

MODELOVANIE DPH VDP ZA DAŇOVÚ SPRÁVU V SR

Pavlík Martin

ABSTRAKT

V roku 2004 v Slovenskej republike došlo k daňovej reforme. Rok 2004 bol tiež rokom, kedy bola Slovenská republika prijatá za člena Európskej únie. Museli sme sa vysporiadať s týmto faktom. V článku sa zameriame na popísanie vplyvu vstupu SR do Európskej únie na DPH – vlastnú daňovú povinnosť.

ABSTRACT

Tax reform took place in the Slovak Republic in 2004. 2004 was also a year, when the Slovak Republic was accepted for a member of the European Union. We had to face the fact. We focus on VAT in the article and we will describe the impact of acceptance of the Slovak Republic as a member of European Union to VAT

Úvod

DPH VDP patrí medzi nepriame dane daňovej sústavy SR a je zároveň aj jednou z nosných dani slovenskej daňovej sústavy. DPH vyberá v Slovenskej republike ako Daňové riaditeľstvo, tak aj Colné riaditeľstvo.

Daňové riaditeľstvo SR odhaduje daňové príjmy daňovej sústavy SR na mesačnom základe pre potreby Štátnej pokladnice, ktorá riadi krátkodobú likviditu štátu.

V roku 2004 došlo k vstupu Slovenskej republiky do Európskej únie k určitému preskupeniu príjmov z DPH medzi Colným a Daňovým riaditeľstvom, nakoľko vstupom SR do EÚ sa na tovary dovážané z krajín Európskej únie prestalo pozerieť ako na dovezené tovary, v dôsledku čoho sa na Daňovom riaditeľstve zaznamenal skok v plnení daňových príjmov za DPH VDP. Tento skok sa prejavil v mesiaci júl 2004.

Rozoberieme spôsob, akým sa skok, ktorý sa prejavil v roku 2004 dá modelovať.

1 Použité modely

Pri skúmaní vhodného funkčného tvaru hľadaného modelu sme uvažovali s nasledujúcimi 30timi modelmi :

1. $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-3} + \gamma x_t + \varepsilon_t$
2. $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-12} + \gamma x_t + \varepsilon_t$
3. $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-3} + \beta_2 y_{t-12} + \gamma x_t + \varepsilon_t$
4. $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-3} + \beta_2 y_{t-12} + \beta_3 y_{t-24} + \gamma x_t + \varepsilon_t$
5. $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-12} + \beta_2 y_{t-24} + \gamma x_t + \varepsilon_t$
6. $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-3} + \gamma x_t + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12}$
7. $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-12} + \gamma x_t + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12}$
8. $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-3} + \beta_2 y_{t-12} + \gamma x_t + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12}$
9. $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-3} + \beta_2 y_{t-12} + \beta_3 y_{t-24} + \gamma x_t + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12}$

10. $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-12} + \beta_2 y_{t-24} + \gamma x_t + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12}$
11. $y_t = \beta_1 y_{t-3} + \gamma x_t + \varepsilon_t$
12. $y_t = \beta_1 y_{t-12} + \gamma x_t + \varepsilon_t$
13. $y_t = \beta_1 y_{t-3} + \beta_2 y_{t-12} + \gamma x_t + \varepsilon_t$
14. $y_t = \beta_1 y_{t-3} + \beta_2 y_{t-12} + \beta_3 y_{t-24} + \gamma x_t + \varepsilon_t$
15. $y_t = \beta_1 y_{t-12} + \beta_2 y_{t-24} + \gamma x_t + \varepsilon_t$
16. $y_t = \beta_1 y_{t-3} + \gamma x_t + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12}$
17. $y_t = \beta_1 y_{t-12} + \gamma x_t + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12}$
18. $y_t = \beta_1 y_{t-3} + \beta_2 y_{t-12} + \gamma x_t + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12}$
19. $y_t = \beta_1 y_{t-3} + \beta_2 y_{t-12} + \beta_3 y_{t-24} + \gamma x_t + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12}$
20. $y_t = \beta_1 y_{t-12} + \beta_2 y_{t-24} + \gamma x_t + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12}$
21. $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-3} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12} + \theta_2 \varepsilon_{t-24}$
22. $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-12} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12} + \theta_2 \varepsilon_{t-24}$
23. $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-3} + \beta_2 y_{t-12} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12} + \theta_2 \varepsilon_{t-24}$
24. $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-3} + \beta_2 y_{t-12} + \beta_3 y_{t-24} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12} + \theta_2 \varepsilon_{t-24}$
25. $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-12} + \beta_2 y_{t-24} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12} + \theta_2 \varepsilon_{t-24}$
26. $y_t = \beta_1 y_{t-3} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12} + \theta_2 \varepsilon_{t-24}$
27. $y_t = \beta_1 y_{t-12} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12} + \theta_2 \varepsilon_{t-24}$
28. $y_t = \beta_1 y_{t-3} + \beta_2 y_{t-12} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12} + \theta_2 \varepsilon_{t-24}$
29. $y_t = \beta_1 y_{t-3} + \beta_2 y_{t-12} + \beta_3 y_{t-24} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12} + \theta_2 \varepsilon_{t-24}$
30. $y_t = \beta_1 y_{t-12} + \beta_2 y_{t-24} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-12} + \theta_2 \varepsilon_{t-24}$

V uvedených modeloch sa môže javiť, že premenná y_{t-3} nemá ekonomickú interpretáciu. Túto premennú sme zvolili kôli štvrtročným platielom DPH. Premenná x_t obsahuje v sebe korekciu na vstup SR do Európskej únie. Uvedenú skutočnosť sme modelovali tromi spôsobmi :

- 1) Umelou premennou nadobúdajúcou hodnotu 0 v období január 1996 – jún 2004 a hodnotu 1 v mesiacoch júl 2004 až december 2006
- 2) Umelou premennou nadobúdajúcou hodnotu 0 v období január 1996 – jún 2004, hodnotu 1 v mesiacoch júl 2004 až jún 2005 a hodnotu 0 v mesiaci júl 2005 až december 2006. Pri takejto forme umelej premennej sme vychádzali z predpokladu, že v 13 mesiaci po prejavení sa vstupu SR do EÚ premenná y_{t-12} obsahuje v sebe informáciu a vplyve tohoto vstupu, takže premenná x_t môže byť nulová
- 3) Umelou premennou nadobúdajúcou hodnotu 0 v období január 1996 – jún 2004, hodnotu 1 v mesiacoch júl 2004 až jún 2005 a inú, nebivalentnú hodnotu v mesiaci júl 2005 až december 2006. Pri takejto forme umelej premennej vychádzame z predpokladu, že v 13. mesiaci po prejavení sa vstupu SR do EÚ premenná y_{t-12} obsahuje v sebe informáciu o vplyve tohoto vstupu a premenná x_t by teda nemala nadobúdať hodnotu 1 ale ani hodnotu 0, ale nejakú inú nenulovú hodnotu.

Pokúsili sme sa odvodiť, čomu by sa táto premenná mala rovnať. Dopracovali sme sa k vzorcu jednoduchšej transformácie, filozofiu ktorej popíšeme.

2 Transformácia popisujúca skok v časovom rade

Predpokladáme model DPH VDP v nasledujúcej jednoduchšej forme :

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-12} + \beta_2 y_{t-24} + \gamma x_t + \theta \varepsilon_{t-12} + \varepsilon_t \quad (2.1)$$

kde ε_{t-12} je zložka kízavých priemerov a x_t je umelá premenná a γ je hodnota v mil. Sk o ktorú sa skokovo zmenila hodnota plnenia DPH VDP po vstupe SR do EÚ.

Keďže hneď po vstupe hodnota umelej premennej x_t nadobúdala hodnotu 1, tento prístup je správny.

Hodnotu vysvetľovanej premennej y_{13} (v zmysle 13-teho mesiaca po vstupe SR do EÚ) môžeme vyjadriť v tvare

$$y_{13_1} = \beta_0 + \beta_1(\beta_0 + \beta_1 y_{t-24} + \beta_2 y_{t-36} + \theta_1 \varepsilon_{t-24} + \varepsilon_{t-12}) + \beta_2 y_{t-24} + \theta_1 \varepsilon_{t-12} + \gamma + \varepsilon_t \quad (2.2)$$

Vzťah (2.2) sme vyjadrili spôsobom, kde premennú y_{t-12} sme nahradili SARMA modelom bez existencie premennej x_t . Premenná x_t , pokiaľ by bola vo vzťahu použitá, mala by obsahovať hodnotu 1, a tak by odrážala vplyv vstupu SR do EÚ. Keďže sme nepoužili premennú x_t , SARMA model, ktorý nahrádza premennú y_{t-12} neobsahuje v sebe korekciu na zmeny v dôsledku vstupu SR do EÚ a určuje takú výšku premennej y_1 , ako keby nedošlo k daňovej reforme. Pokiaľ má premenná y_{13_1} udávať výšku predpokladaného hrubého daňového výnosu v 13. mesiaci po vstupe SR do EÚ, je potrebné k modelu pripočítať hodnotu γ , ktorá obsahuje v sebe informáciu o tom, ako daňová reforma ovplyvnila hrubý výnos dane.

Pôvodný tvar modelu zostáva v platnosti :

$$y_{13_2} = \beta_0 + \beta_1(\beta_0 + \beta_1 y_{t-24} + \beta_2 y_{t-36} + \theta_1 \varepsilon_{t-24} + \gamma + \varepsilon_{t-12}) + \beta_2 y_{t-24} + \theta_1 \varepsilon_{t-12} + \gamma x_t + \varepsilon_t \quad (2.3)$$

V modeli (2.3) sme y_{t-12} nahradili SARMA modelom, ktorý už v sebe obsahuje korekciu na vstup SR do EÚ vo forme koeficienta γ . K tomuto koeficientu sme nemuseli pridávať x_t , nakoľko x_t za predmetné obdobie nadobúda hodnotu 1, a teda na hodnotovom vyjadrení táto skutočnosť nič nemení. V modeli (2.3) sme premennú x_t použili, a to na pozícii, kde očakávame, že premenná x_t bude mať inú hodnotu ako hodnota 1. Je zrejmé, že $y_{13_1} = y_{13_2}$, v dôsledku čoho $x_{13} = 1 - \beta_1$. Pre obdobie 13-teho až 24-teho mesiaca po vstupe SR do EÚ teda premenná x_t nadobúda hodnotu $1 - \beta_1$.

V 25. mesiaci po vstupe SR do EÚ už aj premenná y_{t-24} obsahuje v sebe vplyv vstupu SR do EÚ na hrubý výnos dane. Z uvedeného dôvodu pravdepodobne premenná x_t bude nadobúdať inú hodnotu ako $1 - \beta_1$. Pre toto obdobie platí :

$$y_{25_1} = \beta_0 + \beta_1(\beta_0 + \beta_1(\beta_0 + \beta_1 y_{t-36} + \beta_2 y_{t-48} + \theta_1 \varepsilon_{t-36} + \varepsilon_{t-24}) + \beta_2 y_{t-36} + \theta_1 \varepsilon_{t-24} + \varepsilon_{t-12}) +$$

$$+\beta_2(\beta_0 + \beta_1 y_{t-36} + \beta_2 y_{t-48} + \theta_1 \varepsilon_{t-36} + \varepsilon_{t-24}) + \theta_1 \varepsilon_{t-12} + \gamma_1 + \varepsilon_t$$

(2.4)

$$y_{252} = \beta_0 + \beta_1(\beta_0 + \beta_1(\beta_0 + \beta_1 y_{t-36} + \beta_2 y_{t-48} + \theta_1 a_{t-36} + \gamma_1 + \varepsilon_{t-24}) + \beta_2 y_{t-36} + \theta_1 \varepsilon_{t-24} + \gamma_1 x_t + \varepsilon_{t-12}) + \beta_2(\beta_0 + \beta_1 y_{t-36} + \beta_2 y_{t-48} + \theta_1 \varepsilon_{t-36} + \gamma_1 + \varepsilon_{t-24}) + \theta_1 \varepsilon_{t-12} + \gamma_1 x_t + \varepsilon_t$$

(2.5)

Keďže platí, že $y_{25_1} = y_{25_2}$, úpravou dostaneme

$$\gamma_1 = \beta_1(\beta_1 \gamma_1 + \gamma_1(1 - \beta_1)) + \beta_2 \gamma_1 + \gamma_1 x_{t_2}$$

$$\gamma_1 = \beta_1 \gamma_1 + \beta_2 \gamma_1 + x_t \gamma_1$$

$$x_t = 1 - \beta_1 - \beta_2$$

(2.6)

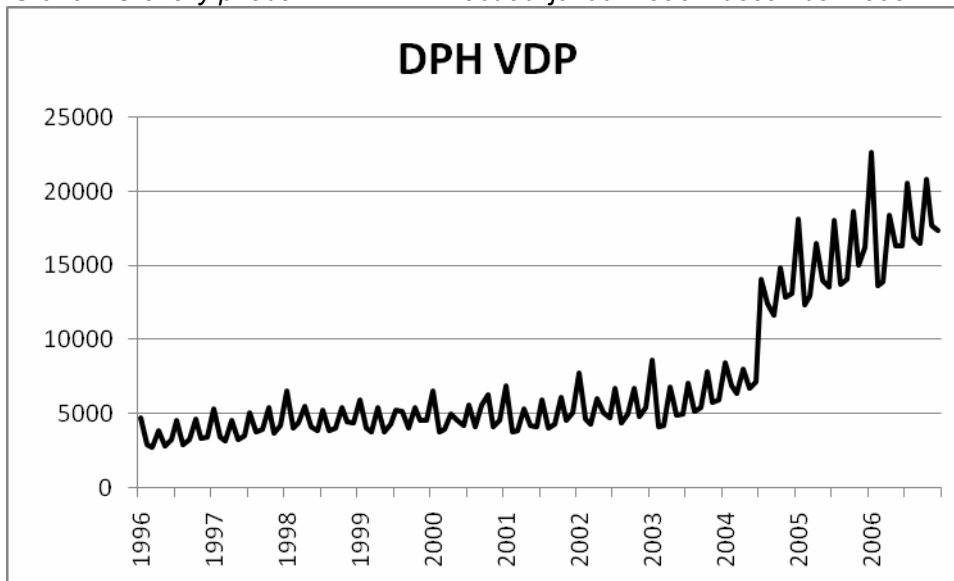
Po odvodení uvedených vzťahov zisťujeme, že vysvetľujúca premenná x_t obsahuje koeficienty, ktoré sú predmetom výpočtu. Uvedený problém sme vyriešili iteratívnym výpočtom koeficientov β_i . Ako konvergentné kritérium sme zvolili kritérium $|\beta_i - \beta_j| < 0.0001$. Pri splnení tejto podmienky alebo po nedosiahnutí tejto podmienky do 100 iterácií, bol výpočet ukončený. Dôvodom, prečo bola podmienka stanovená na 1.10^{-4} , bola skutočnosť, že pri prechode z konvergentného kritéria z 1.10^{-3} na 1.10^{-4} , dochádzalo k zmenám v prognózovanej hodnote na pozícii miliónov. Pri prechode z konvergentného kritéria z 1.10^{-4} na 1.10^{-5} dochádzalo k zmenám prognózovanej hodnoty na pozícii státisícov. Už konvergentné kritérium 1.10^{-3} sa javí ako vyhovujúce, keďže odhadovaná hodnota prognózovanej veličiny je v miliardách Sk, my sme stanovili hodnotu konvergentného kritéria na 1.10^{-4} .

3 Použité metódy odhadu

Na výpočet koeficientov modelov sme použili metódu najmenších štvorcov, Arch(1), Arch(2), Garch(1,1), Garch(2,1), Garch(2,2). U modelov Arch a Garch a uplatnení umelej premennej vo forme transformácie sme koeficienty modelov určili dvoma spôsobmi. Určili sme hodnoty umelej premennej, pričom konvergenciu sme dosiahli metódou najmenších štvorcov a po jej dosiahnutí sme aplikovali Arch alebo Garch. Pri druhom spôsobe sme Arch a Garch aplikovali hneď od začiatku. U daňových príjmov implicitne predpokladáme, že sú nestacionárne a preto sme všetky výpočty realizovali aj na logaritmovanej údajovej základni, pričom sme logaritovali iba premennú y – t.j. hrubé daňové výnosy DPH VDP. Celkovo sme preverili 1440 modelov, na ktorých sme vykonali prognózu ex – post v období január 2005 – december 2006 na údajovej základni január 1996 – december 2006. Prognózu ex – post sme vykonávali tak, ako by boli modely nasadzované v reálnej prevádzke, t.j. posúvaním údajovej základne tak, aby údajová základňa bola dva mesiaca za prognózovaným obdobím. Január 2005 sme odhadovali na údajovej základni január 1996 – november 2004. Činili sme tak v súlade s požiadavkami praxi, pretože pri tvorbe prognóz na mesiac január 2005 práve prebieha december 2004, pričom poznáme skutočnosť za november 2004. Z tohoto dôvodu sme ani v jednom skúmanom funkčnom tvare modelov nepoužili premennú y_{t-1} .

Pokúsili sme sa prognózovať DPH VDP, ktorej grafický priebeh je zobrazený v grafe č.1:

Graf č.1 Grafický priebeh DPH VDP v období január 1996 – december 2006.



Kvalitu prognózy ex post sme merali dvomi mierami na meranie presnosti prognózy :

RMS – root mean square a MSE – mean simulation error

$$RMS = \sqrt{\left(\frac{1}{s} \sum_{t=1}^s (y_t^p - y_t)^2 \right)} \quad MSE = \frac{1}{s} \sum_{t=1}^s (y_t^p - y_t)$$

RMS je často používaná miera na meranie úspešnosti prognózy ex post, MSE nie. MSE sa vyčíta, že jednotlivé sčítance sa pri sumovaní vyrušia (tzn. že kladné a záporné odchýlky sa vykompenzujú). My sme využili práve túto vlastnosť a považovali sme ju za potrebnú, keďže kvalitná prognóza by podľa nášho názoru mala oscilovať okolo skutočnosti. Záporné MSE znamená, podhodnotené prognózy oproti skutočnosti a kladné MSE znamená, že prognózy sú nadhodnotené. Teoreticky nulové MSE znamená, že prognózy oscilujú okolo skutočnosti. Z dlhodobejšieho hľadiska, t.j. v priebehu kalendárneho roka, považujeme za žiaduce, aby prognózy oscilovali okolo skutočnosti a neboli výrazne nadhodnotené alebo podhodnotené. Tieto dôvody nás viedli k použitiu MSE ako doplnkovej miery na určenie kvality prognózy ex post. Ako hlavnú mieru na určenie prognózy ex post považujeme RMS a MSE ako doplnkovú mieru kvality prognózy.

Z tabuľky č.1 je zrejmé, že najlepším modelom je model s bivalentnou umelou premennou nadobúdajúcou hodnotu 0 od júla 2005. Zaujímavým modelom je 9. model v poradí, ktorý obsahuje transformáciu. Tento model má o 20 % horšiu RMS ale neporovnateľne lepšiu MSE (o 200 %). Aj ostatné modely, ktoré obsahujú transformáciu v tabuľke č. 1, majú priaznivé hodnoty MSE. V tabuľke č. 2 je zobrazených 15 modelov s najmenšou MSE. Najlepším modelom je model obsahujúci transformáciu. Tento model má najnižšiu MSE a aj nízku RMS. Z tabuľky č.2 je zrejmé, že modely obsahujúce transformáciu majú nízku ako RMS tak aj MSE.

	Číslo modelu	Metóda	Typ um. Prem.	Log áno/nie	RMS	MSE
1	10	arch11	010	Nie	858	-216
2	7	arch20	010	Nie	942	-447
3	7	arch10	010	Nie	971	-493
4	22	arch21	010	Nie	972	-180
5	10	arch21	010	Nie	1 007	-220
6	7	arch21	010	Nie	1 013	-462
7	10	arch10	010	Nie	1 031	-303
8	25	arch20	010	Nie	1 036	-182
9	5	arch20	transf2	Áno	1 050	-107
10	10	arch20	010	Nie	1 053	-323
11	10	arch22	010	Nie	1 060	-313
12	5	arch11	transf2	Áno	1 061	-128
13	7	ls	010	Nie	1 066	-544
14	5	arch10	transf2	Áno	1 072	-289
15	7	arch11	010	Nie	1 086	-555

Tab. č. 1 Modely s minimálnou RMS

	Číslo modelu	Metóda	Typ um. Prem.	Log áno/nie	RMS	MSE
1	20	arch20	transf2	Nie	1 491	1
2	6	arch21	010	Nie	1 685	1
3	16	arch10	010	Nie	1 626	1
4	11	arch11	Transf	Nie	1 858	-2
5	8	arch11	010	Áno	2 018	2
6	4	arch11	transf2	Nie	1 475	3
7	4	arch22	transf2	Nie	1 400	3
8	18	arch22	010	Nie	1 666	-3
9	16	arch22	010	Nie	1 630	-4
10	6	arch22	transf2	Nie	1 691	4
11	21	arch22	01	Nie	1 905	-5
12	10	arch22	Transf	Nie	1 539	6
13	16	arch20	010	Nie	1 647	-7
14	29	arch10	transf2	Áno	1 833	-7
15	26	arch22	Transf	Nie	1830	-7

Tab. č.2 Modely s minimálnou MSE

Záver

Ukázali sme niekoľko spôsobov, ako modelovať skok v priebehu časového radu u DPH VDP. Uvedené spôsoby môžu byť použité pri tvorbe prognóz DPH VDP a podstatným spôsobom ovplyvňovať tvorbu hospodárskej politiky štátu. Aj keď k skoku v priebehu časového radu došlo v roku 2004, tento ovplyvňuje aj súčasnosť. Uvedené modely vystihujú vplyv vstupu SR do Európskej únie. Na plnenie DPH VDP majú však vplyv aj iné faktory, ktoré nie sú predmetom tohoto článku. Spôsob akým sme modelovali vstup SR do Európskej únie bol použitý pri konštrukcii modelov,

ktoré boli používané v praxi. Tieto modely sú obohatené o vplyvy ostatných, tu neuvedených faktorov.

LITERATÚRA

1. ARLT, J., ARLTOVÁ, M. : Finanční časové řady. Praha : Grada, 2003
2. ARLT, J., ARLTOVÁ, M. : Ekonomické časové řady. Praha : Grada, 2006
3. HAYASHI, F. : Econometrics. Princeton : Princeton University Press 2000
4. HAMILTON, J.D. : Time series analysis. Princeton : Princeton University Press 1994
5. HATRÁK, M. :Ekonometrické metódy I. Bratislava : Ekonóm 1995
6. HATRÁK, M. :Ekonometrické metódy II. Bratislava : Ekonóm, 1995
7. HUŠEK, R. : Ekonometrická analýza. Praha : Ekopress, 1999
8. VOGELVANG, B. : Econometrics Theory and Applications with Eviews : Financial Times Prentice Hall 2005
9. Eviews 5.1 User's guide
10. Eviews 5.1 Command and programming reference
11. KRAJČÍR, Z., KRÁLOVÁ, J., LIVERMORE, S. : Prognózovanie dane z pridanej hodnoty v SR, www.finance.gov.sk
12. SPANOS, A. : Revisiting data mining : „hunting“ with or without a license. Virginia Polytechnic Institute, 1999

KONTAKT

Ing. Martin Pavlík
Daňové riaditeľstvo SR
Nová 13
974 01, Banská Bystrica
Tel. :+421/48/4393130
pavlik@drs.sk