvalita vedomostí prostredníctvom písomných vstupných a výstupných testov, ktoré pozostávajú z minimálne 10 otázok a každá z otázok mala 5 možností, pričom správna bola iba jedna možnosť.

Vstupný test sa realizoval na začiatku výučby v danom semestri a výstupný test bol uskutočnený v poslednom týždni príslušného semestra.

Za vstupný test považujeme pri predmete Matematika test na prijímacích skúškach. Úroveň testovania vychádza z požiadaviek na prijímacie skúšky. V predmete matematika sme realizovali priebežné testovanie v 6 týždni semestra. Chceme poukázať na získané vedomostí aj absolvovaním voliteľného predmetu Matematika pre ekonómov.

V akademickom roku 2014/2015 boli nami vyhodnotené nasledovné predmety (uvádzame výsledky podľa katedier), uvádzame súhrn výsledkov hodnotení

Štatistika

V sledovanom akademickom roku 2014/2015 sa vstupného testu zúčastnilo celkovo 184 študentov ktorí mali prvý zápis tohto predmetu (študenti s opakovaným zápisom sa testovania nezúčastnili).

Na úvod predmetu Štatistika sa študenti zúčastnili vypracovania vstupného testu - pretest. Úspešnosť tohto pretestu bola pre odbor EaMP 30,5%.

Po absolvovaní predmetu Štatistika študenti písali záverečný test – posttest (počet otázok 10). Úlohy boli veľmi podobné ako v preteste, teda obtiažnosť týchto dvoch testov bola približne rovnaká. Úspešnosť študentov v postteste dosiahla 59,2% EaMP.

Pri porovnaní dvoch skupín meraní, teda porovnaním, či u študentov došlo k zlepšeniu výsledkov znalostí v oblasti štatistiky od absolvovania pretestu k posttestu sme zistili nasledovné skutočnosti. Hodnotenie bolo založené na vzorke študentov, ktorí absolvovali obe testovania a štatistickým testom (párovým t-testom) sme chceli overiť náš predpoklad o zlepšení výsledkov testovania po absolvovaní predmetu Štatistika, čo sa potvrdilo.

Možno konštatovať požadovanú úroveň vedomostí, čo sa prejavilo u 85% študentov, takmer 15% nespĺnilo požadované vedomosti – min 51%. Prejavilo sa to však 82% v hodnotení medzi 51%-60% úrovne vedomostí.

Vybrané kapitoly z matematiky

V druhom semestri akademického roku 2014/2015 sme testovali spolu 188 študentov zapísaných na predmet Vybrané kapitoly z matematiky. Počas semestra bolo uskutočnené vstupné testovanie zamerané na zistenie schopností a zručností študentov. Následne sme sa pokúsili zistené nedostatky pomocou vyučovacieho procesu odstrániť.

Nasledujúca tabuľka približuje základné štatistické charakteristiky súboru známok zo vstupného testu.

Tab. 1 Základné štatistické charakteristiky pre vstupný test

Moments			
N	188	Sum Weights	188
Mean	3.25797872	Sum Observations	612.5
Std Deviation	0.9213395	Variance	0.84886648
Skewness	-0.7823722	Kurtosis	-0.7485132
Uncorrected SS	2154.25	Corrected SS	158.738032
Coeff Variation	28.2794819	Std Error Mean	0.06719559

Zdroj: vlastné spracovanie

Priemerná známka bola na úrovni 3,26, čo je pomerne zlá hodnota, priemerná známka sa totižto nachádza na úrovni medzi E a FX. Smerodajná odchýlka je na úrovni 0,92 a rozptyl je približne 0,848. Ak by sme známke FX priradili hodnotu 3,5 bola by priemerná známka lepšia, avšak hodnota 4 lepšie odzrkadľuje stav, kde bodové hodnoty mohli byť výrazne pod hranicou 50 bodov.

Na konci semestra sme znova formou preskúšavania výstupným testom zisťovali úspešnosť nami aplikovaných vyučovacích postupov smerom k zlepšeniu stavu zručností a vedomostí študentov. Nasledujúca tabuľka poskytuje prehľad o vybraných štatistických charakteristikách pre súbor známok z výstupných testov.

Tab. 2 Základné štatistické charakteristiky pre výstupný test

Moments			
N	188	Sum Weights	188
Mean	2.49202128	Sum Observations	468.5
Std Deviation	0.90671303	Variance	0.82212851
Skewness	0.39919993	Kurtosis	-0.7049222
Uncorrected SS	1321.25	Corrected SS	153.738032
Coeff Variation	36.3846423	Std Error Mean	0.06612884

Zdroj: vlastné spracovanie

Priemerná hodnota známok študentov, ktorí sa zúčastnili prvého aj druhého testovania bola v prípade výstupného testu lepšia. Z pôvodnej úrovne 3,26 sa podarilo priemernú známku zlepšiť na 2,49. Ak predpokladáme, že oba súbory pochádzajú z normálneho rozdelenie, čo je možné, keďže máme viac ako 100 pozorovaní, môžeme použiť parametrický párový t-test, ktorý nám štatisticky na hladine významnosti porovná rozdiel medzi dvoma priermi. Našou nulovou hypotézou bude, že rozdiel medzi výstupným a vstupným testom je môže byť rovný -0,75, alternatívnou hypotézou je, že tento rozdiel sa nerovná hodnote -0,75 (k takémuto zlepšeniu, o viac než jednu známku, mohlo podľa nás dôjsť).

Záver

Konštatovať teda možno, že zvolenými vyučovacími metódami a pomocou vyučovacieho procesu sme dosiahli vo výstupe väčší úspech ako na vstupe. Tento proces a jeho výsledky hodnotíme pozitívne.

Pokračujeme v opatreniach, založených na existencii dodatočného povinne voliteľného predmetu „Matematika pre ekonómov“. V rámci tohto predmetu dochádza k precvičovaniu uvedenej preberanej problematiky na predmete Matematika a predstavuje suplementárny predmet k tomuto nosnému predmetu univerzitného základu. Tým bolo dosiahnuté nepriame navýšenie vzdelávacej kapacity výučby predmetu Matematika. Výsledkom by malo byť dosiahnutie zlepšenia vedomostí študentov po absolvovaní uvedeného predmetu. Zároveň predpokladáme, že budú existovať štatisticky významné rozdiely vo výsledkoch študentov, ktorí sa zúčastnili výučby aj na predmete „Matematika pre ekonómov“. Posilnili sme aj personálne predmet, čo sa môže prejaviť až v nasledujúcom hodnotenom období. Zavedenie doplnkového podporného predmetu umožňuje získať vedomosti študentom využiteľné v ďalších rokoch.

Literatúra

TKÁČ, M. a kol.: *Samohodnotiaca správa podľa modelu CAF 2006. (Interná správa PHF EU) PHF EU so sídlom v Košiciach, Košice, 2010, 99s.*

ANDREJOVSKÝ, P. *Správa o vzdelávacej činnosti za akademický rok 2013/2014. (interná dokumentácia) PHF EU PHF EU. [online] [dostupné na <https://docs.euke.sk/> cit. 2014]*

ANDREJOVSKÝ, P. 2014. *Vyhodnotenie úrovne kvality nadobúdania vedomostí a rozvoja zručností na Podnikovohospodárskej fakulte Ekonomickej univerzity v Bratislave so sídlom v Košiciach. Správa. (interná dokumentácia) PHF EU PHF EU. [online] [dostupné na <https://docs.euke.sk/> cit. 2014] 25s.*

EU Bratislava. *Pravidlá na priebežné zisťovanie a vyhodnocovanie úrovne kvality nadobúdania vedomostí a rozvoja zručností na EU v Bratislave. EU Bratislava, 2012, 9s.ň*

BLACKWELL, L., S. ET AL., *Implicit Theories of Intelligence Predict Achievement Across and Adolescent Transition: A Longitudinal Study and an Intervention, Child Development, 2007, Volume 78, Number 1, pp. 246 – 263.*

TAYLOR, F. G. C., *FINAL REPORT: Feasibility studies for a national system of Value Added indicators. Durham, Englad: University of Durham, 1997, <http://www.cem.org/attachments/publications/CEMWeb009%20Feasibility%20Study%20Nat%20System%20VA%20Indicators.pdf>.*

ENVIRONMENTÁLNE MANAŽÉRSTVO AKO FAKTOR REGIONÁLNEHO ROZVOJA

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AS A FACTOR OF REGIONAL DEVELOPMENT

Ing. Lenka ŠTOFOVÁ¹
doc. Ing. Lucia BEDNÁROVÁ, PhD.²
PhDr. Monika TOMČÍKOVÁ, PhD.¹
doc. Ing. Jana NAŠČÁKOVÁ, PhD.³

¹Ekonomická univerzita v Bratislave
Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach
Katedra manažmentu
Tajovského 13, 041 30 Košice, Slovensko

²Ekonomická univerzita v Bratislave
Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach
Katedra ekonómie
Tajovského 13, 041 30 Košice, Slovensko

³Ekonomická univerzita v Bratislave
Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach
Katedra obchodného podnikania
Tajovského 13, 041 30 Košice, Slovensko

lenka.stofova@euke.sk
lucia.bednarova@euke.sk
monika.tomcikova@euke.sk
jana.nascakova@euke.sk

Key words

*environment, environmental management, regional
development, sustainable development, STN EN ISO
14001*

Úvod

Súčasná doba je poznamenaná nezodpovedným správaním sa minulých generácií k životnému prostrediu. Globálne otepľovanie, hromadenie odpadov, ako aj zväčšujúca sa ozónová diera vedú ľudstvo k tomu, aby si uvedomovali svoje prehrešky. Správanie sa nie len podnikateľských subjektov, ale aj samotných obyvateľov zeme si vyžaduje systematický prístup k starostlivosti o životné prostredie založenom na informovanosti, ktorý dovedie ľudstvo k prijatiu vážnych ekologických a environmentálnych opatrení. Z tohto dôvodu by bolo veľmi pozitívne ak by verejná správa a samospráva mala väčší vplyv na občanov v zmysle preventívnych opatrení, či už pri eliminácii odpadov, úspory energie alebo aj ochrany životného prostredia nie len v danom regióne.

Ochrana životného prostredia je významne ovplyvňovaná a usmerňovaná legislatívnou úpravou a normami. Ako preventívny nástroj ochrany životného prostredia, ktorý môže vo významnej miere

Abstract

The present paper is focused on identification and characteristics of factors with significant influence on environmental management system implementation process in recreational region of Domaša and proposal of algorithm model of process and measurement sustainable development of the region in the implementation process ISO 14001. First part of paper is dedicated to theoretical resources acquired from scientific literature, journals and internet resources. Paper consists of present status analysis of studied region; focus on approach and information of citizens on issues of environmental management. The results of studies is a process of creating of algorithm for process and measurement of region sustainable development during implementation standards series of ISO 14 000. Obtained knowledge's are acquisition for Domaša regional development to active approach of environmental scheme forming, from sustainability point of view in area of tourism with regard to new form of ecotourism. Proposals of the submitted work should facilitate implementation of the environmental management system in to the regions as well as to identify the major motivators for the citizens.

ovplyvniť fungovanie regiónu je implementovanie noriem radu ISO 14000 systémy environmentálneho manažérstva. V európskom meradle sa implementujú nie len spomínané normy radu ISO 14000 ale aj nariadenia ES a EP o samotnom EMAS III (Štofová, 2013).

Ak chce verejná správa a samospráva implementovať environmentálne manažérske systémy, je potrebná dôsledná informovanosť všetkých zainteresovaných strán ako sú občania regiónu a podnikateľské subjekty, ktoré sa nachádzajú na katastrálnom území dotknutého regiónu. V prípade rozvoja ekoturizmu ako formy cestovného ruchu je podstatné si uvedomiť, že udržateľný rozvoj má veľký vplyv na rozhodovanie potenciálnych klientov (Majernik et al., 2015).

2 Udržateľné faktory rozvoja regiónov

Podstata efektívnej regionálnej politiky spočíva v rozbere dôležitých faktoroch rozvoja, to znamená, že základom je stanovenie kľúčových faktorov, ktoré vplyvajú na dopad regionálneho rozvoja. Tieto faktory sú časovo nestále, teda súvisia s informáciou sociálno-ekonomického vývoja, ale zároveň spadajú do transformácie vývoja systému a ich vzájomného pôsobenia (Engel, 2014).

Na regionálny rozvoj vplyva značné množstvo faktorov, a preto je nutné tento proces vyjadriť komplexnejšie. To značí, že nejde len o stanovenie konečného výsledku ekonomického rozvoja, ale tiež je nutné poznať príčiny a limity, ktoré smerujú k dosiahnutiu štádia rozvoja. Vývoj spoločnosti a znalosť sociálno-ekonomických priebehov sú znakom, že regionálny rozvoj spoločnosti smeruje k požadovanému vývoju ekonomiky. Zmyslom osobitých faktorov regionálneho rozvoja sú ľudské zdroje, ktoré sú zároveň aktívnym faktorom budúceho rozvoja, a tým sa odlišujú od iných faktorov nečinného charakteru. Stáva sa, že ľudské zdroje zvyknú preformovať iné zdroje, prípadne sú potrebnou zložkou na ich fungovanie.

Na rast regiónov a ich ekonomickú efektívnosť môžu podstatne vplyvať nasledujúce faktory (Asheim, 2005):

- globalizácia (región je senzibilnejší ako krajina),
- technologické zmeny (technologicky zamerané regióny sú spôsobilejšie),
- pokles pracujúceho obyvateľstva.

Pričom iba technológia a inovačný potenciál nepostačujú pre rast a rozvoj regiónov, keďže samotný región by mal vytvárať takú skupinu populácie, ktorá predstavuje „vysokú kvalitu“, teda pritiahne a udrží kvalifikovaných ľudí, je pozitívne naviazaný na globálne trhy, má zodpovedajúce podnikateľské prostredie, materiálno-technické zázemie a prosperujú na trhu práce.

3 Posudzovanie udržateľnosti pri hodnotení návrhov rozvojových koncepcií

Ak hovoríme o kritériách je nutné podotknúť, že v tomto prípade nejde len o maximalizáciu ale aj o optimalizáciu udržateľných zdrojov, ako aj o to, aby sa zabezpečila preferencia prevencie pred samotnou terapiou (odstraňovaním škôd), minimalizovaním spotreby nie len prírodných zdrojov, maximálne využívanie druhotných surovín ohľadom na čo najefektívnejšie využívanie prírodných zdrojov ako aj samotnú preferenciu využívania obnoviteľných zdrojov pred neobnoviteľnými.

Samotné hodnotenie toho, či sa posudzovaná skutočnosť vyvíja v súlade s princípmi udržateľného rozvoja resp. či je alebo nie je účelné používať kritériá, ktoré majú charakter otázky, či daný vývoj:

- zabezpečuje existenciu, resp. revitalizáciu dotknutých prírodných hodnôt, biodiverzity, život podporujúcich systémov, samočistiacich schopností ekosystémov a pod.,
- rešpektuje medze únosnosti zaťaženia krajinného systému,
- redukuje spotrebu neobnoviteľných zdrojov,
- udržiava využívanie obnoviteľných zdrojov v medziach ich reprodukčných schopností,
- akceptuje dlhodobé časové horizonty,
- redukuje energo-materiálové vstupy (toky),
- podporuje uzavretosť cyklov výroby a spotreby,
- zabezpečuje recyklovateľnosť (znovavyužiteľnosť) výstupov,
- eliminuje plytvanie energiou, surovinami a.i. , ako aj zbytočné energo-materiálové straty,
- podporuje spotrebiteľské návyky, korešpondujúce s predstavou trvalo udržateľného rozvoja/života,
- umožňuje posilnenie miestnej kontroly nad zdrojmi,

- zodpovedá kritériu vzájomnej tolerancie, tolerancie zo strany navrhovateľov rozvoja a schopností vcítenia sa do situácie iných,
- napomáha smerovaniu k rovnováhe, odstraňovaniu umelých disproporcií, zdrojov nestability, bezpečnostných rizík a pod.

Meranie a vyhodnocovanie rozvojových ukazovateľov je v súčasnosti samozrejmosťou vo všetkých hlavných oblastiach ľudskej činnosti (najmä v ekonomike, ale aj v demografii, zdravotníctve, životnom prostredí a i.). Štatistické údaje predstavujú veľmi dôležitý a užitočný doplnok informácií s vysokou výpovednou schopnosťou a tvoria významný podklad pre rozhodovanie na všetkých úrovniach. Na druhej strane sú z histórie známe príklady zneužívania a účelového interpretovania štatistických údajov, čo zdôrazňuje potrebu citlivého výberu ukazovateľov a používania vhodných štatistických nástrojov.

Indikátory sa pritom vzťahujú jednak k určitej priestorovej jednotke (krajina, región, obec...), jednak sú vyhodnocované za určité časové obdobie. Od iných používaných ukazovateľov by sa mali odlišovať aj stanovením konkrétnych cieľov (s definovaným časovým horizontom ich splnenia) súvisiacich so stratégiou UR a kontinuálnym monitorovaním ich plnenia.

V súvislosti so spomenutými dokumentmi prijala v r. 2005 Európska Komisia (EC) súbor ukazovateľov TUR. Indikátory boli štruktúrované hierarchicky v troch úrovniach: 10 tém - celkovo 12 indikátorov, 31 subtém - celkovo 45 indikátorov a v tretej úrovni 98 konkrétnych indikátorov vzťahujúcich sa k danej problematike. V dôsledku aktualizácie európskej stratégie bol systém indikátorov mierne modifikovaný na 10 tém a 28 podtém s celkovo 98 indikátormi. (Mederly, 2001).

Zoznam aktualizovaných tém a podtém je uvedený v tabuľke č 2.

Tabuľka 1 Hlavné témy a subtémy indikátorov TUR v rámci EÚ (EC 2007)

Téma	Subtémy
1. Socio-ekonomický rozvoj	Ekonomický vývoj, Inovácie, konkurencieschopnosť a ekoeфекtivita, Zamestnanosť
2. Udržateľná spotreba a výroba	Spotreba zdrojov a odpady, Vzorce spotreby, Vzorce výroby
3. Sociálne začlenenie	Hmotná chudoba, Prístup na trh práce, Vzdelanie
4. Demografická zmena	Demografické zmeny, Adekvátnosť dôchodkov, Stabilita verejných financií
5. Verejné zdravie	Zdravie a nerovnosť zdravia, Determinanty zdravia
6. Zmena klímy a čistá energia	Zmena klímy, Energia
7. Udržateľná doprava	Rast dopravy, Sociálne a ekologické vplyvy dopravy
8. Prírodné zdroje	Biodiverzita, Zdroje pitnej vody, Morské ekosystémy, Využitie krajiny
9. Globálne partnerstvo	Financovanie TUR, Globalizácia obchodu, Manažment globálnych zdrojov
10. Správne vládnutie	Politická koherentnosť a efektivita, Otvorenosť a participácia verejnosti, Ekonomické nástroje

Zdroj: Vlastné spracovanie

Iné známe medzinárodné indikátorové systémy:

- OSN – Millennium Development Goals Indicators
- Svetová banka – World Development Indicators
- UNEP – Global Environmental Outlook
- OECD – OECD Environmental Indicators, OECD Factbook

Tieto súbory ukazovateľov sú zamerané na rozvojovú a environmentálnu problematiku, a tak priamo či nepriamo súvisia aj s udržateľným rozvojom.

3.1 Charakteristika významných väzieb a vzťahov regionálneho rozvoja

Hypotézy stanovené v tejto štúdií na základe prieskumu regiónu rekreačnej oblasti Domaša, poukázali na nízku úroveň environmentálneho povedomia, čo priamo súvisí s nízkou informovanosťou o danej problematike.

Prvou hypotézou zisťujeme, či existuje štatisticky významná závislosť medzi informovanosťou respondentov o ochrane životného prostredia a vekom respondentov v skúmanom regióne, a preto hypotézu formulujeme nasledovne:

Existuje štatisticky významná závislosť medzi informovanosťou o ochrane životného prostredia a vekom.

Nato, aby sme samotnú hypotézu testovali, využijeme Spearmanov a Kendallov korelačný koeficient a v zmysle štatistického testu definujeme symbol „c“ ako Spearmanov koeficient „ ρ “ alebo Kendallov koeficient „ τ “, hladinu významnosti „ α “ stanovujeme na 0,05, čo značí, že výsledky sú spoľahlivé na 95 % hladine, a preto stanovujeme nulovú a alternatívnu hypotézu nasledovne:

$$H_0: c = 0$$

$$H_1: c \neq 0$$

Aby sme mohli testovať nulovú a alternatívnu hypotézu, vypočítali sme obidve koeficienty, ktorých hodnota je nasledovná:

$$\text{Spearmanov koeficient } \rho = -0,016371$$

$$\text{Kendallov koeficient } \tau = -0,012858$$

Vypočítané koeficienty nás oprávňujú zamietnuť nulovú hypotézu $H_0 : c = 0$ a tým, že hodnoty koeficientov nedosahujú úroveň, ktoré odborná literatúra uvádza ako kritériálne (napr. Cohen (1988) - dá sa nájsť na <http://rimarcik.com/navigador/interval2.html>) pre takýto typ výskumu, zamietame aj nami formulovanú hypotézu uvedenú vyššie.

Aj keď nulová hypotéza bola zamietnutá, hodnoty koeficientov nie sú dostatočne veľké k tomu, aby nás oprávňovali pre tento typ dát spracovaných vo výskume k záveru, že takáto štatisticky významná závislosť neexistuje.

Nasledujúcou hypotézou bolo zisťované, či existuje významná závislosť medzi vzdelaním a informovanosťou respondentov o environmentálnom manažérskom systéme v skúmanom regióne, a preto hypotézu formulujeme nasledovne:

Existuje štatisticky významná závislosť medzi vzdelaním a informovanosťou o environmentálnom manažérskom systéme.

Nato, aby sme samotnú hypotézu testovali, využijeme Spearmanov a Kendallov korelačný koeficient a v zmysle štatistického testu definujeme symbol „c“ ako Spearmanov koeficient „ ρ “ alebo Kendallov koeficient „ τ “, hladinu významnosti „ α “ stanovujeme na 0,05, čo značí, že výsledky sú spoľahlivé na 95 % hladine, a preto stanovujeme nulovú a alternatívnu hypotézu nasledovne:

$$H_0: c = 0$$

$$H_1: c \neq 0$$

Preto, aby sme mohli testovať nulovú a alternatívnu hypotézu, vypočítali sme obidve koeficienty, ktorých hodnota je nasledovná (ako uvádza Príloha D) :

$$\text{Spearmanov koeficient } \rho = 0,803344$$

$$\text{Kendallov koeficient } \tau = 0,736155$$

Vypočítané koeficienty nás oprávňujú zamietnuť nulovú hypotézu $H_0 : c = 0$ a tým, že hodnoty koeficientov dosahujú úroveň, ktoré odborná literatúra uvádza ako kritériálne pre takýto typ výskumu, nezamietame nami formulovanú hypotézu uvedenú vyššie.

Keďže nulová hypotéza bola zamietnutá a hodnoty koeficientov sú dostatočne veľké, oprávňuje nás to k záveru, že pre tento typ dát spracovaných vo výskume takáto štatisticky významná závislosť existuje.

Tretou hypotézou sa budeme pokúšať zistiť, či existuje štatisticky významná závislosť medzi informovanosťou respondentov o environmentálnom manažérskom systéme a postojom respondentov k správaniu sa obecnej samosprávy v environmentálnej oblasti v skúmanom regióne, preto hypotézu formulujeme nasledovne:

Existuje štatisticky významná závislosť medzi informovanosťou o environmentálnom manažérskom systéme a postojom k správaniu sa obecnej samosprávy v environmentálnej oblasti.

Nato, aby sme samotnú hypotézu testovali, využijeme Spearmanov a Kendallov korelačný koeficient a v zmysle štatistického testu definujeme symbol „c“ ako Spearmanov koeficient „ ρ “ alebo Kendallov koeficient „ τ “, hladinu významnosti „ α “ stanovujeme na 0,05, čo značí, že výsledky sú spoľahlivé na 95 % hladine, a preto stanovujeme nulovú a alternatívnu hypotézu nasledovne:

$$H_0: c = 0$$

$$H_1: c \neq 0$$

Preto, aby sme mohli testovať nulovú a alternatívnu hypotézu, vypočítali sme obidve koeficienty, ktorých hodnota je nasledovná:

$$\text{Spearmanov koeficient } \rho = 0,789295$$

$$\text{Kendallov koeficient } \tau = 0,724991$$

Vypočítané koeficienty nás oprávňujú zamietnuť nulovú hypotézu $H_0 : c = 0$ a tým, že hodnoty koeficientov dosahujú úroveň, ktoré odborná literatúra uvádza ako kritériálne, pre takýto typ výskumu nezamietame nami formulovanú hypotézu uvedenú vyššie.

Keďže nulová hypotéza bola zamietnutá a hodnoty koeficientov sú dostatočne veľké, oprávňuje nás to k záveru, že pre tento typ dát spracovaných vo výskume takáto štatisticky významná závislosť existuje.

Ďalšou hypotézou sme zisťovali, či existuje štatisticky významná závislosť medzi znalosťou pozitív implementácie environmentálneho manažérského systému a záujmom respondentov o jeho implementáciu v skúmanom regióne, a preto hypotézu formulujeme nasledovne:

Existuje štatisticky významná závislosť medzi znalosťou pozitív implementácie environmentálneho manažérského systému a záujmom o jeho implementáciu.

Na to, aby sme samotnú hypotézu testovali, využijeme Spearmanov a Kendallov korelačný koeficient a v zmysle štatistického testu definujeme symbol „c“ ako Spearmanov koeficient „ ρ “ alebo Kendallov koeficient „ τ “, hladinu významnosti „ α “ stanovujeme na 0,05, čo značí, že výsledky sú spoľahlivé na 95 % hladine, a preto stanovujeme nulovú a alternatívnu hypotézu nasledovne:

$$H_0: c = 0$$

$$H_1: c \neq 0$$

Preto, aby sme mohli testovať nulovú a alternatívnu hypotézu, vypočítali sme obidve koeficienty, ktorých hodnota je nasledovná (ako uvádza Príloha F) :

$$\text{Spearmanov koeficient } \rho = 0,004387$$

$$\text{Kendallov koeficient } \tau = 0,007485$$

Vypočítané koeficienty nás oprávňujú zamietnuť nulovú hypotézu $H_0 : c = 0$ a tým, že hodnoty koeficientov nedosahujú úroveň, ktoré odborná literatúra uvádza ako kritériálne, pre takýto typ výskumu zamietame aj nami formulovanú hypotézu uvedenú vyššie.

Aj keď nulová hypotéza bola zamietnutá, hodnoty koeficientov nie sú dostatočne veľké k tomu, aby nás oprávňovali pre tento typ dát spracovaných vo výskume k záveru, že takáto štatisticky významná závislosť neexistuje.

Nasledujúcou hypotézou skúmame, či existujú štatisticky významné rozdiely v záujme respondentov o ochranu životného prostredia a ochotou podporiť opatrenia na ochranu životného prostredia, aj keď by

to znížilo komfort poskytovaný obecnou samosprávou v skúmanom regióne, preto hypotézu formulujeme nasledovne:

Existujú štatisticky významné rozdiely v záujme o ochranu životného prostredia a ochotou podporiť opatrenia na ochranu životného prostredia, aj keď by to znížilo komfort poskytovaný obecnou samosprávou.

Nato, aby sme samotnú hypotézu testovali využijeme Kolmogorov - Smirnovov test a v zmysle štatistického testu popisujeme „F“ a „G“ ako distribučné funkcie, hladinu významnosti „ α “ stanovujeme na 0,05, čo značí, že výsledky sú spoľahlivé na 95 % hladine, a preto stanovujeme nulovú a alternatívnu hypotézu nasledovne :

$$H_0: F(x) = G(x)$$

$$H_1: F(x) \neq G(x)$$

Preto, aby sme mohli testovať nulovú a alternatívnu hypotézu, sme vypočítali testovaciu štatistiku Kolmogorov - Smirnovovho testu, ktorého hodnota je nasledovná:

Kolmogorov_Smirnov test 0,119910

$P > 0,1$

Výsledok testu nás neopravňuje zamietnuť nulovú hypotézu. Zamietame teda nami formulovanú hypotézu uvedenú vyššie. Práve preto, že nulová hypotéza nebola zamietnutá, opravňuje nás to k záveru, že pre tento typ dát spracovaných vo výskume, neexistujú štatisticky významné rozdiely v záujme o ochranu životného prostredia a ochotou podporiť opatrenia na ochranu životného prostredia, aj keď by to znížilo komfort poskytovaný obecnou samosprávou v skúmanom regióne.

3.2 Zavádzanie environmentálnych inovácií v kontexte rozvoja regiónu rekreačnej oblasti Domaša

Na základe získaných informácií z prieskumu sme navrhli nový model algoritmu pre implementáciu ISO 14001 pre samosprávy, ktorého účelom je zadefinovanie a meranie udržateľnosti rozvoja obce. Tento model sme rozdelili do štyroch základných etáp, ktoré implementujeme do jednotlivých krokov pre zavádzanie.

Prvou etapou modelu je identifikovanie regiónu s požiadavkami implementácie environmentálneho manažérskeho systému. Jedná sa o vplyv na životné prostredie smerom k udržateľnému rozvoju. Identifikácia musí byť v súlade s chápaním udržateľného rozvoja, ktorá pri využití procesov neznečisťuje životné prostredie a šetrí prírodné zdroje.

Po tejto identifikácii si obec musí vytýčiť ciele, ktoré chce dosiahnuť. Po stanovení cieľov dochádza k identifikácii indikátorov, tie vychádzajú zo zberu dát pre hlavné indikátory. Následne, ak je potrebné dochádza k zber informácií za účelom selekcie doplnkových indikátorov. Ak už obec má potrebnú databázu údajov, môže identifikovať všetky potenciálne indikátory potrebné pre implementáciu.

Ďalšiu etapou je špecifikácia cieľov, na ktoré sa bude obec zameriavať a na základe týchto cieľov bude vyberať konkrétne indikátory. Priamu súvislosť na predchádzajúcej etape má aj zadefinovanie súboru jednotiek pre normalizáciu, ako je (merná jednotka, typ merania atď.). Po výpočte sa urobí transfer a monitorovanie výsledkov, ako aj diskusia o získaných výsledkoch. Poslednou etapou v navrhovanom algoritme je preskúmanie ukazovateľov politik a cieľov obce.

Budovanie, implementovanie a udržiavanie nástrojov, ktoré prispievajú k zlepšeniu environmentálneho správania je časovo náročný a finančne nákladný proces. Efekty, ktoré sú prínosom pre regióny môžeme kvantifikovať a prínosy po implementácii jednotlivých nástrojov, sú nesporné. Sektorálna environmentálna integrácia ako aj integrácia záujmov životného prostredia do rozvojových politik jednotlivých sektorov verejnej správy a cestovného ruchu musí byť nevyhnutne podporovaná vhodne zvolenými nástrojmi environmentálneho manažérstva. K týmto nástrojom patria napríklad ekodizajn, environmentálne účtovníctvo, environmentálny reporting, zodpovedná starostlivosť a iné (Scheel, 2012).

Záver

Princípy udržateľného rozvoja sa v súčasnosti javia ako potenciálne možné riešenia súčasných globálnych environmentálnych problémov a zároveň sú východiskom pre ďalšie generácie. Pod stálym tlakom svetového spoločenstva, európskej komisie, ako i pod tlakom prijímaných opatrení sa mení aj vzťah producentov škodlivín k životnému prostrediu.

V súčasnosti, ako to ukazujú výsledky prieskumu v skúmanej oblasti (región) uvedomelosť občanov ešte nie je na požadovanej úrovni. Z toho vyplýva, že aj keď navrhnutý algoritmus môže byť akceptovateľný pre praktické využitie, zvýšenú pozornosť je potrebné venovať informovanosti zainteresovaných strán (orgány samospráv, podnikateľské subjekty, občania). Toto je možné zvýšiť environmentálnymi kampaniami a environmentálnym vzdelávaním. Je zrejmé, že zvyšovanie environmentálneho povedomia je zdĺhavá a časovo náročná práca, no zdá sa však, že inej cesty v súčasnosti niet, ak chceme pre budúce generácie zachovať vhodnú environmentálnu klímu.

Tento príspevok je súčasťou riešenia projektu Mladých vedeckých pracovníkov č. I-15-110-00.

Literatúra

- ASHEIM, B.T., GERTLER, M., *The geography of innovation: regional innovation systems*, [in:] Fagerberg, J., Mowery, D.C., Nelson, R.R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press, Oxford, 2005, pp. 291-317.
- ENGEL, J. S., *Global clusters of innovation: Entrepreneurial engines of economic growth around the world*. Edward Elgar Publishing, 2014.
- MAJERNÍK, M. – BOSÁK, M. – ŠTOFOVÁ, L. – SZARYSZOVÁ, P. 2015. *Innovative Model of integrated energy management in companies*. In *Quality, Innovation, Prosperity*. - Košice : Technical University of Košice, 2015.
- MAJERNÍK, M. - ŠTOFOVÁ, L. *Quality management in the integrated system as a tool for business excellence and sustainability*. In *Interdisciplinary in theory and practice [elektronický zdroj]*. - Arad : Editura Adoram, 2014. ISSN 2344-2409, 2014, no. 1, p. 59-63 online. Dostupné na internete: < <http://itpb.eu/index.php/ct-menu-item-3/15-economics/83-quality-management-in-the-integrated-system-as-a-tool-for-business-excellence-and-sustainability>>.
- MAJERNÍK, M. – SZARYSZOVÁ, P. – ŠTOFOVÁ, L. 2013. *Environmentálne manažérstvo podľa schémy EMAS a normy ISO 14001 v európskom priemysle – stav a perspektívy*. In *Acta Universitatis Matthiae Belii. Séria environmentálne manažérstvo*. Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica: Fakulta prírodných vied. 2, roč. 15. ISSN 1338-4430.
- MEDERLY, P. (ED.) A KOL., 2001: *Trvalo udržateľný rozvoj – výzva pre Slovensko*. REC Slovensko, Ministerstvo životného prostredia SR., 127 pp.
- SCHEEL, C., *El enfoque sistémico de la innovación: ventaja competitiva de las regions*. *Estudios Gerenciales* 2012, Vol. 28, pp. 27-39

CHARAKTERISTIKA KALU Z ÚPRAVY VÔD

CHARACTERISTIC OF WATER TREATMENT SLUDGE

doc. Ing. Tomáš BAKALÁR, PhD.
Ing. Henrieta PAVOLOVÁ, PhD.
Ing. Branislav LOCH

Technická univerzita v Košiciach
Letná 9, 042 00 Košice, Slovensko

tomas.bakalar@tuke.sk
henrieta.pavolova@tuke.sk
branislav.loch@tuke.sk

Key words

Water treatment, sludge, heavy metal, leachate, XPS, XRF

Abstract

In the treatment of drinking water, the final product is purified water intended for human consumption. In this process, however, waste sludge is generated. This sludge is deposited in ponds and thus the issue of its management is very timely. The paper evaluates the results of analysis of sludge from water treatment and the sludge leachate. On the basis of the results of analyses of the composition of the sludge the presence of elements Fe, Cu, Sb, Cd, Ni, Zn, etc. is confirmed. Despite the content of metals in the sludge which was confirmed by the chemical analysis and both the XPS and the XRF methods, such as Ag and As, the occurrence of these metals in leachate is negative.

Úvod

Pri procese úpravy pitnej vody, je konečným produktom vyčistená voda určená na pitne účely. Pri tomto procese však vzniká aj odpad nazývaný kal, ktorý nemá prakticky žiadne využitie. Tento kal sa nachádza na odkalisku a teda otázka nakladania s týmto odpadom je veľmi aktuálna.

Kal je suspenzia tuhých látok anorganického a organického pôvodu vo vode, pričom vodárensky kal je kal vzniknutý pri procese úpravy pitnej vody. Nachádzajú sa v ňom látky anorganického pôvodu a je zaradený ku kalom minerálnym.

Podľa Zákona č. 394/2009 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 442/2002 Z. z. o verejných vodovodoch a verejných kanalizáciách a o zmene a doplnení zákona č. 276/2001 Z. z. o regulácii v siet'ových odvetviach v znení neskorších predpisov je kalom zmes vody a tuhých látok odstránených z rôznych druhov vôd prirodzenými alebo umelo iniciovanými procesmi. Ďalej tento zákon udeľuje povinnosti vlastníka verejného vodovodu, aby pri nakladaní s kalom vznikajúcim v procese úpravy pitnej vody nebolo ohrozené životné prostredie.

Zloženie a vlastnosti vodárenského kalu závisia predovšetkým od kvality čistenej vody v akej sa nachádza v prírode, ale aj zvolenej technológie na úpravu vody. Kvapalnú fázu kalu predstavuje kalová voda a tuhu fázu častice rôzneho tvaru a veľkosti. Voda je prítomná vo forme voľnej (neviazanej), chemicky viazanej a vo forme koloidne viazanej. Pri úprave podzemnej vody, ktorá má stabilné zloženie, bude kvantita a kvalita kalu vždy rovnaká. Pokiaľ sa upravuje povrchová voda, kvalita a kvantita kalu sa niekedy môže meniť. Vodárenský kal väčšinou obsahuje organické a minerálne suspenzie. V povrchových vodách sa vyskytujú ílové minerály, organické zvyšky odumretých rastlín a živočíchov, častice hĺn, piesku a pod. Podľa zloženia surovej vody sa dávkuje príslušné množstvo chemikálií.

1 Kalové hospodárstvo úpravní pitnej vody

Pri úprave vody sa pojmom kal označujú usaditeľne látky, ktoré sú prítomné v surovej vode. Súčasťou sú aj vločky a usadeniny (Grünwald, 1993). Tie vznikli pri čírení alebo zrážaní látok koloidného charakteru. Na rozdiel od kalu z čistiarní odpadových vôd, kal z úpravní vôd obsahuje väčšinou látky anorganického

pôvodu, ktoré nemajú prakticky žiadne využitie (Kyncl, 2008). Musia sa skladovať ako bezcenný odpad, len ojedinele sa z kalov regenerujú pôvodné chemické zrážadlá (Martoň et al., 1984).

V úpravniach vznikajú kaly pri úprave povrchovej vody sedimentáciou, rýchlou a pomalou filtráciou alebo mikrofiltrami, pri chemickej úprave povrchovej vody (čírení), pri odstraňovaní Fe a Mn z podzemných vôd a pri odstraňovaní Ca a Mg.

Pri úprave vody vznikajú tieto druhy kalu (Martoň et al., 1984):

- kaly obsahujúce hrubé nečistoty zachytené na hrabliciach alebo sítach; sú hrubozrné s malým obsahom vody,
- vločkovitý kal zo zahusťovacích priestorov usadzovacích nádrží a číričov, ktorý obsahuje najmä častice hydroxidov železa a hliníka, obsahuje až 99% vody. Pri dvojestupňovej separácii tvoria 70 až 90 % celkového množstva kalov (vyjadrené sušinou kalu),
- kaly vznikajúce pri praní filtrov majú tiež vločkovitú, ale jemnejšiu štruktúru s obsahom viac ako 99% vody, ich usadzovacia rýchlosť je malá. Je výhodné ich spracovávať oddelene,
- kaly z dekarbonizácie sú kompaktnéjšie, ľahšie separovateľné. Obsahujú 94 až 96 % vody. Výhodne na ich zahustenie možno použiť kalolisy a vákuové filtre (napr. bubnové). Vzhľadom na svoje zloženie (CaCO_3) môžu sa využiť v poľnohospodárstve (vápnenie kyslých pôd).

Množstvo jednotlivých druhov kalu závisí od charakteru technologického postupu úpravy vody, kvality surovej vody a požiadaviek na kvalitu upravovanej vody. Vplyv má aj množstvo a druh koagulačného alebo zrážacieho činidla, počet separačných stupňov a pod. Zloženie kalu závisí aj od toho, či úprava prebieha v zásaditej, alebo kyslej oblasti čírenia.

Väčšina vodárenských kalov vzhľadom na silnú hydratáciu obsahuje mnohonásobne väčší podiel vody ako vlastnej kalovej sušiny. Hustejšie kaly vznikajú pri separácii vločiek po čírení. Naopak riedke kaly vznikajú pri regenerácii (praní) filtrov. Vodnatosť kalov z úpravy vody je 94 až 99%. Preto z hľadiska ich ďalšieho spracovania má podstatný význam zahusťovanie kalov. Jeho účelom je zmenšiť objem kalu na minimum (Martoň et al., 1984).

Po zahustení vločkovitých kalov zostáva asi 85 % vody v póroch medzi jednotlivými časticami. Zvyšok vody sa viaže adsorpciou alebo chemicky. Kapilárnymi silami sa udržiava voda v medzerách a vodnatosť kalu možno znížiť asi na 60 % jej odparením. Väčšie zníženie sa docieli mechanickou filtráciou alebo odstredením. Chemicky viazanú a adsorbovanú vodu možno odstrániť energeticky náročnými tepelnými postupmi.

V súčasnej dobe sa zahusťovaniu kalov v prevádzke úpravni vody venuje podstatne väčšia pozornosť ako v minulosti. Namiesto vyvážania kalov na skládku a prípadného vypúšťania kalov do vodných tokov (v prípade malých úpravni a dostatočného prietoku v toku) sa zavádzajú mechanické aj tepelné spôsoby ich spracovania (Martoň et al., 1984).

2 Metodika

Pred začatím experimentálnej časti bolo nutné kal vysušiť a podrviť v keramickom mažiari, pretože vlhkosť a veľkosť zŕn by mohli byť prekážkou pri ďalšom spracovaní vzorky.

Pri analýze kalu pred samotným experimentom boli použité nasledovné metódy: sitová analýza, chemická analýza a obsah kovov v kale, prítomnosť kovov vylúhovaním pomocou metódy AAS, analýza kalu pomocou metódy XPS, zloženie kalu pomocou metódy XRF.

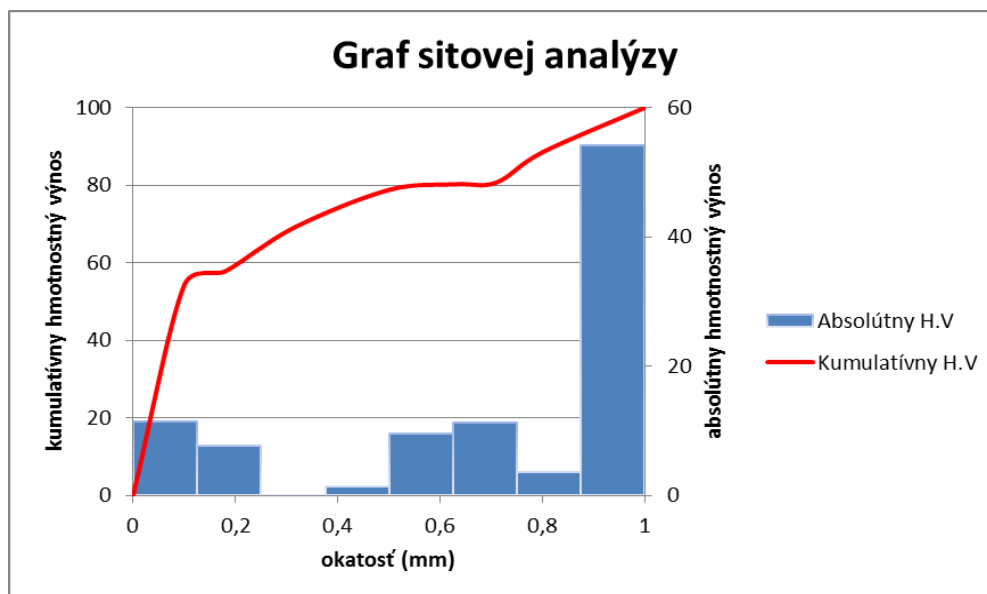
Sitová analýza prebiehala za sucha, pomocou sady sít okatosti: 0,800 mm, 0,710 mm, 0,630 mm, 0,500 mm, 0,315 mm, 0,180 mm a 0,100 mm. Pri každom site navažok predstavoval 200 g z ktorých sa zachytával podsitný aj nadsitný produkt a každý zvažil osobitne.

Kal o hmotnosti 1 g bol navážený do PET fliaš s objemom 100 ml a doplnený destilovanou vodou. Vzorky sa miešali 2,5 hodiny v horizontálnej trepačke značky BIOSAN Incubator ES-20/60 pri otáčkach 200 min^{-1} , pri stálej teplote 25°C . Po dokonalom zhomogenizovaní a usadení kalu boli stanovené jednotlivé obsahy kovov pomocou metódy AAS. Výluhy boli pripravené dvakrát.

Pomocou metódy XPS bola vykonaná povrchová analýza kalu s cieľom charakterizovať jednotlivé prvky nachádzajúce sa v kale. Vzorka kalu bola vložená do spektrometra a následne bola vykonaná analýza.

3 Výsledky

Zo sitovej analýzy vyplýva, že priemerná zrnitosť kalu predstavuje 100 µm (obrázok 1).



Obr. 1 Sitová analýza kalu z úpravy vôd

Zdroj: vlastné spracovanie

Chemická analýza kalu (tabuľka 1) bola stanovená podľa presne definovaných postupov, kde sa suchý (práškový) materiál rozpúšťa pomocou rôznych kyselín a prevedie sa tak do roztoku. Takto pripravený roztok je pripravený na stanovenie kovov pomocou metódy AAS (tabuľka 2).

Tab. 2 Chemická analýza kalu

	Obsah (%)
SiO ₂	20,14
CaO	2,24
MgO	1,61
Fe ₂ O ₃	43,9
Na ₂ O	0,086
K ₂ O	0,46
strata žiháním	21,56

Zdroj: vlastné spracovanie

Tab. 3 Obsah kovov v kale

	Obsah (%)
Zn	0,037
As	0
Ni	0,021
Ag	0,01
Cr	0,011
Sb	0,21
Pb	0,014
Cd	0
Cu	0,057

Zdroj: vlastné spracovanie

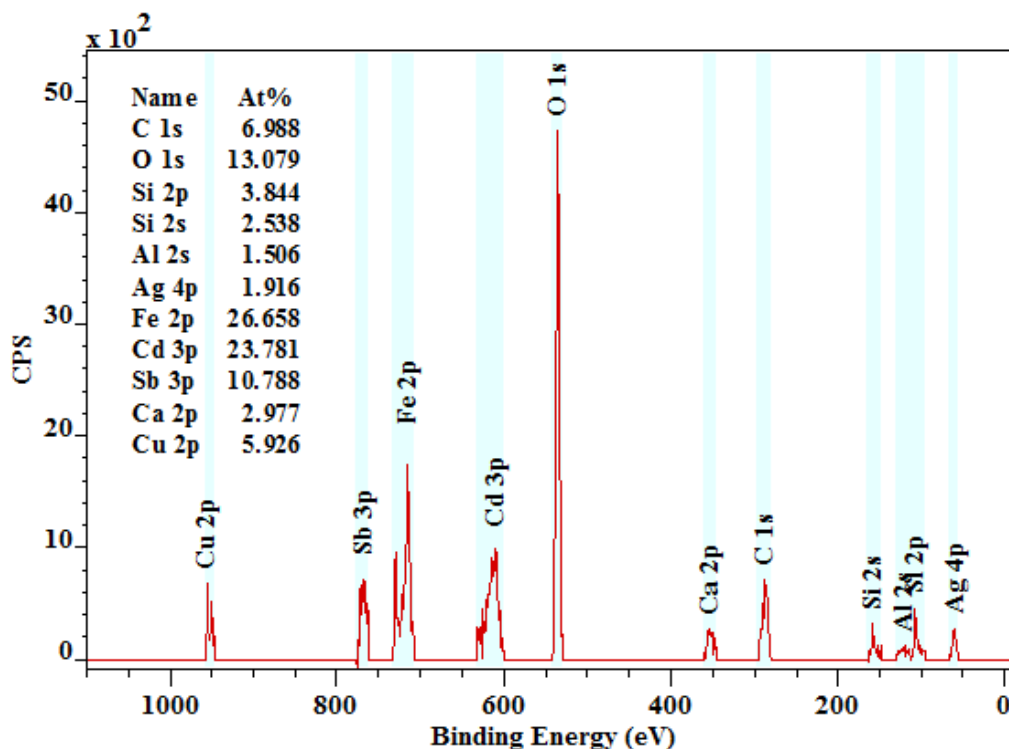
Na základe výsledkov analýzy výluhu kalu najvyššie obsahy predstavuje meď a to 0,00082358 % a železo s obsahom 0,00058907 %. Naopak z kalu sa nevytlúhovalo striebro ani arzén (tabuľka 3).

Tab. 4 Obsah kovov vo výluhu

kov	Cu	Zn	Cd	Ni	Fe	As	Ag
obsah (%)	0,00082358	0,00018648	0,00002686	0,0002543	0,00058907	0	0

Zdroj: vlastné spracovanie

Na základe výsledkov analýzy metódou XPS, zobrazených na obrázku 2, kde sú viditeľné jednotlivé prvky, vzorka obsahuje: C, O, Si, Al, Ag, Fe, Cd, Sb, Ca, Cu. Najviac zastúpený prvok je železo, ktoré ma hodnotu 26,658 at.%. Naopak najmenší obsah s hodnotou 1,506 at.% predstavuje hliník.



Obr. 2 Energetické spektrum vybraných kovov vo vzorke kalu

Zdroj: vlastné spracovanie

Tab. 5 Zloženie kalu vyhodnotené pomocou metódy XRF

Prvok	koncentrácia (%)	Prvok	koncentrácia (%)
Na	0,234	Y	0,0004
Mg	0,1527	Zr	0,00348
Al	1,418	Nb	0,00112
Si	8,635	Mo	0,00062
P	0,02778	Ag	< 0,00020
Si	0,04431	Cd	0,00069
Cl	0,00394	Sn	< 0,00030
K	0,4494	Sb	0,05993
Ca	2,302	Te	0,00117
Ti	0,3057	I	0,00189
V	0,01364	Cs	<0,00040

Cr	0,00021	Ba	0,02476
Mn	0,1412	La	<0,00020
Fe	33,01	Ce	0,0062
Co	< 0,00030	Pr	< 0,00020
Ni	0,00364	Nd	< 0,00020
Cu	0,00278	Hf	<0,00010
Zn	0,02881	Ta	<0,00010
Ga	0,00058	W	<0,00010
Ge	< 0,00005	Hg	<0,00010
As	0,0405	Tl	<0,00010
Se	< 00005	Pb	0,00367
Br	0,00213	Bi	<0,00010
Rb	0,00471	Th	<0,00233
Sr	0,01346	U	<0,00042

Zdroj: vlastné spracovanie

Pomocou metódy XRF, bola stanovená analýza prvkov nachádzajúcich sa v kale pred samotným experimentom. Táto metóda, tak isto ako XPS a chemická analýza preukázali zastúpenie vybraných kovov. V tabuľke 4 sa nachádza percentuálny obsah prvkov, pričom najvyšší obsah preukázalo železo a to 33,01%.

Na základe jednotlivých analýz na stanovenie zloženia kalu sa potvrdil výskyt prvkov ako Fe, Cu, Sb, Cd, Ni, Zn, atď.

Aj napriek obsahu niektorých kovov v samotnom kale, ktoré potvrdila chemická analýza, ako aj metódy XPS a XRF, ako napríklad Ag alebo As, výskyt týchto kovov sa potvrdil, ale nevytlúhujú sa do vody.

Záver

Kal predstavuje heterogénnu zmes s pomerne vysokou variabilitou chemického, biologického a fyzikálneho zloženia, ktoré sa mení v priestore aj čase. Môžeme ho chápať ako sekundárny produkt čistenia, resp. úpravy surovej vody. Práve tieto skutočnosti vplyvajú na jeho konkrétne zloženie a ďalšie možnosti nakladania s ním. Nakoľko je jeho zloženie nestabilné, v mnohých prípadoch sprevádzané aj obsahom rizikových zložiek, ako napr. ťažkých kovov, a závislé na kvalite využívanej surovej vody, je potrebné s ním nakladať ako s nebezpečným odpadom. Z týchto dôvodov sú produkované kaly prevažne spaľované v spaľovniach na to určených.

Literatúra

GRÜNWARD, A.: *Hydrochemie, Učební texty, ČVUT v Prahe, 1993*

Zákon č. 394/2009 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 442/2002 Z. z. o verejných vodovodoch a verejných kanalizáciách a o zmene a doplnení zákona č. 276/2001 Z. z. o regulácii v sieťových odvetviach v znení neskorších predpisov.

KYNCL, M.: *Opportunities for water treatment sludge re-use. Geo Science Engineering, Vol. 54, No.1, p. 11-22. 2008.*

MÁRTOŇ, J. - TÖLGYESSY, J. - HYÁNEK, L. - PIATRIK, M.: *Získavanie, úprava, čistenie, a ochrana vôd. Vydavateľstvo Bratislava: Alfa. 1984*

THE EDGE BETWEENNESS CENTRALITY - THEORY AND APPLICATIONS

RNDr. Jana CORONIČOVÁ
HURAJOVÁ, PhD.¹
DOC. RNDr. Tomáš MADARAS, PhD.²

¹Ekonomická univerzita v Bratislave
Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach
Katedra kvantitatívnych metód
Tajovského 13, 041 30 Košice, Slovensko

²Univerzita P. J. Šafárika v Košiciach
Prírodovedecká fakulta
Ústav matematických vied
Oddelenie diskkrétnej matematiky
Jesenná 5, 040 01 Košice, Slovensko

jana.coronicova.hurajova@euke.sk
tomas.madaras@upjs.sk

Key words

edge betweenness centrality, community detection

Abstract

The edge betweenness centrality of an edge e in a graph G is the sum of relative numbers of shortest paths of G with fixed endvertices that pass through e . We review known and recent results concerning this graph invariant and list its selected applications.

Introduction

Throughout this paper, we consider connected graphs (possibly directed or mixed) without loops. The graph terminology used here is taken from Diestel (2012).

When analysing social or technological networks, one of principal tasks is to identify the most important objects of a network. The importance of network objects is usually expressed in terms of centrality indices, which are, in a most broad context, defined as the real-valued and isomorphism-invariant functions on the set of vertices of the graph which represents considered real network (in addition, the design of a centrality index should take into account the fact that the vertices which are perceived as more central compared with other vertices within a network, have to be assigned with higher centrality values). Based on the nature of analysed network and the assumptions connected with the interpretation of importance of vertices in that particular network, one may consider several centrality indices: the vertex degree (usually used in analysis of social networks as a measure of popularity of persons), the reciprocal of the vertex eccentricity (well reflecting the potential of a location to be quickly reachable from other locations within a city or a road network) or the closeness centrality (which is defined as the reciprocal of the sum of distances of all vertices from given vertex; this concept is suitable to determine the best location for a general-purpose facility like post office). Another approach to measure centrality of vertices uses the idea of propagation of information within a network, under the assumption that the information flow propagates along shortest paths of a network. This is formalized as follows: for distinct vertices u, v, x of a graph G , let $\sigma_{u,v}$ be the number of shortest u - v -paths and $\sigma_{u,v}(x)$ be the number of those shortest u - v -paths that pass through the vertex x ; then the sum

$$B(x) = \sum_{\substack{u,v \in V(G) \\ u \neq v \neq x}} \frac{\sigma_{u,v}(x)}{\sigma_{u,v}}$$

is called the *betweenness centrality* of the vertex x in G . Originally defined by Freeman (1977) (and independently by Anthonisse (1971)), it is widely applied in analysis of various kinds of complex networks (for example, computer, social, biological or transportation networks as well as networks of scientific collaboration). Also, its computation can be done in efficient way (see Brandes (2001)) and the corresponding algorithm is implemented in many specialized network analysis software (as UCINET, Pajek, Netminer or Gephi) as well as in general purpose systems (like Wolfram Mathematica, Sage or R). Recently, the graph-theoretic properties of betweenness centrality also attracted considerable attention, see Gago et al. (2012, 2013), Govorčin et al. (2015+), Majstorović and Caporossi (2015).

The concept of centrality as an isomorphism-invariant function, although originally defined for vertices of a graph, may be defined also for edges (when using appropriate apparatus leading to a reasonable interpretation, which usually reflects the need to quantify a strength of ties between actors within a network); as an example of recent research in this direction, one can mention the spanning edge centrality (defined as the number of spanning trees containing given edge, see Teixeira et al. (2013) or Mavroforakis et al. (2015)) or the k -path edge centrality (which is equal to the sum of relative numbers of paths of length k emanating from a vertex that pass through given edge; see De Meo et al. (2012)). Among these invariants, however, the most studied and applied one is the *edge betweenness centrality* (Girvan and Newman (2002)) defined by the formula

$$B(e) = \sum_{u,v \in V(G)} \frac{\sigma_{u,v}(e)}{\sigma_{u,v}}$$

where $\sigma_{u,v}(e)$ is the number of the shortest u - v -paths that pass through the edge e . Similarly as for the vertex betweenness, the edge betweenness found numerous applications in network analysis, but, from theoretical point of view, it is only little explored (several known / unpublished results are included in the monograph chapter by Gago et al. (2015)). Thus the aim of this paper is to survey the known theoretical results on edge betweenness from the point of view of pure graph theory (concentrating on estimates of edge betweenness, and on properties of graphs whose edges have the same edge betweenness value) as well as in the connection with applications in analysis of complex networks, with the emphasis on the use in the network communities detection.

1 Theoretical results

The edge betweenness of an edge in a graph G is not related to vertex betweenness of the corresponding vertex in the line graph of G as it might seem (see, for example, the wheel graph W_6). Anyway, the vertex betweenness of a vertex x of an n -vertex graph G is related to edge betweennesses of its incident edges by the formula

$$B(x) = \frac{1}{2} \left(\sum_{y \in N(x)} b(xy) - n + 1 \right) \tag{1}$$

(see Majstorović and Caporossi (2015)).

Several general estimates of both individual and average edge betweenness provide the following theorems:

Theorem (Comellas and Gago (2007)): *For any connected graph G on n vertices and its arbitrary edge $e = uv$,*

$$1 \leq B(e) \leq \begin{cases} \frac{n^2}{4}, & \text{if } n \text{ is even} \\ \frac{n^2-1}{4}, & \text{if } n \text{ is odd} \end{cases}$$

$$B(e) \leq \frac{1}{2} \max\{B(u), B(v)\} + 1$$

if e is a pendant edge then $B(e) = n - 1$

$$\max_{xy \in E(G)} \{B(xy)\} \leq \frac{1}{2} \max_{x \in V(G)} \{B(x)\} + 1.$$

Theorem (Barmpoutis and Murray (2011)): For a graph G on n vertices and m edges,

$$\bar{B}_e(G) = \frac{1}{m} \binom{n}{2} \bar{l}(G)$$

$$\frac{n(n-1)}{m} - 1 \leq \bar{B}_e(G) \leq \frac{\binom{C}{2} + C\binom{P+1}{2} + P(C-\alpha) + \binom{P+1}{3}}{m}$$

where $C = \left\lfloor \frac{3+\sqrt{9+8m-8n}}{2} \right\rfloor, P = n - C, \alpha = m - P + 1 - \binom{C}{2}$.

In the following, we turn our attention to graphs whose edges have the same value of edge betweenness; such graphs will be called *edge-betweenness uniform*. By definition of an edge centrality index, we obtain that all edge-transitive graphs are betweenness uniform.

The Figure 1 contains all connected edge betweenness-uniform graphs on 3 – 10 vertices. Their list was prepared using Wolfram Mathematica computer algebra system by checking all connected graphs up to 10 vertices – the entire collection is available at Brendan McKay’s page <https://cs.anu.edu.au/people/Brendan.McKay/data/graphs.html> ; the edge betweenness uniformity can be tested by built-in EdgeBetweennessCentrality[...] procedure. Note that only three of them are not edge-transitive, namely, the wheel W_6 , the graph obtained from the graph of 3-dimensional cube by deleting arbitrary vertex, and the 29th graph which can be obtained from two copies of 3-prism graph by identifying two of their 4-cycles in such a way that none two 3-cycles share a common edge (again, the edge transitivity tests were performed by Wolfram Mathematica by checking whether all edges belong to the same orbit of the action of the edge automorphism group, that is, the automorphism group of the line graph of a given graph; this is provided by calling Mathematica program code GroupOrbits[GraphAutomorphismGroup[LineGraph[...]]]). These findings raise the question whether edge-nontransitive edge-betweenness uniform graphs are rare in general; note that, for vertex-nontransitive betweenness-uniform graphs, it was proved in Gago et al. (2013) that their number is superpolynomial in terms of number of vertices. On the other hand, in Gago et al. (2015), it was shown that each distance-regular graph (including strongly regular graphs) is edge-betweenness uniform, and it is known (see Fon-Der-Flaass (2002)) that, for certain parameters (including number of vertices and the degree of a graph), the number of non-isomorphic strongly regular graphs is exponential in terms of number of vertices, and it is likely that the majority of them are edge-nontransitive.

Observe that, among the graphs on Figure 1, the only graphs having cut-edges are precisely the stars; this motivates us to formulate the following

Conjecture: Each connected edge betweenness-uniform graph is either a star, or has edge-connectivity at least 2.

Approaching this conjecture, we prove its weaker version in the form of

Theorem: Each connected edge betweenness-uniform graph on at least 4 vertices is either edge-2-connected, or each its cut-edge is a pendant edge incident with a vertex of degree at least 3.

Proof: Assume that G has the edge connectivity equal to 1 and let $e = uv \in E(G)$ be its cut-edge such that $G - e = G_1 \cup G_2$ where $|V(G_1)| = n_1, |V(G_2)| = n_2, v \in G_1$ and $n_1, n_2 \geq 2, n_1 \leq n_2$. Now let $x \in V(G_1)$ be a vertex of maximum distance from v . Take an arbitrary edge $f = xy$ of G_1 and compare $B(e), B(f)$. Because each shortest path whose endvertices are from different components of $G - e$ passes through e , we obtain

$$B(e) = n_1 \cdot n_2$$

Furthermore, each shortest path that passes through f is either completely contained in G_1 or its endvertices are x and a vertex from G_2 . Hence,

$$B(f) \leq \frac{n_1^2}{4} + n_2 \leq \frac{n_1 \cdot n_2}{4} + n_2 = \frac{n_1 \cdot n_2 + 4n_2}{4}$$

As G is edge betweenness-uniform, we get $B(e) = B(f)$. Then

$$n_1 \cdot n_2 \leq \frac{n_1 \cdot n_2 + 4n_2}{4}$$

$$4n_1 \cdot n_2 \leq n_1 \cdot n_2 + 4n_2$$

$$4n_1 \leq n_1 + 4$$

$$n_1 \leq \frac{4}{3}$$

hence $n_1 = 1$.

Moreover, if $e = uv$ is a cut-edge with $\text{deg}(u) = 1$ and $\text{deg}(v) = 2$, then $f = vw$ is also a cut-edge yielding $G - f = G_3 \cup G_4$ and either $G \cong P_3$ or both components of $G - f$ contain more than one vertex, a contradiction.

We also state several conditions under which a graph fails to be edge betweenness-uniform:

Lemma: Let G be a graph and $x, y \in V(G)$. If $\text{deg}(x) = \text{deg}(y)$ with $B(x) \neq B(y)$ or $\text{deg}(x) \neq \text{deg}(y)$ while $B(x) = B(y)$ then G is not edge betweenness-uniform.

Proof: By contradiction. Assume that G is edge betweenness-uniform and its edges have edge betweenness equal to b . In the next, we use the formula (1). Let $x, y \in V(G)$.

If $\text{deg}(x) = \text{deg}(y) = k$ then $B(x) = \frac{1}{2}(kb - n + 1) = B(y)$; if $B(x) = B(y) = B$ then $B = \frac{1}{2}(\text{deg}(x) \cdot b - n + 1) = \frac{1}{2}(\text{deg}(y) \cdot b - n + 1)$ giving $\text{deg}(x) = \text{deg}(y)$. Thus, in both cases we get a contradiction.

Lemma: Let G be an edge betweenness-uniform graph. Then G does not contain a cycle C on at least 4 vertices consisting of two adjacent vertices of degree at least 3 and all other vertices of degree 2.

Proof: By contradiction. Let G be an edge betweenness-uniform graph and $V(G) = V(C) \cup V(H)$, $V(C) \cap V(H) = \emptyset$, where C is above mentioned cycle (its vertices of degree at least 3 are denoted by x, y).

First let $|V(C)| = 2k + 1$ for some integer $k \geq 2$. Let $v \in C$ be a vertex such that $d(v, x) = d(v, y) = k$ and $N(v) = \{u, w\}$. Consider the edges $e_1 = uv, e_2 = vw$ and another pair of edges $(f_1, f_2) \neq (e_1, e_2)$ where f_1 is incident with u and f_2 is incident with w . For $i = 1, 2$

$$B(e_i) = \sum_{s,t \in V(G)} \frac{\sigma_{s,t}(e_i)}{\sigma_{s,t}} = \sum_{s,t \in V(C)} \frac{\sigma_{s,t}(e_i)}{\sigma_{s,t}} + \sum_{s,t \in V(H)} \frac{\sigma_{s,t}(e_i)}{\sigma_{s,t}} + \sum_{s \in V(C), t \in V(H)} \frac{\sigma_{s,t}(e_i)}{\sigma_{s,t}} =$$

$$A + 0 + \sum_{s \in V(C), t \in V(H)} \frac{\sigma_{s,t}(e_i)}{\sigma_{s,t}} = A + 0 + D_i$$

$$B(f_i) = \sum_{s,t \in V(G)} \frac{\sigma_{s,t}(f_i)}{\sigma_{s,t}} = \sum_{s,t \in V(C)} \frac{\sigma_{s,t}(f_i)}{\sigma_{s,t}} + \sum_{s,t \in V(H)} \frac{\sigma_{s,t}(f_i)}{\sigma_{s,t}} + \sum_{s \in V(C), t \in V(H)} \frac{\sigma_{s,t}(f_i)}{\sigma_{s,t}} =$$

$$A + 0 + \sum_{s \in V(C), t \in V(H)} \frac{\sigma_{s,t}(f_i)}{\sigma_{s,t}} = A + 0 + K_i$$

In both $B(e_i), B(f_i)$, the first sums are equal to the betweenness centrality of an edge of a cycle on $2k + 1$ vertices, the second sums are both zero since vertices in H do not contribute to any edge of C except of xy . Now it is enough to compute the contributions of such pairs of vertices where one vertex is from C and another one from H , hence we compare D_1, D_2, K_1, K_2 .

Since each edge of G has the same betweenness we obtain the equality $B(e_1) + B(e_2) = B(f_1) + B(f_2)$. One can see that the only pairs of vertices which contribute to D_1, D_2 are the pairs (v, h) where $h \in V(H)$. So $D_1 + D_2 = n - (2k + 1)$. On the other hand, any shortest

$s - h$ -path, $s \in \{u, v, w\}, h \in V(H)$ contains either f_1 or f_2 . So $K_1 + K_2 = n - (2k + 1) + n - (2k + 1) + n - (2k + 1) = 3n - (2k + 1)$.

Therefore $B(f_1) + B(f_2) = B(e_1) + B(e_2) + 2[n - (2k + 1)] > B(e_1) + B(e_2)$.

Now let $|V(C)| = 2k$ for some integer $k \geq 2$. Let $u, v \in C$ be vertices such that $d(v, y) = d(u, x) = k$ and $e_1 = uv$. We consider another edges $e_2 = xy, f_1 = us, f_2 = vt$, where $s, t \in V(C)$ and compare $B(e_1), B(e_2), B(f_1), B(f_2)$. Again, $B(e_i) = A + 0 + D_i$ and $B(f_i) = A + 0 + K_i, i = 1, 2$. If, for every vertex $h \in V(H), d(x, h) = d(y, h)$ holds then $D_1 = D_2 = 0$ and $K_1 + K_2 = n - 2k + n - 2k$ hence $B(f_1) + B(f_2) > B(e_1) + B(e_2)$. In the opposite case there exists a vertex $h \in V(H)$ for which $d(x, h) < d(y, h)$. If we consider the shortest $w - u - h - u$ -paths then the half of them pass through e_1 and the rest of them pass through e_2 . So, such pairs contribute the same value to $B(e_1), B(e_2)$. However the pair (h, y) gives 0 to $B(e_1)$ but its contribution to $B(e_2)$ is positive, because at least one shortest $h - y$ -path passes through x . The same holds in the situation where $d(x, h) > d(y, h)$. Then the contribution of the pair (h, x) to $B(e_1)$ is 0 and $B(e_2)$ gets again more than 0 . Hence $D_1 < D_2$ and $B(e_1) < B(e_2)$, and we get a contradiction.

2 Applications

As proposed by Girvan and Newman (2002), one of major applications of edge betweenness centrality is the detection of communities in a network. Their approach is based on repeated removal of edges with highest edge betweenness from the graph (where edge betweennesses are recalculated anew after each removal) until no edge remains. The result of this process is a dendrogram (that is, a hierarchical tree diagram whose levels correspond to partitions of the vertex set, each partition class being a community at considered level; the lowest level corresponds to the most granular partition formed of individual vertices, the root level corresponds to trivial one-class partition). For the quality of their community recognition, Girvan and Newman provided several tests on artificially prepared graphs with known community structure as well as on several classic examples of social networks (as the Zachary karate club network), showing the remarkably good accordance between detected and perceived communities. Because of this and the fact that the method they proposed was implemented in many software packages for network analysis, nowadays their algorithm is quite popular. In study of biological networks, its importance is demonstrated in Dunn et al. (2005) to identify the functionally interesting areas of protein interaction datasets. The Girvan-Newman algorithm was also applied in Pinney and Westhead (2006) as a tool to analyze the biological networks. The authors point out that this algorithm is appropriate if it is possible to separate the vertices of the network into discrete groups. On the other side, if some vertices belong to more than one community, it does not work well. Such networks are, for example, some biological networks where genes may be transcribed in response to more than one signal or proteins may have more than a single biological function. Therefore they propose to combine the algorithms for edges and vertices into a joint algorithm which proceeds in the following way: remove an edge with the highest betweenness if its endvertices have similar vertex betweenness (the tolerance may be about 10%), otherwise remove the vertex which has the highest vertex betweenness within the graph. Another application of Girvan-Newman algorithm can be found in Lusseau and Newman (2004) where the algorithm is used to characterize the communities and sub-communities within the dolphin population to identify the important links between the sub-communities, and in the work of Tyler et al. (2005) to identify communities within an organization on the basis of e-mail logs.

On the other hand, the major drawback of Girvan-Newman algorithm is the slow performance on large networks, as its time complexity on a network consisting of n vertices and m edges is $O(m^2n)$. Another issue follows from an uncertainty when deciding to remove one of edges with the same edge betweenness, which may even lead to different dendrograms for the same graph. We illustrate this phenomenon on the wheel graph W_6 . As mentioned in previous section, W_6 is edge betweenness-uniform; however, no central edge (that is, the one incident with a 5-vertex) is equivalent to a rim edge under an edge-automorphism of W_6 and, moreover, after removal of a central edge, there are two different sequences of removed edges such that the resulting graphs consist of exactly two components (and this occurs for the first time after the removal starts; in other words, these two components form the first splitting in dendrograms), but one sequence yields an isolated vertex while the other one yields an isolated edge. A detailed illustration of possible ways how to obtain dendrograms for W_6 – taking into account equivalence of removed edges of maximum edge betweenness under an edge automorphism of W_6 – is shown on

Figures 3 and 4. Note that the raw diagram for *all* possible ways (which treats separately equivalent edges of maximum edge betweenness) would be even larger, but it would provide absolute frequencies of all dendrograms that could be obtained by Girvan-Newman algorithm; based on this, one would select the most frequent dendrogram as the most reliable one for deciding the community structure of a graph. The implementation of this process and its testing is the object of our further research.

Note also that the behaviour of Girvan-Newman algorithm was not studied in general yet; a particularly interesting question would be the estimate of the number of removed edges until the first splitting of a graph. Although it might seem that the edges with highest edge betweenness are part of a smallest edge cut, it is not true in general: the only cut-edge of the graph on Figure 2 has edge betweenness equal to 8 while both edges that connect two copies of complete 4-vertex graph have edge-betweenness equal to 10 and, if Girvan-Newman algorithm is applied, these two edges are removed before the removal of pendant cut-edge; one can easily construct similar examples with higher edge connectivity.

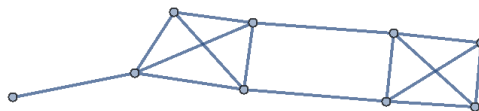


Figure 2

As the edge betweenness centrality is usually interpreted as an amount of a network flow (of different nature) that passes through a link in a network, it can be used, in principle, to measure traffic load at a particular road of a road or railway network. Kazerani and Winter (2009) deal with a problem how to extend the definition of the edge betweenness centrality to study the travel network as a dynamic system. They consider a network consisting of a central business district and its suburbs in three periods of a day; in the morning when people move to work and schools, during the day – time for lunch and shopping and in the afternoon when people usually travel home. They show that their modified edge betweenness computed in these significant periods of time characterizes the occupancy of edges better than the standard edge betweenness. Another paper in this area is the work of Scellato et al. (2010) which discusses the problem of congestion in transport and communication networks using average edge betweenness to describe the express the measure of the burden that the city transport infrastructure is exposed to.

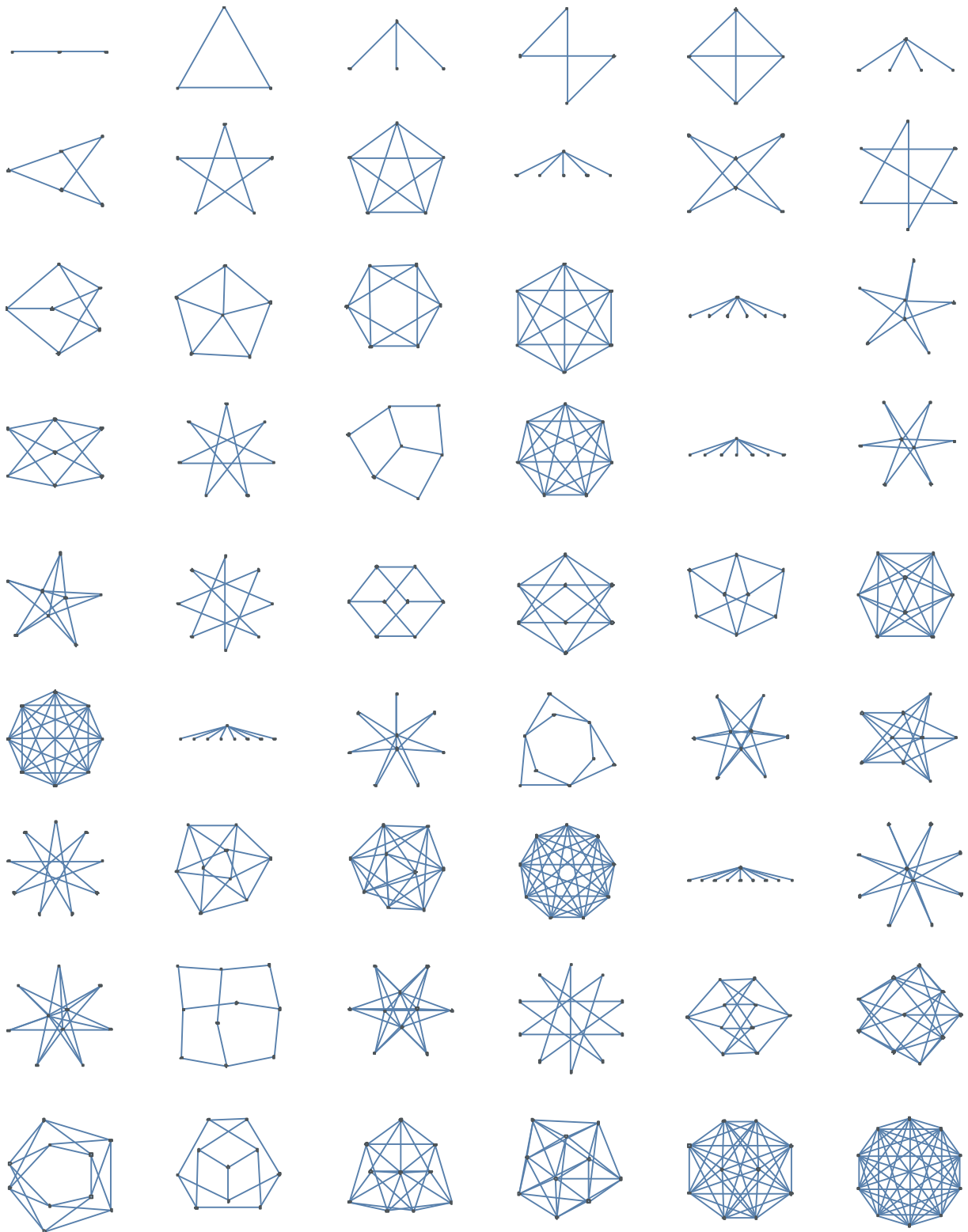


Figure 1 All edge betweenness-uniform graphs on 3 – 10 vertices

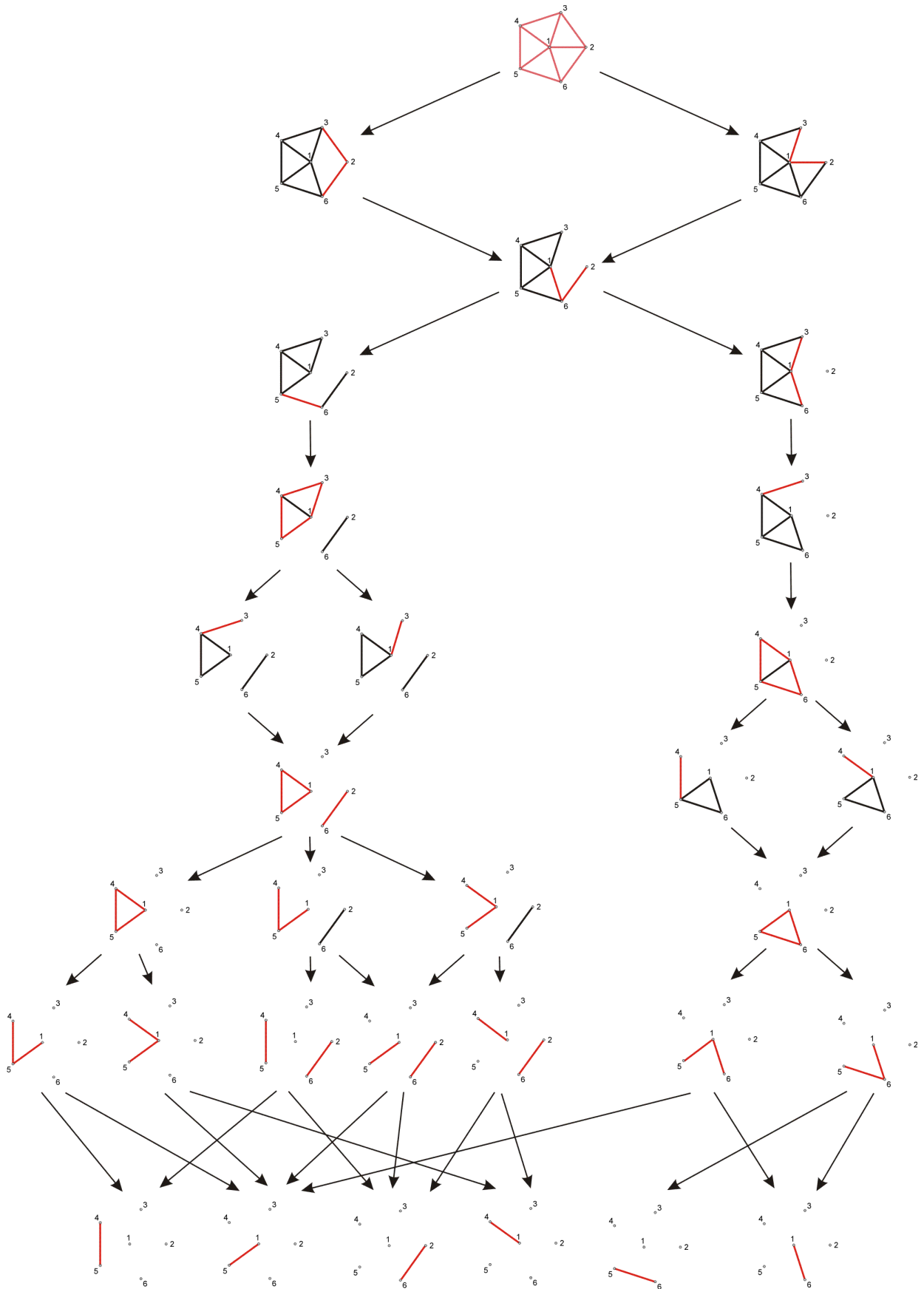


Figure 3 Sequences of removed edges in Girvan-Newman algorithm on W_6

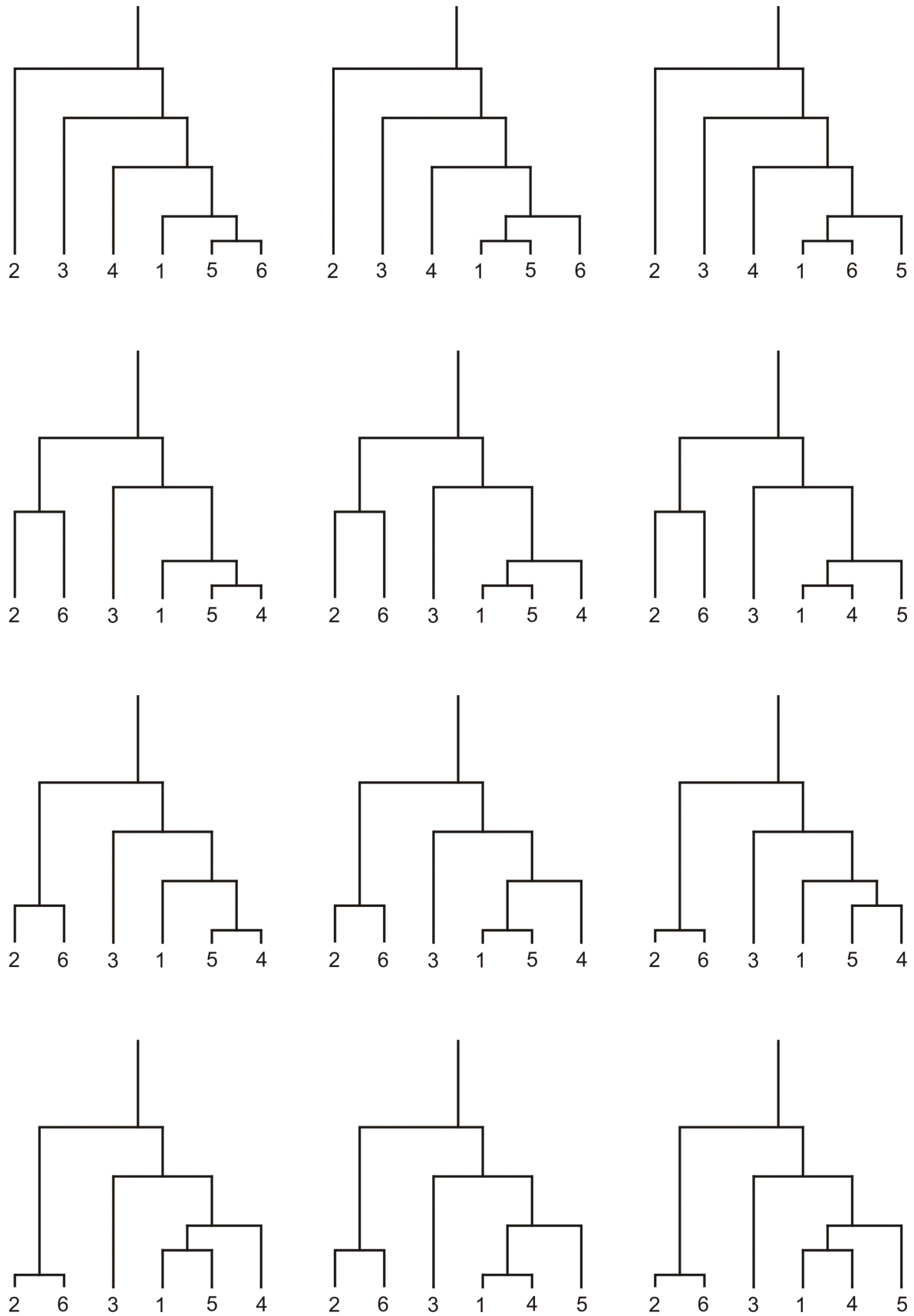


Figure 4 Dendrograms for Girvan-Newman algorithm on W_6

References

- ANTHONISSE, J.M., 1971. *The rush in a graph*. Technical report BN 9/71, Stichting Mathematical centrum, Amsterdam
- BARMPOUTIS, D., MURRAY, R.M., 2011. *Extremal properties of complex networks*. arXiv:1104.5532 [q-bio.MN]
- BRANDES, U., 2001. *A Faster Algorithm for Betweenness Centrality*. *Journal of Mathematical Sociology* 25(2), 163–177
- COMELLAS, F., GAGO, S., 2007. *Spectral bounds for the betweenness of a graph*. *Linear Algebra and Applications* 423, 74–80
- DIESTEL, R., 2012. *Graph Theory*. Springer-Verlag, Heidelberg
- DE MEO, P., FERRARA, E., FIUMARA, G., RICCIARDELLO, A., 2012. *A novel measure of edge centrality in social networks*. *Knowledge-Based Systems* 30, 136–150
- DUNN, R., DUDBRIDGE, F., SANDERSON, C. M., 2005. *The use of edge-betweenness clustering to investigate biological function in protein interaction networks*. *BMC bioinformatics*, 6(1), 39
- FON-DER-FLAASS, D.G., 2002. *New prolific constructions of strongly regular graphs*. *Adv. Geom.* 2, 301–306
- FREEMAN, L., 1977. *A set of measures of centrality based on betweenness*. *Sociometry* 40, 35–41
- GAGO, S., CORONIČOVÁ HURAJOVÁ, J., MADARAS, T., 2012. *Notes on the betweenness centrality of a graph*. *Mathematica Slovaca* 62 No. 1, 1–12
- GAGO, S., CORONIČOVÁ HURAJOVÁ, J., MADARAS, T., 2013. *On betweenness-uniform graphs*. *Czechoslovak Mathematical Journal* 63 (138), 629–642
- GAGO, S., CORONIČOVÁ HURAJOVÁ, J., MADARAS, T., 2015. *Betweenness centrality in graphs*. In: *Quantitative graph theory: mathematical foundations and applications* (Dehmer, M. and Emmert-Streib, F., eds.), CRC Press, 2015
- GOVORČIN, J., CORONIČOVÁ HURAJOVÁ, J., MADARAS, T., ŠKREKOVSKI, R., 2015+. *Extremal graphs with respect to vertex betweenness for certain graph families*. *Filomat* (to appear)
- Girvan, M., Newman, M. E. J., 2002. *Community structure in social and biological networks*, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99, 7821–7826
- LUSSEAU, D., NEWMAN, M. E., 2004. *Identifying the role that animals play in their social networks*. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 271 (6), 477-481.
- MAJSTOROVIĆ, S., CAPOROSSI, G., 2015. *Bounds and relations involving adjusted centrality of the vertices of a tree*. *Graphs and Combinatorics* 31 (6) 2319-2334
- MAVROFORAKIS, C., KOUTIS, I., GARCIA-LEBRON, R., TERZI, E. 2015. *Spanning Edge Centrality: Large scale computation and applications*. *WWW '15 Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web*, 732–742
- PINNEY, J. W., WESTHEAD, D. R., 2006. *Betweenness-based decomposition methods for social and biological networks*. *Interdisciplinary Statistics and Bioinformatics*, 87-90.
- Teixeira, A.S., Monteiro, P.T., Carrico, J.A., M. Ramirez, M., Francisco, A.P. 2013 *Spanning edge betweenness*. *Workshop on Mining and Learning with Graphs*
- TYLER, J. R., WILKINSON, D. M., HUBERMAN, B. A., 2005. *E-mail as spectroscopy: Automated discovery of community structure within organizations*. *The Information Society*, 21(2), 143-153.

VÝKONNOSŤ EKONOMÍK KRAJÍN Z POHĽADU LOGISTIKY A HDP

ECONOMIC PERFORMANCE OF THE COUNTRIES ACCORDING LOGISTICS AND GDP

Ing. Jozef GAJDOŠ, PhD.¹
Ing. Martin DLUHOŠ²

¹Ekonomická univerzita v Bratislave
Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach
Katedra obchodného podnikania
Tajovského 13, 041 30 Košice, Slovensko

²Ekonomická univerzita v Bratislave
Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach
Katedra kvantitatívnych metód
Tajovského 13, 041 30 Košice, Slovensko

martin.dluhos@euke.sk
jozef.gajdos@euke.sk

Key words

Logistics, GDP, correlation, linear regression

Abstract

The goal of this present paper is build on analyzes of World Bank in the field of logistics performance of countries. In the paper deals country performance in terms of logistics and value added produced in the country. Mutual comparison of the performance of the the country's economy we quantify the strength of the relationship between the examined characteristics using Pearson correlation coefficients and regression analysis. Presented research results confirm the analysis of the World Bank on the convergence of countries in logistics performance and the expansion of research of the connection between the examined characteristics through correlations with the time lag and rank correlation. The result of this research is that differences in correlation with time lag are not statistically significant and created four regression models confirmed the slow convergence of the countries in the logistics performance on the basis of changes in parameter estimates of linear regression models.

Úvod

Logistika je dynamicky sa vyvíjajúci vedný odbor, ktorý predstavuje výsledok integrácie ekonomických, technických a spoločenských disciplín. Existuje množstvo definícií logistiky od rôznych autorov (napríklad Viestová, 2007), ktoré zohľadňujú pokrok v jej vývoji a šírku jej chápania. Aj keď môžeme logistiku chápať rôznymi spôsobmi, všetky majú jedno spoločné: logistika predstavuje jednu z hlavných výdavkových položiek podnikov, čím ovplyvňuje všetky ďalšie ekonomické aktivity. Ak vychádzame z faktu, že logistika podporuje pohyb a plynulý tok mnohých ekonomických transakcií a je nevyhnutnou aktivitou pri realizácii predaja akéhokoľvek tovaru, resp. služby (Lambert, 2000), tak podmienkou uskutočnenia predaja je, že tovar sa musí dostať na požadované miesto v neporušenom stave a v požadovanom čase. Práve to je jeden z dôvodov prečo sa v ostatných rokoch pripisuje logistike veľký význam pri hľadaní možností, ako zlepšiť konkurenčnú výhodu podniku. Analogicky možno chápať situáciu na makroúrovni, teda pristupovať k logistike ako možnej konkurenčnej výhode krajiny. V tejto súvislosti sa objavuje otázka, či výkonnosť logistiky má súvislosť s výkonnosťou ekonomiky danej krajiny. Základnou makroekonomickou veličinou, ktorá sa používa na meranie výkonnosti ekonomiky, je veličina hrubý domáci produkt HDP (Lisý, 2007). V príspevku chceme poukázať na existenciu súvislosti medzi vybraným ukazovateľom logistickej výkonnosti a ukazovateľom HDP.

1 Výkonnosť logistiky

Na hodnotenie úrovne logistiky je možné využiť viacero prístupov. Jedným z nich je metodika LPI - Index logistickej výkonnosti (Logistics Performance Index). Vypracovala ho Svetová banka za pomoci viac ako 800 špecialistov zaoberajúcich sa logistikou. Výsledky hodnotenia úrovne logistiky vo vybraných krajinách sveta, zostavené na základe tejto metodiky, boli doteraz zverejnené v štyroch hodnotiacich obdobiach - v rokoch 2007, 2010, 2012 a 2014. Metodiku je možné považovať za porovnávací štandard - benchmarking v oblasti medzinárodného ohodnocovania logistickej výkonnosti vo vybraných krajinách sveta. LPI ponúka dva rôzne pohľady na úroveň logistiky v hodnotených krajinách – národný a medzinárodný. Národný pohľad poskytuje kvalitatívne a kvantitatívne posúdenie krajiny logistickými odborníkmi pracujúcimi v krajine. Obsahuje informácie o logistickom prostredí, základných logistických procesoch, inštitúciách, časoch výkonov a nákladoch. Medzinárodný pohľad poskytuje kvalitatívne hodnotenie danej krajiny obchodnými partnermi, logistickými odborníkmi, pracujúcimi mimo danej krajiny, v šiestich kategóriách – colné procedúry, infraštruktúra, medzinárodné zasielateľstvo, logistické služby, schopnosť sledovať zásielku a včasnosť dodávok.

V kategórii Colné procedúry (Customs) je hodnotená efektívnosť procesu vybavovania cez hraničnú kontrolu (napr. rýchlosť, jednoduchosť, predvídateľnosť formalít), pričom hodnotené sú tiež clá. V kategórii Infraštruktúra (Infrastructure) je poudzovaná kvalita infraštruktúry súvisiaca s obchodom a transportom (napr. prístavy, železnice, cesty, informačné technológie). V kategórii Medzinárodné zasielateľstvo (International shipments) je posudzované pohodlie v dohadovaní konkurenčných zasielateľských cien. V kategórii Logistické služby (Logistics quality and competences) je hodnotená úroveň a kvalita logistických služieb (napr. dopravníctvo, colní deklaranti). V kategórii Schopnosť sledovať zásielku (Tracking and tracing) je posudzovaná schopnosť sledovať a nájsť zásielku. V kategórii Včasnosť dodávok (Timeliness) je hodnotená schopnosť dodať tovar do cieľovej destinácie v stanovenom, resp. očakávanom čase. Úroveň logistiky je hodnotená na základe štandardizovaného dotazníka. Vychádzajúc z filozofie hodnotenia, má dotazník dve časti – medzinárodnú a národnú. Výsledkom hodnotenia úrovne jednotlivých kategórií v rámci logistických reťazcov je kvantifikácia danej krajiny (hodnota vyjadrujúca maximálnu spokojnosť je 5, minimálne hodnotenie je 1). Zatiaľ posledné hodnotenie úrovne logistiky bolo v roku 2014, pričom bolo spracovaných vyše 6 000 hodnotiacich dotazníkov. Prieskum hodnotil úroveň logistiky v 160 krajinách. V Tab. 1 je poradie krajín podľa celkovej hodnoty indexu LPI na prvých desiatich miestach medzi hodnotenými krajinami.

Tab. 1 Najlepších 10 krajín podľa indexu LPI v roku 2014

	Krajina	LPI skóre	C	I	IS	LC	TT	T
1.	Germany	4.12	4.10	4.32	3.74	4.12	4.17	4.36
2.	Netherlands	4.05	3.96	4.23	3.64	4.13	4.07	4.34
3.	Belgium	4.04	3.80	4.10	3.80	4.11	4.11	4.39
4.	United Kingdom	4.01	3.94	4.16	3.63	4.03	4.08	4.33
5.	Singapore	4.00	4.01	4.28	3.70	3.97	3.90	4.25
6.	Sweden	3.96	3.75	4.09	3.76	3.98	3.97	4.26
7.	Norway	3.96	4.21	4.19	3.42	4.19	3.50	4.36
8.	Luxembourg	3.95	3.82	3.91	3.82	3.78	3.68	4.71
9.	United States	3.92	3.73	4.18	3.45	3.97	4.14	4.14
10.	Japan	3.91	3.78	4.16	3.52	3.93	3.95	4.24

Legenda: C - colné procedúry
 I - infraštruktúra
 IS - medzinárodné zasielateľstvo
 LC - logistické služby
 TT - schopnosť sledovať zásielku
 T - včasnosť dodávok

Zdroj: lpi.worldbank.org/international/global?sort=desc&order=LPI+Score#datatable

2 Objekt skúmania a použité dáta

Vychádzajúc z cieľa, v príspevku kvantifikujeme silu súvislosti medzi dvoma ukazovateľmi výkonnosti ekonomík - indexom LPI (ukazovateľom logistickej výkonnosti krajiny) a makroekonomickým ukazovateľom HDP a HDP na obyvateľa. Je na mieste predpokladať, že vyššia výkonnosť ekonomiky (meraná ukazovateľom HDP) bude sprevádzaná vyššou efektívnosťou a kvalitou v oblasti logistiky - vytvorená väčšia pridaná hodnota v krajine (finančne vyjadrený objem vytvorených produktov) môže úzko súvisieť s kvalitou celkového logistického procesu prebiehajúceho v danej krajine.

Na kvantifikáciu danej súvislosti v jednotlivých skúmaných krajinách sme vybrali obdobie rokov 2003 - 2014. Index LPI je dostupný za roky 2007, 2010, 2012 a 2014, pre približne 160 krajín z celého sveta. Údaje o HDP a HDP na obyvateľa jednotlivých krajín sme získali z databázy svetovej banky, pričom boli použité ročné ukazovatele pre jednotlivé krajiny za obdobie rokov 2003 - 2014. Vzhľadom na charakter dát a ich časové usporiadanie, sme mohli v oblasti nášho výskumu pracovať nie len s prierezovými dátami ale aj s časovými radmi, ktorých charakter sme využili pri výpočtoch korelácií s časovým posunom (výpočty korelácií s rôznymi lagmi).

3 Korelácie medzi indexom LPI a HDP krajín

Na overenie a zároveň kvantifikáciu súvislosti medzi výkonnosťou krajín meranú ukazovateľom HDP a ukazovateľom LPI sme sa rozhodli využiť Pearsonov korelačný koeficient merajúci silu vzťahu medzi dvoma premennými. Pearsonov korelačný koeficient vieme vypočítať podľa nasledujúceho vzťahu:

$$r_{X,Y} = \text{corr}(X,Y) = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\text{var}(X) * \text{var}(Y)} \quad (1)$$

Pearsonov korelačný koeficient (1) skúma súvislosť medzi dvoma premennými X a Y, kde v čitateli sa nachádzajú kovariancia medzi premennými X a Y, ktorá určuje ako často sa pohybujú rovnakým smerom tieto premenné, zatiaľ čo v menovateli tohto vzorca sa nachádza súčin rozptylov premennej X a Y. Pearsonov korelačný koeficient nadobúda hodnoty z intervalu (-1 ; 1), pričom absolútna hodnota tohto koeficientu blížiac sa k jednej hovorí o silnej súvislosti, absolútna hodnota korelačného koeficientu rovná nule hovorí o tom, že neexistuje súvis medzi premennou X a Y. Kladná hodnota korelačného koeficientu znamená, že rast hodnoty premennej X je sprevádzaný rastom hodnoty premennej Y, zatiaľ čo pri zápornej hodnote korelačného koeficientu je rast hodnoty jednej premennej sprevádzaný poklesom druhej skúmanej premennej. Vzorec na výpočet Pearsonovho korelačného koeficientu môžeme okrem maticového tvaru (1) zapísať aj v nasledujúcom tvare (2):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n ((x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y}))}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 * \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

Ešte pred uskutočnením samotného skúmania sme stáli pred otázkou, či použijeme objemový ukazovateľ HDP pre danú krajinu, alebo bude lepšie použitie ukazovateľa HDP na obyvateľa, ktorý reálnejšie zobrazuje tvorbu pridanej hodnoty, ktorá je meraná na jedného obyvateľa krajiny, keďže tvorcom pridanej hodnoty je práve človek. Rozhodli sme sa, že v rámci nášho výskumu využijeme a porovnáme oba ukazovatele (HDP za celú krajinu, ale aj HDP na obyvateľa v danej krajine). Ako prvé sme uskutočnili výpočty korelačných koeficientov v jednotlivých rokoch (2007, 2010, 2012 a 2014) pre skúmané dve premenné - index LPI a celkové HDP danej krajiny - na údaje sme prihliadali ako na prierezné dáta, takže sme vyčíslili jednotlivé korelačné koeficienty pre každý skúmaný rok (2007, 2010, 2012 a 2014). Následne sme uskutočnili rovnaký výpočet korelačných koeficientov, avšak celkové HDP krajiny sme nahradili ukazovateľom HDP na obyvateľa pre konkrétnu krajinu. Opäť sme identifikovali jednotlivé korelačné koeficienty pre tieto dve premenné v rámci pozorovaných rokov.

Komparáciou jednotlivých korelačných koeficientov sme dospeli k výsledku, že korelačné koeficienty a teda aj sila vzťahu medzi dvoma premennými je vyššia v prípade použitia premennej HDP na obyvateľa. Výsledné hodnoty Pearsonových korelačných koeficientov medzi skúmaným indexom LPI a HDP na obyvateľa konkrétnych krajín v rovnakých pozorovaných rokoch dosahovali hodnoty 0,74 a viac, čo

môžeme charakterizovať ako silnú priamu lineárnu závislosť medzi týmito skúmanými charakteristikami. Je evidentné, že súvislosť medzi logistickou výkonnosťou danej krajiny a jej výkonnosťou meranou cez ukazovateľ HDP, teda výkonnosťou z pohľadu tvorby pridanej hodnoty pripadajúcej na jedného obyvateľa v rámci pozorovaného rovnakého obdobia, existuje. Okrem overenia existencie súvisu medzi týmito ukazovateľmi môžeme aj kvantifikovať silu tohto vzťahu a rovnako aj jeho smer. Hodnoty Personovho koeficientu nad 0,74 pre pozorované jednotlivé roky vyjadrujú veľmi silný vzťah medzi týmito premennými, čím môžeme formulovať výsledok z tohto pozorovania. Ukazuje sa, že vysoké hodnoty ekonomickej výkonnosti obyvateľov danej krajiny sú sprevádzané vyššou výkonnosťou krajiny v oblasti logistiky - najmä v oblasti infraštruktúry, časovania tokov a ďalších oblastiach súvisiacich s logistikou. Problémom by mohol byť výskyt falošnej korelácie, ktorá sa za určitých okolností môže objaviť medzi dvoma skúmanými premennými. Falošná korelácia je súvislosť medzi dvoma skúmanými premennými, pričom je prítomná len v určitom čase, v určitom období alebo na určitých obmedzených dátach. Vzhľadom na fakt, že sme skúmali existenciu súvislosti medzi dvoma premennými v štyroch časových obdobiach (r. 2007, 2010, 2012 a 2014), a vo všetkých štyroch obdobiach boli hodnoty korelačného koeficientu vyššie ako 0,74 môžeme tvrdiť, že existencia súvislosti je zjavná a pravá.

Ešte pred začiatkom výskumu sme sa rozhodli, že okrem overenia korelácií medzi premennými v danom roku využijeme časový charakter dát a overíme súvislosť medzi logistickou výkonnosťou krajiny v danom roku (povedzme r. 2014) a výkonnosťou krajiny z pohľadu HDP na obyvateľa z predchádzajúcich rokov (povedzme r. 2013, prípadne r. 2012 a výkonnosťou starších rokov). Cieľom tohto skúmania bolo kvantifikovať silu súvislosti a pokúsiť sa porovnať tieto výsledky s koreláciami medzi hodnotami premenných z rovnakého obdobia. V tejto časti sa môže vynárať otázka prečo hľadať súvislosť medzi hodnotami premennej za jedno časové obdobie "*t*" a hodnotami druhej premennej za časové obdobie "*t-1*", prípadne časové obdobie "*t-i*", kde "*i*" nadobúda hodnoty 1;2;3;4 ... ∞. Odpoveď na túto otázku sa pokúsime priniesť pri nasledujúcom myšlienkovom pochode.

Vieme, že existuje silná súvislosť medzi dvoma premennými - indexom LPI a HDP na obyvateľa konkrétnej krajiny v danom roku. To znamená, že krajina, ktorá dosiahne v pozorovanom roku vysoké HDP na obyvateľa zároveň v priemere dosiahne aj vysokú hodnotu indexu LPI (predpokladajme, že to bude v pozorovanom roku 2014). Môže sa však stať, že súvislosť medzi indexom LPI krajín v r. 2014 a ich HDP na obyvateľa z r. 2013 bude vyššia ako pri súvislosti medzi týmito premennými z r. 2014. V takom prípade by sme mohli za určitých okolností hovoriť už nie len o súvislosti a koreláciách, ale vzhľadom na fakt, že ide o časové rady, môžeme hovoriť o kauzalite - resp. presnejšie o kauzalite v Grangerovom slova zmysle (Výrost, Baumöhl, Lyócsa, 2013). Vysvetliť si to môžeme na vyššie uvedenom príklade. Ak by sa potvrdila vyššia korelácia s oneskorením jedného roka (teda LPI za r. 2014 a HDP za r. 2013, resp. LPI za r. 2013 a HDP za r. 2012...) potom už nemusíme hovoriť len o vyššej korelácií, ale za určitých okolností tiež o kauzalite v Grangerovom slova zmysle, teda, že HDP krajiny z predchádzajúceho roka možno ovplyvňuje index LPI danej krajiny nasledujúci rok. Okrem toho, LPI je vypočítaný na základe výsledkov dotazníka, kde pri jeho vyplňaní treba brať do úvahy skúsenosti respondentov z predchádzajúcich období. Z uvedených dôvodov sme sa rozhodli uskutočniť aj korelácie s časovým posunom.

Tab. 2 Korelačné koeficienty medzi HDP na obyvateľa a LPI skóre

	HDP na obyvateľa v rokoch				
	t	t-1	t-2	t-3	t-4
LPI skóre (t=2007)	0,783	0,783	0,793	0,802	0,805
LPI skóre (t=2010)	0,793	0,794	0,774	0,779	0,779
LPI skóre (t=2012)	0,743	0,751	0,763	0,764	0,743
LPI skóre (t=2014)	0,786	0,768	0,765	0,772	0,785

Zdroj: Vlastné spracovanie

Výsledné korelačné koeficienty medzi premennými s rôznym časovým posunom sú uvedené v Tab. 2. Z uvedených výsledkov v Tab. 2 si môžeme všimnúť, že Pearsonove korelačné koeficienty medzi HDP na obyvateľa a LPI indexom krajín nadobúdajú pomerne vysoké hodnoty, nad 74 %. Všimnime si, že pre konkrétny LPI index v danom roku sme uvažovali najprv HDP na obyvateľa v tom istom roku "*t*",

a potom aj HDP na obyvateľa postupne od predchádzajúceho roka (" $t-1$ ") až po HDP na obyvateľa z pred 4 rokov (" $t-4$ "). Následne je sivou farbou v Tab. č. 2 zobrazený najvyšší korelačný koeficient dosiahnutý medzi indexom LPI pre konkrétny rok a HDP na obyvateľa v čase " $t-i$ ", pričom " i " nadobúda hodnoty z množiny $M=\{1,2,3,4\}$. Je potrebné upozorniť, že výsledné korelačné koeficienty za konkrétny rok ale aj s časovými posunmi nadobúdajú veľmi podobné hodnoty a odchýlky medzi nimi sú minimálne. Z takto získaných výsledkov môžeme vyvodit' záver, pri ktorom nemôžeme jednoznačne tvrdit', že určitý časový posun prináša lepšie hodnoty korelačného koeficientu ako korelačný koeficient počítaný medzi premennými z rovnakého obdobia.

Pri uvažovaní o existencii súvislosti medzi výkonnosťou krajín z pohľadu logistiky a z pohľadu pridanej hodnoty tvorenej jej obyvateľmi sme sa rozhodli skúmať okrem aktuálnych hodnôt aj poradové korelácie. Konkrétne hodnoty nadobúdajúce pri premennej LPI a HDP na obyvateľa sme nahradili hodnotami poradia, pričom číslo 1 bolo priradené krajine s najlepšou hodnotou LPI, resp. s najlepšou hodnotou HDP na obyvateľa. Takto sme vytvorili nové hodnoty pri týchto premenných za jednotlivé roky a následne kvantifikovali korelačné koeficienty. Opäť sme použili rovnaký postup ako pri skúmaní súvislostí s aktuálnymi hodnotami, najprv sme skúmali korelačné koeficienty medzi premennými za rovnaké obdobie a potom uskutočnili aj skúmanie a kvantifikáciu súvislosti s časovým posunom. Výsledné poradové Pearsonove korelačné koeficienty sú uvedené v Tab. 3.

Tab. 3 Poradové korelácie medzi HDP na obyvateľa a LPI skóre

	HDP na obyvateľa v rokoch (poradie)				
	t	t-1	t-2	t-3	t-4
LPI skóre - poradie (t=2007)	0,751	0,750	0,755	0,761	0,766
LPI skóre - poradie (t=2010)	0,759	0,762	0,746	0,751	0,745
LPI skóre - poradie (t=2012)	0,737	0,748	0,745	0,750	0,737
LPI skóre - poradie (t=2014)	0,757	0,761	0,754	0,760	0,764

Zdroj: Vlastné spracovanie

Cieľom uskutočnenia poradových korelácií bolo ich samotné vyčíslenie a následná komparácia s korelačnými koeficientmi počítanými na reálnych hodnotách. Z uvedených výsledkov v Tab. č. 3 vyplýva, že hodnoty korelačných koeficientov sú opäť pomerne vysoké (nad 70 %), čo znova svedčí o silnej priamej lineárnej závislosti. Najlepšie hodnotené krajiny z pohľadu poradia pri indexe LPI, dosahujú aj najlepšie výsledky v oblasti poradia pri premennej HDP na obyvateľa. Všimnúť si však môžeme, že výšky týchto poradových korelačných koeficientov nedosahujú také vysoké hodnoty ako v prípade skúmania súvislosti na reálnych hodnotách v predchádzajúcej časti tohto príspevku. Pri komparácií z pohľadu najvyšších korelačných koeficientov dosahovaných s časovým posunom pri reálnych hodnotách a poradových hodnotách si môžeme všimnúť, že ani v tomto prípade nemôžeme tvrdit', že určitý časový posun je sprevádzaný vyššími hodnotami korelačných koeficientov. Rovnako ako v predchádzajúcej časti, aj pri poradových koreláciách časové posuny nepreukázali vyššiu mieru súvislosti medzi premennými a rovnako tiež odchýlky v rámci korelačných koeficientov s časovými posunmi boli veľmi malé. Môžeme teda tvrdit', že nie je štatisticky významný rozdiel pri použití korelácií s časovým posunom ani pri poradových koreláciách a teda najvyššia súvislosť medzi premennými existuje pri reálnych hodnotách a hodnotách z rovnakého časového obdobia.

V tejto časti práce sme overili súvislosť medzi nami skúmanými charakteristikami pomocou Pearsonovho korelačného koeficientu, ktorý kvantifikuje ako veľmi dané premenné súvisia. Vieme, že v tomto prípade ide o silnú priamu lineárnu súvislosť medzi premennými, avšak nevieme určiť o koľko vzrastie v priemere hodnota LPI skóre krajiny ak vzrastie hodnota HDP o nejakú konštantnú hodnotu. Z uvedeného dôvodu sme sa rozhodli využit' lineárnu regresiu a regresnú analýzu v ďalšej časti tohto príspevku.

4 Využitie lineárnej regresie

V rámci skúmania existencie súvislosti medzi našimi pozorovanými premennými sme sa rozhodli využit' lineárnu regresiu, ktorá v prípade dvoch premenných hľadá lineárnu regresnú priamku preloženú bodmi v dvojrozmernom grafe, kde na jednej osi je jedna premenná a na druhej osi druhá premenná (body v takomto grafe predstavujú krajiny, pri ktorých vieme z grafu vyčítat' hodnoty indexu LPI a HDP na

obyvateľa). Lineárna regresná priamka predstavuje priamku, ktorá je preložená cez tieto body následne tak, aby minimalizovala súčty obsahov štvorcov rezíduí. V takomto prípade môžeme hovoriť jednoduchom lineárnom regresnom modeli, v ktorom vysvetľujúca premenná predstavuje index LPI a vysvetľovaná premenná predstavuje logaritmus premennej HDP na obyvateľa. Každý regresný model je založený na predpokladoch a preto je nutné po samotnom modelovaní overiť splnenie predpokladov modelu. Regresný model (2) má potom nasledujúci tvar:

$$y = \beta_0 + \beta_1 * \log x \quad (3)$$

y - index LPI

x - HDP na obyvateľa

V takto vytvorenom regresnom modeli sme použili pri premennej x logaritmus z jednoduchého dôvodu, pretože hodnota ukazovateľa R^2 dosiahla vyššie hodnoty ako pri modeli s premennou bez logaritmu. Dôvodom je aj fakt, že s rastom o konštantnú hodnotu indexu LPI narastá hodnota HDP na obyvateľa exponenciálne. Takéto modely sme vytvorili štyri - pre r. 2007, 2010, 2012 a 2014 (pre všetky roky, v ktorých boli dostupné údaje o indexe LPI). Hodnoty R^2 dosiahnuté pri týchto modeloch dosiahli približne 60 %, pričom odhad parametrov spolu s R^2 pri týchto modeloch je uvedený v Tab. 4.

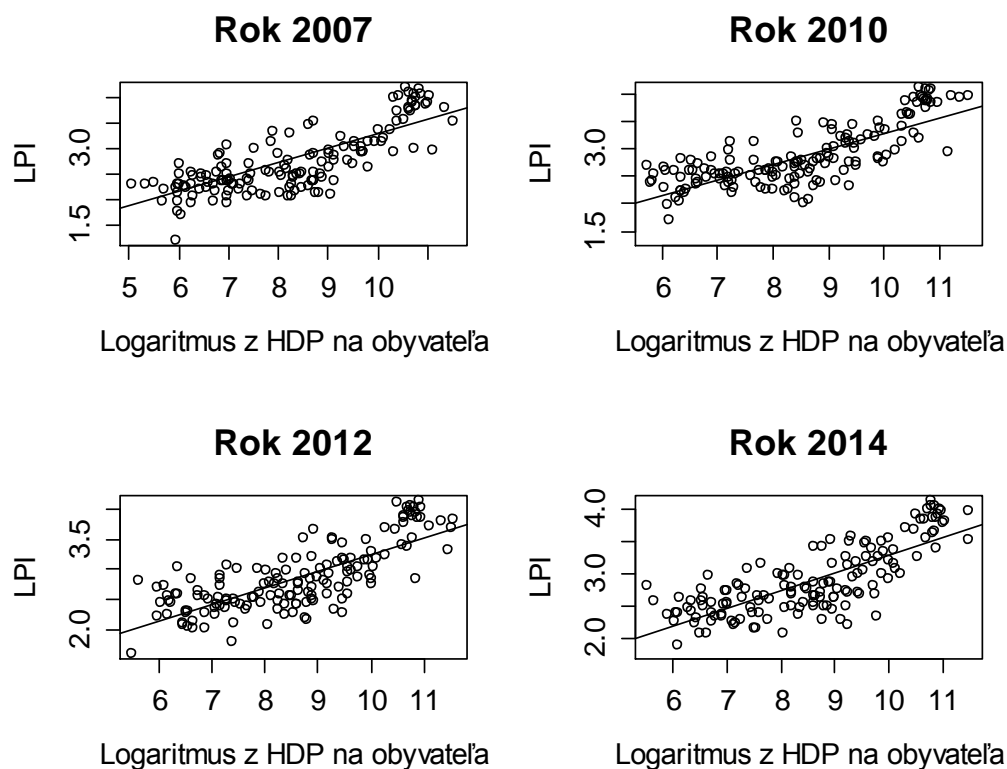
Tab. 4 Odhady koeficientov pri regresnej analýze

Model	Konštanta	Odhad β_1	R^2
Model č. 1 - r. 2007	0,2382	0,3020	62,85
Model č. 2 - r. 2010	0,4683	0,2821	60,94
Model č. 3 - r. 2012	0,4735	0,2779	58,11
Model č. 4 - r. 2014	0,5253	0,2763	60,75

Zdroj: Vlastné spracovanie

Vzhľadom na fakt, že každý model využíva určité predpoklady, je potrebné overiť splnenie predpokladov pri tvorbe regresného modelu. Pri všetkých štyroch modeloch sme uskutočnili najmä test normality rezíduí a test na prítomnú heteroskedasticitu. V prípade testovania normálneho rozdelenia rezíduí sme nevedeli vyvrátiť hypotézu H_0 na hladine významnosti 5 % v žiadnom z týchto 4 modelov a prijali sme teda hypotézu, že rezíduá pochádzajú z normálneho rozdelenia. Rovnako sme postupovali aj v prípade overenia prítomnej heteroskedasticity, ktorý je z pohľadu tvorby modelov a ich interpretácie najdôležitejším predpokladom. Pri všetkých štyroch uvažovaných modeloch sme uskutočnili White's test a Breusch-Pagan test na testovanie heteroskedasticity. Vo všetkých modeloch sme opäť nevedeli vyvrátiť hypotézu H_0 o prítomnej homoskedasticite na hladine významnosti 5 % a z uvedeného dôvodu sme prijali hypotézu, že dáta majú homoskedastický charakter. Po overení predpokladov môžeme konštatovať, že stredná hodnota odhadu β_1 je správna a neskreslená. Uvažovaný parameter β_1 v tomto prípade predstavuje sklon regresnej priamky, ktorý hovorí o tom, ako sa zmení hodnota LPI ak sa zmení hodnota logaritmu HDP na obyvateľa o určitú konštantnú hodnotu, resp. hovorí o tom, aký je prírastok indexu LPI ak hodnota logaritmu HDP na obyvateľa vzrastie o 1.

Na Obr. 1 sú znázornené všetky štyri výsledné modely spolu. Na tomto obrázku sú vizuálne zobrazené súvislosti medzi indexom LPI a logaritmom premennej HDP na obyvateľa. Zároveň je cez tieto body preložená regresná priamka, pričom porovnaním sklonu regresných priamok v jednotlivých rokoch vieme vyvodit' ďalšie závery týkajúce sa súvislosti medzi logistickou výkonnosťou krajiny a výkonnosťou z pohľadu tvorby pridanej hodnoty (HDP) jedným obyvateľom.



Obr. 1 Vizuálne zobrazené regresné modely

Zdroj: Vlastné spracovanie

Z uvedených výsledkov je najdôležitejšou časťou odhad parametra β_1 , ktorý hovorí o sklone regresnej priamky. Môžeme si všimnúť, že v roku 2007 bol sklon tejto regresnej priamky na úrovni 0,302 pričom v ďalších rokoch sa sklon priamky postupne znižoval až na úroveň 0,2763 v roku 2014. Je potrebné poznamenať, že hodnoty týchto parametrov (smerníc regresných priamok) sú správnym odhadom strednej hodnoty tohto parametra. Z uvedených výsledkov môžeme vyvodit' záver, že sklon regresnej priamky sa postupne znižoval, čo značí, že s rastom logaritmu HDP na obyvateľa narastá index LPI pomalšie v súčasnosti než v minulosti. Z uvedených výsledkov je zrejmé, že sklon týchto regresných priamok sa znižuje každým rokom, avšak nepatrne a pomaly. Uvedme príklad. Predstavme si dve krajiny v roku 2007, pričom jedna má istú úroveň HDP na obyvateľa a druhá krajina má hodnotu tohto ukazovateľa dvojnásobnú. Predstavme si tieto krajiny v roku 2014, pričom HDP na obyvateľa dosiahnu rovnaké ako v roku 2007. Môžeme tvrdit', že v roku 2007 bol medzi týmito dvoma krajinami v priemere väčší absolútny rozdiel v ukazovateli LPI ako v roku 2014, resp. absolútny rozdiel medzi ich LPI v roku 2014 je v priemere menší ako v roku 2007. Môžeme teda hovorit' o konvergencii krajín v indexe LPI, avšak táto konvergencia je pomalá.

Záver

Na tomto mieste môžeme konštatovať, že existuje súvislosť medzi výkonnosťou ekonomík krajín z pohľadu logistiky a HDP, ktorú sme overili prostredníctvom Pearsonových korelačných koeficientov za sledované obdobie. Zároveň sa nepotvrdila vyššia súvislosť medzi týmito dvoma ekonomickými ukazovateľmi s časovými posunmi. V nadväznosti na regresnú analýzu za rok 2014 uskutočnenú Svetovou bankou sme uskutočnili regresnú analýzu aj za predchádzajúce roky, vďaka čomu sme mohli identifikovať nie len sklon regresnej priamky v roku 2014, ale aj zmeny v sklone regresnej priamky v čase. Využitím lineárnej regresie sme určili odhad sklonu regresných priamok pre jednotlivé roky 2007, 2010, 2012 a 2014, čím sme dospeli k záveru, že sklon týchto priamok sa pomaly znižuje a teda s rastom indexu LPI narastá v súčasnosti logaritmus HDP na obyvateľa rýchlejšie ako v minulosti. Tento fakt naznačuje pomaly sa zväčšujúcu konvergenciu krajín v ich logistickej výkonnosti, čo môže byť námetom k ďalšiemu výskumu v tejto oblasti.

Literatúra

- ARVIS J. F., SASLAVSKY D., OJALA L., SHEPHERD B., BUSCH CH., RAJ A. 2014. *Connecting to Compete 2014: Trade Logistics in the Global Economy: The Logistics Performance Index and Its Indicators*. Washington : The World Bank, 2014.
- GAJDOŠ, J. 2010. *Hodnotenie úrovne logistiky*. In *Financovanie inovačného rozvoja a aplikácia medzinárodných účtovných štandardov: zborník príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie: Košice, 22.11.2010*. Košice : Ekonomická univerzita v Bratislave, Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach, 2010. s. 1 – 5. ISBN 987-80-225-3080-4.
- LAMBERT, D., STOCK, R. J., ELLRAM, L. 2000. *Logistika*. Praha : Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-221-1.
- Lisý, J. et al. 2007. *Ekonomía v novej ekonomike*. Bratislava: Iura Edition, 2007. ISBN 978-80-8078-164-4.
- VIESTOVÁ, K. a kol. 2007. *Lexikon logistiky*. Bratislava : Iura Edition, 2007. ISBN 978-80-8078-160-6.
- VÝROST, T., BAUMÖHL, E., LYÓCSA, Š. 2013. *Kvantitatívne metódy v ekonómii III*. Prvé vydanie. Košice : ELFA. 2013. 391 s. ISBN 978-80-8086-211-4.

VNÍMANIE KVALITY PRI POSKYTOVANÍ ZDRAVOTNEJ STAROSTLIVOSTI

PERCEPTION OF QUALITY IN PROVIDING HEALTH CARE

MUDr. Diana HORVÁTOVÁ
Ing. Iveta VACOVÁ
prof. Ing. Vanda LIESKOVSKÁ, PhD.

Ekonomická univerzita v Bratislave
Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach
Katedra obchodného podnikania
Tajovského 13, 041 30 Košice, Slovensko

dianahorvatova@yahoo.com
vacova@zzke.sk
lieskovska@euke.sk

Key words

*Health care, quality, health care provider, patient,
insurance company*

Abstract

In the article, we tried to identify individual elements of the quality of health care. We find that some of them intersect multiple people on the market of providing health care and some by all. At first glance it is clear that several of them are closely linked together. It is important to determine the disposition owners of responsibility for the various elements of quality of health care and target that owners in an efficient way, with minimum of costs, achieve a significant improvement in these elements.

Úvod

„Zdravotná starostlivosť je súbor pracovných činností, ktoré vykonávajú zdravotnícki pracovníci, vrátane poskytovania liekov, zdravotníckych pomôcok a dietetických potravín s cieľom predĺženia života fyzickej osoby, zvýšenia kvality jej života a zdravého vývoja budúcich generácií; zdravotná starostlivosť zahŕňa prevenciu, dispenzarizáciu, diagnostiku, liečbu, biomedicínsky výskum, ošetrovateľskú starostlivosť a pôrodnú asistenciu.“ (zákon č. 576/2004 Z. z. o zdravotnej starostlivosti)

Hlavnými aktérmi na trhu poskytovania zdravotnej starostlivosti sú poskytovatelia a pacienti. Poskytovatelia môžu na trhu vystupovať ako organizácie, teda nemocnice, polikliniky, ale aj ako osoby, konkrétne lekári, sestry a ostatní zdravotnícki pracovníci. Na druhej strane sú prijímatelia služby, pacienti. Poskytovanie zdravotnej starostlivosti je vlastne transformačným procesom, ktorý prebieha, ak to veľmi zjednodušíme, medzi lekárom a pacientom. Avšak títo nie sú to jedinými aktérmi na trhu poskytovania zdravotnej starostlivosti. Nesmieme zabudnúť na zdravotné poisťovne, ktoré zabezpečujú financovanie tohto transformačného procesu a nemenej dôležitý je aj Úrad pre dohľad nad zdravotnou starostlivosťou (ÚDZS), ktorý dohliada na to, ako sú finančné prostriedky z verejného zdravotného poistenia prerozdeľované medzi poisťovne a v neposlednom rade dohliada nad tým, či bola zdravotná starostlivosť poskytnutá správne.

1 Meranie kvality služieb a spokojnosti pacientov

V teoretických východiskách zaoberajúcich sa meraním spokojnosti zákazníkov (SCHNAARS, S.P. 1991) sa stretávame s dvoma základnými spôsobmi. Ide o kvantitatívny alebo kvalitatívny spôsob merania spokojnosti, pri ktorých sa využívajú rôzne metódy kontaktu so zákazníkmi. Zber údajov môžeme realizovať prostredníctvom prieskumov spokojnosti, ich očakávaní, resp. vnímania poskytovaných služieb, prostredníctvom metód kritickéj udalosti, analýz sťažností a pochvál, analýz straty zákazníkov. Modely predstavujú samostatnú skupinu spôsobov merania spokojnosti zákazníkov (Richterová 2007). Ich úlohou je overiť a skontrolovať vnímanie kvality poskytnutej služby a určiť príčiny nepriaznivých

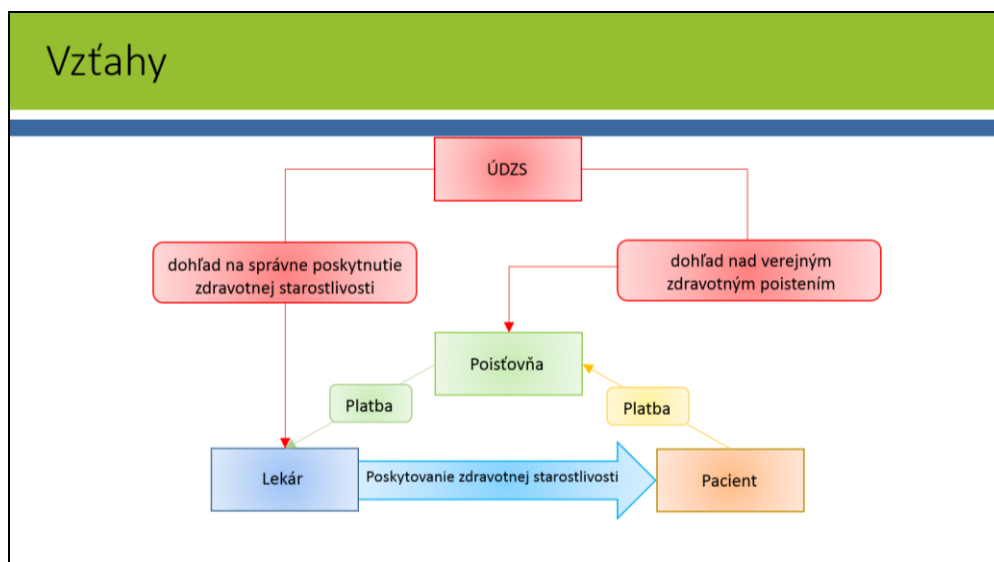
výsledkov. Na základe zistení sa následne prijímajú opatrenia na zlepšenie vnímanej kvality, ktoré môžeme považovať za proces neustáleho zlepšovania. Poznáme niekoľko modelov merania spokojnosti. Diferenčný model, GAP model, Kanov model, ale aj model SERVQUAL.

Ak vychádzame z predpokladu, že zdravotníctvo poskytuje najmä zdravotnú služby, je možné využiť za účelom merania kvality služieb metódu SERVQUAL, ktorá bola vyvinutá v osemdesiatych rokoch minulého storočia v USA a postupne bola revidovaná a vyvíjaná (PARASURAMAN 1995). Práve stupnica SERVQUAL môže zistiť medzeru medzi očakávaniami zákazníka a vnímaním skutočne poskytnutých služieb na základe piatich kritérií: spoľahlivosť, schopnosť reagovať, dôvera, empatia a hmatateľnosť.

Spokojnosť zákazníka vo všeobecnosti sa odvíja od produktu samotného a očakávaní kupujúceho. Spokojnosť pacienta je dôvera vybudovaná medzi pacientom a lekárom. Pacientom je vnímaná ako demonštrácia schopností a zručností lekára konkrétneho zdravotníckeho zariadenia. Koncept spokojnosti pacienta zahŕňa celú paletu obmedzení, preto sa dá povedať, že je veľmi subjektívnou záležitosťou. V danej problematike dá dopracovať k výsledkom, ktoré nie sú vždy konkrétne. Navyše, spokojnosť pacienta a zdroje jeho nespokojnosti sa líšia na národnej a medzinárodnej úrovni. V akejkoľvek organizácii je základom marketingu a jeho zásad dosahovanie spokojnosti zákazníka. Odkedy sa rozvíja marketing, vzťah so zákazníkmi sa stáva jeho základom. Spokojnosť zákazníka je následkom jeho nakupovania, spotreby alebo využívania tovarov a služieb a poskytuje jeho emočnú a poznávaciu odpoveď, ktorej intenzita sa mení podľa situácie (Lache, 2010). V predložennom príspevku sústredíme pozornosť na popis chápania kvality v poskytovaní zdravotnej starostlivosti subjektov, ktoré sa na trhu poskytovaní zdravotnej starostlivosti stretávajú a podieľajú. Či sú ich pohľady podobné, alebo rozdielne a ak sú rozdielne, či je možné ich odlišné pohľady na kvalitu poskytovaní zdravotnej starostlivosti zosúladiť a prípadne sa pokúsiť o ich zmysluplný prienik a následne aj určiť dispozičných nositeľov zodpovedností za jednotlivé prvky kvality poskytovaní zdravotnej starostlivosti.

2 Vzťahy na trhu poskytovaní zdravotnej starostlivosti

Zdravotná starostlivosť je charakterizovaná vzájomným vzťahom medzi pacientmi, pracovníkmi poskytujúcimi zdravotnú starostlivosť, dodávateľmi, poisťovňami a vládnymi inštitúciami, ako je to znázornené na obrázku 1.



Obrázok 1 Vzťahy na trhu poskytovaní zdravotnej starostlivosti

Zdroj: vlastné spracovanie

2.1 Uhol pohľadu pacienta

Každý z nás už bol niekedy na mieste pacienta. Čo v takom prípade človek – pacient vníma ako kvalitu?

V prvom rade asi to, že mu bolo umožnené vyšetrenie vtedy keď bol chorý, teda v čase, keď mal ťažkosti k lekárovi, ktorého si vybral. Dôležitým parametrom je tiež, že v čakárni nečakal dva dni, ale absolvoval vyšetrenie u lekára takmer hneď. Lekár sa mu venoval tak dlho, ako bolo potrebné, aby mal možnosť mu vyrozprávať všetko, čo ho trápi. Lekár navrhol spôsob, akým je možné mu uľaviť od ťažkostí a vysvetlil mu to zrozumiteľne, lekár aj sestra boli milí a príjemní. Chcú mať pocit, že na nich lekár, alebo poisťovňa „nešetria“. Často tento pocit opisujú požiadavkou na „poriadne vyšetrenie“, a majú, žiaľ, požiadavku na realizáciu akéhokoľvek zobrazovacieho vyšetrenia (najmä CT – počítačová tomografia, MR – magnetická rezonancia), ktorému dôverujú viac, ako úsudku lekára. Jednoducho povedané, chcú mať pocit, že lekár urobil všetky dostupné, nie vždy však nutné, kroky na správne určenie jeho ochorenia.

U pacientov zohrávajú pri vnímaní kvality veľkú úlohu emócie.

Toto je typický uhol pohľadu pacienta, ktorý bol sám schopný sa na vyšetrenie dostať v pracovný deň.

Ako by to bolo cez víkend, alebo v noci? Boli by požiadavky na kvalitne poskytnutú zdravotnú starostlivosť rovnaké? Asi áno.

Ako by to bolo u pacienta, ktorý sa nevie hýbať, prípadne má poruchu vedomia? Ako by bola vnímaná kvalita poskytnutia zdravotnej starostlivosti pacientom a ako príbuznými v prípade bezvedomia pacienta? Rýchla, ba až okamžitá dostupnosť erudovanej zdravotnej starostlivosti je v tomto prípade nutnosťou a to bez ohľadu na deň v týždni, resp. hodinu. Či sa lekár a zdravotnícky záchranár usmievajú už asi nebude tak dôležité, ako napríklad energický prístup lekára. Tiež pravdepodobne nebude potrebné, aby lekár vysvetľoval všetky kroky, ktoré realizuje, skôr je dôležité aby ich urobil a urobil ich tak, že sa pacientovi zdravotný stav ak nie zlepší, tak aspoň stabilizuje.

2.2 Uhol pohľadu lekára - zamestnanca, ktorý zdravotnú starostlivosť poskytuje

Kedy má lekár pocit, že poskytol službu kvalite? Ako lekári vieme snáď celkom relevantne odpovedať. Vtedy, keď má dost času na to, aby pacienta vyšetřil a porozprával sa s ním. Keď sa necíti byť v časovom strese, resp. keď nie je unavený (napr. po službe). Keď má včas prístup k výsledkom laboratórnych vyšetření a ostatných pomocných vyšetření (rtg, ultrasonografia, počítačová tomografia - CT), aby mu pomohli sa správne rozhodnúť o ďalších krokoch vtedy, keď to potrebuje. Keď stavoví správne diagnózu čo najskôr a vylieči pacienta, alebo stabilizuje jeho stav tak, že ďalšie kontroly už nebudú nutné. To či pacientovi lekár zrozumiteľne vysvetlí jeho ťažkosti už pre lekára tak dôležité nie je.

2.3 Uhol pohľadu poskytovateľa zdravotnej starostlivosti a jeho zástupcov

Vo veľkej miere sa stotožňujú s oboma pohľadmi. Rozdiel vidím napríklad v tom, že spokojný pacient v 99% prípadov nič neprejaví navonok, ale nespokojný sa na 99% navonok hlasno ozve. Preto poskytovateľ zdravotnej starostlivosti nemá na výber a musí považovať za dostačujúci parameter pre kvalitu to, že sa pacient nest'ážuje.

Vzhľadom na fakt, že väčšina poskytovateľov zdravotnej starostlivosti, v súčasnosti, majú niektorú z právnych foriem podnikania, ktoré sú zakladané za účelom tvorby zisku, sa pridáva ešte pohľad ekonomický. Z pohľadu poskytovateľa je kvalitne poskytnutá zdravotná starostlivosť taká, keď sú splnené parametre vyššie menované a ešte k tomu všetkému aj produkuje zisk (alebo aspoň nevyrába stratu). Poskytovateľ dostáva platby od poisťovní za poskytovanie zdravotnej starostlivosti, preto je jasné, že cieľom poskytovateľa je poskytnúť maximum zdravotnej starostlivosti pacientom, za ktorú dostanú platby od zdravotných poisťovní.

Túto skutočnosť, aj keď skôr nepriamo, podporuje aj existencia Úradu pre dohľad nad zdravotnou starostlivosťou. Tento, okrem iného, prešetruje sťažnosti pacientov na nesprávne poskytnutie zdravotnej starostlivosti. Pri zistení pochybenia je povinný udeliť poskytovateľovi nemalú finančnú sankciu a následne je často jeho záver uznaný ako podklad pre súdny spor pacienta s lekárom, alebo poskytovateľom. To, často vedie poskytovateľov, ale aj lekárov k tzv. „defenzívnej medicíne“, kde „nadvyšetrovanie“ pacientov, často už neefektívne, je chápané ako kvalitnejšie „lebo sa na nič nezabudne“, v zdaní, že sa tým zabezpečí to, že Úrad pre dohľad nad zdravotnou starostlivosťou neskonštatuje, že došlo k nesprávnemu poskytnutiu zdravotnej starostlivosti, ktoré by následne mohlo

viest' aj k súdному sporu a zvyšovaniu finančných nákladov poskytovateľa (na finančné vyrovnanie, alebo pokutu od ÚDZS), prípadne aj jeho trestno-právnej zodpovednosti.

Hranica medzi dôkladnosťou a alibizmom je niekedy veľmi tenká. Lekári a poskytovatelia sa často pohybujú v riskantnej „šedej zóne“ legislatívy. V súčasnosti totiž neexistuje definícia štandardu a nadštandardu pri poskytovaní zdravotnej starostlivosti a v mnohých odboroch neexistujú ani odborné medicínske štandardy (štandardné klinické postupy), preto sa nemôžeme diviť, že lekári aj poskytovatelia v niektorých prípadoch postupujú s istou mierou alibizmu. (<http://www.tribune.cz/clanek/19667>)

Toto vákuum v oblasti štandardov môže viesť k tomu, že ad hoc „zistenia“ konzultantov ÚDZS sú postavené na roveň štandardu, ktorý však lekárovi, konajúcemu posudzovaný úkon logicky nemohol byť v tom čase známy, pričom môžu zastupovať len ich subjektívny pohľad, kde toto zistenie môže byť tiež ovplyvnené vzájomnou animozitou medzi konzultantom a dohliadaným subjektom, resp. lekárom.

Riešením bude, keď MZ SR využije kompetencie, ktoré mu dáva §45 ods.1 písm. b) c) a e) zákona č. 576/2004 Z. z. o zdravotnej starostlivosti zdravotnej starostlivosti, službách súvisiacich s poskytovaním zdravotnej starostlivosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (viď odstavec uhol pohľadu MZ SR) a bude pokračovať v nastavenej Implementačnej stratégii pre vytvorenie a implementovanie štandardných klinických postupov a štandardných postupov pre výkon prevencie.

Z hľadiska preskúmania dikcie zákona týkajúceho sa ÚDZS je možné presne definovať pohľad ÚDZS na kvalitu poskytovania zdravotnej starostlivosti. (viď odstavec uhol pohľadu ÚDZS).

2.4 Uhol pohľadu zdravotných poisťovní

Zdravotná poisťovňa je akciová spoločnosť so sídlom na území Slovenskej republiky založená na účely verejného zdravotného poistenia, ktorá vykonáva verejné zdravotné poistenie na základe povolenia na vykonávanie verejného zdravotného poistenia. Inak povedané poisťovne prerozdeľujú finančné prostriedky získané z verejného zdravotného poistenia medzi poskytovateľov za poskytovanie zdravotnej starostlivosti.

Zo svojej praxe vieme povedať, že zdravotné poisťovne za kvalitu považujú ak dostanú všetci jej poistenci primeranú zdravotnú starostlivosť (ani viac, ale ani menej), čo sa snažia kontrolovať cestou revízií lekárov, tvorbou pravidiel na uznávanie určitých výkonov (biochemické laboratórne vyšetrenia majú stanovené určité parametre, napr. kto ich môže indikovať a ako často) a cestou tvorby plánovacích nástrojov a schvaľovania odkladnej zdravotnej starostlivosti.

Zdravotné poisťovne však majú ešte jednu dôležitú úlohu z pohľadu kvality poskytovania zdravotnej starostlivosti. Zdravotná poisťovňa je totiž povinná stanoviť a uverejňovať na úradnej tabuli alebo na inom verejne prístupnom mieste a na svojej internetovej stránke najmenej jedenkrát za deväť mesiacov kritériá na uzatváranie zmlúv vzťahujúce sa, okrem iného aj na indikátory kvality, ktoré slúžia na monitorovanie vybraných oblastí poskytovania zdravotnej starostlivosti. Následne má povinnosť vytvoriť poradie poskytovateľov zdravotnej starostlivosti podľa ich úspešnosti pri plnení kritérií, jednak materiálno – technických a personálnych, ale aj týchto indikátorov kvality a pri uzatváraní zmlúv zohľadniť poradie poskytovateľov zdravotnej starostlivosti. Týchto indikátorov je v súčasnosti 46.

Indikátory sa vypracúvajú na hodnotenie týchto oblastí poskytovania zdravotnej starostlivosti:

- dostupnosti zdravotnej starostlivosti,
- efektívnosti využitia zdrojov,
- účinnosti a primeranosti zdravotnej starostlivosti,
- vnímania poskytnutej zdravotnej starostlivosti osobou, ktorej sa zdravotná starostlivosť poskytuje,
- výsledkov zdravotnej starostlivosti.

Indikátory vypracúva ministerstvo zdravotníctva v spolupráci s odbornými spoločnosťami, zdravotnými poisťovňami a ÚDZS. Tu však je potrebné dodať, že účinnosť a dostupnosť zdravotnej starostlivosti nehodnotí ani jeden indikátor, môžeme sa však domnievať, že pod týmto indikátorom sa myslí dostupnosť zdravotnej starostlivosti najmenej v rozsahu verejnej minimálnej siete poskytovateľov zdravotnej starostlivosti podľa platného Nariadenia vlády SR č. 640/2008 Z. z. Vnímanie poskytnutej zdravotnej starostlivosti osobou, ktorej sa zdravotná starostlivosť poskytuje hodnotí len jeden indikátor, ktorým je spokojnosť pacienta. Ekonomické indikátory hodnotia len efektívnosť využitia zdrojov a to cestou desiatich rôznych indikátorov. Účinnosť a primeranosti zdravotnej starostlivosti hodnotia štyri indikátory (skrining rakoviny krčka maternice, prevencia u gynekologických pacientok, manažment akútnej

starostlivosti u detí a dorastu a u dospelých), ostatné sa venujú výsledkom zdravotnej starostlivosti (manažment chronickej starostlivosti u diabetológov, pneumológov, zubný kaz, úmrtnosť celková a po vybraných ochoreniach, či výkonoch, dekubity, nozokomiálne infekcie, rehospitalizovanosť, operovanosť, indexy prevencie).

Indikátory vydáva vláda a to nariadením, pričom posledná zmena, ktorá priniesla najmä rozlíšenie o ekonomické indikátory bola v r. 2013. Ministerstvo zdravotníctva metodickým pokynom usmerňuje spôsob interpretácie indikátorov.

Niektoré poisťovne si navrhli okrem vyššie popísaných indikátorov aj vlastné indikátory kvality. Poisťovňa Dôvera používa pri „Programu pre lepší život s cukrovkou/Disease management programe“ špeciálne indikátory kvality poskytovania zdravotnej starostlivosti u chorých na cukrovku a vyhodnocuje u lekárov - diabetológov zapojených do programu vykazovanie dát (najmä laboratórnych parametrov), t.j. vedenie registra, aby bolo možné sa zmerať na kvalitu zdravotnej starostlivosti o diabetikov, vyhodnocuje dodržiavanie správnych procesov liečby, teda dodržiavanie klinického protokolu lekármi diabetológmi a vyhodnocuje kvalitu klinických výsledkov liečby u diabetológov podľa vopred určených parametrov.

Nakoľko sa však jedná o obchodné spoločnosti, ktoré tiež boli vytvorené na účely podnikania, nezanedbateľná je u nich aj otázka efektívnosti poskytovania zdravotnej starostlivosti. Poisťovne „strážia kasu“, lebo logicky narábajú s obmedzenými finančnými zdrojmi. Kým poskytovatelia sa snažia poskytovať čím viac zdravotných výkonov, za ktoré dúfajú, že následne dostanú platby od poisťovní, poisťovne chcú dosiahnuť nimi štandardizovanú (tam, kde ju teda takú majú) zdravotnú starostlivosť za čo najnižšie možné náklady. Tam kde ju štandardizovanú nemajú, obe strany tápajú a je vytvorený, žiaľ, rizikový konfliktný priestor medzi nimi.

Výrazne menej, vzhľadom na obmedzené finančné prostriedky, inklinujú k prijímaniu inovácií, ktoré môžu zvyšovať, resp. zvyšujú jej náklady.

2.5 Uhol pohľadu Úradu pre dohľad nad zdravotnou starostlivosťou (ÚDZS)

ÚDZS, okrem iného, vykonáva (dohľad nad verejným zdravotným poistením, vydáva zdravotným poisťovniam rozhodnutia o mesačnom prerozdeľovaní preddavkov na poistné, rozhodnutia o ročnom prerozdeľovaní poistného) dohľad nad poskytovaním zdravotnej starostlivosti tým, že dohliada na správne poskytovanie zdravotnej starostlivosti.

Zdravotná starostlivosť je podľa UDZS poskytnutá správne, teda, „ak sa vykonajú všetky zdravotné výkony na správne určenie choroby so zabezpečením včasnej a účinnej liečby s cieľom uzdravenia osoby alebo zlepšenia stavu osoby pri zohľadnení súčasných poznatkov lekárskej vedy“. (§4 odst. 3 zákona č. 576/2004 Z. z. o zdravotnej starostlivosti)

Čo znamená pojem „pri zohľadnení súčasných poznatkov lekárskej vedy“? Konflikt vo výklade tohto odstavca vidíme v chýbajúcej štandardizácii. To že iba menej ako polovica úkonov je v súčasnosti štandardizovaná vytvára priestor pre „byzantský spôsob“ výkonu dohľadu zo strany konzultantov ÚDZS („jak se car vyspal“). Ďalšie dôvody sme popísali v odstavci venovanom uhlu pohľadu poskytovateľa.

2.6 Uhol pohľadu Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky (MZ SR)

Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej republiky podľa §45 ods.1 písm. a) b) c) a e) zákona č. 576/2004 Z. z. o zdravotnej starostlivosti zdravotnej starostlivosti, službách súvisiacich s poskytovaním zdravotnej starostlivosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (ďalej len zákon č. 576/2004 Z. z. o zdravotnej starostlivosti) a podľa štatútu MZ SR v rámci svojej pôsobnosti vypracúva návrhy zásadných smerov a priorít rozvoja štátnej zdravotnej politiky, a medzi svoje hlavné úlohy radí odborné usmerňovanie poskytovania zdravotnej starostlivosti, vydávanie štandardných diagnostických a štandardných terapeutických postupov, koordinovanie výskumnej činnosti v zdravotníctve a uplatňovanie výsledkov vedeckého výskumu v praxi.

Koncom roka 2013 vláda schválila „Strategický rámec v oblasti starostlivosti o zdravie pre roky 2014 až 2030“. Tento základný dokument určuje smerovanie zdravotnej politiky v strednodobom aj dlhodobom horizonte.

Čo je však na ňom z pohľadu našej práce dôležité, je fakt, že najdôležitejším dôvodom jeho vytvorenia bola snaha realizovať opatrenia na zvýšenie kvality a efektivity poskytovanej zdravotnej starostlivosti a zlepšenie zdravotného stavu obyvateľov.

Dňa 26.8.2014 na prvom stretnutí Monitorovacej komisie pre dohľad nad plnením úloh Strategického rámca starostlivosti o zdravie pre roky 2014 – 2030 bola predstavená „Implementačná stratégia pre vytvorenie a implementovanie štandardných klinických postupov a štandardných postupov pre výkon prevencie“.

Dôvodom prečo MZ SR participuje na tvorbe štandardných diagnostických a terapeutických postupov (štandardných klinických postupov), podľa toto dokumentu, sú nejasné povinnosti poskytovateľov zdravotnej starostlivosti, nejasnosti v nárokoch pacienta na potrebnú zdravotnú starostlivosť, ale aj nejasnosti medzi lekármi (prvý kontakt v.s. špecialisti) v oblasti ich kompetencií. Z týchto nejasností a nedorozumení následne môžu vzniknúť pochybnosti o správnosti aplikovania tých ktorých postupov pri diagnostike a liečbe, ktoré potom môžu prameniť a v súčasnosti aj často pramenia do sťažností pacientov, forenzných problémov a vznikajú tak aj nemalé ekonomické straty. Nemenej dôležitý je aj fakt, že môže dochádzať k zbytočnému šikanovaniu lekárov, poskytovateľov aj pacientov. Tento faktor možného „nadvyšetrovania“ sme už opisovali v odstavci uhol pohľadu poskytovateľa.

Ďalším faktorom, pre ktorý sa MZ SR rozhodlo tento dokument vypracovať bola nejednotnosť, okrem iného aj v názvosloví. Zákon totiž hovorí o štandardných diagnostických postupoch (naposledy vydané v Martine, vyd. Osveta 1997) a terapeutických postupoch (naposledy vydané v Martine, vydavateľstvo Osveta 1998), poisťovne vydávajú klinické protokoly, MZ SR vydáva vo vestníku MZ SR odborné usmernenia, metodické listy (ML), kde posledný zverejnený na stránke MZ SR je z januára 2008, inak od r. 2009 bol zmenený názov zmenený názov ML na „Štandardné diagnostické a terapeutické postupy (ŠDTP) – metodické listy racionálnej farmakoterapie“. Odborné spoločnosti vydávajú vlastné klinické postupy a odporúčania cestou preberania európskych, svetových, alebo amerických odporúčaní a niekedy si svojpomocne tvoria svoje vlastné odporúčania pre svojich členov. Konkrétne v praxi sme sa stretli aj s tým, že odporúčanie odbornej spoločnosti sa v niektorých bodoch zásadne líšilo od ŠDTP, pričom autori oboch dokumentov boli tí istí. Ak by zdravotná poisťovňa postupovala podľa ŠDTP, aj keď klinické odporúčanie odbornej spoločnosti bolo novšie, je otázne, či by v prípade sťažnosti na ÚDZS bola splnená požiadavka postupovať správne zo strany poskytovateľa a teda „pri zohľadnení súčasných poznatkov lekárskej vedy“.

O kompetencii a povinnosti MZ SR pri vypracúvaní a usmerňovaní spôsobu interpretácie celonárodných indikátorov kvality sme už písali v odstavci uhol pohľadu zdravotných poisťovní.

Záver

V priloženej tabuľke sme sa pokúsili identifikovať jednotlivé prvky kvality poskytovania zdravotnej starostlivosti. Vidíme, že niektoré z nich sa prelínajú viacerými aktérmi na trhu poskytovania zdravotnej starostlivosti a niektoré všetkými, ako napríklad minimalizácia omylov, spokojnosť pacienta. Na prvý pohľad je jasné, že tieto parametre spolu úzko súvisia. Ich riešenie vidíme v zavedení štandardných terapeutických a diagnostických postupov, ktorých nositeľom je MZ SR.

Dôležité bolo určiť dispozičných nositeľov zodpovedností za jednotlivé prvky kvality poskytovania zdravotnej starostlivosti, t.j. tých, ktorí môžu a musia (majú právomoc a aj povinnosť) vypracovať postup k zvýšeniu stupňa kvality poskytovaných služieb a vytýčenie cieľov pre nich ako čo najefektívnejšie, vynaložením čo najmenšieho množstva nákladov, dosiahnuť výrazné zlepšenie týchto prvkov, čo bude predmetom pokračovania tejto analýzy).

Tabuľka 1 Identifikácia prvkov kvality poskytovania zdravotnej starostlivosti z pohľadu jednotlivých aktérov na trhu poskytovania zdravotnej starostlivosti

Pacient	Lekár	Poskytovateľ	ZP	ÚDZS	MZSR	Disponent právomocí na zmenu
dostupnosť ZS v čase potreby			dostupnosť ZS v čase potreby		dostupnosť ZS v čase potreby	MZSR
	dostatok času					
	nepracov' pod Damoklovým mečom zo strany ÚDZS	nepracov' pod Damoklovým mečom zo strany ÚDZS				ÚDZS/MZSR
	nebyť unavený					
možnosť výberu poskytovateľa						
správne určenie diagnózy	správne určenie diagnózy	správne určenie diagnózy	správne určenie diagnózy	správne určenie diagnózy		lekár
dostupnosť laboratórných vyšetrení	dostupnosť laboratórných vyšetrení	dostupnosť laboratórných vyšetrení				poskytovateľ
"poriadne vyšetrenie"	možnosť overiť si diagnózu na prístroji	možnosť overiť si diagnózu na prístroji				poskytovateľ
správna terapia	správna terapia	správna terapia	správna terapia	správna terapia		lekár
	účinnosť a primeranosť zdravotnej starostlivosti	účinnosť a primeranosť zdravotnej starostlivosti	účinnosť a primeranosť zdravotnej starostlivosti	účinnosť a primeranosť zdravotnej starostlivosti	účinnosť a primeranosť zdravotnej starostlivosti	
minimalizácia omylov	minimalizácia omylov	minimalizácia omylov	minimalizácia omylov	minimalizácia omylov	minimalizácia omylov	lekár/ poskytovateľ
	možnosť pracovať podľa štandardov	možnosť pracovať podľa štandardov	možnosť pracovať podľa štandardov	možnosť pracovať podľa štandardov		MZSR
spokojnosť pacienta	spokojnosť pacienta	spokojnosť pacienta	spokojnosť pacienta	spokojnosť pacienta	spokojnosť pacienta	lekár/ poskytovateľ
			splnenie minimálnych personálnych, materiálnych a technických štandardov podľa zákona		splnenie minimálnych personálnych, materiálnych a technických štandardov podľa zákona	poskytovateľ
milý a empatický prístup						lekár/ poskytovateľ

Zdroj: vlastné spracovanie

Literatúra:

GLADKIJ I, HEGER L, STRNAD L. (1999) *Kvalita zdravotní péče a metody jejího soustavného zlepšování*, IPVZ Brno, 1999, ISBN 80-7013-272-8.

GRIFFIN, A. – HAUSER, J. R. 1993. *The Voice of the Customer*. In *Marketing science* [online]. 1993, Vol. 12, No. 1, p. 1 - 27 [cit. 2011-09-12].

HESKOVÁ, M.: *Teorie, management a marketing služeb*. Vysoká škola evropských a regionálních studií, o.p.s. České Budějovice 2014.

Implementačná stratégia pre vytvorenie a implementovanie štandardných klinických postupov a štandardných postupov pre výkon prevencie

LACHE, C., (2010). *Consumers' behavior*. Editura Performantica, 208.

Nariadenie vlády Slovenskej republik, 752/2004 Z. z. z 15. decembra 2004, ktorým sa vydávajú indikátory kvality na hodnotenie poskytovania zdravotnej starostlivosti

Nariadenie vlády SR č. 640/2008 Z. z. o verejnej minimálnej sieti poskytovateľov zdravotnej starostlivosti

PARASURAMAN, A., ZEITHAML, V.A., & BERRY, L.L., (1995). *A conceptual model of service quality and its implications for future research*. *Journal of Marketing*, 49, 41-50.

RICHTEROVÁ, K. a kol. 2007. *Spotrebiteľské správanie*. Bratislava: Ekonóm, 2007

SNAARS, S.P. 1991. *Marketing Strategy: a Customer-driven Approach*. New York: Macmillan, 1991.

Strategický rámec starostlivosti o zdravie pre roky 2014 – 2030

Štatút Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky

ZÁKON 576/2004 Z.z. o zdravotnej starostlivosti, službách súvisiacich s poskytovaním zdravotnej starostlivosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov

ZÁKON 578/2004 Z.z. o poskytovateľoch zdravotnej starostlivosti, zdravotníckych pracovníkoch, stavovských organizáciách v zdravotníctve a o zmene a doplnení niektorých zákonov

ZÁKON 581/2004 Z.z. o zdravotných poisťovniach, dohlade nad zdravotnou starostlivosťou a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Zápis zo stretnutia Monitorovacej komisie pre dohľad nad plnením úloh Strategického rámca starostlivosti o zdravie pre roky 2014 – 2030 z 26. 08. 2014

Dostupné na: <http://www.health.gov.sk/?strategia-v-zdravotnictve>

<http://www.dovera.sk/najcastejsie-otazky/a1703/co-su-indikatory-kvality-kto-ich-navrhol-ako-vznikli>

<http://www.health.gov.sk/?metodicke-listy-racionalnej-farmakoterapie>

<http://www.tribune.cz/clanek/19667>

<https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2004/752/20130401>

JEDNOFAKTOROVÉ MODELY ÚROKOVÝCH MIER

ONE-FACTOR INTEREST RATE MODELS

Bc. Viliam KUCAN
Ing. Roman LACKO

Ekonomická univerzita v Bratislave
Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach
Katedra kvantitatívnych metód
Tajovského 13, 041 30 Košice, Slovensko

viliam.kucan@euke.sk
roman.lacko@euke.sk

Key words

interest rates, econometrics, EURIBOR

Abstract

Models of interest rates include stochastic processes, as well as simpler models based on binary trees. We focused on two models of immediate interest - Vasicek model, CIR model. In theory, we pointed out the advantages but also disadvantages. For comparison purposes of these models, we forecast development of EURIBOR with three-month maturity. For parameter estimation of Vasicek model, we used the method of maximum likelihood estimation of the parameters. In the CIR model, we used the method of least squares estimate. Subsequently, we simulated the development of the next time period. Making comparison using RMSE and R-Square shown, that Vasicek model is more accurate model, although CIR is removing imperfections of Vasicek model. Vasicek model imperfection lies in the fact that at some point in time, the interest rates become negative, which in practice is unrealistic. We conclude that the disadvantage of Vasicek model is in this case advantage, in contrast to the CIR model.

Úvod

„Euro dnes ma inú hodnotu ako bude mať zajtra“ a „Čas sú peniaze“ sú dve základne princípy sveta financií (Černý 2011). Inými slovami to môžeme chápať ako časovú hodnotu peňazí. Na znižovaní hodnoty peňazí má zásluhu hlavne inflácia a rast príjmov obyvateľstva. Aby sme sa ochránili pred znižovaním hodnoty peňazí tak ich zvyčajne vkladáme na rôzne sporiace a terminované účty, ktoré ich zhodnocujú o úrok. Percentuálne vyjadrenie úroku nazývame úrokovou mierou. Z tohto tvrdenia môžeme usúdiť, že cenu peňazí určuje úroková miera.

Pojem úroková miera je v dnešnej spoločnosti veľmi rozšírený. Bežní ľudia sa s ňou často stretávajú pri základných terminovaných účtoch alebo pri rôznych spotrebných či hypotekárnych úveroch. Ale nie každý vie, že s úrokovou mierou sa obchoduje na burze aj mimo nej. Úroková miera sa považuje za náhodnú veličinu, ktorú je možno stochasticky modelovať a práve týmto sa budeme v tejto práci zaoberať. V priebehu posledných tridsiatich rokov sa na finančných trhoch stále viac začala prejavovať nestabilita. V snahe investorov predchádzať finančným rizikám z investícií sa začali tvoriť rôzne finančné deriváty (Cíhla 2011).

1 Jednofaktorové short-rate modely

V priebehu posledných tridsiatich rokov sa na finančných trhoch začali objavovať nestability. Tieto nestability mali za následok zvýšenú volatilitu sadziieb. V dôsledku zvýšeného rizika začali investori hľadať rôzne spôsoby ako týmto rizikám predchádzať. To viedlo k vzniku rôznym finančným derivátom, ktorých hodnota závisí od podkladových aktív. V tomto článku budeme považovať úrokovú mieru za podkladové

aktívum. Na skúmanie sme si vybrali jednofaktorové modely úrokových mier. Pri stochastických modeloch úrokových sadzieb musíme brať do úvahy určité vlastnosti a to sú :

- úrokové sadzby sa zvyknú pohybovať v určitom rozmedzí, to znamená že nezvyknú rásť k nekonečnu a naopak klesať pod nulu,
- úrokové sadzby majú sklon vracat' sa k rovnovážnej hodnote, tento jav môžeme nazývať aj ako „mean version“.

Jednofaktorové modely sú vhodné k oceneniu bezkupónových dlhopisov a majú len jeden zdroj neistoty. Tento proces je popísaný jednoduchou stochastickou rovnicou:

$$\Delta r_t = u(r_t, t)\Delta t + \sigma(r_t, t)\Delta W_t \quad (1)$$

Predpokladá, že zmena úrokovej miery Δr sa skladá z driftu $\mu(r_t, t)$ a volatily $\sigma(r_t, t)$. Náhodnosť sa zabezpečuje členom ΔW , kde W je Wienerov proces. Wienerov proces tvorí základ pre pohyb modelov úrokových sadzieb ale aj iných modelov, ktoré sú založené na stochastickej kolísavosti. Wienerov proces je základným procesom, z ktorého sú odvodené mnohé ďalšie.

„**Definícia:** Proces $w(t)$, ktorý má nasledovné vlastnosti, sa nazýva Wienerov proces.

- Prírastky $w(t_2) - w(t_1)$ majú normálne rozdelenie s nulovou strednou hodnotou a disperziou Δt . (Malinovská, 2005).
- Pre všetky $t_1 < t_2 < \dots < t_n$ sú prírastky $w(t_2) - w(t_1), \dots, w(t_n) - w(t_{n-1})$ nezávislé náhodné premenné.
- Proces začína v nule, t.j. $w(0) = 0$.
- Trajektórie procesu sú spojité.“

1.1 Vašíčkov model

Tento model je pomenovaný po známom českom matematikovi Oldřichtovy Vašíčkovi. Po prvý krát bol publikovaný v článku „*An equilibrium characterization of the term structure*“ v auguste 1977. Princíp modelu spočíva v Ornstein-Uhlenbeckovom procese s konštantami koeficientami. Pohyb úrokovej sadzby je potom opísaný nasledovným diskretným modelom (Pápež, 2010):

$$\Delta r = \alpha(y - r)\Delta t + \sigma\varepsilon\sqrt{\Delta t} \quad (2)$$

kde:

- α je rýchlosť pohybu akou sa úroková miera vracia k rovnovážnej úrokovej miere, čím je táto hodnota vyššia, tým rýchlejšie sa vracia k dlhodobej rovnovážnej úrokovej miere,
- y je rovnovážna úroková miera ku ktorej okamžitá úroková miera smeruje,
- σ je volalita úrokovej miery
- ε je náhodná hodnota z normálneho rozdelenia
- Δt je určitý časový krok

Vašíčkov model má však pre jeho eleganciu a jednoduchosť viacero nedostatkov:

- je takmer nemožné na neho odhadnúť presnú forwardovú krivku,
- model je jednofaktorový a to znamená, že existuje len jeden stochastický (náhodný) faktor procesu,
- okamžitá úroková miera $r(t)$ má normálne rozdelenie z toho vyplýva, že môže nadobúdať aj záporne hodnoty čo je v reálnej praxi nemožné,
- ďalším nedostatkom tohto modelu je aj, že volalita nie je závislá od úrokovej miery.

Niektoré z týchto nedostatkov môžeme jednoducho odstrániť rozšírením tohto modelu (Vašíček, 1977).

1.2 CIR Model

Cox-Ingressol-Ross (CIR) model bol po prvý krát predstavený v roku 1985 Jonathanom Ingressolom, Stephnom Rossom a Johnom Coxom v časopise „*Econometrica*“ ako rozšírenie Vašíčkovho modelu. Odstránili problém nadobúdania záporných hodnôt modelu tým, že zaviedli odmocninu v koeficiente volatily vo Vašíčkovom modeli. Takže na rozdiel od Vašíčkovho modelu nie je volalita sadzieb konštantná, ale len za toho predpokladu ak platí, že $2\alpha y > \sigma$. Z tohto dôvodu sa tento model stal vhodným variantom na modelovanie úrokových mier po mnoho rokov. Pohyb úrokových mier v tomto modeli môžeme popísať nasledovným diskretným modelom (Pápež, 2010):

$$\Delta r = \alpha(y - r)\Delta t + \sqrt{r}\sigma\epsilon\sqrt{\Delta t} \quad (3)$$

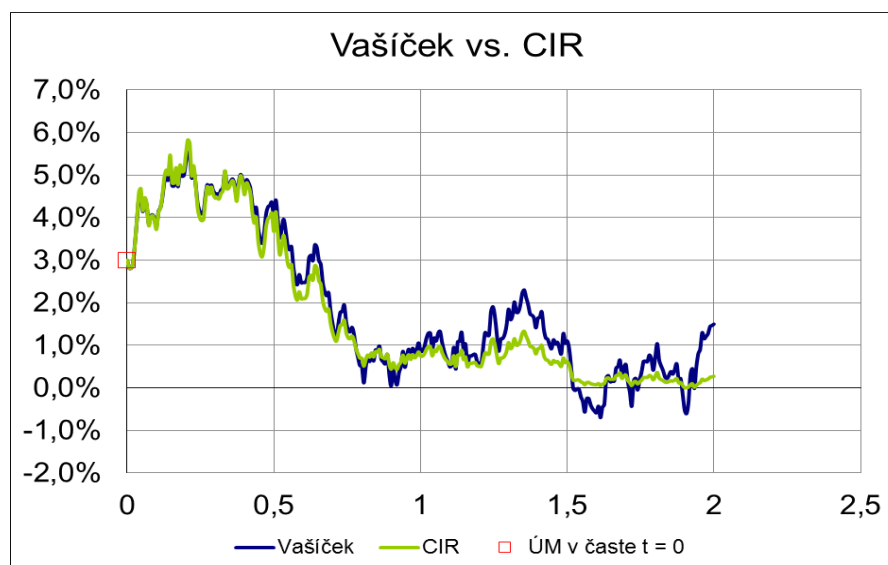
Rovnako ako v predchádzajúcom modeli je jeho nevýhodou jeho jednoduchosť. V CIR modeli je volatilita závislá na pohybe úrokových mier. Čím väčšie sú prírastky, tým väčšia je aj kolísavosť procesu. Premenná $r(t)$ nemá v tomto modeli Gaussovo rozdelenie ale necentrálne chí kvadrát rozdelenie X^2 . Pre ukážku tohto rozdielu medzi týmito dvoma modelmi sme zostrojili graf vývoja úrokových mier s nami určenými parametrami, pričom pri CIR modeli sme parameter σ vydělili odmocninou úrokovej miery $r(t)$ v čase $t = 0$, aby bolo možné porovnať volatilitu oboch modelov.

Tab. 6 Parametre modelov

Parameter	Vašíček	CIR
Úroková miera $r(t)$ v čase $t=0$	3,00%	3,00%
Čas simulácie v rokoch	2	2
A	0,07	0,07
Y	6,00%	6,00%
Volatilita σ	3,00%	17,32%
Δt	0,0067	0,0067

Zdroj: Vlastné spracovanie

Jedná náhodná realizácia Vašíčkovho a CIR modelu bude mať potom takýto priebeh.



Obr. 1 Vašíček vs. CIR

Zdroj: Vlastné spracovanie

Z tohto porovnania je jasné, že úrokové sadzby vo Vašíčkovom modeli môžu nadobúdať aj záporne hodnoty, pričom v CIR modeli je to vylúčené, čím je splnená podmienka $2\alpha y > \sigma$.

2 Objekt a metódy skúmania

Modely úrokových mier zahŕňajú tak stochastické procesy, ako aj jednoduchšie modely založené na binárnych (n-árnych) stromoch.

Ako predmet skúmania sme si vybrali úrokovú mieru EURIBOR so splatnosťou tri mesiace, pretože pri simuláciách a tvorbe jednofaktorových modelov je táto miera odporúčaná a zároveň najviac využívaná. Pri rozhodovaní o voľbe dĺžky časového radu sme vychádzali z hľadiska presnosti a aktuálnosti, preto sme zvolili časový rad za obdobie od 02.04. 2013 do 02.04. 2015

Hlavnou metódou tejto práce je porovnávanie kvality dvoch modelov úrokových mier. Na ich porovnanie sme prognózovali vývoj úrokovej miery EURIBOR na obdobie od 02.04. 2015 do 24.04. 2015 a porovnali ich s reálnym vývojom na základe analýzy kvality modelov a iných štátnických ukazovateľov.

Aby sme vedeli nasimulovať vývoj úrokovej miery tak si potrebujeme odhadnúť základne parametre. Najviac používanou metódou, ktorá sa považuje aj za najsprávnejšiu je metóda maximálnej vierohodnosti. Zakladá na tom, že odhady neznámych parametrov uvažovanej náhodnej veličiny sa vyberajú tak, aby hustoty v bodoch náhodného výberu bolo maximálne (Ilavská, 2008).

Pre stručnosť a zložitost' výpočtov nebudeme v práci ukazovať každý krok odvodenia parametrov. Z prechádzajúcej kapitoly sme sa dozvedeli, že $r(t)$ ma normálne rozdelenie. Označme si v^2 ako rozptyl pre $r(t)$ a nech $\theta = e^{-\alpha(t-s)}$, kde $t - s$ sa rovná jednému dňu. Povedzme, že k dispozícii máme n pozorovaní sadziieb $r = (r_0, \dots, r_{n-1})$ (Černý, 2011). Potom:

$$r_{i+1} = \theta * r_i + y(1 - \theta) + \varepsilon_i \tag{4}$$

Funkcia vierohodnosti potom vyzerá nasledovne :

$$L(r, \theta, y, v^2) = \prod_{i=1}^{n-1} \sqrt{\frac{1}{1\pi v^2}} \text{EXP} \left\{ -\frac{(r_i - \theta r_{i-1} - y(1 - \theta))^2}{2v^2} \right\} \tag{5}$$

Z tejto rovnice sa odvodia parciálne derivácie a položia rovné nule. Po niekoľkých algebrických úpravách rovníc sa dostaneme k výsledným rovniciam na odhad parametrov.

Ďalšou metódou, ktorú budeme používať pri kalibrovaní parametrov modelu je metóda najmenších štvorcov (LSE). Pre použitie diskretných dát pre odhad parametrov modelu, je potrebné diskretné znázornenie procesu. Budeme uvažovať o dvoch diskretných procesoch. Prvý je jednoduchý diskretný proces s funkciou :

$$r_i = \Phi r_{i-1} + \sigma_a \sqrt{r_{i-1}} + b\alpha_i, \text{ pre } i=1, 2, 3, \dots \tag{6}$$

Druhý proces je kovarianciou ekvivalentu diskretnéj funkcie

$$r_i = \Phi r_{i-1} + \sigma_a \sqrt{\frac{2\Phi}{1 + \Phi}} r_{i-1} + b\alpha_i, \text{ pre } i=1, 2, 3, \dots \tag{7}$$

Na základe týchto rovníc si následne vieme odvodiť parametre modelov.

2.1 Modelovanie Vašíčkovho modelu

Na základe historického vývoja úrokovej miery EURIBOR 3M sme kalibrovali parametre modelu pomocou metódy maximálnej vierohodnosti. Výsledky odhadu parametrov môžeme vidieť v tabuľke č.2.

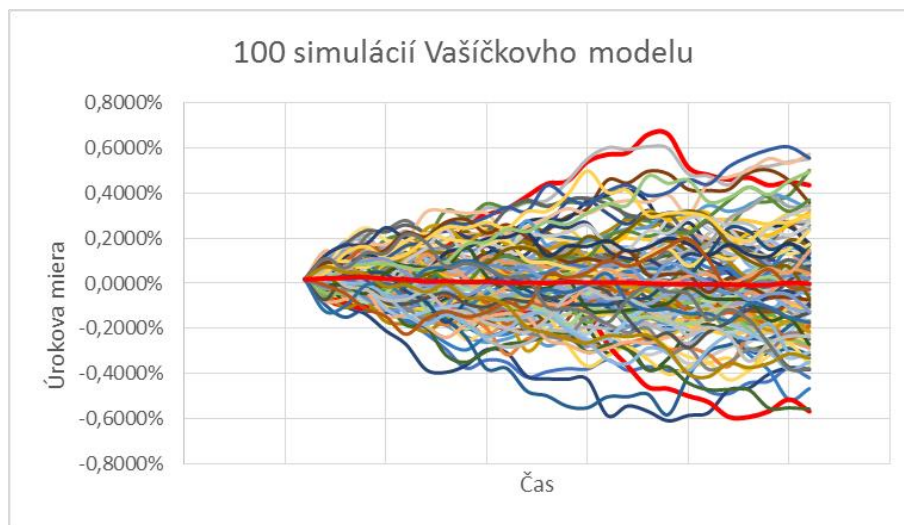
Tab. 7 Parametre - model Vašíček

Parametre	Hodnoty
θ	0,99320
α	0,00296
y	0,13856%

Zdroj: Vlastné spracovanie

Pozorujeme, že parameter θ ma vysokú hodnotu, čo znamená, že model bude mať v praxi vysokú kolísavosť. Ďalej v modeli predpokladáme denný časový krok Δt , ktorý dostaneme vydelením jedného roka (1) počtom dní (365) $\Delta t = 1/365 = 0,002739$. Náhodne poruchy ε sme dopočítali pomocou funkcií v Exceli $=NORMSINV(RAND())*0,01+0$, kde štandardná odchýlka je 0,01 a priemer (mean) 0. Výška úrokovej miery r_0 bola na začiatku obdobia simulácia 0,018 %. Po dosadení parametrov do formuly a jeho 100 náhodných simulácií sme dostali nasledovné hodnoty znázornene na obrázku č. 2. Simulácia je zostavená na obdobie od 02.04. 2015 do 27.04. 2015. Na grafe môžeme vidieť priemerne, maximálne a minimálne hodnoty, ktorých krivky sú zvýraznené červenou farbou. Krivka priemernej hodnoty ma

klesajúci charakter, ďalej jej hodnoty budeme využívať pri porovnaní modelov. Súčasne pozorujeme maximálnu krivku, kde dosiahla úroková miera najvyššiu hodnotu 0,6588 % a minimálnu krivku, kde bola najnižšia hodnota -0,6080 %. Tu si môžeme všimnúť prvú nedokonalosť tohto modelu, pretože hodnoty úrokových mier klesli pod nulu. Vysoké zmeny hodnôt medzi časovými periódami sú spôsobené vysokou hodnotou parametru θ .



Obr. 2 100 simulácií Vašíčkovho modelu

Zdroj: Vlastné spracovanie

2.2 Modelovacie CIR modelu

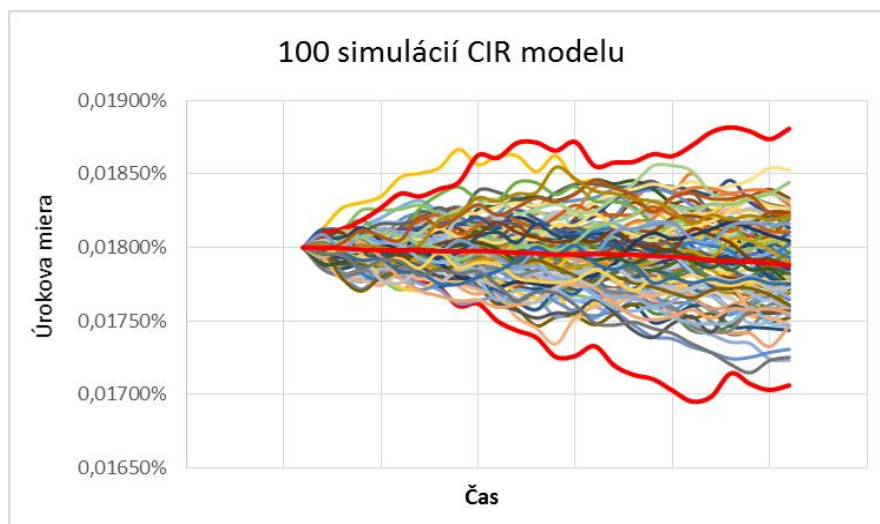
Pri tomto modeli sme zvolili pre odhad parametrov metódu najmenších štvorcov. Parametre získané pomocou tejto metódy môžeme vidieť v tabuľke č. 3.

Tab. 8 Parametre CIR modelu

Parametre	Hodnoty
θ	0,00089
α	-0,00462
y	0,1934%

Zdroj: Vlastné spracovanie

Tak ako pri Vašíčkovom modeli aj CIR modely predpokladáme denný časový krok, takže zmena času $\Delta t = 0,002739$. Hodna volatity θ je nízka, čo bude mať za následok nízku kolísavosť kriviek modelu. Sto náhodných simulácií CIR modelu môžeme vidieť na obrázku č. 3. Prvú vec čo si hneď na grafe všimneme je to, že CIR model nadobúda hodnoty len z príliš malého intervalu oproti Vašíčkovmu modelu. To je zapríčinené tým, že v CIR modeli je menlivosť hodnôt na dynamike úrokových sadzieb. Čím väčšie sú prírastky/úbytky simulovanej sadzby, tým vyššia je volalita procesu. Podobný s Vašíčkovým modelom je v tom, že priemer má klesajúcu tendenciu, avšak na jeho rozdiel hodnoty neklesnú pod nulu. V tomto modeli môžeme vidieť, že správanie okamžitej úrokovej sadzby, a z nej dopočítaných ostatných sadzieb s dlhšími splatnosťami závisí len na troch parametroch. Konštantnosť a malý počet parametrov tento model znevýhodňujú. Tento model je vhodný pre ocenenie štandardných úrokových derivátov, napríklad úrokový swap alebo cap. Pre ocenenie neštandardných derivátov už nie je trojica konštantných parametrov dostatočná.



Obr. 3 100 simulácií CIR modelu

Zdroj: Vlastné spracovanie

Priemerná, maximálna a minimálna krivka je znázornená na obrázku č. 3 červenou farbou. Najvyššia hodnota, ktorú dosiahne maximálna krivka je rovná 0,01882 % najnižšia hodnota, ktorá je zobrazená na minimálnej krivke dosiahla hodnotu 0,01695 %.

2.3 Porovnanie kvality modelov

Na porovnanie obchod modelov sme si zvolili dve metódy porovnania. Prvá z nich je Root Mean Square Error (odmocnina z priemernej štvorcovej odchýlky) a druhá R-Square test, ktorý meria akú časť variability vysvetlil model. RMSE vypočítame nasledujúcim vzťahom:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (r_t - \hat{r}_t)^2}{n - p}} \tag{8}$$

kde:

r_t je reálna úroková miera

\hat{r}_t je nami predikovaná úroková miera

N je počet pozorovaní

p je počet parametrov modelu

Čím je hodnota RMSE nižšia, tým je model presnejší. R-Square dostaneme nasledujúcim vzťahom:

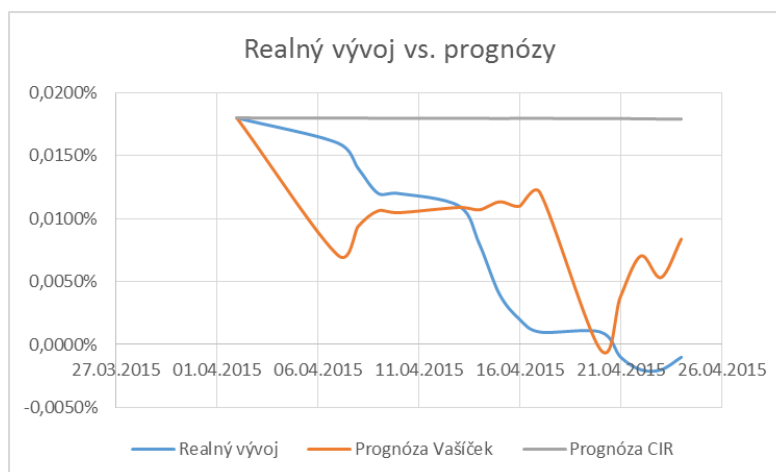
$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} \tag{9}$$

pričom SSE je suma štvorcov reziduálov a SST je celková suma štvorcov:

$$SSE = \sum (r_t - \hat{r}_t)^2 \tag{10}$$

$$SST = \sum (r_t - \bar{r})^2 \tag{11}$$

a \bar{r} je priemerný reálny vývoj úrokovej miery. Čím je hodnota R^2 vyššia tým je model presnejší.



Obr. 4 Porovnanie kvality modelov

Zdroj: Vlastné spracovanie

Z obrázka č. 4 môžeme pozorovať, že reálny vývoj úrokovej miery EURIBOR 3M mal v mesiaci máj prudký klesajúci charakter, čo môže byť spôsobené súčasným klesajúcim trendom hodnoty eura. Ku dňu 21.04. 2015 dokonca referenčná sadzba poklesla pod hodnotu 0 %. Taktiež vidíme, že prognózovaná krivka Vašíčkovho modelu má podobný klesajúci charakter ako reálna krivka. Prognóza CIR modelu neodpovedá skutočnému vývoju EURIBORU 3M a môžeme vidieť, že medzi nimi vznikli vyššie odchýlky ako medzi krivkou Vašíčkovho modelu a reálnej krivky.

Hodnota RMSE pri Vašíčkovom modeli je rovná 0,000074958 a pri modeli CIR je rovná 0,00015875. Z toho vyplýva, že hodnota $RMSE_{CIR} > RMSE_{VAŠÍČEK}$, čo nám hovorí o tom, že Vašíčkov model je presnejší, pretože čím je hodnota menšia, tým je model presnejší.

Ďalší test, ktorý vykonáme je R-Square. Priemerná hodnota \bar{r} , ktorú potrebujeme na tento výpočet bola vo výške 0,0062 %. Hodnota R^2 pri Vašíčkovom modeli dosiahla hodnotu -1063,1402. Pri CIR modeli je hodnota rovná -2252,8286. Opäť sa nám potvrdilo to, že Vašíčkov model je presnejší, pretože hodnota $R^2_{CIR} < R^2_{VAŠÍČEK}$.

3 Výsledky

Modely úrokových mier zahŕňajú tak stochastické procesy, ako aj jednoduchšie modely založené na binárnych (n-árnych) stromoch. Zamerali sme sa na dva modely okamžitej úrokovej sadzby – Vašíčkov model, CIR model. V teórii sme poukázali na ich výhody ale aj nevýhody.

Pre potreby porovnania týchto modelov sme prognózovali vývoj úrokovej miery EURIBOR s trojmesačnou dobou splatnosti. Pre odhad parametrov Vašíčkovho modelu sme použili metódu maximálnej vierohodnosti a pre odhad parametrov CIR modelu sme použili metódu najmenších štvorcov. Následne na to sme nasimulovali ich vývoj na nasledujúce obdobie. Pri ich porovnávaní pomocou RMSE a R-Square sa ukázalo, že Vašíčkov model je presnejší aj keď podľa teoretických poznatkov by mal byť CIR model lepší, pretože odstraňuje nedokonalosti Vašíčkovho modelu. Nedokonalosť Vašíčkovho modelu spočíva v tom, že v určitých časových okamihoch môže úroková sadzba nadobúdať záporne hodnoty, čo je v praxi nereálne. Preto sa do koeficientu volatily pri CIR modeli zaviedla odmocnina, čím sa tento nedostatok odstránil. A však aj napriek tomu čo hovorí teória sme z reálneho vývoja úrokovej miery zistili, že ku dňu 21.04.2015 nadobudla úroková miera EURIBOR 3M záporne hodnoty, ktoré pretrvávajú do dnes. Z toho sme usúdili, že nevýhoda Vašíčkovho modelu nie je v tomto prípade až takou nevýhodou, pretože na rozdiel od CIR modelu dokáže zachytiť aj tieto hodnoty.

Diskusia

Testami sa nám potvrdilo, že Vašíčkov model je presnejší a lepší. Tu si však môžeme všimnúť jedno špecifikum. Teória doteraz tvrdila, že úrokové miery v praxi nemôžu klesnúť pod hodnotu 0 %, ale na grafickom znázornení reálneho vývoja úrokovej miery EURIBOR 3M môžeme vidieť, že v skutočnosti úroková miera pod hodnotu 0 % klesla a tento trend a zápornú hodnotu si zachovala dlhodobo. Tento zaujímavý finančný úkaz sa začína čoraz viac objavovať. Centrálné banky začali touto taktikou bojovať

proti poklesu cien. V praxi to znamená, že ak si v banke zoberieme napríklad hypotekárny úver, tak namiesto toho, aby sme banke platili úroky, tak tá nás za to ešte odmení v podobe toho, že im vrátíme nižšiu sumu peňazí, ako sme si požičali. Táto situácia pravdepodobne vznikla preto, lebo banky nemajú záujem znehodnotiť svoje finančné prostriedky vložением vkladov do centrálnej banky alebo kúpením si štátnych dlhopisov s negatívnou úrokovou sadzbou. Preto zvolia radšej metódu menšieho zla a požičajú peniaze súkromnej osobe a ak má súkromná osoba naviazanú úrokovú sadzbu na EURIBOR, tak dnes „platí“ záporne úroky. Tieto prípady sa v Nemecku, Švajčiarsku, Fínsku či Dánsku stávajú realitou. Prvý krát v histórii vedie hypotekárny úver s negatívnou úrokovou mierou dánska banka Norma Kredit. Táto situácia by však nemala trvať dlhodobo, pretože zo zvýšením dopytom po úveroch s negatívnou úrokovou mierou by rástla aj neochota bánk požičiavať peniaze.

Čo však týmto chceme povedať je to, že nevýhoda nadobúdania záporných hodnôt pri Vašíčkovom modeli, ktorú odstránili v roku 1985 Cox, Ingersoll a Ross vo svojom CIR modeli tým, že zaviedli odmocninu v koeficiente volatily by nemusela byť v dnešnej dobe až takou nevýhodou. CIR model nám neumožní, aby klesali hodnoty pod nulu, čo ho v súčasnej situácii znevýhodňuje.

Príspevok je čiastkovým výstupom riešenia projektu I-15-110-00 Metodika implementácie integrovaného manažérstva v malých a stredných podnikoch SR a z úrovne EÚ.

Literatúra

- BULLA P. 2015 V Dánsku už ponúkajú hypotéku so záporným úrokom. Dočkáme sa aj na Slovensku? [online]. 2015 [cit. 2015-05-01]. Dostupné na internete < <http://pavolbulla.blog.sme.sk/c/374229/v-dansku-uz-ponukaju-hypoteku-so-zapornym-urokom-dockame-sa-aj-na-slovensku.html> >
- CÍHLA, M. 2010. Možnosti využitií modelu úrokových mĕr v podmínkách ČR. Bulletin CES VŠEM, 2010, c. 3, s. 5-7. ISSN 1801-1578.
- ČERNÝ J. 2011. Stochastické modelování úrokových sazeb: diplomová práca. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2011. 82 s.
- DUFFIE D., KAN R. 1996. A Yield Factor Model of Interest Rates, *Mathematical Finance*, 1996. 379 s.
- FARID J. 2012 Cox-Ingersoll-Ross. C IR model. Parameter calibration & simulation [online]. 2015 [cit. 2015-04-20]. Dostupné na internete < <http://financetrainingcourse.com/education/2012/06/cox-ingersoll-ross-cir-interest-rate-model-parameter-calibration-short-rates-simulation-and-modeling-of-longer-term-interest-rates-an-example/> >
- LESNIEWSKI, A. 2008. Short rates models [online]. 2008, [cit 2015-05-01]. Dostupné na internete < <http://www.math.nyu.edu/~alberts/spring07/Lecture5.pdf> >
- Lyu, Y. D. 2001. *Financial engineering and computation: principles, mathematics, algorithms*. Cambridge University Press, 2001. 627 s. ISBN 978-052178171.8

NE(NORMÁLNOSŤ) ROZDELENIA PRAVDEPODOBNOTI FINANČNÝCH POMEROVÝCH UKAZOVATEĽOV

NON(NORMALITY) OF FINANCIAL RATIOS DISTRIBUTION

Ing. Matúš MIHALOVIČ

Ekonomická univerzita v Bratislave
Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach
Katedra kvantitatívnych metód
Tajovského 13, 041 30 Košice, Slovensko

matus.mihalovic@euke.sk

Key words

Normal distribution, financial ratios, data transformation, outliers, skewness, kurtosis

Abstract

The paper deals with the statistical hypothesis testing about financial ratios normal distribution. The purpose of the presented paper is to assess the data statistical peculiarities causing values deviation from normal distribution. The paper attempts to detect reasons of data non-normality. To this end, outliers and skewness is evaluated. The findings conclude that financial ratios of Slovak corporations are not normally distributed and it would make a difficult to use theoretical models that require normal distribution of financial ratios.

Úvod

Viacere ekonomické štúdie využívajú parametrické štatistické metódy a modely, ktorých platnosť striktné závisí na vlastnostiach rozdelenia pravdepodobnosti dát, ktoré tvoria vstupy v modeloch. Ak by sme poznali empirické rozdelenie finančných pomerových ukazovateľov, potom by sme vedeli vytvoriť distribučnú funkciu pre lineárnu kombináciu ukazovateľov, ktorá by mohla byť využitá v klasifikačných modeloch. Ak toto rozdelenie nie je známe, existuje tendencia spoliehať sa na normálne rozdelenie kvôli dostupným štatistickým technikám, ktoré dokážu opísať vzťah medzi normálne rozdelenými dátami.

Viacere metódy predpokladajú jednorozmerné alebo viacrozmerné normálne rozdelenie, ktoré žiaľ nie je v súlade s empirickými dôkazmi získanými napríklad zo štúdií Deakin (1976), Frecka a Lee (1983). Zistenia o rozdelení pravdepodobnosti takisto ovplyvňujú teoretické modely. Napríklad, pri odhadovaní parametrov modelu metódou najmenších štvorcov (OLS) alebo pri viacrozmernej diskriminačnej analýze (MDA) sa vyžaduje normálne rozdelenie premenných, ktoré je často porušované (So, 1987). Okrem toho normálne rozdelenie dát je predpokladom viacerých štatistických testov, napríklad t-testy, F-test, ANOVA atď.

Tým, aké rozdelenie pravdepodobnosti skutočne majú pomerové finančné ukazovatele sa zaoberali napr. So (1987), Gao a kol (2008) a ďalší. Podľa týchto autorov sa nedá predpokladať, že by tieto ukazovatele mali log-normálne alebo gamma rozdelenie, kým nenormálne stabilné Pareto rozdelenie sa zdá byť vhodným zástupcom pre popis rozdelenia ukazovateľov.

Vo finančnej sfére je využívanie finančných pomerových ukazovateľov dostatočne rozšírené. prvým autorom, ktorý objasnil základné využitie finančných pomerových ukazovateľov bol Whittington (1980), podľa ktorého existujú dva základné spôsoby využitia týchto ukazovateľov: (i) normatívne využitie – meranie ukazovateľov podniku v porovnaní so štandardnými hodnotami (v odvetví, alebo podľa veľkosti podnikov); (ii) pozitívne využitie – odhadujú sa empirické vzťahy, zvyčajne na účely predikcie. Ďalší autori, spomenieme napríklad MacKay a Phillips (2005), Piotroski (2000), Barnes (1982), uvádzajú, že finančné ukazovatele sa využívajú najmä pri hodnotení schopnosti podnikov platiť svoje záväzky,

hodnotení kvality manažmentu, hodnotení výkonnosti podnikov, hodnotení kreditného rizika, úverového ratingu, či pri testovaní ekonomických hypotéz, pri ktorých sa využívajú finančné ukazovatele.

Hlavným dôvodom prečo sa využívajú pomerové ukazovatele na rozdiel od absolútnych ukazovateľ je ten, že pomerové ukazovatele umožňujú porovnávať podniky medzi sebou bez ohľadu na ich veľkosť a odvetvie, v ktorom pôsobia. Veľkosť podniku majú ukazovatele pod kontrolou iba v prípade, že dve finančné premenné, ktoré vstupujú do ich výpočtu, sú striktné proporcionálne. Existujú viaceré práce, ktoré sa zaoberali testovaním proporcionality medzi premennými v pomerových ukazovateľoch. Spomenieme napríklad štúdie Gao a kol. (2008), McLeay a Fieldsend (1987), McDonald a Morris (1984).

V podstate, užitočnosť finančných pomerových ukazovateľov pri predikcii úpadkov a ratingu dlhopisov je určený (vymedzený) základným pravdepodobnostným modelom, ktorý najlepšie opisuje správanie ukazovateľov. Napríklad, kreditný manažér, ktorý využíva pri hodnotení kreditného rizika žiadateľa o úver pomerové ukazovatele (a predpokladá ich normálne rozdelenie) môže prísť k rozhodnutiu, ktoré je diametrálne odlišné od rozhodnutia, pri ktorom sa nepredpokladá normálne rozdelenie a počíta sa so šikmosťou rozdelenia. Preto je pri modeloch vyžadujúcich normálne rozdelenie dát, zachovať normalitu. Inak model bude poskytovať skreslené výsledky.

Viaceré štúdie, ktorých korene siahajú ešte do 80-tych rokov minulého storočia (Bedingfield a kol. 1985 alebo Piotroski 2000), ktoré testovali základnú hypotézu o normálnom rozdelení pomerových finančných ukazovateľov potvrdili, že pomerové finančné ukazovatele sa neriadia normálnym rozdelením. Každé odklonenie od normality môžeme považovať v štatistickom ponímaní ako štatistickú zvláštnosť dát. Túto problematiku sa snaží sčasti zachytiť tzv. prieskumová analýza dát (exploratory data analysis –EDA), ktorú v roku 1977 predstavil John Tukey. Cieľom EDA je odhalenie štatistických zvláštností dát. Táto analýza je vykonaná vo viacerých krokoch: (i) najprv sa vyšetrí štatistické zvláštnosti; (ii) overia sa základné predpoklady; (iii) ak sa zistí nenormalita dát, využijú sa ďalšie techniky na zabezpečenie normality dát; (iv) vykoná sa konfirmatórna analýza dát (CDA), v ktorej sa odhadnú parametre.

Podľa publikácie, ktorej autorom je Tong (2012), finančné ukazovatele sú vytvorené z dvoch účtovných premenných, a ich združené rozdelenie pravdepodobnosti bude závisieť na správaní čitateľa, aj menovateľa. Ak existuje medzi nimi neproporcionálny vzťah, potom bude rozdelenie pravdepodobnosti zošikmené. Štúdie autorov Barnes (1982), Whittington (1980), Lev a Sunder (1979) zdôrazňujú, že ak premenná Y nie je proporcionálna k premennej X , nedá sa očakávať normalita dát.

Za jednu z hlavných príčin nenormálneho rozdelenia dát a ich zošikmenia sa určite dá považovať existencia odľahlých hodnôt (extrémne hodnoty; outliers), čo bolo dokázané aj v príspevkoch autorov Frecka a Hopwood (1983), MacKay a Phillips (2005). Podľa týchto autorov, vylúčenie odľahlých hodnôt zo vzorky znižuje šikmosť a zlepšuje normálne rozdelenie. Keďže bolo dokázané, že zošikmené a nenormálne rozdelenie pravdepodobnosti je spôsobené odľahlými hodnotami, je namieste si položiť otázku, či existujú spôsoby odstránenia odľahlých hodnôt za účelom získania normálneho rozdelenia dát. Odpovede na túto otázku boli známe už skôr, keď v predchádzajúcich výskumoch boli využité napríklad metódy orezávania dát (trimming) alebo windsorizing (zmena odľahlej hodnoty za najbližšiu neodľahlú hodnotu), ktoré využil pri testovaní normality dát Barnes (1982). Vylúčením odľahlých hodnôt môže byť dosiahnutá normalita pri viacerých ukazovateľoch. Takisto to významným spôsobom znižuje rozptyl a zvyšuje stabilitu ukazovateľov v čase. Ezzamel a kol. (1987) uskutočnili test na proporcionálnosť dát a zistili, že aj po odstránení odľahlých hodnôt, viaceré rozdelenia neboli aj tak normálne rozdelené. Dôvod môže byť vysvetlený neproporcionálnym vzťahom medzi čitateľom a menovateľom v pomerovom finančnom ukazovateli.

Existujú však aj prípady, kedy je nenormálne rozdelenie dát spôsobené inými vplyvmi ako prítomnosťou odľahlých hodnôt. V tomto prípade sa odporúča na odstránenie asymetrie dát využiť vhodné spôsoby nelineárnej transformácie. Transformácia dát vedie k stabilizácii rozptylu, zosymetrizovaniu rozdelenia a k normalite. Tong (2012) uvádza, že je možné využiť viaceré spôsoby nelineárnej transformácie, z ktorých sa najčastejšie využívajú: (i) logaritmická transformácia; (ii) mocninová a odmocninová transformácia; (iii) Box-Cox transformácia dát. Kým odmocninová a logaritmická transformácia dokázala v niektorých štúdiách zabezpečiť normalnosť rozdelenia ukazovateľov, neexistuje žiadne všeobecne platné pravidlo, ktoré by zaručovalo, že po transformácii dát budú dáta normálne rozdelené. Napríklad Deakin (1976) zistil, že aj po transformácii dát, boli zaznamenané odchýlky od normality. To môže byť spôsobené hlavne neproporcionálnymi vzťahmi medzi finančnými premennými, ktoré vstupujú do výpočtu pomerových ukazovateľov. Jedným z nedostatkov transformácie dát je to, že môže meniť

vzájomné vzťahy medzi finančnými premennými a ovplyvňovať tak relatívne postavenie pozorovaní v skupine.

Cieľom predkladaného príspevku je testovať hypotézu normálneho rozdelenia hodnôt vybraných pomerových ukazovateľov slovenských podnikov. Za týmto účelom bola využitá prieskumová analýza dát (exploratory data analysis) navrhnutá autorom John Tukey, ktorá okrem vizualizačných techník využíva aj štatistické testy normality dát a navrhuje spôsoby ako odstrániť štatistické zvláštnosti v dátových súboroch.

1 Vzorka a dáta

Výskumnú vzorku tvoria podniky pôsobiace v Slovenskej republike. Dáta sú využité z databázy ORBIS od spoločnosti Bureau VanDijk. Čo sa týka slovenských podnikov, táto databáza obsahuje účtovné dáta a informácie o 19 848 slovenských podnikoch. Ak zoberieme do úvahy, že nie všetky hodnoty účtovných ukazovateľov sú zverejnené v tejto databáze, po úprave dát získavame účtovné informácie o viac ako 18 000 podnikoch. Zo všetkých týchto dát našu konečnú vzorku tvorilo 10 700 podnikov, keďže niektoré ukazovatele obsahovali hodnoty NA (not available – nedostupné dáta) alebo prázdne bunky. Táto databáza neobsahuje dáta o malých podnikoch, to znamená, že v rámci tohto príspevku sa testuje normalita pomerových finančných ukazovateľov slovenských stredných a veľkých podnikov.

Na testovanie normálneho rozdelenia dát boli využité finančné pomerové ukazovatele, ktoré sa najčastejšie vyskytovali v štúdiách zaoberajúcich sa predikciou finančnej situácie podnikov (napr. Bauer a Agarwal, 2014). Medzi vybrané finančné pomerové ukazovatele patrí nasledujúcich 14 ukazovateľov: Čistý pracovný kapitál/Celkové aktíva (WC/TA), pohotovú peňažnú prostriedky/celkové aktíva (QA/TA), Zisk pred zdanením, odpočítaním daňových a úrokových nákladov/celkové aktíva (EBIT/TA), Tržby/celkové aktíva (SA/TA), Cash Flow/celkový dlh (CF/DE), Bežná likvidita (Current ratio-CR), Čistý zisk/tržby (NI/SA), Čistý zisk/čistý pracovný kapitál (NI/WC), Krátkodobé záväzky/Celkové aktíva (CL/TA), Čistý pracovný kapitál/Tržby (WC/SA), Celkový dlh/celkové aktíva (DE/TA), Čistý zisk/celkový dlh (NI/DE), Obežné aktíva/tržby (CA/SA), Pohotovú peňažnú prostriedky/tržby (QA/SA). Normálne rozdelenie pravdepodobnosti týchto ukazovateľov bolo hodnotené za rok 2013, kedy máme posledné dostupné dáta.

2 Metodológia

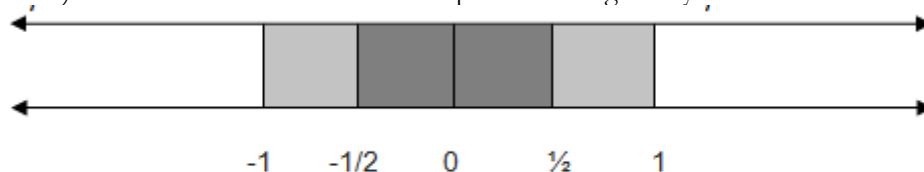
Pri každom ukazovateli bolo zo všetkých podnikov náhodne vybraná vzorka 300 podnikov, na ktorej sa vykonala vizuálna diagnostika dát a testovanie hypotézy o normálnom rozdelení pravdepodobnosti hodnôt ukazovateľov. Čo sa týka vizuálnej diagnostiky dát, boli využité 3 vizualizačné techniky na overenie normálneho rozdelenia dát. Konkrétne ide o (i) histogram; (ii) Box-plot (krabicový diagram); (iii) Q-Q plot normálneho rozdelenia dát. Vizuálne zhodnotenie dát nám môže odhaliť skutočnosť, či sú hodnoty ukazovateľov normálne rozdelené. Takéto zhodnotenie však ešte nemusí byť štatisticky presné. Práve z tohto dôvodu boli vykonané aj štatistické testy.

Na zhodnotenie šikmosti a špicatosti ukazovateľov boli využité ich číselné výpočty. Pre výpočet výberovej šikmosti a špicatosti boli použité nasledovné vzťahy:

$$\text{Šikmosť} = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^2 \quad (1)$$

$$\text{Špicatosť} = \left\{ \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)} \quad (2)$$

Pri hodnotení šikmosti Bulmer (1979) uvádza, že pokiaľ je hodnota šikmosti väčšia ako 0, ide o pozitívne zošikmené rozdelenie (zošikmené vpravo). V opačnom prípade ide o negatívne zošikmené rozdelenie (zošikmené vľavo). Pri tomto hodnotení si môžeme pomôcť tiež grafickým zobrazením



Obrázok 2 Intervaly klasifikácie hodnôt šikmosti

Zdroj: vlastné spracovanie podľa Bulmer(1979)

Na základe vyššie uvedeného obrázka budeme považovať zošikmenie za silné, ak jeho hodnota bude menšia ako -1 alebo väčšia ako 1. Ak sa budú hodnoty pohybovať v rozmedzí (-1/2; 1/2), považujeme rozdelenie za približne symetrické a v prípade ak sa hodnoty zošikmenia pohybujú v rozmedzí (-1;1/2) a (1/2; 1), vtedy sa považuje zošikmenie za mierne.

Na testovanie hypotézy o normálnom rozdelení bol využitý Shapiro-Wilk's test. Tento parametrický štatistický test testuje nulovú hypotézu, že dáta sú normálne rozdelené oproti alternatívnej hypotéze, ktorá tvrdí opak. Testovacia štatistika Shapiro-Wilksovho testu má testovaciu štatistiku:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \tag{3}$$

Pokiaľ p-hodnota Wilksovej testovacej štatistiky je menšia ako zvolená hranica hladiny významnosti $\alpha=0,05$, zamietame nulovú hypotézu o normálnom rozdelení skúmaných dát. Rovnako bol použitý aj Kolmogorov-Smirnov test o normalite dát, ktorý má testovaciu štatistiku:

$$D = \max_{1 \leq i \leq N} (F(Y_i) - \frac{i-1}{N}, \frac{i}{N} - F(Y_i)) \tag{4}$$

kde F je teoretická kumulatívna distribučná funkcia. pri rozhodovaní o zamietnutí hypotézy sa rozhodujeme rovnakým spôsobom ako v prípade Shapiro-Wilk's testu.

V prípade, ak je zistené nenormálne rozdelenie dát, ďalšou úlohou je zistiť dôvod nenormálneho rozdelenia dát. Na tieto účely sa použijú techniky na odhaľovanie odľahlých hodnôt (outliers). Na detekciu odľahlých hodnôt bol použitý Hampelov test, keďže iné štatistické testy, napr. Grubbsov test a Dixonov test nedokážu odhaliť viaceré extrémne hodnoty iba jednu (Baumöhl a kol. 2013).

$$H_i = \frac{|X_i - \bar{X}|}{MADN} \tag{5}$$

kde $MADN = MAD/0.6745$ (6)

$$MAD = \tilde{r} \tag{7}$$

$$r_i = |X_i - \bar{X}| \tag{8}$$

Po zistení odľahlých (extrémnych hodnôt) bola následne vytvorená nová vzorka ukazovateľov bez odľahlých hodnôt a proces vizuálnej diagnostiky a štatistického testovania normálneho rozdelenia dát sa zopakoval. Na zistenie štatistickej významnosti zošikmenia rozdelenia pravdepodobnosti po odstránení odľahlých hodnôt sa využil D'Agostino test (1990), ktorého testovacia štatistika nadobúda tvar:

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\ln W}} \ln \left[\frac{Y}{\alpha} + \left\{ \left(\frac{Y}{\alpha} \right)^2 + 1 \right\}^{1/2} \right] \tag{9}$$

pričom,

$$\alpha = \left\{ \frac{2}{(W^2 - 1)} \right\}^{1/2} \tag{10}$$

$$W^2 = -1 + [2\{\beta_2(g_1) - 1\}]^{1/2} \tag{11}$$

$$\beta_2(g_1) = \frac{3(n^2 + 27n - 70)(n+1)(n+3)}{(n-2)(n+5)(n+7)(n+9)} \tag{12}$$

$$Y = g_1 \sqrt{\left\{ \frac{(n+1)(n+3)}{6(n-2)} \right\}} \tag{13}$$

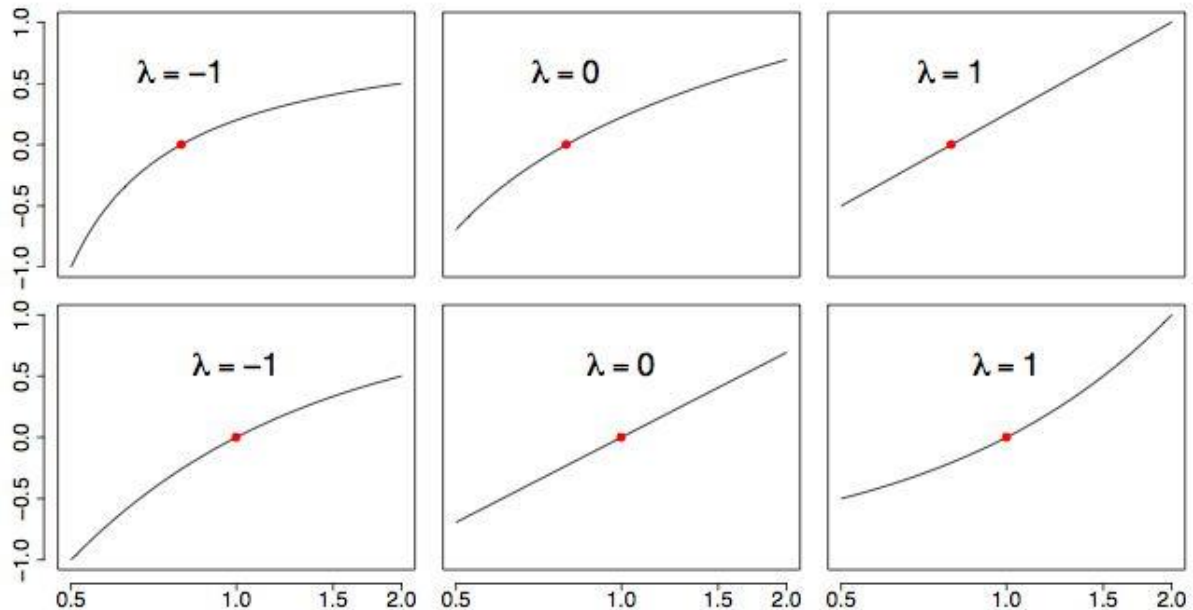
kde

- g_1 - koeficient šikmosti,
- β_2 - koeficient špicatosti,
- n - veľkosť vzorky
- Z - testovacia štatistika

Cieľom testovania štatistických hypotéz na základe uvedených štatistických testov je zistiť, či po odstránení odľahlých hodnôt zo vzorky budú mať dáta normálne rozdelenie pravdepodobnosti. Ak sa zistí, že nenormálne rozdelenie dát nespôsobujú odľahlé hodnoty, ale viac dát na koncoch rozdelenia, dá sa uvažovať o tom, že nenormalitu dát spôsobuje zošikmenie. V takomto prípade je vykonaná transformácia dát. Najprv sa testuje logaritmická transformácia dát. V prípade, ak pozorovaná vzorka obsahuje záporné čísla, nie je možné využiť nelineárnu logaritmickú transformáciu dát. V tomto prípade je použitá Box-Coxova transformácia dát podľa štúdie autorov Kutner a kol. (2004). Box-Coxova transformácia premennej x je indexovaná indexom λ a je definovaná ako:

$$x_{\lambda}' = \frac{x^{\lambda} - 1}{\lambda} \quad (14)$$

Podstata Box-Coxovej transformácie je zachytená na nasledujúcom obrázku:



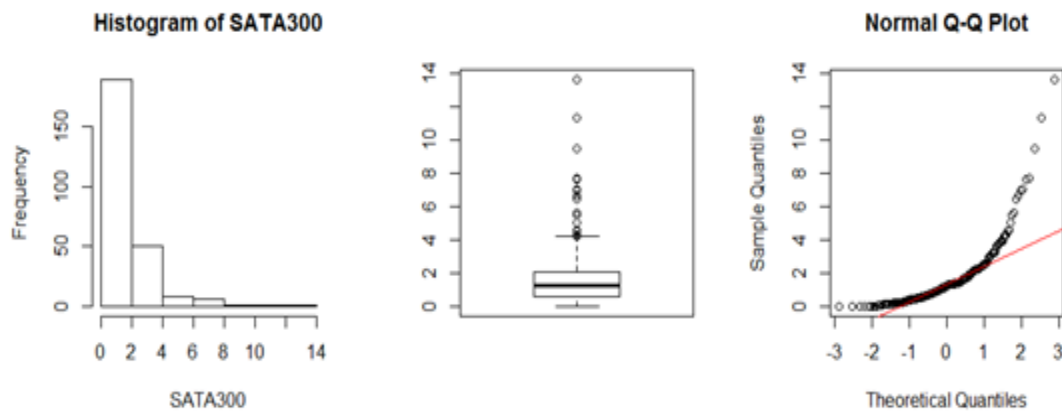
Obrázok 3 Box-Coxova transformácia dát

Zdroj: vlastné spracovanie

Stanovenie presnej hodnoty indexu λ je výpočtovo veľmi náročné. Z tohto dôvodu bol na výpočet použitý kód v štatistickom softvéri R, ktorý túto hodnotu rýchlo vypočíta.

3 Empirické výsledky

Na základe náhodne vybranej vzorky ($n=300$) bola najprv vykonaná vizuálna diagnostika dát, ktorá môže pomôcť pri zisťovaní štatistických zvláštností dát. Pre obmedzený priestor tohto príspevku nebudeme uvádzať všetky grafické zobrazenia. Uvedieme vizuálnu diagnostiku dát pre dva pomerové ukazovatele (Pohotovosť peňažné prostriedky/Celkové aktíva, Tržby/Celkové aktíva), ktoré môžu pomôcť pochopiť podstatu rozdelenia pravdepodobnosti skúmaných finančných pomerových ukazovateľov.

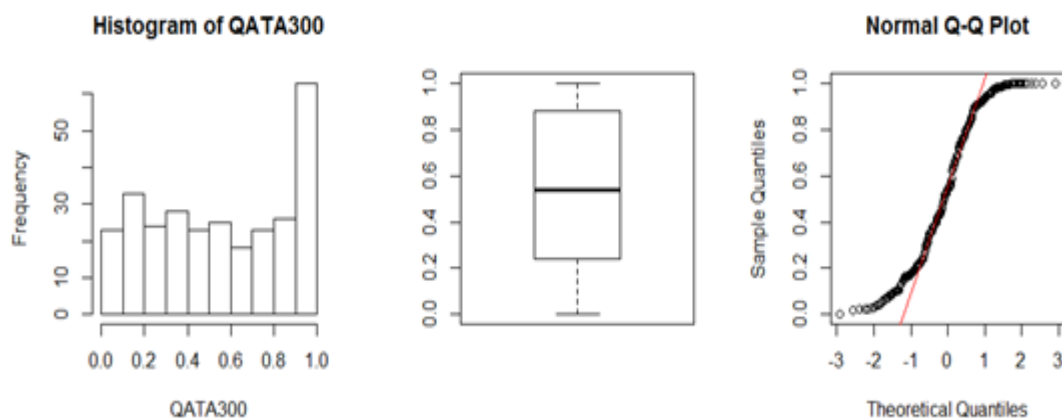


Obrázok 4 Grafická vizualizácia ukazovateľa Tržby/celkové aktíva

Zdroj: vlastné spracovanie

V prípade ukazovateľa Tržby/Celkové aktíva, vidíme, že rozdelenie pravdepodobnosti je pravo zošikmené. Stredný graf (Box-plot) dokazuje túto šikmosť a z obrázka je vidieť, že väčšina hodnôt ukazovateľa sa sústreďuje od hodnôt 0-2 s tým, že sa tam vyskytujú viaceré odľahlé hodnoty, ktoré spôsobujú nenormalitu dát. Následne je to prehľadne vidieť aj na grafe Q-Q plot.

Grafická vizualizácia hodnôt ukazovateľa Pohotovosť peňažné prostriedky/Celkové aktíva je zobrazená na nasledujúcom obrázku:



Obrázok 5 Grafická vizualizácia ukazovateľa Pohotovosť peňažné prostriedky/celkové aktíva

Zdroj: vlastné spracovanie

Z tohto obrázku môžeme vidieť, že ukazovateľ Pohotovosť peňažné prostriedky/Celkové aktíva je približne symetricky rozdelené s miernym ľavým zošikmením. Na základe empirických výsledkov môžeme konštatovať, že spomínaný ukazovateľ je jediným zo 14 skúmaných ukazovateľov, ktorého rozdelenie sa približuje normálnemu rozdeleniu.

Sumárna štatistika sledovaných ukazovateľov pôvodnej vzorky je uvedené v tabuľke:

Tabuľka 2 Testovanie normálneho rozdelenia pomerových ukazovateľov

Ukazovateľ	šikmost'	špicatost'	D'Agostino test (p-value)	Shapiro-Wilk test (p-value)	Kolmogorov-Smirnov test (p-value)
WC/TA	-16.196	269.712	0.0000*	0.0000*	0.0000*
QA/TA	-0.059	1.608	0.607	0.0000*	0.0000*
EBIT/TA	-16.061	267.404	0.0000*	0.0000*	0.0000*
SA/TA	3.098	16.481	0.0000*	0.0000*	0.0000*
CF/DE	12.693	192.142	0.0000*	0.0000*	0.0000*
CR	12.693	192.142	0.0000*	0.0000*	0.0000*
NI/SA	11.446	168.548	0.0000*	0.0000*	0.0000*
NI/WC	12.935	207.118	0.0000*	0.0000*	0.0000*
CL/TA	5.497	52.077	0.0000*	0.0000*	0.0000*
WC/SA	16.546	275.169	0.0000*	0.0000*	0.0000*
DE/TA	11.216	139.211	0.0000*	0.0000*	0.0000*
NI/DE	11.216	139.211	0.0000*	0.0000*	0.0000*
CA/SA	4.637	26.373	0.0000*	0.0000*	0.0000*
QA/SA	15.631	249.687	0.0000*	0.0000*	0.0000*

* na hladine významnosti α (0.05) sa zamietá nulová hypotéza

Zdroj: vlastné spracovanie

Na základe výsledkov pozorovaní a testovaní normality rozdelenia pravdepodobnosti hodnôt finančných pomerových ukazovateľov môžeme konštatovať, že tieto sa neriadia normálnym rozdelením. Na základe vizuálneho hodnotenia dát môžeme usúdiť, že vo väčšine prípadov je dôvodom nerovnomerného rozdelenia dát prítomnosť odľahlých hodnôt (outliers). Jedine v prípade ukazovateľa Pohotovú peňažnú prostriedky/celkové aktíva (QA/TA) je možné pozorovať, že dáta nie sú zošikmené, čo potvrdzuje D'Agostino test.

Pri zisťovaní počtu odľahlých hodnôt sme dospeli k týmto záverom.

Tabuľka 3 Zisťovanie počtu odľahlých hodnôt podľa Hampelovho testu

Ukazovateľ	Počet odľahlých hodnôt	Podiel odľahlých hodnôt
WC/TA	47	15.66%
QA/TA	0	0.00 %
EBIT/TA	12	4.00 %
SA/TA	44	14.66 %
CF/DE	11	3.67 %
CR	11	3.67 %
NI/SA	23	7.67 %
NI/WC	64	21.33 %
CL/TA	22	7.33 %
WC/SA	22	7.33 %
DE/TA	30	10.00 %
NI/DE	30	10.00 %
CA/SA	37	12.33 %
QA/SA	36	12.00 %

Zdroj: vlastné spracovanie

Z tejto tabuľky vyplýva, že najvyšší podiel odľahlých hodnôt mal ukazovateľ Čistý zisk/čistý pracovný kapitál (NI/WC), a to 21.33 %. Nevýhoda takejto identifikácie odľahlých hodnôt spočíva v tom, že vzorka s vysokým počtom odľahlých hodnôt vylúčením týchto odľahlých hodnôt stráca dôležité informácie o skutočnom rozdelení a v niektorých prípadoch sa zužuje veľkosť vzorky. Žiadna odľahlá hodnota nebola zistená pri ukazovateli Pohotovosť peňažné prostriedky/celkové aktíva (QA/TA), keďže ako už bolo spomínané, rozdelenie hodnôt tohto ukazovateľa je takmer symetrické s miernym zošikmením.

Následne bolo vykonané testovanie normality dát po vylúčení odľahlých hodnôt zo vzoriek. Dosiahnuté výsledky zobrazuje nasledujúca tabuľka:

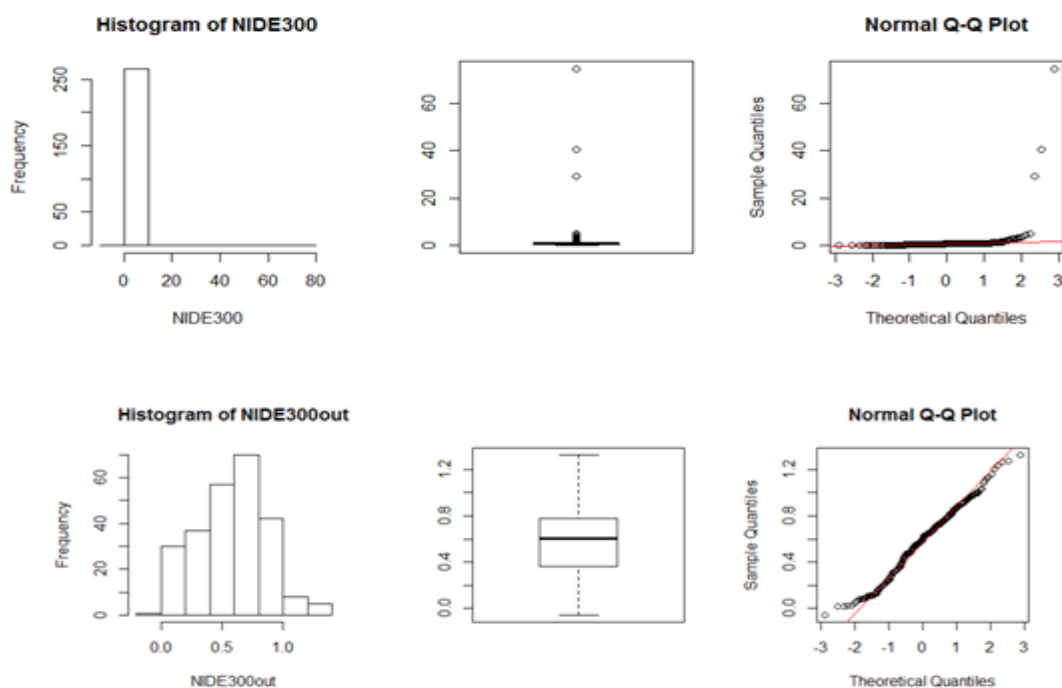
Tabuľka 4 Testovanie normálneho rozdelenie pomerových ukazovateľov po odstránení odľahlých hodnôt

Ukazovateľ	šikmost'	špicatosť	D'Agostino test (p-value)	Shapiro-Wilk test (p-value)
WC/TA	0.249	2.593	0.105	0.012*
QA/TA	-	-	-	-
EBIT/TA	0.106	3.205	0.508	0.000*
SA/TA	0.692	2.863	0.000*	0.000*
CF/DE	0.257	3.386	0.104	0.000*
CR	0.257	3.386	0.104	0.000*
NI/SA	0.169	3.496	0.308	0.000*
NI/WC	3.690	38.249	0.000*	0.000*
CL/TA	0.286	2.214	0.055	0.000*
WC/SA	0.081	2.865	0.599	0.041*
DE/TA	-0.030	2.527	0.842	0.037*
NI/DE	-0.030	2.527	0.842	0.037*
CA/SA	0.698	2.761	0.000*	0.000*
QA/SA	0.769	2.914	0.000*	0.000*

* na hladine významnosti α (0.05) sa zamietla nulová hypotéza

Zdroj: vlastné spracovanie

Na základe výpočtov šikmosti náhodne vybranej vzorky môžeme konštatovať, že deväť ukazovateľov, konkrétne Čistý pracovný kapitál/celkové aktíva (WC/TA), EBIT/celkové aktíva, Current ratio, Cash flow/celkové dlhy (CF/DE), Čistý zisk/tržby (NI/SA), Krátkodobé záväzky/celkové aktíva (CL/TA), Čistý pracovný kapitál/tržby (WC/TA), Dlhy/celkové aktíva (DE/TA) a Obežné aktíva/tržby (CA/SA), po odstránení odľahlých hodnôt už nebolo zošikmených. Ak chceme tieto výsledky zovšeobecniť pre celú populáciu ukazovateľov, je potrebné sa pozrieť na výsledky D'Agostino testu. Podľa výsledkov tohto testu môžeme potvrdiť, že populácia všetkých spomínaných ukazovateľov nemá zošikmené rozdelenie pravdepodobnosti. To však neznamená, že sú normálne rozdelené. Výsledky Shapiro-Wilk testu naznačujú, že ani jednu populáciu ukazovateľov nemôžeme považovať za normálne rozdelenú. Po odstránení odľahlých hodnôt teda 9 z 13 ukazovateľov malo viac symetrické rozdelenie, aj keď nebolo úplne normálne. Grafické porovnanie zmeny pred odstránením a po odstránení odľahlých hodnôt ukazovateľa Čistý zisk/ celkové dlhy (NI/DE) znázorňuje nasledujúci obrázok:



Obrázok 6 Porovnanie rozdelenie pravdepodobnosti dát pred a po odstránení odľahlých hodnôt

Zdroj: vlastné spracovanie

Na horných troch obrázkoch je vizuálna diagnostika pred odstránením odľahlých hodnôt, na spodných troch obrázkoch po odstránení odľahlých hodnôt. Z týchto obrázkov vidíme, že odstránenie odľahlých hodnôt znížilo šikmost' a priblížilo teoretické rozdelenie pravdepodobnosti k empirickému.

Záver

V príspevku sme sa zaoberali rozdelením pravdepodobnosti finančných pomerových ukazovateľov v slovenských podnikoch. Celkovo bolo hodnotených 14 ukazovateľov. Hodnoty ukazovateľov boli použité pre náhodne vybranú vzorku 300 stredných a veľkých podnikov z databázy ORBIS. Výsledky naznačujú, že finančné pomerové ukazovatele sa neriadia normálnym rozdelením pravdepodobnosti. Táto skutočnosť de facto vylučuje využívanie teoretických modelov, v ktorých jednou z dôležitých predpokladov je dodržiavanie jednorozmernej alebo viacrozmernej normality. Ide napríklad o diskriminačnú analýzu, metódu odhadu najmenších štvorcov v regresných modeloch. Normálne rozdelenie pravdepodobnosti sa vyžaduje aj pri testovaní viacerých štatistických hypotéz.

Výsledky práce ďalej implikujú, že odstránením odľahlých hodnôt v pozorovaní je možné znížiť zošikmenie rozdelenie. Na druhej strane však musíme pripustiť fakt, že odstránením viacerých odľahlých hodnôt sa strácajú dôležité informácie o celkovom rozdelení pravdepodobnosti a takisto sa v niektorých prípadoch znižuje veľkosť vzorky. Ako alternatíva sa ponúka transformácia nenormálne rozdelených dát. Aj v tomto prípade však nie je vždy transformácia dát nástrojom k získaniu normálneho rozdelenia. Prekážkou môže byť neproporcionálny vzťah medzi premennými, ktoré vstupujú do výpočtu pomerových ukazovateľov.

Jedným z riešení je využívať neparametrické modely, ktoré si nevyžadujú dodržiavať predpoklad normality dát, prípadne hľadať iné formy rozdelenia, ktorým by sa aspoň približovalo rozdelenie pravdepodobnosti pomerových ukazovateľov.

Príspevok bol riešený v rámci projektu VEGA 1/0402/15 Insolvenca podnikov v S: konkurzy, reštrukturalizácie a predikcia finančnej tiesne.

Literatúra

- BARNES, P. 1982. *Methodological implications of non- normally distributed financial ratios. Journal of Business Finance & Accounting*, 1982, 9.1: 51-62.
- BARNES, P. 1987. *The analysis and use of financial ratios: A review article. Journal of Business Finance & Accounting*, 1987, 14.4: 449-461.
- BAUER, J. - AGARWAL, V. 2014. *Are hazard models superior to traditional bankruptcy prediction approaches? A comprehensive test. Journal of Banking & Finance*, 2014, 40: 432-442.
- BEDINGFIELD, J. P. - RECKERS, P. M. J; STAGLIANO, A. J. 1985. *Distributions of financial ratios in the commercial banking industry. Journal of Financial Research*, 1985, 8.1: 77-81.
- DEAKIN, E. B. 1976. *Distributions of financial accounting ratios: some empirical evidence. Accounting Review*, 1976, 90-96.
- EZZAMEL, M. - MAR- MOLINERO, C. BEECH, A. 1987. *On the distributional properties of financial ratios. Journal of Business Finance & Accounting*, 1987, 14.4: 463-481.
- FRECKA, T. J. - HOPWOOD, W. S. 1983. *The effects of outliers on the cross-sectional distributional properties of financial ratios. Accounting Review*, 1983, 115-128.
- FRECKA, T.J. - LEE, CH. F. 1983. *Generalized financial ratio adjustment processes and their implications. Journal of Accounting Research*, 1983, 308-316.
- GAO, S. - MOKHTARIAN, P. - JOHNSTON, R. 2008. *Nonnormality of data in structural equation models. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2008, 2082: 116-124.
- JOBSON, J. 2012. *Applied multivariate data analysis: volume II: Categorical and Multivariate Methods. Springer Science & Business Media*, 2012.
- KUTNER, Michael H. a kol. 2005. *Applied linear statistical models*. 2005.
- LEV, B. - SUNDER, S. 1979. *Methodological issues in the use of financial ratios. Journal of Accounting and Economics*, 1979, 1.3: 187-210.
- MCDONALD, B. - MORRIS, M. H. 1984. *The statistical validity of the ratio method in financial analysis: An empirical examination. Journal of Business Finance & Accounting*, 1984, 11.1: 89-97.
- MACKAY, P. - PHILLIPS, G. M. 2005. *How does industry affect firm financial structure?. Review of Financial Studies*, 2005, 18.4: 1433-1466.
- MCLEAY, S. - FIELDSSEND, S. 1987. *Sector and size effects in ratio analysis: An indirect test of ratio proportionality. Accounting and Business Research*, 1987, 17.66: 133-140.
- PIOTROSKI, J. D. 2000. *Value investing: The use of historical financial statement information to separate winners from losers. Journal of Accounting Research*, 2000, 1-41.
- SO, J. C. 1987. *Some Empirical Evidence On the Outliers and the Non- Normal Distribution of Financial Ratios. Journal of Business Finance & Accounting*, 1987, 14.4: 483-496.
- TUKEY, J. W. *Exploratory data analysis*. 1977.
- TONG, Y. L. 2012. *The multivariate normal distribution. Springer Science & Business Media*, 2012.
- WHITTINGTON, G. 1980. *The profitability and size of United Kingdom companies, 1960-74. The Journal of Industrial Economics*, 1980, 335-352.

IMPROVING THE QUALITY OF HIGHER EDUCATION AS A RESULT OF THE HARMONIZATION OF EDUCATIONAL PROCESSES

Ing. Zuzana NIŽNÍKOVÁ, PhD.
Ing. Slavomíra STAŠKOVÁ

Ekonomická univerzita v Bratislave
Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach
Katedra kvantitatívnych metód
Tajovského 13, 041 30 Košice, Slovensko

niznikova@euke.sk
slavomira.staskova@euke.sk

Key words

education, quality, knowledge-based economy, harmonization, focusing on practice

Abstract

Many of the proposed reforms will require legislative changes. Given the relative obsolescence of the Higher Education Act, its frequent amendment and the extent of proposed changes to the proposal to adopt a new law on universities. The law should be relatively Framework, which is in line with the philosophy of material to retain greater autonomy universities. Compared with applicable law would be even more concise. Many sections referred to in the law today, should be subject to laws of general application of less force. Here, however, it is given the specificities of Slovak legislation should be sensitively determine the boundaries so as not to call into question the authority of this complex legislation.

Introduction

Harmonization of higher education in the countries of the European Union today is a frequently discussed topic. To ensure that the economies of member countries, interference barriers to mobility of students and the workforce and fulfill the objectives of a knowledge economy, attention is focused on improving the quality of education and the promotion of science and research. Skilled labor is becoming a key factor for future prosperity Union countries and their people. The contribution is aimed at defining the fundamental factors affecting the quality of educational process at universities in the Slovak Republic, analyzing the current situation from the perspective of students and staff and identify current trends in the educational process.

1 Need to increase the quality of education

Every country in the interests of its further development and increasing competitiveness seeks to promote quality education. In the present context it is important to zoom in and modernize the education system at all levels of the model's most advanced countries. Gets to the fore the issue of higher education as a source of knowledge for the development of science and research in various fields of national economy. Slovak Republic as part of the European Union in order to meet the strategic objectives of harmonizing the education system with other member countries. Alignment of teaching methods and procedures, removal of outdated teaching techniques and modernization of education as such is necessary in order to improve the quality of higher education, better application of the graduates and to promote mobility between EU countries. Education thus becomes a key issue in creating a single area of knowledge economy in the EU.

That is what are the main reasons why we need to continuously innovate the educational process, to align with market requirements and to produce such graduates as requiring current economic practice. In order to improve teaching quality and interest of potential students and researchers on the effect of the university is up to date teaching methods and techniques to upgrade and modernize the example of the most prestigious universities, which is achieved by increasing its competitiveness.

1.1 Harmonization of higher education within the European Union - The Bologna Process

The Slovak Republic joined the European Union in May 2004, in the process of convergence of member countries in various fields of economic life. At the European Council in Lisbon in March 2000 was set for the European Union a new strategic goal for the next decade - to build a competitive and dynamic knowledge-based economy, with greater social cohesion and higher employment rate. It was adopted a comprehensive strategy, focusing on the economy and the transition to knowledge-based society to modernize the European social model and appropriate macroeconomic policies towards a healthy economic environment and growth.

The broader context is part of the Lisbon objectives, EU and the Bologna Process - an initiative aimed at building the European Higher Education Area, while maintaining diversity, which is considered as an element of attractiveness. The Bologna Process is implemented at institutional, national and European level and has the full support of the European institutions, national governments, national rectors' conferences and universities. This initiative is achieved through harmonization of degrees and study the nature of the individual unions, guaranteeing quality standards throughout Europe.

The Bologna Process began meeting of Ministers of Education at the Sorbonne in Paris in 1998. At the next meeting in June 1999 in Bologna, Italy signed the so-called ministers of 29 countries. Bologna Declaration establishing the European Higher Education Area by 2010. The Bologna Declaration states the following objectives:

- adopt a system of easily readable and comparable degrees,
- adopt a system with two degrees (undergraduate and graduate),
- to establish a system for acquisition and transfer of credits (ECTS like the Socrates - Erasmus)
- to improve mobility of students, teachers and scientists by removing barriers
- improve European cooperation in quality evaluation,
- improve the European dimension in higher education.

The Bologna Process unifies the system of higher education, allowing smoother transition between high school students in the study and students the opportunity to acquire education is not confined to the country, but extends throughout Europe. This should ensure the quality and consistency of learning across Europe in the process of higher education. Higher education is divided into three stages: bachelor's, master's and doctoral. Recognition of diplomas and degrees helps not only academics, but also places the candidates in finding employment.

2 Evaluation of the quality of education and training for practice educators and students

Any evaluation of the effectiveness of the system can not do without feedback from interested parties. It is also in the evaluation of the quality of education. This necessarily requires monitoring and analysis of the attitudes of students and staff operating in controlled universities and colleges.

We took a survey and evaluation of universities conducted by the ARRA - Academic Ranking and Rating Agency. As part of the evaluation was represented by a sample of graduates and teachers. Survey participated in 3929 and 2454 graduates of teachers. Rated to over 15 universities throughout Slovakia. While for objectivity in the evaluation did not include universities with fewer than 30 respondents. Both surveys focused on assessing the quality of education in Slovakia, which is the subject of our interest.

Overall, the evaluation of university teachers should take account of 9 lines, which included topics such as quality of students, student preparedness for practice, international cooperation, credit system and the importance of objects, and loyalty to faculty job satisfaction, reasons for selection of faculty, quality assessment scientific work of teachers, ways to improve the work of the faculty.

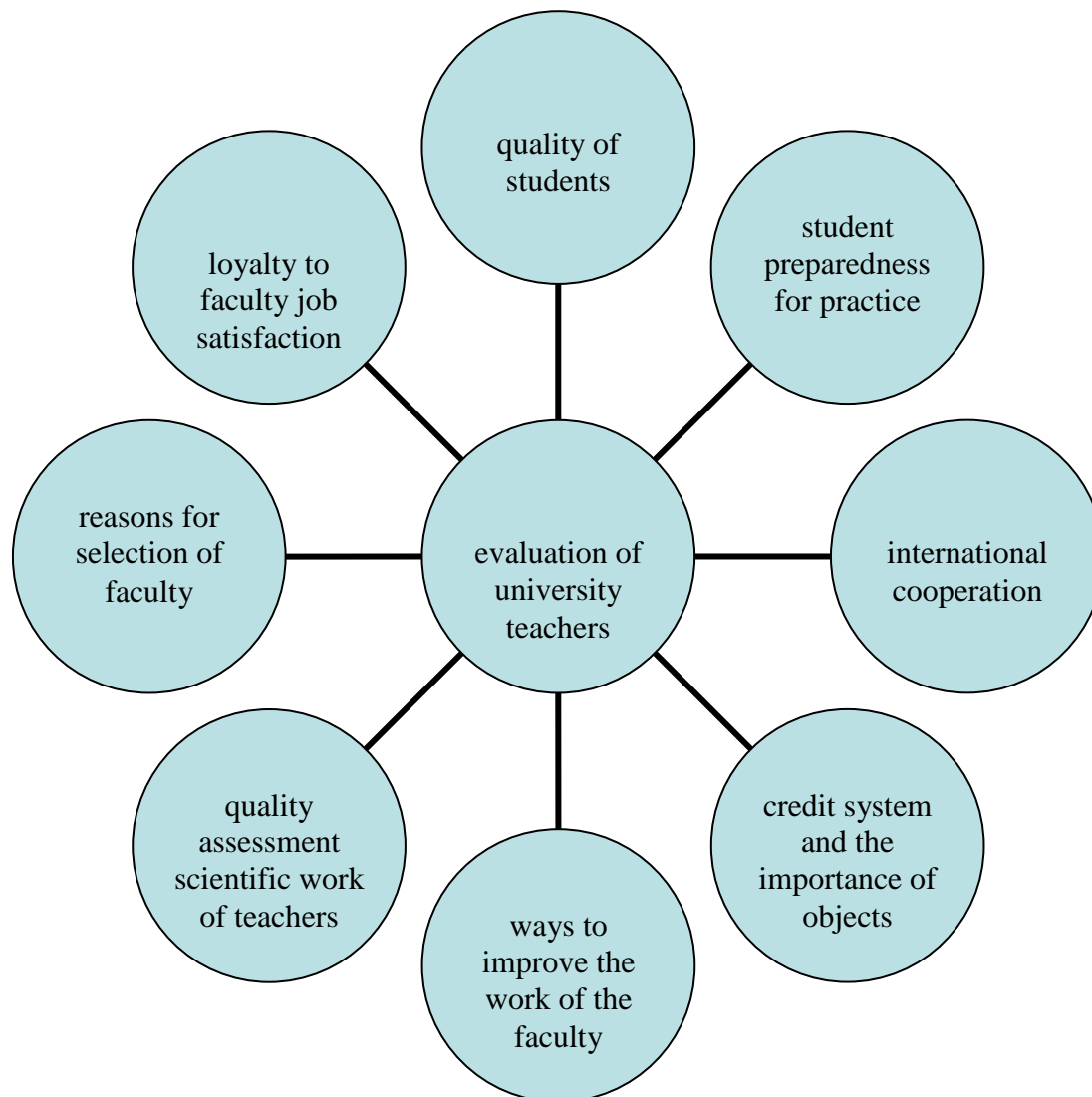


Fig. 3 Evaluation of university teachers

Source: own processing by ARRA

The rating of universities in Slovakia, we are interested in several questions, which we then used as input in our survey. The area that we decided to focus in our research, we have identified as the readiness of graduates to practice, based on efficiency and quality of education in preparing students for employment. Each year high schools in Slovakia disgorge thousands of graduates in the labor market from year to year declines. That's why we decided to examine in particular the quality of teaching at universities, since this is essential to the preparedness of students for their subsequent careers.

In the first range of issues for teachers to assess the quality of students in the past in the learning process. Were considered as aspects of quality diploma thesis in the last 2-3 years, student participation in exercises, lectures and laboratory exercises, which then points to the credibility and objectivity in their assessment of student learning.

In other circuits, we take issues like international projects and internships abroad, enabling students to acquire knowledge about the form of teaching in other countries, to compare the system of teaching in Slovakia with foreign countries, with the knowledge, in our opinion, significantly expanding the horizons of students. Are we also objects to the trivia question faculties, and educators have identified an average of only 9% of the subjects taught on the faculties to be unnecessary. The survey found that 45% of teachers surveyed have given the faculty which operates according to choice of law school quality and reputation, the conditions of teaching and research and educational opportunities abroad. In the evaluation of

published research from the perspective of educators as "highest quality" School of Comenius University in Bratislava.

In particular, the survey of our students view the University of Economics in Bratislava, Faculty of Business surprising that the teachers at our university in the survey are listed as less than critical to the quality of students. In this survey, it is up to 95% of teachers working with relevant experience, with the cooperation of practice are provided mainly by teaching practitioners, or the possibility of free practice in companies for students. And 90% of the teachers believe that their students are adequately prepared for practice.

From the survey of the results, we decided to draw, that from the perspective of teachers teaching the process of Slovak universities sufficient to prepare students to practice and provide them with the necessary start on the job.

Evaluation of higher education from the perspective of students is focused on the following areas: during the study, practice during the study, faculty selection, loyalty, satisfaction of certain factors during the study, satisfaction with teachers stay abroad for study, employability, find a job and utilization of knowledge from high school in practice, what is important in obtaining employment, credit system, migration of students and graduates, the average income of graduates, alumni living.

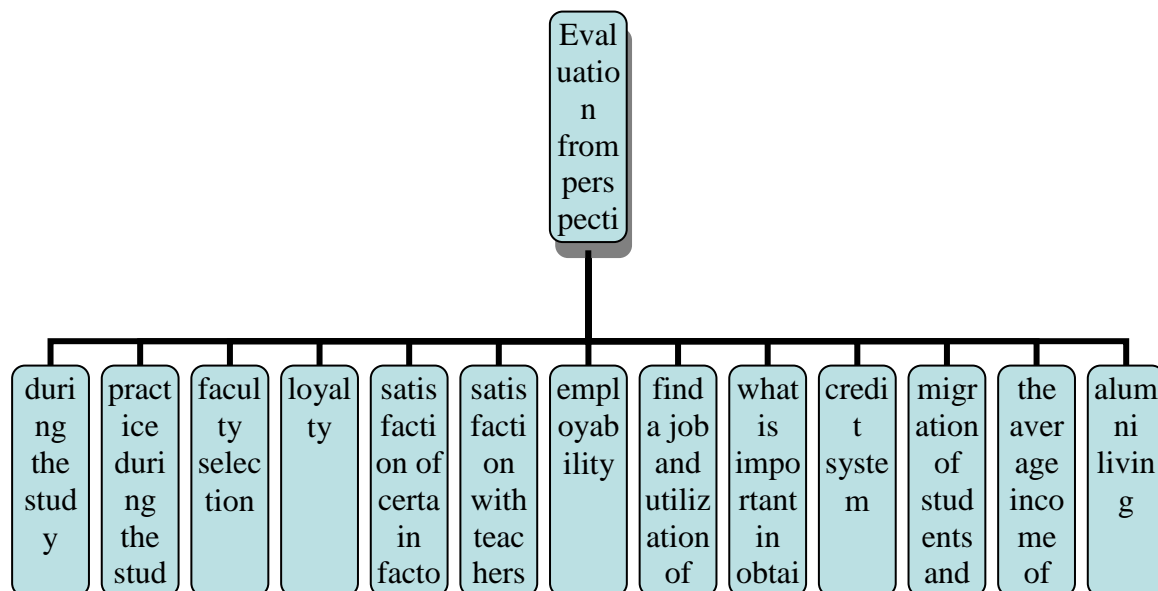


Fig. 2 Evaluation of higher education from perspective of students

Source: own processing by ARR4

We focused on the results of a survey of practice in the study domain, which provide students with a given faculty. The best results in the survey reached the Catholic University in Ružomberok and Prešov University. Economic University in Bratislava in this survey is the last place. The greatest experience of studying art under faculty can draw students of the Faculty of Educational Sciences and the Faculty of medical and health sciences, where the practice is part of coping with the conditions of study.

Although many universities offer students opportunities to study abroad through a variety of educational exchanges, only a very tiny percentage of students the opportunity provided by the school uses. From our perspective, is the unrealized potential that offers many opportunities to gain experience not only about teaching abroad, but on conditions in foreign countries.

From the perspective of the students have the best chance to apply for the job market graduates from Slovak Technical University in Bratislava, on university students in students in the Czech Republic and Technical University of Kosice. Colleges and universities with a technical focus, therefore according to a survey prepared students are for the most current labor market application and have the greatest chance of employment. This provides a number of reasons why this is so. Rapid technological advances, the use of modern telecommunications equipment, etc.. But on the other hand, it is worth noting / thinking why

the current development techniques and need not develop capable managers, teachers, doctors, veterinarians, etc.?

In another evaluation of the graduates expressed their views on the usefulness of knowledge acquired at university into practice. Sadly, the law students from the Czech Republic in this assessment in the first place, because from these university students mark their knowledge of the most useful in subsequent practice. Of Slovak universities in this evaluation took the first rungs College St. Elizabeth and the University of Pavol Jozef Safarik University in Kosice. University of Economics Students mark their knowledge acquired during their studies for at least useful in subsequent work, which placed the University of Economics on the last rung. From our perspective this is just the opposite. As a student of one of the faculties of the University of Economics we do not feel that the knowledge acquired during their studies are not useful enough in practice, but the truth remains that it might experience during their studies students should prepare for what is to them than economists expected and what the job account of what is necessary to control more, what are any gaps.

ARRA summary of the survey show that the students and graduates an average of only 36% of the knowledge gained by studying a practically usable in the field in which the study found after application.

Overall, the survey shows that most students of colleges and universities in Slovakia works or has worked during his studies and, more than half of the field, which studies. What is striking but only about 50% of students surveyed feel that they offer their high school experience, with particular respect students' educational, medical and theological schools, which is part of the study and practice.

For us it is possible given the state universities to reverse practices that would provide school students to economic, technical, and legal education. Would allow them to practice after school and find a job better and faster to integrate in the job and be aware of patterns of functioning in the art. Because beliefs about the importance of practice in the teaching process, we focused on the right of it as one of the options to increase the quality of the educational process. It is necessary to look for opportunities and resources to finance such projects, which could include students' and try the knowledge gained in classes and school halls in real situations every day that normally arise in their field.

At present, unfortunately with such options at Slovak universities is very poor. It is therefore not an isolated phenomenon, when students while studying at college and work, whether permanent or part-time or temporary workers. Each one day practice is today favors the student in the labor market, gives him a greater choice of job and the possibility of a job faster. Enterprises in Slovakia is required in almost all cases, the recruitment of at least two to three years' experience in the art. Of course, this full-time students a university can offer, but they can offer invaluable experience, which takes just a student in the practical tried and tested their knowledge. Schools can now experience better prepare students for critical situations, the problems that commonly arise in their field and capable law students with the knowledge gained to solve learning process. Perhaps awareness of these facts, "forcing" students to realize that it is necessary to learn more memory, more efficient and compact, you learn to connect their knowledge of individual objects themselves. Order was not just mindless lectures and seminars, where students do not realize the need of information to teachers, because I cannot imagine their use in practice and maybe even just such a system of teaching has caused many educators to update the lectured topics, reduce or expand the teaching of law information the students could then be used practically. Maybe just practice has helped many students become aware of patterns of operation of each process and better remember their course, and many of the new information that only the interpretation of the word makes no deeper meaning.

The rating of universities in Slovakia, we are interested in several questions, which we then used as input in our survey. The area that we decided to focus in our research, we have identified as the readiness of graduates to practice, based on efficiency and quality of education in preparing students for employment. Each year high schools in Slovakia disgorge thousands of graduates in the labor market from year to year declines. That's why we decided to examine in particular the quality of teaching at universities, since this is essential to the preparedness of students for their subsequent careers.

In the first range of issues for teachers to assess the quality of students in the past in the learning process. Were considered as aspects of quality diploma thesis in the last 2-3 years, student participation in exercises, lectures and laboratory exercises, which then points to the credibility and objectivity in their assessment of student learning.

In other circuits, we take issues like international projects and internships abroad, enabling students to acquire knowledge about the form of teaching in other countries, to compare the system of teaching in Slovakia with foreign countries, with the knowledge, in our opinion, significantly expanding the horizons of students. Are we also objects to the trivia question faculties, and educators have identified an average of only 9% of the subjects taught on the faculties to be unnecessary. The survey found that 45% of teachers surveyed have given the faculty which operates according to choice of law school quality and reputation, the conditions of teaching and research and educational opportunities abroad. In the evaluation of published research from the perspective of educators as "highest quality" School of Comenius University in Bratislava.

In particular, the survey of our students view the University of Economics in Bratislava, Faculty of Business surprising that the teachers at our university in the survey are listed as less than critical to the quality of students. In this survey, it is up to 95% of teachers working with relevant experience, with the cooperation of practice are provided mainly by teaching practitioners, or the possibility of free practice in companies for students. And 90% of the teachers believe that their students are adequately prepared for practice.

From the survey of the results, we decided to draw, that from the perspective of teachers teaching the process of Slovak universities sufficient to prepare students to practice and provide them with the necessary start on the job.

Evaluation of higher education from the perspective of students is focused on the following areas: during the study, practice during the study, faculty selection, loyalty, satisfaction of certain factors during the study, satisfaction with teachers stay abroad for study, employability, find a job and utilization of knowledge from high school in practice, what is important in obtaining employment, credit system, migration of students and graduates, the average income of graduates, alumni living.

We focused on the results of a survey of practice in the study domain, which provide students with a given faculty. The best results in the survey reached the Catholic University in Ružomberok and Prešov University. Economic University in Bratislava in this survey is the last place. The greatest experience of studying art under faculty can draw students of the Faculty of Educational Sciences and the Faculty of medical and health sciences, where the practice is part of coping with the conditions of study.

In the group of economically oriented faculties occurred over last year some changes, but the order

The top four remained virtually unchanged and the top of the ranking continues to dominate Faculty of Economics TUKE (EF TUKE), which increased its lead over the second Faculty of Economics and management of SPU (SPU) already at a whopping 27 points. Similarly, it remained without changes and the lower part table, a shift in the location of the medium was mainly the rankings, which are, however, among all faculties Spot the differences are minimal, so even small changes in the performance of different criteria could be a greater impact on the location.

Tab. 9

Order	Faculty	Educa- tion	Attrac- tiveness of study	Re- search	PhD student	Grant percen- tage	Ave- rage	2013	2012	2011
1.	Faculty of Economics TUKE	65	67	82	92	100	81,3	1	1	1
2.	Faculty of Economics and Management SPU	64	56	67	51	32	54,2	2	2	2
3.	Faculty of national economy EU	83	63	35	54	31	53,1	4	4	4
4.	Faculty of Economics UMB	73	54	53	48	10	47,5	7	11	10
5.	Faculty of Business Economics EU	60	39	38	69	9	43,2	6	5	9
6.	Faculty of Commerce EU	70	63	26	42	9	42,1	9	9	7
7.	Faculty of Management UK	48	79	28	39	10	40,7	5	7	8
8.	Faculty of Informatics EU	74	50	35	37	5	40,1	10	6	6
9.	Faculty of Operation and Economics of Transport and Communicatio ns ŽU	74	56	9	49	11	39,9	8	10	11
10.	Faculty of Business Management EU	74	58	14	43	7	39,2	11	8	5
11.	Faculty of Economics and Business PEVŠ	80	39	37	27	5	37,5	12	12	12
12.	Faculty of Management PU	64	50	24	27	11	35,1	13	13	13
13.	College of International Business ISM Slovakia	85	34	0	0	7	25,1	14	14	14
14.	Faculty of Economics UPJŠ	49	32	11	0	1	18,5			

Source: own processing by ARR4

Although many universities offer students opportunities to study abroad through a variety of educational exchanges, only a very tiny percentage of students the opportunity provided by the school uses. From our perspective, is the unrealized potential that offers many opportunities to gain experience not only about teaching abroad, but on conditions in foreign countries.

From the perspective of the students have the best chance to apply for the job market graduates from Slovak Technical University in Bratislava, on university students in students in the Czech Republic and Technical University of Kosice. Colleges and universities with a technical focus, therefore according to a survey prepared students are for the most current labor market application and have the greatest chance of employment. This provides a number of reasons why this is so. Rapid technological advances, the use of modern telecommunications equipment, etc.. But on the other hand, it is worth noting / thinking why the current development techniques and need not develop capable managers, teachers, doctors, veterinarians, etc.?

In another evaluation of the graduates expressed their views on the usefulness of knowledge acquired at university into practice. Sadly, the law students from the Czech Republic in this assessment in the first place, because from these university students mark their knowledge of the most useful in subsequent practice. Of Slovak universities in this evaluation took the first rungs College St. Elizabeth and the University of Pavol Jozef Safarik University in Kosice. University of Economics Students mark their knowledge acquired during their studies for at least useful in subsequent work, which placed the University of Economics on the last rung. From our perspective this is just the opposite. As a student of one of the faculties of the University of Economics we do not feel that the knowledge acquired during their studies are not useful enough in practice, but the truth remains that it might experience during their studies students should prepare for what is to them than economists expected and what the job account of what is necessary to control more, what are any gaps.

ARRA summary of the survey show that the students and graduates an average of only 36% of the knowledge gained by studying a practically usable in the field in which the study found after application.

Overall, the survey shows that most students of colleges and universities in Slovakia works or has worked during his studies and, more than half of the field, which studies. What is striking but only about 50% of students surveyed feel that they offer their high school experience, with particular respect students' educational, medical and theological schools, which is part of the study and practice.

For us it is possible given the state universities to reverse practices that would provide school students to economic, technical, and legal education. Would allow them to practice after school and find a job better and faster to integrate in the job and be aware of patterns of functioning in the art. Because beliefs about the importance of practice in the teaching process, we focused on the right of it as one of the options to increase the quality of the educational process. It is necessary to look for opportunities and resources to finance such projects, which could include students' and try the knowledge gained in classes and school halls in real situations every day that normally arise in their field.

At present, unfortunately with such options at Slovak universities is very poor. It is therefore not an isolated phenomenon, when students while studying at college and work, whether permanent or part-time or temporary workers. Each one day practice is today favors the student in the labor market, gives him a greater choice of job and the possibility of a job faster. Enterprises in Slovakia is required in almost all cases, the recruitment of at least two to three years' experience in the art. Of course, this full-time students a university can offer, but they can offer invaluable experience, which takes just a student in the practical tried and tested their knowledge. Schools can now experience better prepare students for critical situations, the problems that commonly arise in their field and capable law students with the knowledge gained to solve learning process. Perhaps awareness of these facts, "forcing" students to realize that it is necessary to learn more memory, more efficient and compact, you learn to connect their knowledge of individual objects themselves. Order was not just mindless lectures and seminars, where students do not realize the need of information to teachers, because I cannot imagine their use in practice and maybe even just such a system of teaching has caused many educators to update the lectured topics, reduce or expand the teaching of law information the students could then be used practically. Maybe just practice has helped many students become aware of patterns of operation of each process and better remember their course, and many of the new information that only the interpretation of the word makes no deeper meaning.

Conclusion

Education as a key factor for success in the development of society requires the introduction of new techniques and procedures in the teaching process ensuring the required quality level. Graduates of colleges and universities have to have knowledge in accordance with the requirements of practice. We can evaluate the perceived level of educational attainment, quality of teaching practice and practical benefits for graduates is positive but there is still room to improve the educational process. Learning from the most prestigious universities and popular implementation of modern methods in teaching and building awareness of higher education to help improve the quality of education and the loyalty of students and graduates of the school.

This paper is part of project of young scientific workers number I-15-109-00. Increasing of economic-environmental production of a company with an emphasis on integrated managing systems.

References

- Akreditačná komisia [online]. [Citované 7.11.2015] Dostupné na internete: <<http://www.akredkom.sk/>>
- Bolonský proces [online]. [Citované 7.11.2015] Dostupné na internete: <http://www3.srk.sk/?menuclick=G-Bolonsky_proces>.
- European commission. Cooperation in vocational education and training [online]. [Citované 4.11.2015] Dostupné na internete: <http://europa.eu/legislation_summaries/education_training_youth/vocational_training/ef0011_en.htm>
- Lisbon strategy. [online]. [Citované 27.10.2015] Dostupné na internete: <http://europa.eu/scadplus/glossary/lisbon_strategy_en.htm>
- Ministerstvo školstva SR. 2008. Národný program reforiem Slovenskej republiky na roky 2008 - 2010 [online]. [Citované 16.10.2015] Dostupné na internete: <http://www.minedu.sk/data/USERDATA/EUZAL/LSaNPR/NPR_2008-2010.pdf>.
- Národná rada SR. 2002. Zákon č. 131 z 21. februára 2002 o vysokých školách a o zmene a doplnení niektorých zákonov [online]. [Citované 16.10.2015] Dostupné na internete: <http://www.minedu.sk/data/USERDATA/Legislativa/Zakony/131_2002.pdf>
- PETLÁK, E. 1997. Všeobecná didaktika. Bratislava : IRIS, 1997. 273 s. ISBN 80-8877849-2
- Výbor pre vzdelávanie. 2010. Spoločná správa Rady a Komisie o pokroku, pokiaľ ide o implementáciu pracovného programu „Vzdelávanie a odborná príprava 2010“ [online]. [Citované 17.10.2015] Dostupné na internete: <<http://www.minedu.sk/data/USERDATA/EUZAL/DOCEUVZDEL/st05394%20sk10.pdf>>.
- Výbor stálych predstaviteľov. 2010. Internacionalizácia vysokoškolského vzdelávania [online]. [Citované 17.10.2015] Dostupné na internete: <<http://www.minedu.sk/data/USERDATA/EUZAL/DOCEUVZDEL/ST08799.SK10.pdf>>.

RIADENIE VZŤAHOV SO ZÁKAZNÍKMI - PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA SPOLOČNOSTI "XY"

CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT - CASE STUDY OF "XY"

**PhDr. Mgr. Ing. Jaroslav NOVOTNÝ,
PhD., MSc., MBA**

Dubnický technologický inštitút v Dubnici nad
Váhom, Slovensko

novotny@dti.sk

Key words

*Customer relationship management, marketing, concept
CRM, management of customer service*

Abstract

Due to some progress in businesses and marketing customers have become more demanding and need adequate attention and care offered by businesses and by companies. Customer relationship management is preferred by company managers and the company assets owners. It has been proved that companies that take sustainable care about their customers are successful at the market. The paper presents a case study of customer relationship management in the company "XY". At the same time to assess the value of a customer for companies a possible form of relationship quantification is presented. The research is carried out in a company that has given its consent to publish the data offered by the company, but no consent to publish the name of the company has been given.

Úvod

Marketing sa zaoberá identifikáciou a uspokojovaním ľudských a spoločenských potrieb. Marketing je aktivitou, súborom inštitúcií a procesov pre vytváranie, komunikácie, dodania a zmeny ponúk, ktoré majú hodnotu pre zákazníkov, klientov, partnermi a celú širokú verejnosť. Marketingový manažment nastupuje vtedy, keď aspoň jedna zo strán potenciálnej transakcie premýšľa o prostriedkoch, ktorými by dosiahla žiaduce reakcie ostatných strán. Preto vnímame marketingový manažment ako umenie a vedu voľby cieľových trhov a získavania, udržiavania a rozvoja zákazníkov pomocou vytvárania, dodávania a komunikácie vyššej zákazníckej hodnoty.

Kupujúci si vyberá tú ponuku, o ktorej je presvedčený, že mu prinesie najväčšiu hodnotu, teda súčet hmatateľných a nehmateľných výhod a s nimi spojených nákladov. Hodnota, ktorá je ústredným marketingovým konceptom, pri primárne kombinácia kvality, služieb a ceny (quality, service, price – QSP), preto o nich hovoríme ako o triáde hodnoty pre zákazníka. Vnímanie hodnoty rastie s kvalitou a úrovňou služieb, ale klesá s vyššou cenou. (Kotler - Keller, 2013)

Marketing predstavuje jeden z najdynamickejšie meniacich sa oblastí ekonomických vied. Rýchlosť zmien determinuje najmä komunikačných foriem a technologická podpora komunikácie (Mura – Lincényi, 2015). Marketing musí pružne reagovať na zmeny na trhu a prispôbovať sa novým podmienkam, novým zákazníkom. Je možné očakávať, že dynamika zmien a dynamika formovania marketingových činností sa bude ešte stupňovať.

Z naznačených myšlienok je zrejmé, že podnik musí venovať zvýšenú pozornosť starostlivosti o vzťahy so zákazníkmi (Customer Relationship Management). Poliačiková (2015) predstavuje koncept Key Account Management ako inovatívnu formu prístupu k zákazníkovi na Slovensku.

1 Cieľ, materiál a metodika práce

Cieľom predloženého článku je prezentácia implementácie a fungovania riadenia vzťahov so zákazníkmi vo vybranom podnikateľskom subjekte. Ide o prípadovú štúdiu konkrétnej spoločnosti, ktorá pre vedecko-výskumné účely poskytla potrebné údaje, avšak neudelila súhlas na zverejnenie svojho obchodného mena. Z uvedeného dôvodu sme zvolili označenie „XY“. Pre spracovanie článku bolo nutné sústrediť potrebný faktografický materiál, tvorený z primárnych zdrojov. Tie predstavovali informácie zo skúmaného podnikateľského subjektu. Metodický postup sa podriaďoval charakteru článku a vytýčenému cieľu. Pri spracovaní boli využité logické, poznávacie metódy. Pri písaní práce sme používali vedecké metódy: analýza, syntéza, indukcia, dedukcia. Metódu analýzy sme využili pri identifikácii a rozbere segmentácie zákazníkov a určovania marketingovej komunikácie. Pomocou metódy syntézy sme vytvorili návrhy a odporúčania. Metódou indukcie sme identifikovali klasifikačné triedy a na základe dedukcie sme sa dopracovali ku konkrétnym výsledkom.

2 Výsledky a diskusia

Spoločnosť XY s.r.o. vznikne ako dcérska spoločnosť slovenskej firmy X, s.r.o., ktorá bude mať svoju prvú pobočku v Brne. Spoločnosť X s.r.o. vyčlenila na vstup na zahraničný trh českej spoločnosti sumu 30 000 EUR. Z tejto časti sa na procedúry spojené s nástupom spoločnosti na český trh minulo 16 691,07 EUR (457 518,92 CZK). Zostatok peňažných prostriedkov bude použitých na marketingovú stratégiu spoločnosti.

Spoločnosť XY s.r.o. na českom trhu plánuje vykonávať služby súvisiace s:

- a) Bezpečnostnou činnosťou – zahŕňa produkty:
Stráženie objektov, firiem. Stráženie súkromných objektov – domov, bytov. Prevoz cenín. Prevoz nehnuteľného majetku s hodnotu vyššou ako 20 000 €.
- b) Poradenskou činnosťou – zahŕňa produkty:
Vypracovanie štúdií pre spoločnosti, firmy – Analýza rizík. Analýza bezpečnostných opatrení.
- c) Konzultačné a školiace pracovisko – zahŕňa produkty:
Vypracovávanie podkladov pre BOZP a PO podľa Zákona 124/2006 Z.z. o BOZP
Školenie pracovníkov/zamestnancov z hľadiska bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a požiarnej ochrany.

Spoločnosť XY s.r.o. spadá pod spoločnosť X s.r.o. Spoločnosť vedie vrcholový manažment, ktorý tvorí konateľ spoločnosti a výkonný riaditeľ. Výkonnému riaditeľovi sú podriadení manažéri objektov, zamestnanci administratívy. Výkonní zamestnanci sa zodpovedajú manažérom objektov a aj výkonnému riaditeľovi. Táto organizačná štruktúra sa následne predpokladá aj v českej spoločnosti XY s.r.o.

Charakteristika jednotlivých pozícií:

Výkonný riaditeľ vykonáva: zabezpečovanie chodu firmy, riešenie krízových situácií, riadenie a kontrola zamestnancov, školenie zamestnancov, vypracovávanie školiacich materiálov, písanie denných a mesačných hlásení, písanie záznamov o udalostiach, zisťovanie udalostí, objasňovanie udalostí, vyhodnocovanie príčin udalostí, personalistika, fakturácia, mzdy.

Manažér objektov vykonáva: zabezpečovanie chodu prevádzky, objektu, riešenie krízových situácií, riadenie zamestnancov na objekte, kontrola a rozpis služieb, písanie hlásení.

Zamestnanci administratívy vykonávajú: riadenie ľudských zdrojov, fakturácia, účtovníctvo, mzdy.

Výkonní zamestnanci vykonávajú svoju prácu podľa pokynov manažérov objektov a pokynov výkonného riaditeľa, výkon vykonávajú na objektoch u klientov po preškolení na základe preukazu o odbornej spôsobilosti pre prácu v SBS.

Zákazníci v tomto prípade sú odberatelia našich služieb. Priamy styk so zákazníkmi bude výhradne v úlohe riaditeľa spoločnosti XY s.r.o. Komunikáciu so zákazníkmi ohľadom administratívnych, účtovných vecí bude zabezpečovať riaditeľ spoločnosti a administratívna pracovníčka – účtovníčka.

Náplň práce riaditeľa spoločnosti ohľadom komunikácie so zákazníkmi:

- Prezentovať spoločnosť a ponúkať a predávať služby klientom.
- Zúčastňovať sa na školeniach – firemných alebo súkromných týkajúcich sa marketingovej stratégie firmy.
- Monitorovať konkurenciu a ich služby.
- Komunikovať s odberateľmi služieb existujúcimi aj potenciálnymi.
- Podporovať tímovú prácu.

Komunikácia so zákazníkmi prebieha buď priamo - osobne medzi zákazníkom, alebo nepriamo prostredníctvom webových stránok, emailu, telefónu. Riaditeľ a administratívna pracovníčka musia dohliadať na webovú stránku spoločnosti X s.r.o., neustále ju aktualizovať a udržiavať na vysokej úrovni.

Vzťah medzi predstaviteľom spoločnosti a odberateľom by mal byť profesionálny, úprimný, priateľský. Vzťah so zákazníkom je pre spoločnosť veľmi dôležitý. Každý dobrý manažér pracuje na čo najlepšom vzťahu so zákazníkmi. Aby všetko dobre fungovalo, dôležitá je komunikácia. Zákazník, ktorý si objednáva služby spoločnosti prebieha viacerými fázami:

- Rozhodovanie o potrebe bezpečnostných služieb.
- Špecifikácia ponúkaných služieb.
- Zorientovanie sa na trhu s ponúkanými službami.
- Výber dodávateľa služieb.
- Rozhodnutie o výbere služieb a poskytovateľa.
- Hodnotenie spokojnosti služieb a poskytovateľa.

Bezpečnostné služby sú variabilné a dokážu ponúknuť množstvo služieb a technologických prvkov, ktoré napomáhajú pri vykonávaní dohodnutých služieb. Je dôležité poznať: predstavy zákazníka, presne vedieť čo chce objednať, proti čomu/komu sa chce chrániť. Spoločnosť S s.r.o. vypracuje pre každého zákazníka individuálny plán ochrany podľa predstáv a potrieb spoločnosti, ktorej bude zabezpečovať ochranu. Pre firmu je dôležité zbierať, triediť, zapisovať, vyhodnocovať údaje o zákazníkoch existujúcich aj potenciálnych, ktoré budú dôležité pre budúcnosť spoločnosti a jej ďalšie smerovanie.

V rámci riadenia vzťahov so zákazníkmi sú dôležité:

1. Hodnoty a ich vnímanie

Spoločnosť XY s.r.o. bude nadväzovať na dobré meno a imidž spoločnosti X s.r.o. sídliacej na Slovensku. Dôležité pre každého klienta je dodržiavanie a chránenie hodnôt klienta, hmotných aj nehmotných – „Bezpečnosť je na prvom mieste.“

Na to aby klient vnímal naše hodnoty, musí spoločnosť vynaložiť úsilie na reklamnú kampaň. Reklamná kampaň sa bude rozpracovaná pre rozhlas, časopisy a internet.

2. Vzťah so zákazníkom

Novovzniknutý vzťah

Pre novovzniknutý vzťah medzi predstaviteľom spoločnosti a klientom je dôležitý prvý dojem a budovanie tohto vzťahu. Manažér spoločnosti alebo riaditeľ využívajú pri nadväzovaní vzťahov asertívne a empatické správanie, využívajú marketingové zručnosti a znalosti a terminológiu z bezpečnostnej oblasti. Spoločnosť X s.r.o. musí zákazníkov segmentovať, triediť, vyhodnocovať, čo je dôležité pre ďalšiu spoluprácu a pre lepšie plnenie cieľa, ku ktorému sa firma zaviazala.

Rozvíjanie vzťahu

Pre spoločnosť je dôležité rozvíjanie vzťahov. Spoločnosť X s.r.o. sa bude snažiť vypracovať systém rozvíjania vzťahov so zákazníkmi. Jednou z možností rozvíjania vzťahov je aj ich konsolidácia. Môže sa jednať o určité benefity pre dlhoročných klientov, pre klientov, ktorí majú vyšší počet strážnych miest, pre klientov „zvukných mien“, klienti, ktorí si objednali viacero služieb súčasne, atď.. Aj z hľadiska ponúkania benefitov pre klientov je dôležitá segmentácia zákazníkov.

Nie vždy sa vyvíjajú vzťahy zákazníka a ponúkajúceho priaznivo. Môže prísť k určitým konfliktom, ktoré sa môžu týkať porovnávaní s konkurenciou, v dôsledku nedostatočných služieb, alebo cenovo prístupnejších služieb. Spoločnosť X s.r.o. sa bude snažiť reagovať promptne a za každých okolností si

udržať klienta. Spoločnosť ponúkne zaujímavú ponuku pre klienta vo forme zľavy z ceny za služby poskytujúce klientovi, benefity pre klienta.

Ukončenie vzťahu

Ukončenie vzťahu môže predchádzať úpadok vzťahu, kde má spoločnosť ešte možnosť zareagovať na vznikajúcu situáciu. Spoločnosť sa za každých okolností snaží danú situáciu riešiť. Spoločnosť X s.r.o. musí vystupovať profesionálne.

Ak príde k ukončeniu vzťahu, spoločnosť sa rozlúči profesionálne, s nadhľadom a berie si ponaučenie do budovania ďalších vzťahov. Jednotlivé dôvody riaditeľ spoločnosti zapisuje, segmentuje a hľadá opatrenia, aby sa predišlo k ich vzniku pri iných klientských firmách.

3. Evidencia zákazníkov

Spoločnosť X s.r.o. si bude postupne evidovať všetkých potenciálnych aj existujúcich zákazníkov. Evidencia bude prebiehať v systéme CRM, kde bude riaditeľ spoločnosti a administratívny pracovník evidovať všetky potrebné údaje a informácie.

Riešenie na zvýšenie hodnoty a výnosnosti vzťahov so zákazníkmi, tak isto zníženie nákladov na jednotlivé typy zákazníkov spočíva v ich segmentácii a vytvorením kvalitného vzťahu. Pre spoločnosť sú dôležité dobré vzťahy so zákazníkmi a ich spokojnosť, ktorá sa následne odráža v tvorbe dobrého mena spoločnosti. Samozrejme na vytváranie vzťahov sú dôležitý aj samotní zamestnanci spoločnosti X s.r.o. Zamestnanci, ktorí budú naplňovať funkciu budovania vzťahov sa budú pravidelne zúčastňovať na marketingových školeniach, komunikačných školeniach a veľtrhoch. Spoločnosť X s.r.o. vychádza z filozofie, že len profesionálni zamestnanci vedú profesionálne jednat', komunikovať so zákazníkmi, budovať pre spoločnosť nové vzťahy, vytvárať spoločnosti zisk a tým vytvárať dobré meno spoločnosti.

Základným cieľom vytvorenia projektu je tvorba vzťahov so zákazníkmi. Vychádzame zo skutočnosti, že spoločnosť XY s.r.o. je novovznikajúca spoločnosť na území Českej republiky. Projekt bude spojený so zavádzaním prvkov systému CRM do spoločnosti X s.r.o. Rozdelíme ho na jednotlivé fázy, ktoré budú obsahovať:

- Marketingová – reklamná stratégia pre potenciálnych klientov, vrátane zavedenia prvkov CRM do spoločnosti.
- Segmentáciu zákazníkov vrátane stanovenia rozdielnych marketingových prístupov.
- Marketingovú konsolidáciu vzťahov na základe segmentácie.
- Komunikácia pomocou webových stránok.
- Školenia pre zamestnancov spoločnosti X s.r.o.
- Formy miery spokojnosti zákazníkov

Daný projekt sa vypracováva pred začatím podnikania spoločnosti na Českom trhu, čiže spoločnosť bude mať určenú stratégiu vstupu a komunikáciu s klientmi. Daný projekt bude platný počas celého pôsobenia spoločnosti na českom trhu. Prípadne zmeny projektu budú konzultované s riaditeľom a ním budú odsúhlasené. Náplňou projektu je postupne zapracovanie prvkov CRM do projektu a dosiahnutie cieľov stanovených pre spoločnosť X s.r.o.

V dnešnej dobe je reklama dôležitou súčasťou každej firmy, ktorá sa chce presadiť na trhu. Každú sekundu sme obklopený množstvom informácií o firmách, výrobkoch, produktoch, službách prostredníctvom marketingových ťahov na spotrebiteľov.

Spoločnosť X s.r.o. plánuje zahájiť svoju reklamnú kampaň hneď po vybavení procedúr spojených so založením firmy na českom trhu.

Marketingovú – reklamnú kampaň rozdelíme na:

1. Oslovenie potenciálneho zákazníka

Oslovenie potenciálneho zákazníka bude prebiehať pomocou telefonátov, emailovou komunikáciou, následne osobné stretnutia spojené s prezentáciou. Po prezentácii na žiadosť klienta poskytneme navrhnutie systému bezpečnosti pre jeho spoločnosť.

Vyhľadávanie potenciálnych klientov bude prebiehať pomocou internetu, veľtrhov, propagačných stretnutí a všímaní si potenciálnych objektov pri prechádzaní krajinou.

V spoločnosti XY s.r.o. budeme používať systém: CRM4you. Zapisovanie prvého kontaktu v rámci implementácie CRM bude prebiehať takto:

V položke Marketing – Prvý kontakt sa bude zapisovať: Prvý kontakt č..., Priezvisko, Meno, Organizácia, Telefón, Internet, E-mail, Príslúchajúci k... Riaditeľ spoločnosti a administratívny pracovník zapíšu údaje do príslušných kolónok. Pri ďalšej komunikácii sa zapisuje spoločnosť do Marketing – Organizácie, kde sa zapisujú údaje FAX, IČO, DIČ, IČ DPH, OKEČ, Hodnotenie, Popis. Do kolónky Popis budeme zapisovať jednotlivé úkony, ktoré sme vykonali pre danú firmu. Možnosti, ktoré do kolónky Popis zapisujeme sú: Poslaný ponukový list, Volat', Vybrať prezentáciu spolu s dátumami daných akcií. Ďalšia položka do ktorej sa bude zapisovať, je položka: Osoby, kde sa zapisuje: Priezvisko, Organizácia, Funkcia, Oddelenie, Mobil, email, Tel. práca, Popis, Asistent.

2. Zákazník si vyhladá našu spoločnosť sám – to znamená dobrý marketing, reklamu

V súvislosti s dobrým marketingom musí súvisieť dobrá, správne zvolená reklama. Do reklamy sa spoločnosť rozhodla investovať okolo 8000 EUR. Spoločnosť XY s.r.o. by chcela reklamu v rozhlase a v tlači.

Pre reklamu v rozhlase sme sa rozhodli pre Rádio Blaník a Rádio Európa 2, čo sú jedni z najpočítavnejších rádii v Českej republike. Do výroby reklamného spotu zaangažujeme profesionálnu reklamnú agentúru, pričom cenový predpoklad pre vyrobenie spotu je 200 EUR (6000 CZK). Spot bude v českom jazyku. Vysielanie spotu bude prebiehať poobede v trvaní 5x týždenne po dobu 2 týždňov. Po dvoch týždňoch sa vysielanie môže zopakovať.

Pre reklamu v tlači dáme vypracovať grafickú reklamu profesionálnej reklamnej agentúre. Cena sa pohybuje okolo 80 EUR. Grafická reklama pôjde v dennej tlači: Lidové noviny a MF dnes dvakrát týždenne po dobu 3 mesiacov.

Hlavným cieľom segmentácie je zaradiť zákazníkov do klasifikačných tried na základe daných kritérií. Týmto spôsobom vieme lepšie vyhodnotiť stratégie pre ďalšiu komunikáciu so zákazníkom a navrhnuť to najoptimálnejšie riešenie pri marketingovej komunikácii.

Segmentáciu zákazníkov budeme vykonávať aj kvôli implementácii CRM do spoločnosti, čím sa následne zvolí prístup pre jednotlivé segmenty.

Ku každému kritériu priradíme hodnotu kritéria.

Jednotlivé kritéria pre segmentáciu budú:

1. Výška obratu za posledných 12 mesiacov, hodnota kritéria: 30%.
2. Kombinácia objednaných služieb, hodnota kritéria: 20%.
3. Počet strážnych miest, ktoré potrebuje firma obsadiť, hodnota kritéria: 30%.
4. Miera rizikovosti objektu, hodnota kritéria: 20%.

1. Výška obratu za posledných 12 mesiacov.

Pri dĺžke poskytovania služieb v dobe dlhšej ako 12 mesiacov sa klient sa na základe obratu, ktorý vytvára spoločnosti sa dostáva do kategórie, ako je segmentovaný.

Tabuľka 5 Bodovanie výšky obratu

Bodovanie	1	2	3	4
Výška obratu (CZK)	do 3 000 000	do 6 000 000	do 9 000 000	nad 12 000 000

Zdroj: vlastné spracovanie

2. Kombinácia objednaných služieb

Segmentovanie klienta prebieha na základe toho, aké služby má od spoločnosti S s.r.o. objednané.

Ak má klient objednané: strážnu službu, pult centrálnej ochrany, poradenskú činnosť, školiacu činnosť má bodovú kategóriu 4.

Ak má klient objednané tri z vyššie uvedených činností má bodovú kategóriu 3.

Ak má klient objednané dve z vyššie uvedených ponúkaných činností má bodovú kategóriu 2.

Ak má klient objednanú jednu z vyššie uvedených činností má bodovú kategóriu 1.

3. Počet strážnych miest, ktoré potrebuje firma obsadiť

Segmentácia klienta prebieha na základe toho, koľko strážnych miest klient potrebuje vo svojej spoločnosti pri objednaní si bezpečnostnej činnosti. Podrobné rozpracovanie segmentácie klienta uvádza tabuľka.

Tabuľka 6 Bodovanie klienta podľa počtu strážnych miest

Bodovanie	1	2	3	4
Počet strážnych miest	do 10	do 20	do 35	nad 50

Zdroj: vlastné spracovanie

4. Miera rizikovosti objektu

Spoločnosť YX s.r.o. pre každý objekt vypracováva v rámci ponuky mieru rizikovosti, na základe externých analýz objektu. Ak objekt získa určitú mieru rizikovosti, tá sa premietne do bodovej škály. Popis miery rizikovosti a jej vyhodnotenie určuje osobitný predpis spoločnosti XY s.r.o.. Výsledné bodovanie pre segmentáciu klientov uvádzame v tabuľke 3.

Tabuľka 7 Bodovanie miery rizikovosti objektov

Bodovanie	1	2	3	4
Miera rizikovosti	Veľmi vysoká	Vysoká	Stredná	Nízka

Zdroj: vlastné spracovanie

Klasifikačné triedy

Na základe zvolených kritérií a priradených hodnôt jednotlivým kritériám na základe vzorca zaradíme podnik do klasifikačnej triedy. Vytvorili sme štyri klasifikačné triedy: A, B, C, D.

Klasifikácia tried je určená na základe výpočtu:

$KT = \text{kritérium 1} \times \text{hodnota} + \text{kritérium 2} \times \text{hodnota} + \text{kritérium 3} \times \text{hodnota} + \text{kritérium 4} \times \text{hodnota}$

Hodnotu kritéria počítame v desatinných číslach. Výsledná hodnota sa zaokrúhľuje na jedno desatinné miesto a bude uvádzať klasifikačnú triedu. Jednotlivé rozdelenie do klasifikačnej triedy udáva tabuľka 4.

Tabuľka 8 Klasifikácia segmentácie zákazníkov

Klasifikačná trieda	Popis	Rozpätie
A	Vážený cenený klient	4,00 – 3,30
B	Veľmi cenený klient	3,29 – 2,40
C	Viac cenený klient	2,39 – 1,30
D	Cenený klient	1,29 – 0

Zdroj: vlastné spracovanie

Príklad klasifikácie podniku:

Klasifikujte podnik AB so strednou mierou rizika s ročným obratom 5 256 342 CZK, s dojednanými službami: strážna služba, školiaca činnosť pracovníkov v oblasti BOZP. Pričom v podniku je 12 strážnych miest.

Bodové ohodnotenie:

K1 (výška obratu) = 2, hodnota kritéria: 30%

K2 (počet služieb) = 2, hodnota kritéria: 20%

K3 (počet strážnych miest) = 2, hodnota kritéria: 30%

K4 (miera rizika) = 3, hodnota kritéria: 20%

Výpočet:

$KT = 2 \times 0,3 + 2 \times 0,2 + 2 \times 0,3 + 3 \times 0,2$

$KT = 2,2$

Podnik je zaradený do klasifikačnej triedy C = „Viac cenený klient“.

Takto postupuje marketing spoločnosti pri všetkých podnikoch s ktorými bude XY s.r.o. uzatvárať zmluvu o poskytovaní bezpečnostných služieb. Pri akejkoľvek zmene v zmluve, napr. pri zmene strážnych miest, pri zmene počtu služieb sa vykonáva opätovné prepočítavanie klasifikácie podniku a podnik sa následne zaraďuje do príslušnej klasifikačnej triedy.

Klasifikačná trieda sa zapisuje do systému CRM v položke Marketing, položky Organizácie ku každej príslušnej firme, spoločnosti spôsobom:

- A – Vážený cenený klient
- B – Veľmi cenený klient
- C – Viac cenený klient
- D – Cenený klient

Záver

V tomto článku sme venovali pozornosť praktickej ukážke implementácie konceptu riadenia vzťahov so zákazníkmi (Customer Relationship Management) v konkrétnej spoločnosti formou prípadovej štúdie. Okrem teoretických aspektov skúmanej problematiky sme našu pozornosť orientovali predovšetkým na prezentáciu postupnosti jednotlivých krokov, ktoré vedú k úspešnému zavedeniu konceptu CRM vo vybranej spoločnosti. V celom článku rešpektujeme požiadavku skúmaného podnikateľského subjektu na dodržanie jeho anonymity. Z tohto dôvodu spoločnosť označujeme ako XY, s.r.o. Okrem teoretických východísk budovania CRM konceptu sme kvantifikovali jednotlivé vzťahy, pomocou ktorých vie spoločnosť vyhodnotiť svojho zákazníka a zaradiť ho do jednotlivých klasifikačných skupín z pohľadu cennosti či atraktivity. To umožní navrhnuť na „mieru šitý“ koncept pre konkrétny prípad.

Literatúra

Interné materiály analyzovanej spoločnosti XY, s.r.o.

KOTLER, P., KELLER, K.L. 2013. *Marketing management*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2013. ISBN 978-80-247-4150-5

MURA, L. - LINCÉNYI, M. *Základy marketingu*. Brno: Tribun EU, 2015, 137 s. ISBN 978-80-263-0887-4

POLIAČIKOVÁ, E. *Key Account Management ako inovatívna forma prístupu k zákazníkovi na Slovensku*. In *Acta Oeconomica Universitatis Selye*. 2015, 4 (1), ISSN 1338-6581