

MOŽNOSTI VYUŽITÍ STATISTICKÝCH PROGNOTICKÝCH TECHNIK V KONJUNKTURNÍCH PRŮZKUMECH

Bohumil Kába

Katedra statistiky PEF, Česká zemědělská universita v Praze, 165 21 Praha 6 - Suchdol

Anotace:

Průspěvek shrnuje výsledky komparativní analýzy klasických a adaptivních prognostických modelů, aplikovaných na časové řady vybraných konjunkturálních ukazatelů České republiky. Při konstrukci krátkodobých prognóz se nejlépe osvědčilo Brownovo exponenciální vyrovňování, velmi kvalitních předpovědí bylo dosaženo i metodou kombinování individuálních předpovědí.

Summary:

The results of trend and adaptive forecasting procedures applied to a selected set of economic indicators of Czech Republic are discussed. The best results were provided by the Brown's exponential smoothing. Paper deals also with a new forecasting approach - combination of forecasts obtained by different forecasting methods.

Klíčová slova:

Prognózování, klasické modely, adaptivní modely, exponenciální vyrovňování, kombinované předpovědi.

Key words:

Forecasting, classical models, adaptive models, exponential smoothing, combined forecasts.

1. Úvod

Mezi hlavní cíle konjunkturálních průzkumů respektive konjunkturálních analýz patří tvorba krátkodobých prognóz ekonomických ukazatelů. Soudobá statistická prognostika

disponuje bohatou škálou technik a nástrojů, jež se zpravidla opírají o analýzu časových řad.

Tuto analýzu lze realizovat velmi efektivně využitím statistických programových paketů, jež obvykle nabízejí tradiční trendové modely, založené na principu „ceteris paribus“ a pro řady s nepravidelným průběhem jsou doporučovány t.zv. adaptivní modely, které pomocí vhodného systému diskontních vah berou v úvahu „stárnutí“ informací. Přesto je však třeba konstatovat, že metody statistické prognostiky jsou zatím v zemědělské praxi málo známy a využívány. Důvodem je patrně skutečnost, že práce s prognostickými modely a interpretace dosažených výsledků nejsou bezproblémové a z teoretických vlastností prognostických modelů nelze jednoznačně soudit na reálné možnosti jejich praktického využití.

Daná studie uvádí výsledky statistické srovnávací analýzy osmi prognostických procedur: čtyř klasických trendových modelů (přímka (1), parabola (2), exponenciála (3), S křivka (4)) a čtyř adaptivních modelů (Brownovo jednoduché (B1), dvojité (B2) a trojitě exponenciální vyrovnávání (B3) a Holtův model exponenciálního vyrovnávání (H)). Tyto modely byly aplikovány na následující časové řady ukazatelů ekonomiky České republiky:

- (A) spotřebitelské ceny potravinářského zboží
- (B) životní náklady rolníků
- (C) ceny zemědělských výrobců
- (D) ceny rostlinných výrobků
- (E) ceny živočišných výrobků
- (F) prodej jatečných zvířat celkem včetně drůbeže
- (G) prodej mléka
- (H) prodej vajec.

Referenční období zahrnovalo leden 1991 - srpen 1994. Ve všech případech se jednalo o bazické indexy, kde měsíční průměr roku 1989 = 100.

2. Vyrovnání analyzovaných řad

V první fázi analýzy byly všechny řady vyrovnány výše zmíněnými trendovými respektive adaptivními modely. (Vzhledem k tomu, že analýza periodogramu a Fisherův test periodicity neidentifikovaly u žádné řady významnou periodicitu, nebyly ve studii použity prognostické techniky, orientované na sezónní časové řady.) Při výpočtu, realizovaném pomocí statistického programového balíku STATGRAPHICS, byly použity 3 délky

referenčního období (20, 32 a 44 pozorování). Kvalita vyrovnání byla zhodnocena pomocí t.zv. interpolačních kritérií. Z těch, jež poskytuje paket STATGRAPHICS, byla zvolena střední kvadratická chyba odhadu M.S.E (Mean Squared Error), definovaná vztahem:

$$\text{M.S.E.} = \frac{1}{n} \sum (Y_t - y_t)^2,$$

kde y_t jsou skutečné a Y_t vyrovnané hodnoty analyzované řady. Doplòkově byla rovněž použita střední absolutní procentuální chyba M.A.P.E (Mean Absolute Percentage Error):

$$\text{M.A.P.E.} = \frac{1}{n} \sum \frac{|Y_t - y_t|}{y_t} [\%].$$

U každé řady byly modely seřazeny podle hodnoty M.S.E. (respektive M.A.P.E.) a očíslovány pořadovými čísly 1 (minimální M.S.E.) až 8 (maximální M.S.E.). Jako ilustrativní ukázka těchto výsledků je uvedena tabulka 1, jež shrnuje informaci o pořadí jednotlivých modelů při vyrovnání řad s 20 členy.

Pořadí modelů při vyrovnávání řad

Tab.1

Model	Řada A	Řada B	Řada C	Řada D	Řada E	Řada F	Řada G	Řada H	Součet pořadí
(1)	6	4	3	5	7	2	6	2	35
(2)	4	2	2	3	5	1	5	1	23
(3)	7	6	4	6	6	3	7	3	42
(4)	8	8	5	7	8	8	8	4	56
B1	5	7	1	1	4	4	1	5	28
B2	1	1	7	4	1	6	2	6	28
B3	3	5	8	8	3	5	4	7	43
H	2	3	6	2	2	7	3	8	33

V 6 případech byly nejlepší modely exponenciálního vyrovnávání (třikrát jednoduché a třikrát dvojité exponenciální vyrovnávání). Z hlediska úhrnu pořadí (respektive průměrného pořadí) však byly předstíženy parabolickým trendovým modelem.

Výsledky pro delší časové řady byly podobné. U řad s délkou 32 respektive 44 pozorování se adaptivní modely při vyrovnání umístily celkem pětkrát na prvním místě, klasické modely toto místo zaujaly třikrát.

3. Extrapolační kvalita modelů

V další fázi zkoumání datového materiálu byly všechny modely využity pro tvorbu krátkodobých předpovědí (s horizontem 1 - 3 kroky) sledovaných ukazatelů, t.zn. byly odhadnuty hodnoty pro září, říjen a listopad 1994. Kvalita dosažených prognóz se ověřovala retrospektivně pomocí relativních chyb prognózy ex post. Tabulka 2 uvádí umístění jednotlivých prognostických modelů (podle relativních chyb předpovědi) při tvorbě předpovědí o 1, 2 a 3 kroky dopředu pro řady s 20 pozorováními.

Pořadí modelů při tvorbě předpovědí o 1, 2 respektive 3 kroky

Tab. 2

Model	Řada A	Řada B	Řada C	Řada D	Řada E	Řada F	Řada G	Řada H	Součet pořadí
(1)	7/7/7	5/5/5	5/5/5	5/5/5	7/6/7	4/5/2	3/3/3	4/3/4	40/39/38
(2)	5/4/3	6/6/6	7/7/8	8/7/7	5/4/4	7/7/8	8/8/8	7/7/7	53/50/51
(3)	6/6/6	3/3/4	6/6/6	6/6/6	6/7/6	5/6/1	2/2/2	5/5/5	39/41/36
(4)	8/8/8	8/8/8	8/8/7	1/1/1	8/8/8	8/8/4	6/5/6	1/1/1	48/47/43
B1	4/5/5	7/7/7	4/4/4	2/2/2	4/5/5	1/3/3	7/7/7	2/2/2	31/35/35
B2	2/1/2	4/4/3	1/1/2	7/8/8	3/3/3	2/1/5	4/4/4	3/4/3	26/26/30
B3	1/3/4	1/1/1	2/2/1	4/4/4	1/1/1	6/4/7	1/1/1	6/6/6	22/22/25
H	3/2/1	2/2/2	3/3/3	3/3/3	2/2/2	3/2/6	5/6/5	8/8/8	29/28/30

Je vidět, že nejlepších výsledků při tvorbě krátkodobých předpovědí uvažovaných časových řad bylo dosaženo aplikací Brownových modelů exponenciálního vyrovnávání. Úspěšný - jak z hlediska četnosti umístění na prvním místě, tak z hlediska úhrnného pořadí - byl zejména model trojitého exponenciálního vyrovnávání. Zajímavé je, že S-křivka, která neměla dobré výsledky ve fázi vyrovnávání časových řad, se umístila na prvním místě při konstrukci krátkodobých prognóz cen rostlinných výrobků a prodeje vajec. (Poznamenejme, že analogických výsledků bylo dosaženo i při extrapolaci řad s 32 respektive 44 pozorováními.)

4. Vztah mezi interpolačními a prognostickými vlastnostmi modelů

Porovnání tabulek 1 a 2 ukazuje, že umístění modelů ve fázi vyrovnávání nemusí být v souladu s jejich umístěním ve fázi tvorby předpovědí. (Parabola, jež u řad s 20 pozorováními vykazovala nejlepší interpolační vlastnosti, zcela selhala při tvorbě prognóz. Naopak S-křivka, málo vhodná pro popis minulého vývoje, nejlépe prognózovala budoucí vývoj dvou poměrně nestabilních řad.) Relaci mezi interpolačními a extrapolacími vlastnostmi modelů lze vhodně kvantifikovat pomocí Spearmanova koeficientu pořadové korelace. I když pro dané řady jsou jeho hodnoty velmi variabilní a pro klasické modely jsou často blízké nule, u adaptivních modelů byla zaznamenána jistá pozitivní korelace (mírná až středně silná) mezi „minulostí modelu“ a jeho schopností extrapolovat. Pro všechny délky zkoumaných časových řad tedy lepší umístění adaptivních modelů při vyrovnání mohlo být považováno za určitý signál lepšího umístění těchto modelů i při konstrukci prognóz.

5. Agregované předpovědi

Kromě předpovědí, založených na jednom prognostickém modelu, nabízí se rovněž možnost agregovat předpovědi, získané pomocí několika modelů. Jednoduchým, ale ze statistického hlediska vhodným agregátem, kombinujícím několik individuálních předpovědí, je jejich prostý aritmetický průměr. V dané studii byly použity tři kombinace individuálních předpovědí, poskytnutých zkoumanými prognostickými modely. První - označená P - byla průměrem předpovědí ze všech 8 modelů. Druhá varianta P(K) respektive třetí varianta P(A) kombinovaly předpovědi pouze ze čtyř uvažovaných klasických respektive ze čtyř zmiňovaných adaptivních modelů. Relativní chyby předpovědí, zkonstruovaných extrapolacími modelů, odhadnutých pro řadu A s 20 pozorováními, jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab. 3

Relativní chyby předpovědi individuálních i agregovaných modelů (řada A, 20 členů)

Model	1 krok	2 kroky	3 kroky
(1)	6.1	6.9	7.0
(2)	4.3	4.6	4.1
(3)	6.0	6.8	6.9
(4)	10.4	11.6	12.1
B1	4.1	5.4	6.0
B2	1.4	0.4	1.4
B3	0.7	1.5	5.1
H	1.5	0.5	1.1
P	3.4	3.3	2.3
P(K)	5.5	6.1	5.9
P(A)	1.9	1.2	0.5

Analogické propočty byly provedeny i pro zbývající řady. Ukázalo se, že kombinací různých prognostických metod lze snížit riziko závažnějších omylů při tvorbě krátkodobých prognóz. Z celkového počtu stanovených kombinovaných předpovědí jich 62 % bylo zatíženo relativní chybou menší než 5 % a pro některé řady (např. A, B, F) byly metodou kombinování (zejména kombinováním předpovědí z adaptivních modelů) získány absolutně nejlepší předpovědi.

6. Závěr

Výsledky studie ukázaly, že krátkodobé předpovědi budoucího vývoje časových řad analyzovaných ekonomických ukazatelů (A) - (H) je účelné zakládat zejména na adaptivních prognostických postupech. Nejmenšími předpovědními chybami byly zatíženy prognózy zkonstruované pomocí Brownova exponenciálního vyrovnávání. Bylo by však nesprávné tyto výsledky přeceňovat a považovat je za jednoznačný důkaz kvality a potvrzení všestranné použitelnosti techniky exponenciálního vyrovnávání. Je třeba si uvědomit, že nemůže existovat univerzální prognostická metoda (např. u řad (D) a (H) s 20 pozorováními se při

tvorbě prognóz nejlépe uplatnila S-křivka), a že prognostické postupy musí být adekvátní vlastnostem prognózovaných veličin. Je tedy účelné disponovat určitým okruhem prognostických modelů a z něho pro danou řadu - na základě retrospektivních analýz - vybrat odpovídající postup.

Délka analyzovaných časových řad neměla závažnější vliv na kvalitu stanovených předpovědí. I nejkratší řady (s 20 pozorováními) poskytovaly dostačující datovou základnu pro odhad strukturálních parametrů prognostických modelů a tvorbu extrapolačních prognóz.

Studie rovněž naznačila, že budoucí hodnoty časových řad lze velmi efektivně prognózovat kombinováním předpovědí získaných pomocí různých prognostických postupů. Tato nová prognostická technika se osvědčila zejména u řad, jejichž trend vykazoval náhlé změny a kde různé předpovědní modely poskytovaly navzájem výrazně odlišné extrapolační prognózy.

Literatura:

- [1] Anděl, J.: Statistická analýza časových řad, SNTL, Praha 1976
- [2] Cipra, T.: Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii, SNTL/ALFA, Praha 1986
- [3] Mc Clave, J. T., Benson, P. B.: Statistics for Business and Economics, San Francisco/London, Dellen/Macmillan, 1988