

ADAPTIVNÍ POSTUPY KRÁTKODOBÉHO EKONOMICKÉHO PROGNÓZOVÁNÍ

B. Kába, L. Svatošová

Katedra statistiky, PEF, VŠZ

Anotace :

Příspěvek pojednává o metodologii exponenciálního vyrovnávání a jejím využití při tvorbě krátkodobých předpovědí budoucího vývoje časových řad neperiodických i řad se sezonní složkou. Popsány byly Brownův, Holtův a Wintersův model, vhodné pro analýzu velmi nepravidelných řad. Způsob užití byl demonstrován na několika příkladech.

Summary :

A statistical technique useful in the short-term forecasting of time series is presented. This procedure, known as exponential smoothing, is described and appropriate applications of Brown, Holt and Winters models are discussed.

Klíčová slova :

analýza časových řad, exponenciální vyrovnávání, adaptivní prognostická technika, dlouhodobá a sezonní složka v časové řadě, vyrovnávací konstanta, krátkodobé předpovědi.

Key words :

time series analysis, exponential smoothing, adaptive forecasting technique, secular and seasonal components of time series, smoothing constant, short-term forecasts.

Metody analýzy a prognózy budoucího vývoje procesů, které probíhají v čase, získávají v systému zpracování statistických informací stále více na významu. Z aplikačního hlediska jsou zajímavé zejména extrapolační modely, které v zásadě vyžadují pouze informace o minulých hodnotách prognózované veličiny.

Dekompozice časové řady

Analýza ekonomických časových řad se zpravidla opírá o t.zv. dekompoziční metody, jež vycházejí z předpokladu, že danou řadu lze rozložit na několik složek:

- trend
- sezónní složku
- cyklickou složku
- náhodnou (reziduální) složku.

První tři komponenty tvoří společně systematickou (deterministickou) složku, o reziduální složce se obvykle předpokládá, že tvoří t.zv. bílý šum (t.zn., že je reprezentována nekorelovanými náhodnými veličinami s nulovou střední hodnotou a konstantním rozptylem).

Klasické modely časových řad se soustřeďují na práci se systematickými složkami časové řady. Uvedená metodologie je úspěšná tehdy, pokud vnější podmínky, jež determinují vývoj dané řady, zůstávají stabilní. Tento předpoklad je však v případě mnoha zemědělských ukazatelů obtížně splnitelný. Mnohem flexibilnější než trendové modely jsou t.zv. Boxovy - Jenkinsovy modely, jež mohou být efektivně využity pro tvorbu předpovědí i takových veličin, jejichž průběh v čase je dosti labilní. Boxova - Jenkinsova metodologie se soustřeďuje na analýzu reziduální složky časové řady a patří mezi t.zv. adaptivní prognostické techniky, jež plynule reagují na změny v charakteru modelovaného procesu a rychle se na ně adaptují. Vedle těchto nesporných předností je však třeba upozornit, že praktická aplikace Boxovy - Jenkinsovy metodologie vyžaduje znalost některých netriviálních pojmů z teorie stochastických procesů a časově bývá dosti náročná. Prognostická procedura je dostatečně efektivní teprve při poměrně dlouhých časových řadách o délce alespoň 50 pozorování a další slabinou této metody je obtížná věcná interpretace získaných modelů.

Pro kratší časové řady lze doporučit vysoce flexibilní modely exponenciálního vyrovnávání, které jsou do jisté míry speciálním případem Boxových - Jenkinsových modelů. Technika exponenciálního vyrovnávání při odhadu trendu respektive sezonní složky bere v úvahu "stárnutí" informací. Hodnotám, jež pocházejí z dřívějších období, jsou přiřazovány menší váhy než aktuálním údajům, přičemž váhy směrem do minulosti exponenciálně klesají.

Exponenciální vyrovnávání

Základním modelem této třídy je Brownův model, doporučovaný pro řady, jež nemají výrazný trend a neobsahují sezonní složku. Prognózy se konstruují jako vážený aritmetický průměr nejnovějšího pozorování časové řady s vahou $\hat{d}$ a odhadu trendu z předchozích období s vahou $1 - \hat{d}$. Systém diskontních vah je definován pomocí t.zv. vyrovnávací konstanty $\hat{d}$ ($0 < \hat{d} < 1$), jejíž hodnota se zpravidla určuje simulačně. Experimenty ukázaly, že často je možné omezit se pouze na interval $\langle 0.7; 0.99 \rangle$. Za optimální hodnotu $\hat{d}$ se vybere ta, která vede k nejmenšímu součtu čtverců odchylek odhadnutého trendu od naměřených hodnot.

Rozšířením Brownova modelu je Holtův model exponenciálního vyrovnávání, který je vhodný pro krátkodobé prognózování časových řad s výraznou trendovou složkou. Kromě vyrovnávací konstanty $\hat{d}$ má tento model ještě další t.zv. trendovou vyrovnávací konstantu β ($0; 1$), jež zachycuje změny trendu.

Dalším zobecněním exponenciálního vyrovnávání je Wintersův model, kde se kromě adaptivního odhadu trendu provádí rovněž adaptivní odhad sezonní složky. Pro jeho aplikaci je nutno zadat (obvykle experimentální metodou "zkoušek a chyb") tři vyrovnávací konstanty $\hat{d}$, β ,

(konstanta charakterizuje intenzitu sezonních kolísání). Simulační studie ukazují, že zpravidla postačí omezit se na vhodné diskrétní hodnoty z intervalu $0 < \alpha, \beta, \gamma \leq 0.3$.

Numerická ilustrace

Zmíněné modely exponenciálního vyrovnaní byly aplikovány u těchto proměnných :

- celkový prodej jatečných zvířat v ČR v jednotlivých měsících (referenční období: leden 1991 - březen 1993)
- peněžní příjmy obyvatelstva v jednotlivých měsících (mld Kč) (referenční období : leden 1991 - březen 1993)
- index cen zemědělských výrobců v ČR (referenční období: květen 1992 - únor 1993)

Pro první dvě řady byly prognózy konstruovány na období duben - červen 1993, u třetí řady období prognózy zahrnovalo březen 1993 - duben 1993. Kvalita vyrovnaní v rámci referenčního období byla posuzována pomocí průměrné absolutní procentuální chyby M.A.P.E. Kvalita prognóz na prognózované období se ověřovala retrospektivně pomocí relativních chyb prognózy ex post.

Prognózované hodnoty a chyby prognóz

Index cen zemědělských výrobců (1.1.1990 = 100) Tab.1

BROWNŮV MODEL (0.6)				
Prognóza	M.A.P.E.	Relativní chyba	Prům.rel.chyba	
		prognózy ex post	prog. ex post	
3/93	113.9	5.94	1.20	2.25
4/93	112.2		3.30	
BROWNŮV MODEL (0.7)				
3/93	113.7	7.02	1.10	1.90
4/93	111.9		2.70	
HOLTŮV MODEL (0.9 , 0.7)				
Prognóza	M.A.P.E.	Relativní chyba	Prům.rel.chyba	
		prognózy ex post	prog. ex post	
3/93	112.9	6.80	0.30	0.60
4/93	109.9		0.90	
HOLTŮV MODEL (0.8 , 0.6)				
3/93	112.2	6.30	0.20	0.25
4/93	109.2		0.30	

WINTERSŮV MODEL (0.3 , 0.3 , 0.3) Tab.2.1
Celkový prodej jatečných zvířat v ČR v jednotlivých
měsících (měsíční průměr roku 1989 = 100)

Prognóza	M.A.P.E.	Relativní chyba prognózy ex post	Průměrná rel. chyba prognózy ex post
4/93 81.8 5/93 88.1 6/93 90.6	9.39	3.40 2.00 1.06	2.15

WINTERSŮV MODEL (0.25, 0.35, 0.30) Tab.2.2
Peněžní příjmy obyvatelstva celkem v jednotlivých
měsících (mld Kč)

Prognóza	M.A.P.E.	Relativní chyba prognózy ex post	Průměrná rel. chyba prognózy
4/93 49.4 5/93 50.9 6/93 51.6	8.31	0.70 1.10 1.70	1.16

Závěr

Výsledky prezentované v tabulkách 1 a 2 dokumentují, že metodologie exponenciálního vyrovnání časových řad představuje vhodnou základnu pro tvorbu krátkodobých předpovědí budoucího vývoje časových řad (neperiodických i se sezonní složkou). Zmíněné postupy jsou vhodné zejména v těch situacích, kdy není znám kausální mechanismus utváření příslušných řad. I když v příspěvku uvažované časové řady měly velmi nepravidelný průběh s četnými zlomy trendu, numerické výsledky prokázaly , že relativní chyby předpovědi i průměrné relativní chyby se pohybovaly na velmi nízké úrovni a zdaleka nedosáhly pětiprocentní hodnoty, jež bývá konvenčně uváděna jako hranice pro přípustné ekonomické prognózy.

Literatura :

Abraham B.,Ledholter J.: Statistical Methods for Forecasting,New York,Wiley, 1983
Cipra T.: Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii,
SNTL,ALFA,Praha 1986
Mc Clave J.T.,Benson P.G. : Statistics for Business and
Economics,San Francisco/London,
Dellen/ Macmillan, 1988