



NÁRODNÁ BANKA SLOVENSKA
EUROSYSTEM

TESTOVANIE NORMALITY EKONOMICKÝCH ČASOVÝCH RADOV

MARIÁN VÁVRA

NETECHNICKÉ
ZHRNUTIE

1/2015



© Národná banka Slovenska
www.nbs.sk
Imricha Karvaša 1
813 25 Bratislava

research@nbs.sk

marec 2015

ISSN 1337-5830

Práca neprešla jazykovou úpravou.

Prezentované názory a výsledky v tejto štúdií sú názormi autora a nevyjadujú oficiálne stanovisko Národnej banky Slovenska.

Všetky práva vyhradené.

Krátke časti textu, nie viac ako dva odseky, môžu byť citované bez predchádzajúceho súhlasu autorov, pokiaľ bude úplne uvedený zdroj.



Testovanie normality ekonomických časových radov

Výskumná štúdia NBS

Marián Vávra¹

Abstrakt

V predkladanej štúdii je navrhnutý nový test na testovanie, či je pravdepodobnostné rozdelenie ekonomických ukazovateľov normálne (Gausovské). V štúdii je demonštrované, že navrhnutý test je možné veľmi jednoducho vypočítať a jeho štatistické vlastnosti sú oveľa lepšie ako bežne používaný Bai-Ng test založený na koeficientoch šikmosti a špicatosti. Tieto vlastnosti robí navrhnutý test veľmi atraktívnym pre aplikovanú ekonómiu.

JEL klasifikácia: C12, C15, C32

Kľúčové slová: testovanie normality, Anderson-Darling štatistika, sieve bootstrap, Monte Carlo experimenty

Volne prístupné na www.nbs.sk/sk/publikacie/vyskumne-studie

¹ Marián Vávra, Odbor výskumu NBS.

1. NETECHNICKÉ ZHRNUTIE

Rozhodnutie menovej autority týkajúce sa nastavenia úrokových sadzieb je založené na kľúčových ekonomických ukazovateľoch ako je inflácia a tempo rastu HDP. Vzhľadom k tomu, že bodové predikcie poskytujú centrálnym bankárom len obmedzenú informáciu o budúcom vývoji, vyhodnotenie neistoty spojenej s bodovou predikciou sa javí ako veľmi užitočné (napr. pre odhad pravdepodobnosti deflácie, ktorej v súčasnej dobe čelí rada európskych ekonomík vrátane SR). K tomuto účelu sa v praxi využívajú tzv. predikčné intervaly (fan-charts) – vid' Obr. 1. V literatúre existujú dva typy týchto predikčných intervalov: (i) Gausovské (a teda symetrické) intervaly (aplikované napr. v Bank of Canada, Norges Bank, Sveriges Riksbank); (ii) Asymetrické intervaly (aplikované napr. v Bank of England alebo NBS).

Obr. 1: Predikčné intervaly inflácie





Problém s konštrukciou predikčných intervalov je, že rozhodnutie o tom, či aplikovať Guasovske (symetrické) alebo asymetrické intervaly, je založené na ad-hoc rozhodnutí a nie na štatistických výsledkoch.

Je treba ale podotknúť, že rozhodovanie o tom, aký typ predikčných intervalov použiť, je pomerne zložité, a to najmä kvôli nedostatkom vhodných testových štatistík. Hlavný problém tkvie v tom, že jednotlivé pozorovania ekonomických ukazovateľov (napr. miery inflácie) sú navzájom závislé (t.j. autokorelované). Tento fakt vylučuje použitie klasických testov ako je napr. Jarque-Bera štatistika, ktoré sú konštruovane výlučne pre náhodné procesy s navzájom nezávislými pozorovaniami.²

Predkladaná štúdia má tri nasledujúce ciele:

- 1) Navrhnuť jednoduchú testovaciu štatistiku, pomocou ktorej môžeme otestovať, či je pravdepodobnostné rozdelenie ekonomických ukazovateľov symetrické alebo normálne.
- 2) Porovnanie štatistických vlastností navrhnutého testu s vlastnosťami vyššie uvedených testov.
- 3) Aplikácia navrhovaného testu na súbor ekonomických časových radov.

1) Modifikovaný Anderson-Darling (AD) test

Ako už bolo uvedené v úvode, hlavným problémom existujúcich testovacích štatistík je, že pozorovania ekonomických ukazovateľov sú istým spôsobom autokorelované (závislé). Nami navrhované riešenie spočíva v modifikácii vybranej testovacej štatistiky – v našom prípade ide o Anderson-Darling (AD) test, ktorého funkčná forma je nasledovná

$$\mathcal{A}_n = \int_{\mathbb{R}} \frac{(F_n(z) - \Phi(z))^2}{\Phi(z)(1 - \Phi(z))} d\Phi(z), \quad z \in \mathbb{R},$$

² Tento predpoklad je však v aplikovanej ekonómii celkom nereálny.



Kde Φ označuje štandardnú Gausovskú distribučnú funkciu a F_n empirickú (odhadnutú) distribučnú funkciu danej ekonomickej veličiny (napr. miery inflácie)

$$F_n(z) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n I \left(\frac{X_t - \mu}{\sigma} \leq z \right), \quad z \in \mathbb{R},$$

kde $I(\cdot)$ je indikátorová (t.j. 0-1) funkcia a μ je stredná hodnota a σ je štandardná odchýlka danej ekonomickej veličiny.

Veľkou výhodou AD testu je, že je citlivejší na odchýlky od normality ako bežne používané testy založené na koeficientoch šikmosti a špicatosti (t.j. Jarque-Bera test). Nevýhodou AD testu však je, že nemá limitne štandardné rozdelenie. Tento problém je však elegantne odstránený použitím tzv. bootstrapu (ide o „replikačný“ prístup pri výpočte nejakej neznámej veličiny). Detaily výpočtu kritických hodnôt AD testu pomocou bootstrapu nájde čitateľ v pôvodnej verzii výskumnej štúdie.

2) Štatistické vlastnosti AD testu

Štatistické vlastnosti navrhnutého AD testu sú otestované pomocou Monte Carlo experimentov. Výsledky sú porovnané s Bai-Ng (BN) testom, jediným existujúcim testom v literatúre. Zo simulačných výsledkov vyplývajú nasledujúce závery: (i) v prípade normálne rozdelených stochastických procesov modifikovaný AD test (správne) zamietá nulovú hypotézu o normalite na nominálnej hladine (napr. 5 %), pričom BN test výrazne podhodnocuje pravdepodobnosť chyby prvého druhu; (ii) v prípade stochastických procesov s marginálnym rozdelením rozdielnym od normálneho rozdelenia AD test identifikuje tieto odchýlky výrazne lepšie ako existujúci BN test. Záverom je zaujímavé poznamenať, že získanie kritických hodnôt AD testu nie je časovo, resp. výpočtovo náročné.



3) Aplikácia

Navrhnutý test je aplikovaný na súbor predikčných chýb inflácie z mesačného modelu NBS s horizontom predikcie 1 až 12 mesiacov vopred za obdobie január 1996 – január 2014.

Zameriame sa na testovanie dvoch rôznych hypotéz:

(i) Normality marginálneho rozdelenia predikčných chýb:
 $H_0: F(X_t(h)) = N(0, \sigma^2)$, kde $X_t(h)$ je predikčná chyba inflácie pre horizont $h = 1, \dots, 12$.

(ii) Združenej normality predikčných chýb $H_0': F(X_t(1), \dots, X_t(12)) = N(\mathbf{0}, \Sigma)$.

Zo získaných výsledkov vyplýva, že okrem predikčných chýb na jedno obdobie vopred, nie možné zamietnuť obe nulové hypotézy o normalite predikčných chýb na bežnej hladine významnosti, povedzme 5 %. Inými slovami, predikčné chyby inflácie z mesačného modelu je možné považovať za (približne) normálne rozdelené. Na základe týchto výsledkov, sa normálne rozdelenie predikčných intervalov (fan-charty) javí ako adekvátne.