



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

Acta oeconomica et informatica 2
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2000, s. 53–56

ADAPTÍVNE PRÍSTUPY MODELOVANIA VÝVOJA EKONOMICKÝCH UKAZOVATEĽOV ADAPTIVE APPROACHES FOR MODELLING THE DEVELOPMENT OF ECONOMIC INDICATORS

Peter OBTULOVIC

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

The Box-Jenkins methodology is very useful for building reliable models in order to forecast the development of economic indicators. Their advantage is that they are applicable especially when the data highly fluctuate or there are seasonal fluctuations. The conventional methods such analytical equalisation of the time series or regression and correlation analyses do not give us reliable results. The reason is that these models are not able to present the fluctuations of the data, which are influenced by present turbulent market environment.

Key words: Box-Jenkins methodology, forecast, time series, forecasting model

Výpočet predpovedí vývoja časových radov ekonomických ukazovateľov súčasného nestabilného ekonomickej prostredia na Slovensku nie je jednoduchý a vyžaduje použitie takých metód, ktoré sú schopné popísať ich nepravidelný priebeh s častými zvratmi. Využívanie moderných matematicko-štatistických prognostických postupov pri rôznych formách predpovedania budúceho vývoja ekonomických časových radov má už v súčasnom období nezastupiteľné miesto.

Klasická metodológia analytického vyrovnania časových radov, ako uvádzá Kába (1999), nedosahuje požadovanú spoločnosť a kvalitu. Nové metodologické postupy štatistickej prognostiky však používajú metódy, ktoré s vysokým stupňom spoľahlivosti dokážu modelovať aj takúto ekonomickú realitu. Medzi spomínané postupy sa radia adaptívne prístupy k modelovaniu vývoja časových radov.

Materiál a metódy

Využitelnosť adaptívnych prístupov k modelovaniu vývoja časových radov bola empiricky overená na súbore časových radov cien. Išlo o 12 radov vybraných komodít rastlinnej a živočisnej výroby zahŕňajúcich ceny polnohospodárskych výrobcov. V súbore boli časové rady mesačné s dĺžkou referenčného obdobia 97 údajov. Takmer všetky časové rady mali veľmi zložitý a nepravidelný priebeh s množstvom zlomov. Analýza sa vykonala pomocou modelov exponenciálneho vyrovnania a Box - Jenkinsovej metodológie. S ich pomocou sme vypočítali prognózy očakávaných hodnôt cien pre ďalšie obdobie v dvoch etapách najskôr pre horizont šiestich mesiacov a následne na celý rok. Kvalitu vypočítaných prognózovaných hodnôt pomocou oboch typov adaptívnych modelov sme vyhodnotili a retrospektívne porovnali so skutočnosťou. Kvalitu prognóz sme posudzovali pomocou Theilovo koeficienta nesúladu T_2 (môžeme ho prirovnáť k priemernej relatívnej chybe predpovedi MAPE) v dvoch etapách:

- prvá etapa: predpoveď sme prepočítali na ďalších 6 mesiacov T_6^2
 - druhá etapa: predpoveď sme prepočítali na celý rok T_{12}^2
- Pre výpočty sme použili mesačné údaje cien vybraných komodít od januára 1991 do januára 1999, čím sme získali časové rady

s dĺžkou 97 období. Takéto dlhé časové rady sú potrebné na skúmanie sezónnosti a na konštrukciu modelov SARIMA. Použitie profesionálnych štatistických programov pre výpočet modelov SARIMA pri dĺžke sezónnosti $L = 12$ mesiacov vyžaduje použitie časových radov s dĺžkou osemkrát väčšou, tj. minimálne 97 období (pre štvrtročné časové rady pri $L = 4$ je minimálny počet údajov 33). V opačnom prípade nie je možné modely SARIMA prepočítať. Pri konštrukcii modelov exponenciálneho vyrovnania táto požiadavka nie je taká tvrdá. K výstavbe adaptívnych modelov sme použili ceny polnohospodárskych výrobcov uverejňované Slovenským štatistickým úradom, ktoré sa zistujú mesačne štátym štatistickým výkazom *Ceny NC PoI* - 1-12 vo vybranom súbore polnohospodárskych výrobcov bez ohľadu na formu vlastníctva. Ceny sa zistujú ako nevážené aritmetické priemery.

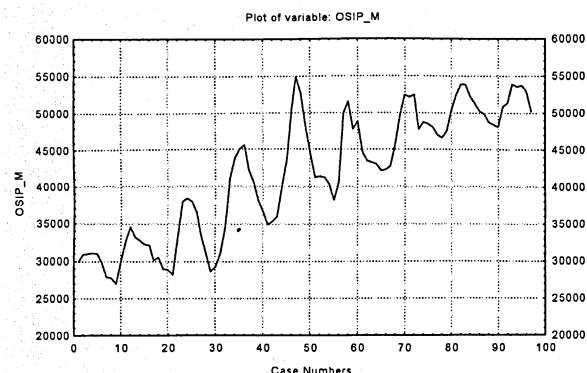
Dosiahnuté výsledky a diskusia

V štúdiu sme analyzovali spolu 12 časových radov cien vybraných komodít rastlinnej a živočisnej výroby. Vzhľadom na rozsah príspievku sa v ďalšej časti budeme detailne venovať cene jatočných ošípaných v mäse, v závere uvedieme aj výsledky dosiahnuté pri ostatných komodítach a zovšeobecníme ich.

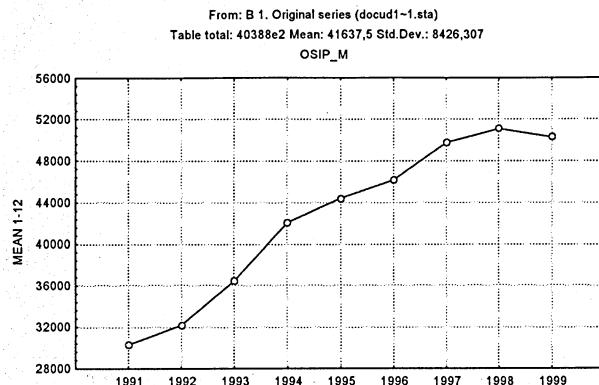
Podľa odhadov ŠÚ SR sa v roku 1998 v SR spotrebovalo 36,9 kg bravčového mäsa v hodnote na kosti na 1 obyvateľa, t. j. o 0,3 kg (o 0,8%) menej ako v roku 1997. Za predpokladu⁽¹⁾, že by sa v II. polroku 1999 dovezlo rovnaké množstvo ošípaných ako v II. polroku 1998, t. j. 15 000 t v mäse, domáca spotreba bravčového mäsa by poklesla na 36,4 kg na obyvateľa, t. j. o 0,5 kg (o 1,3%) oproti roku 1998. Ak by sa však za celý rok 1999 dovezlo len toľko ošípaných ako v roku 1998, spotreba bravčového mäsa na 1 obyvateľa by sa znížila na 35,4 kg, čiže oproti roku 1998 o 1,5 kg (o 4,0%).

V nadváznosti na pokles domácej produkcie bravčového mäsa a s tým spojený rast spotrebiteľských cien a na zvýšenie životných nákladov obyvateľstva vplyvom ekonomických opatrení vlády, nevieme, ako sa zmení dopyt našich spotrebiteľov po bravčovom mäse. Aj keď u nás existuje silný stravovací návyk na konzumovanie bravčového mäsa, s najväčšou pravdepodobnosťou

Graf 1 Vývoj cien jatočných ošípaných v mäse v období 1/1991 až 1/1999
Graph 1 Development of Price Pig for slaughter - carcass in 1/1991-1/1999



Graf 2 Vývoj priemerných cien za jednotlivé roky v analyzovanom období
Graph 2 Development of Mean Price in



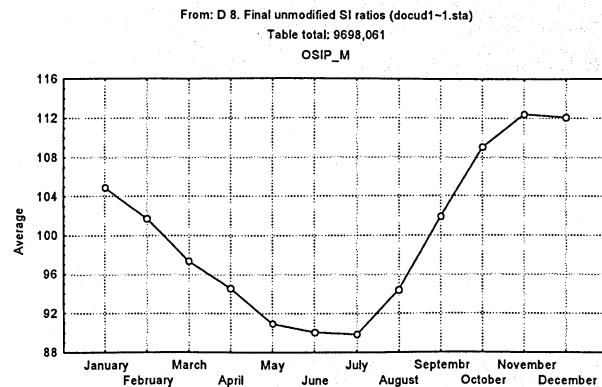
dôjde k zníženiu jeho spotreby. Vývoj časového radu ceny jatočných ošípaných v mäse uvádzame v grafe 1.

Vývoj ceny je poznačený výrazným sezónnym kolísaním s tlmeným trendom. Pri koncentrovanom zobrazení vývoja ceny pomocou priemerných cien za jednotlivé roky analyzovaného obdobia (graf 2) vidieť rast priemerných cien od roku 1991 až do roku 1998. V januári roku 1999 cena mierne poklesla. Na posúdenie sezónneho vývoja ceny sme skonštruovali periodogram, charakterizujúci vývoj ceny za jednotlivé obdobia sezóny (mesiace január až december). Periodogram v grafickom znázornení zobrazuje priemerné sezónne indexy za jednotlivé mesiace. Pre cenu jatočných ošípaných v mäse ho uvádzame v grafe 3.

Z vývoja sezónnej zložky časového radu je zrejmé, že prvých sedem mesiacov cena klesá a v júli dosahuje minimum, od júla do novembra prudko rastie a dosahuje v novembri svoje celoročné maximum. Sledovanie sezónneho kolísania je dôležité aj z hľadiska optimálnej volby obdobia pre uskutočnenie obchodných prípadov, tj. z pohľadu kupujúceho: takých období, keď sezónne kolísanie vedie k najnižšej cene a, naopak, vyhýbať sa obdobiam, keď cena kulminuje, pričom z pohľadu predávajúceho je to opačne. Pri komplexnom posúdení vývoja sezónnych cien ošípaných v mäse je najvhodnejším obdobím na nákup obdobie máj až júl, keď je sezónne najnižšia cena, naopak najvyššia cena je na konci roka v mesiacoch október až december.

Znalosť budúceho vývoja cien je pre ekonomicke prostredie jednou z dôležitých informácií, ktorá ovplyvňuje strategické rozho-

Graf 3 Periodogram ceny jatočných ošípaných v mäse
Graph 3 Periodogram of Price Pigs for slaughter - carcass



dovanie podnikateľských subjektov. V ďalšej časti práce uvedieme, ako využijeme adaptívne modely pri predpovedaní budúceho vývoja cien sledovaných komodít. Skôr, ako spomínané konkrétné výpočty podrobne opíšeme, je vhodné zamyslieť sa nad ich opodstatnenosťou. K predpovediam budúceho vývoja cien je samozrejme možné dospieť celým radom metód od jednoduchých, naivných až po zložité, založené na systémovom prístupe. Význam predpovedí, ktoré sme získali pomocou adaptívnych modelov, vidíme predovšetkým v tom, že sú exogénou súčasťou, resp. vstupom pre výpočet zložitejších systémových predpovedí. Ak pri systémových predpovediach napr. pomocou ekonometrických modelov použijeme pre odhad budúcich hodnôt exogénnych premenných nepresné subjektívne, logicky neodôvodnené údaje, znehodnotí takto vstup celú našu prácu aj pri použití kvalitného inštrumentária výslednej predpovede.

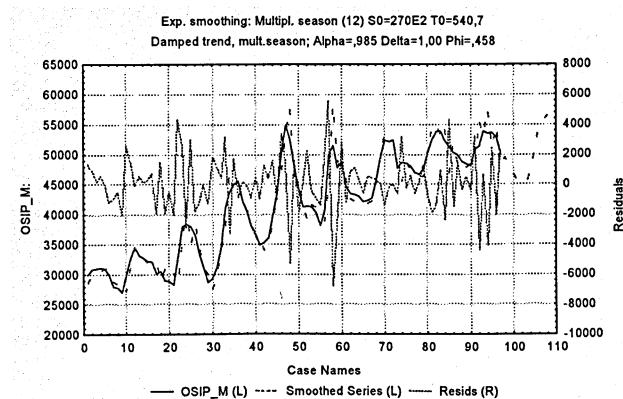
Pri konštrukcii predpovede budúceho vývoja cien ošípaných v mäse pomocou exponenciálneho vyrovnania sme prepočítali Wintersove modely exponenciálneho vyrovnania, t.j. bez trendu, s lineárnym trendom, s exponenciálnym trendom a s tlmeným trendom. Najvhodnejším modelom s hľadisku kvality prognózovaných hodnôt bol Wintersov multiplikatívny model s tlmeným trendom. K podobnému záveru sme dospeli pri všetkých analyzovaných komodítach. Výsledný model uvádzame v grafe 4. Vybrané charakteristiky kvality modelu potvrdzujú jeho vhodnosť k analýze ex post.

Error

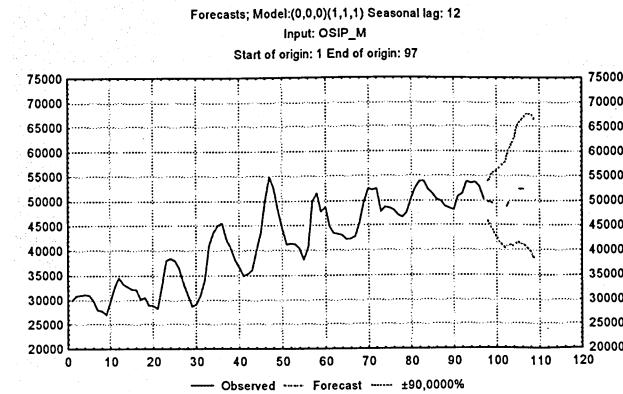
Mean error	95,11
Mean absolute error	1483,07
Sums of squares	383858448,67
Mean square	3957303,59
Mean percentage error	0,2575
Mean abs. perc. error	3,56

Aby sme zistili skutočnú kvalitu predpovedí, porovnali sme vypočítané hodnoty so skutočnými hodnotami cien, ktoré sme mali pri spracovávaní výsledkov k dispozícii. V prvej etape sme zostavili predpoveď pre obdobie február až júl 1999 (t.j. nasledujúcich 6 mesiacov od posledného údaja použitého k výpočtu Wintersovho modelu.) Na takéto porovnanie sme využili známe ceny za február až júl 1999 a prepočítali sme Theilov koeficient nesúladu. Hodnota $T_6^2 = 3,69\%$ vypovedá o skutočne vysokom stupni spoloahlivosťi vypočítaných hodnôt predpovedí. V grafe 1.4 sú okrem už spomenutých šiestich prognózovaných hodnôt uvedené aj ďalšie (spolu pre jedenásť mesiacov roka 1999) tak, aby sme získali predpoved pre celú dĺžku sezóny na celý rok 1999. Hodnota koeficientu nesúladu na celý rok 1999 sa zhoršila, keď dosiahla hodnotu

Graf 4 Wintersov model s tlmeným trendom
Graph 4 Winters model with damped trend



Graf 5 Model SARIMA (0,0,0) (1,1,1) a predpoveď cien ošípaných v mäse
Graph 5 SARIMA (0,0,0) (1,1,1) and Forecasts of Prices Pigs for slaughter-carcass



$T^2_{12} = 5,02\%$ Z grafu 1.4 vidíme, že aj očakávané hodnoty predpovedí ceny pomocou exponenciálneho vyrovnania naznačujú sezónne kolisanie vyrovnaných hodnôt (čo pri klasických postupoch nie je možné). K analýze ex post (minulého vývoja) pomocou vypočítaného modelu bola hodnota MAPE, ktorú môžeme prirovnáta k koeficientu nesúladu, dokonca ešte nižšia a dosiahla hodnota MAPE = 3,56%.

Pri konštrukcii modelov podľa Box – Jenkinsovej metodológie sme vychádzali zo známych skutočností o vývoji sezónnej zložky časového radu ceny jatočných ošípaných v mäse a prepočítali sme niekoľko najočakávanejších modelov typu SARIMA. Treba uviesť, že dnes neexistuje spoľahlivé a objektívne kritérium, ktoré by vyčerpávalo spôsobom a presne stanovilo konečný tvar modelu. Rozhodujúcu úlohu stále zohráva „citlivý prístup“ zostavovača modelu. Z tohto dôvodu sme pri výpočtoch prepočítali niekoľko najočakávanejších modelov a z nich sme vybrali ten, ktorý dosahoval k hľadisku kvality najlepšie výsledky.

Posúdením kvality prepočítaných modelov a vhodnosti k výpočtu predpovedí sme ako najlepší zvolili model SARIMA (0,0,0) (1,1,1) graf 5.

SARIMA model sme využili k výpočtu predpovedí cien jatočných ošípaných v mäse pre obdobie 2/1999 až 7/1999 a vypočítali koeficient nesúladu $T = 3,43\%$. Výška koeficiente svedčí o vysokej a preukaznej kvalite prognózovaných hodnôt cien. Koeficient nesúladu pre obdobie celého roka dosiahol hodnotu $T^2 = 3,31\%$.

Tabuľka 1 Koeficienty MAPE, T^2_6 a T^2_{12} vypočítaných modelov
(a) komodita, (b) model exponenciálneho vyrovnania
a (c) model SARIMA

Č.	Komodita (a)	Exponenciálne vyrovnanie (b)		SARIMA modely (c)	
		MAPE	T^2_6	T^2_{12}	T^2_6
1	Pšenica priemyselná (1)	2,73	3,47	3,20	3,02
2	Jačmeň sladovnícky (2)	3,42	4,55	4,48	2,84
3	Jačmeň potravinársky (3)	6,44	5,86	5,10	4,74
4	Jačmeň kŕmny (4)	2,97	4,01	4,3	2,26
5	Raž (5)	6,26	1,76	2,36	2,56
6	Býky jatočné v živom (6)	2,71	1,4	2,00	1,57
7	Býky jatočné v mäse (7)	3,68	5,73	4,92	0,62
8	Jalovice jatočné v živom (8)	2,96	1,94	2,83	1,54
9	Jalovice jatočné v mäse (9)	5,33	8,64	5,21	3,62
10	Ošípané jatočné v živom (10)	3,96	5,73	4,21	2,11
11	Ošípané jatočné v mäse (11)	3,56	3,69	5,02	3,43
12	Mlieko (12)	2,38	4,06	4,95	1,06
13	Priemer (13)	4,08	4,692	4,05	2,45
					2,34

Table 1 MAPE coefficients, T^2_6 a T^2_{12} of calculated models
(a) product, (b) exponential smoothing model, (c) model SARIMA

(1) industrial wheat, (2) malting barley, (3) food barley, (4) fodder barley, (5) rye, (6) slaughter bulls-live, (7) slaughter bulls-carcass, (8) slaughter heifers-live, (9) slaughter heifers-carcass, (10) slaughter pigs-live, (11) slaughter pigs-carcass, (12) milk, (13) average

Kvalita je vyššia, ako u predpovedí získaných pomocou modelu ex post.

Porovnaním kvality prognózovaných hodnôt oboch prístupov sme jednoznačne kvalitnejšie výsledky získali pomocou modelu konštruovaného na základe Box – Jenkinsovej metodológie. Výsledky prepočtov pre ďalšie komodity vzhľadom na rozsah článku neuvádzame v detailnej podobe, ale v záveru článku sú uvedené v tabuľke 1.

Záver

Výsledky empirickej analýzy poukázali na možnosť využitia adaptívnych modelov pri konštrukcii krátkodobých predpovedí časových radov ekonomických ukazovateľov. Exaktne poznatky o budúcom vývoji hodnôt časového radu sú pre ekonomické pros-tredie jednou z dôležitých informácií ovplyvňujúcich strategické rozhodovanie podnikatelských subjektov. Exaktne rozhodovanie treba pritom osobitne zdôrazniť, lebo hodnoty predpovedí sú často exogénym vstupom systémových predpovedí pomocou napr. ekonometrických modelov. Ak pri takýchto predpovediach použijeme pre odhad budúcich hodnôt exogénnych premenných nepresné, subjektívne a logicky neodôvodnené, či jednoducho extrapolované hodnoty, znehodnotí takýto vstup celú našu prácu aj pri použití kvalitných systémových modelov výsledných komplexných predpovedí. Výsledná kvalita celého modelu a predpovedí získaných na základe takýchto modelov, jednoznačne závisí od kvality vstupných informácií.

Využitie adaptívnych modelov ku krátkodobým predpovediam exogénnych premenných nie je jedinou eventualitou ich aplikácie. Aj samotná výsledná predpoved budúcej hodnoty časového radu ekonomickeho ukazovateľa, získaná pomocou adaptívnych modelov, znesie tie najtvrdšie kritériá pre hodnotenie kvality predpovede-

danej skutočnosti. Výsledky predpovedí budúcich, ale aj minulých hodnôt cien vybraných komodít rastlinnej a živočisnej výroby, ktoré sme získali práve použitím adaptívnych prístupov k modelovaniu časových radov, to jednoznačne potvrdili.

Ak zhrieme poznatky, ktoré sme získali pri výstavbe adaptívnych modelov cien vybraných komodít polnohospodárskej produkcie, môžeme ich sformulovať do nasledovných záverečných vyjadrení:

- výhodou adaptívnych prístupov modelovania časových radov ekonomických ukazovateľov je, že sú flexibilné a rýchlo sa adaptujú na zmeny vo vývoji časového radu. Stochastic modelujú nie len trendovú zložku, ale aj sezónnu zložku časových radov.,
- adaptívne modely sú schopné popísať aj také časové rady ekonomických ukazovateľov, ktoré sa vyvíjajú nepravidelne, s meniacim sa trendom, ale aj s meniacou sa sezónnou zložkou. Takéto časové rady sú práve typické pre naše nestabilné ekonomické prostredie, keď grafické znázornenie vývoja časového radu pripomína kardiogram chorého pacienta. Použitie klasickej analýzy časových radov a ich vyrovnanie niektorou vhodnou analytickou funkciou jednoducho nastačí, lebo kvalita predpovedí nedosahuje požadovanú spoloahlivosť.,
- praktické aplikácie a z nich získané kvalitné predpovede potvrzujú vhodnosť adaptívnych prístupov k modelovaniu časových radov, keď v porovnaní s inými metódami dosahujú najkvalitnejšie výsledky,
- s rozvojom výpočtovej techniky a s aplikáciou vhodného programového spracovania uvedenej metodológie narastá jej použitie, pričom vývoj smeruje k úplnej automatizácii celého procesu výstavby modelu, čím sa znižia subjektívne zásahy ľudského činiteľa v procese tvorby modelu,
- na druhej strane treba poznamenať, že v procese konštrukcie predpovedí hrá intuícia riešiteľa dokonca rozhodujúcu úlohu,
- na vybudovanie kvalitných a spoloahlivých modelov treba mať dostatočne dlhý časový rad, pre exponenciálne modely je to časový rad s dĺžkou minimálne 5 kompletnejších sezón, pre modely konštruované podľa Box – Jenkinsovej metodológie je to časový rad dlhší ako 8 kompletnejších sezón,
- praktická aplikácia predloženej metodológie má nevýhodu v tom, že často strácame možnosť jednoduchej interpretácie vypočítaných parametrov výsledných modelov.

Okrem všeobecne formulovaných záverečných vyjadrení, formulujeme v ďalšej časti záveru poznatky z konštrukcie konkrétnych modelov pre komodity rastlinnej a živočisnej výroby, ktoré boli predmetom nášho skúmania. Vývoj cien všetkých komodít, ktoré sme analyzovali, vykazoval nepravidelný vývoj, poznačený častými zmenami odrážajúcimi turbulentný vývoj nášho ekonomickejho prostredia. Vo vývoji cien sa prejavovali vplyvy vyvolané finančnou politikou štátu na jednej strane, na druhej vplyvy samotných výrobcov a nákupcov reagujúcich na ponuku a dopyt po jednotlivých komodítach. Detailnou analýzou príčin sme sa však vzhľadom na charakter práce nezaoberali.

Okrem nepravidelného vývoja trendovej zložky, vyjadrujúcej hlavnú tendenciu vo vývoji cien, sa na celkových zmenách významne podieľala aj sezónna zložka, ktorá je nakoniec typická pre celú polnohospodársku výrobu. Z analyzovaných komodít sme najvýraznejšie sezónne kolísanie zaznamenali pri cene jatočných ošípaných v živom, keď kolísanie vyjadrené indexom sezónnosti bolo v intervale od 85% až do 115%. Naopak, najnižšie sezónne kolísanie sme zistili pri cene raže v intervale od 95,5% do 103%.

Pri konštrukcii krátkodobých predpovedí pomocou modelov exponenciálneho vyrovnania sme najlepšie výsledky dosiahli

pri použití Winterseho multiplikatívneho modelu s tlmeným trendom, z čoho možno vyvodíť záver, že ceny takmer všetkých analyzovaných komodít vykazujú tendenciu priblížiť sa k určitej hladine (hladine nasýtenosti), tzn., že vo vývoji dochádza predsa len k určitej stabilizácii. Zistené výkyvy nie sú už také výrazné a majú skôr sezónny charakter.

Pri posudzovaní kvality predpovedí získaných pomocou exponenciálneho vyrovnania na jednej strane a na druhej predpovedí získaných pomocou Box – Jenkinsovej metodológie, sme z dvadsaťstich komodít získali lepšie výsledky pri desiatich pri použití SARIMA modelov. Len v dvoch prípadoch (cena raže, cena jatočných býkov v živom), sme lepšie výsledky získali pomocou modelov exponenciálneho vyrovnania. Súhrnné výsledky kvality predpovedí pre všetky analyzované komodity uvádzame v tabuľke 1. Pri použití SARIMA modelov sme vo všetkých dvanásťstich prípadoch získali predpovede, keď chybovosť dosiahla hodnoty nižšie ako päť percent, čo je pre bodové odhady veľmi dobrý výsledok.

Ak zhrieme uvedené záverečné vyjadrenia, môžeme konštatovať, že dosiahnuté výsledky potvrdili aplikačné možnosti predloženého postupu, že adaptívne prístupy k modelovaniu časových radov viedli k získaniu preukazne kvalitných prepočtov predpovedí cien vybraných polnohospodárskych komodít. Aj napriek tomu, že predložená metodológia je výpočtovo náročná, hlavne sofistikované Box – Jenkinsove modely, ktoré sú náročnejšie na splnenie istých predpokladov o vlastnostiach analyzovaných časových radov, získané výsledky naznačili opodstatnenosť ich použitia, hlavne v spojení s výkonnou výpočtovou technikou a kvalitným programovým spracovaním.

Súhrn

Význam moderných prognostických prístupov založených na exponenciálnom vyrovnaní a Box – Jenkinsovej metodológií neustále rastie. Tažisko ich použitia vidieť hlavne v predpovedaní budúceho vývoja takých ekonomických ukazovateľov, ktorých vývoj je poznačený sezónnosťou a veľkou rozkolisanosťou. Vyhodnotila sa kvalita vypočítaných predpovedí pomocou adaptívnych modelov exponenciálneho vyrovnania a SARIMA modelov. Výsledky potvrdili vysokú kvalitu predpovedí analyzovaných ukazovateľov, predovšetkým výsledky získané na základe SARIMA modelov, pri ktorých sa prepočítala priemerná chybovosť predpovedí pri všetkých dvanásťstich komodítach vo výške 2,34%. Výsledky sa doplnili vhodným grafickým spracovaním výsledkov.

Kľúčové slová: exponenciálne vyrovnanie, Box-Jenkinsova metodológia, predpovede, časový rad

Literatúra

- APLT, J. 1999. Moderní metody modelování ekonomických časových řad. Praha : Grada, 1999. ISBN 80-716-539-4
- CIPRA, T. 1986. Analyza časových řad s aplikacemi v ekonomii. Praha : SNTL, Alfa, 1986, s.100 - 203.
- KÁBA, B. 1999. Možnosti využití statistického programového systému SAS v procesu analýzy a prognózování časových řad. Nitra, 1999, s. 60-64. ISBN 80-7137-659-0
- OBTULOVIČ, P. 1999. Adaptívne prístupy k modelovaniu ekonomických časových radov : Habilitačná práca. Nitra, 1999.
- Štatistický úrad Slovenskej republiky : Indexy cien polnohospodárskych výrobkov za roky 1991 až 1999.

Kontaktná adresa:

Ing. Peter Obtulovič, Katedra štatistiky a operačného výskumu, Fakulta ekonomiky a manažmentu, Slovenská polnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, tel.: 087/6508 158