

## IDENTIFIKACE HOSPODÁŘSKÉHO CYKLU USA – KOMPARACE VYBRANÝCH METOD

J. Poměnková

**Došlo: 29. června 2007**

### Abstract

POMĚNKOVÁ, J.: *USA business cycle identification – a comparative study of chosen methods*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2007, LV, No. 6, pp. 125–132

Presented paper deals with comparison of chosen methods used for the business cycle identification. With respect to this aim nonparametric method (kernel smoothing) and Box-Jenkins methodology were used. This comparison is performed by application on economic activity in USA 1960/Q01–2007/Q01. The residuals are tested by Box-Pierce test. Identified trend is discussed with chosen historical events which affect business cycle in the USA.

business cycle, parametric method, nonparametric method, kernel smoothing, Box-Jenkins methodology

Při analýze ekonomických veličin (nejčastěji časových řad) je jako předstupeň dalšího zpracování a analýz využíváno modelování trendu vývoje. Problémem, na který často analytik naráží, je volba vhodné metody. Při základním členění můžeme vycházet z metod klasických a adaptivních. O výhodách a nevýhodách pojednává např. Cipra (1986).

Nejčastěji používanou metodou, a to zpravidla pro úvodní analýzu, je klasická regresní analýza časových řad. Její nevýhodou však může být neměnnost parametrů odhadované funkce v průběhu celého posuzovaného období, a tím nezohledňování strukturálních změn v časové řadě (ekonomické krize, politické změny, apd.) a stárí informací. Tato neměnnost může výrazným způsobem ovlivnit nebo dokonce zkreslit výslednou analýzu. Častým jevem je v ekonomii vliv aktuální informace, která ovlivňuje budoucí vývoj nejvýznamněji. Tato skutečnost je výrazná zejména u posttransformačních ekonomik. Klasická regresní analýza aplikovaná na časové řady toto nezohlední a provede odhad na celém souboru dat bez rozlišení charakteru dat v jednotlivých dílčích úsecích. Výsledná analýza tak může poskytovat nepřesné závěry nebo nedostatečné ohodnocení trendu vývoje (blíže o klasických metodách např. Hindls, R., Hronová, S., Novák, I.; 2000).

Adaptivní metody, oproti klasickým, pracují s parametry, které se v průběhu odhadování trendu vývoje časové řady nemění. Jednou z metod s měnlivými parametry je např. Box-Jenkinsova metodologie.

Další možnosti, které lze využít při modelování trendu vývoje, jsou neparametrické metody. Tyto metody, oproti parametrickým, vycházejí z faktu, že rozložení analyzovaného datového souboru není známo. Výsledný odhad je tak oproštěn od vlivu případného rozložení a chyby, které by špatnou identifikací rozložení způsobilo testování hypotéz s mylnými kritickými hodnotami. Pokud je popis trendu vývoje předstupněm analýzy, resp. pokud je zájem analytika soustředěn na odhady např. derivací trendu vývoje, a tím i na detekci momentu změny růstu na klesání a naopak, je neparametrický přístup vhodnější. Jednou z možností neparametrického přístupu je jádrové vyhlazování. Adaptivnost této metody spočívá v tom, že parametry (šířka vyhlazovacího okna, typ jádrové funkce) se v průběhu konstrukce odhadu nemění, ale mění se váha příslušná bodům ve vyhlazovacím okně.

Pro účely tohoto článku je hospodářský cyklus definován jako typ trendu nalezený v agregátní ekonomické aktivitě, který obsahuje fáze expanze, recese, kontrakce a oživení, které směřují do fáze expanze

v následující fázi cyklu, přičemž sekvence změn je rekurentní, nikoliv periodická. Pro hospodářský cyklus je typické, že frekvence jednotlivých fází se v průběhu trendu vývoje mění (Burns, 1946). Tento předpoklad je konzistentní s využitím metod s měnnými parametry. Pro modelování hospodářského cyklu využil metody s měnnými parametry, konkrétně metodu X-11 ARIMA, Boulier (2004).

Předkládaný příspěvek se zabývá komparací dvou vybraných metod, a to Box-Jenkinsovy metodologie, jako zástupce parametrického adaptivního způsobu odhadu trendu, a jádrového odhadu, jakožto zástupce neparametrického modelování trendu vývoje. V souvislosti s výše zmíněnými metodami bude proveden stručný rozbor teoretických východisek modelu, aplikace na makroekonomické časové řadě, zhodnocení výhod a úskalí zvolených metod a komparace dosažených výsledků. Rovněž bude provedena aplikace a zhodnocení na reálných datech hospodářského cyklu USA, hrubém domácím produktu, v rozmezí let 1960/Q01–2007/Q01 s cílem identifikace hospodářského cyklu.

## METODIKA

Závislost hodnot  $Y$  na hodnotách  $x$  lze popsat tzv. regresní křivkou a příslušný funkční vztah mezi proměnnými  $(x, Y)$ , nazývaný regresní model, zapisujeme ve tvaru

$$Y_i = m(x_i) + \varepsilon_i, i = 1, \dots, n, n \in N,$$

kde  $m$  je neznámá funkce, kterou budeme odhadovat,  $x_i$  je bod plánu,  $Y_i$  je pozorování a platí

$$E(\varepsilon_i) = 0, \text{var}(\varepsilon_i) = \sigma^2 > 0, i = 1, \dots, n.$$

Hlavní myšlenkou jádrového vyhlazování je nalézt vhodnou aproximaci  $\hat{m}$  neznámé funkce. Konstrukci jádrového odhadu funkce  $\hat{m}$  budeme provádět v bodech plánu  $x_i, i = 1, \dots, n$ , kde  $x_i = i/n, 0 \leq x_i \leq 1$ . Označme  $Lip[a, b]$  třídu spojitých funkcí splňujících Lipschitzovu podmínku na  $[a, b]$ :  $[a, b]: |g(x) - g(y)| \leq L \cdot |x - y| \forall x, y \in [a, b], L > 0, L = \text{konst.}$  Zavedme nyní definici jádra.

Nechť  $v, k$  je nezáporné celé číslo, pro které platí  $0 \leq v < k$ . Nechť  $K \in Lip[-1, 1]$ ,  $\text{nosič}(K) = [-1, 1]$ . Nechť  $K$  splňuje následující momentové podmínky

$$\int_{-1}^1 x^j K(x) dx = \begin{cases} 0 & 0 \leq j < k, j \neq v \\ (-1)^v v! & j = v \\ \beta_k & j = k \end{cases}.$$

Funkce s těmito vlastnostmi se nazývá jádro. Je-li  $\beta_k \neq 0$ , říkáme, že jádro  $K$  je řádu  $(v, k)$  a třída těchto jader je označována  $S_{v,k}$ . Nechť  $K \in S_{v,k}$ , pak platí

$K_h(\cdot) = \frac{1}{h} K\left(\frac{\cdot}{h}\right), h \in (0, 1)$ . Parametr  $h$  je nazýván „šířka vyhlazovacího okna“.

Nechť  $v, k$  je nezáporné celé číslo, pro které platí  $0 \leq v < k, \mu \geq 1$ . Funkce  $K \in C^\mu[-1, 1]$ ,  $\text{nosič}(K) = [-1, 1]$ ,

$$(i) \quad K^{(j)}(-1) = K^{(j)}(1) = 0 \quad j = 0, \dots, \mu - 1$$

$$(ii) \quad \int_{-1}^1 x^j K(x) dx = \begin{cases} 0 & 0 \leq j < k, j \neq v \\ (-1)^v v! & j = v \\ \beta_k \neq 0 & j = k \end{cases}$$

je nazývána jádro hladkosti  $\mu$ , řádu  $(v, k)$  a třída těchto jader je označována  $S_{v,k}^\mu$  (Horová, 2002).

Obecně používané neparametrické metody pro odhadování  $m(x)$  jsou jádrové odhady, které můžeme obecně zapsat ve tvaru

$$\hat{m}(x; h) = \sum_{i=1}^n W_i(x; h) Y_i,$$

kde  $W_i(x; h)$  označuje váhovou funkci odpovídající danému odhadu. Mezi nejznámější typy jádrových odhadů regresní funkce patří:

1) Nadaraya-Watsonův odhad

$$\hat{m}_{NW}(x; h) = \frac{\sum_{i=1}^n K_h(x_i - x) Y_i}{\sum_{i=1}^n K_h(x_i - x)},$$

2) Lokální lineární odhad

$$\hat{m}_{LL}(x; h) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\{\hat{s}_2(x; h) - \hat{s}_1(x; h)\} K_h(x_i - x)}{\hat{s}_0(x; h) \hat{s}_2(x; h) - \hat{s}_1(x; h)^2} Y_i,$$

$$\text{kde } \hat{s}_r(x; h) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x)^r K_h(x_i - x),$$

3) Gasser-Müllerův odhad

$$\hat{m}_{GM}^{(v)}(x; h) = \sum_{i=1}^n Y_i \frac{1}{h^{v+1}} \int_{s_i-1}^{s_i} K\left(\frac{u-x}{h}\right) du,$$

kde  $s_0 = 0, s_i = \frac{x_{i+1} + x_i}{2}, i = 1, \dots, n-1$  a  $s_n = 1$ . Tento

odhad je konvolučním typem odhadu. Blíže o tomto např. Poměnková (2006).

Kvalita výsledného odhadu je ovlivněna vyhlazovacími parametry, především šířkou vyhlazovacího okna  $h$  a typem jádrové funkce. Uvažovaná optimální šířka vyhlazovacího okna  $h_{opt}$  je optimální ve smyslu minimalizace průměrné střední kvadratické chyby (AMSE)

$$AMSE(h) = \frac{1}{n} E \sum_{i=1}^n (m(x_i) - \hat{m}(x_i; h))^2.$$

Nechť  $K \in S_{v,k}$ . Existuje několik odhadů této funkce, které jsou asymptoticky ekvivalentní a asymptoticky nevychýlené (Härdle, 1990; CHiu, 1991). Vět-

šina z nich je založena na reziduálním součtu čtverců ( $RSS$ )

$$RSS_n(h) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{m}(x_i; h))^2.$$

Protože typ jádrové funkce rovněž ovlivňuje kvalitu výsledného odhadu, budeme pracovat s tzv. optimálními jádry, které také minimalizují průměrnou střední kvadratickou chybu  $AMSE$ .

Box-Jenkinsova metodologie zahrnuje celý soubor metod označených postupně jako procesy AR, MA, smíšené procesy ARMA, integrované procesy ARIMA. Tyto modely mají schopnost velmi flexibilní adaptace na změněný charakter časové řady. Flexibilita je dosažena na základě tvorby modelu přímo z dat. Vlastní analýza dat a následná predikce se přitom provádí v následujících třech krocích, a to nejprve identifikace modelu, poté jeho testování a na závěr výpočet předpovědi.

Mějme

$$\varepsilon_i = Y_i - m(x_i), \quad i = 1, \dots, n, \quad n \in N.$$

Uvažujme stochastický proces  $\{Y_t, t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ . Jak uvádí Arlt (1999), tento proces nazýváme slabě stacionární, platí-li

- i)  $E(Y_t) = \mu_t$  je konstanta pro všechna  $t$ ,
- ii) Rozptyl  $\text{var}(Y_t) = E(Y_t - \mu_t)^2 = \sigma_t^2$  je konstanta pro všechna  $t$ ,
- iii) Kovariance  $\text{cov}(Y_t, Y_{t+k}) = E[(Y_t - \mu_t)(Y_{t+k} - \mu_{t+k})] = \gamma_k$  je konstanta pro všechna  $t$  a  $k \neq 0$ .

Autokorelační funkce (ACF) podává informaci o síle lineární závislosti mezi veličinami  $Y_t$  a  $Y_{t-k}$ . Korelace mezi náhodnými veličinami  $Y_t$  a  $Y_{t-k}$  však může být způsobena jejich korelací s veličinami  $Y_{t-1}$ ,  $Y_{t-2}$ , ...,  $Y_{t-k+1}$ . Parciální autokorelační funkce (PACF) podává informaci o korelaci veličin  $Y_t$  a  $Y_{t-k}$  očištěné o vliv veličin ležících mezi nimi. Parciální autokorelace se zpožděním  $k$  vyjadřuje parciální regresní koeficient  $\phi_{kk}$  v autoregresi  $k$ -tého řádu

$$Y_t = \phi_{k1}Y_{t-1} + \phi_{k2}Y_{t-2} + \dots + \phi_{kk}Y_{t-k} + e_t,$$

kde veličina  $e_t$  je nekorelovaná s veličinami  $Y_{t-j}, j = 1, 2, \dots, k$ .

V případě stacionárního stochastického procesu  $\{Y_t\}$  lze vyjádřit autokorelační funkci jako

$$\rho_k = \frac{\text{cov}(Y_t - Y_{t-k})}{\sqrt{D(Y_t)}\sqrt{D(Y_{t-k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0},$$

kde vzhledem ke stacionaritě procesu  $\sqrt{D(Y_t)}\sqrt{D(Y_{t-k})} = \gamma_0$ . Obecně jsou parametry neznámé. Za předpokladu stacionarity můžeme střední hodnotu odhadovat pomocí výběrového průměru, rozptyl procesu může být odhadován pomocí výběrového rozptylu.

Odhad autokorelační funkce  $\rho_k$  je dán výběrovou autokorelací se zpožděním  $k$

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^T (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^T (Y_t - \bar{Y})^2}, \quad k = 1, 2, \dots, T-1.$$

Výběrová parciální autokorelační funkce se odhaduje pomocí Durbinova rekursivního vztahu

$$f_k = \frac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} f_{k-1,j} r_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} f_{k-1,j} r_{k-j}},$$

$$f_k = f_{k-1,j} - f_k f_{k-1,k-j}, \quad j = 1, 2, \dots, k-1.$$

Autoregresní proces  $p$ -tého řádu  $AR(p)$  je dán vztahem

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t,$$

který lze pomocí operátoru zpětného posunutí zapsat následovně

$$\phi_p(B)Y_t = a_t,$$

kde  $\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$ ,  $a_t$  je bílý šum. Aby byl proces stacionární, musí kořeny polynomiální rovnice  $\phi_p(B) = 0$  ležet vně jednotkového kruhu.

Parametr  $\phi_p$  je možné chápat jako identifikátor paměti procesu.

Proces klouzavých průměrů řádu  $q$  značíme  $MA(q)$  a zapisujeme

$$Y_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q},$$

neboli

$$Y_t = \theta_q(B)a_t,$$

kde  $\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q$ . Proces  $MA(q)$  je stacionární. Invertibilní je tehdy, leží-li kořeny polynomu  $\theta_q(B) = 0$  vně jednotkového kruhu.

Proces  $ARMA(p, q)$  lze zapsat jako

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q},$$

nebo také jako

$$\phi_p(B)Y_t = \theta_q(B)a_t,$$

kde

$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p \quad \text{a} \quad \theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q.$$

Proces  $ARMA(p, q)$  je stacionární, leží-li kořeny polynomiální rovnice  $\phi_p(B) = 0$  vně jednotkového kruhu a invertibilní, leží-li kořeny polynomiální rovnice  $\theta_q(B) = 0$  vně jednotkového kruhu.

Vyazuje-li po transformaci integrovaného procesu pomocí diferencií  $d$ -tého řádu výsledný proces takové autokorelace a parciální autokorelace, že jej lze vyjádřit ve formě stacionárního a invertibilního modelu

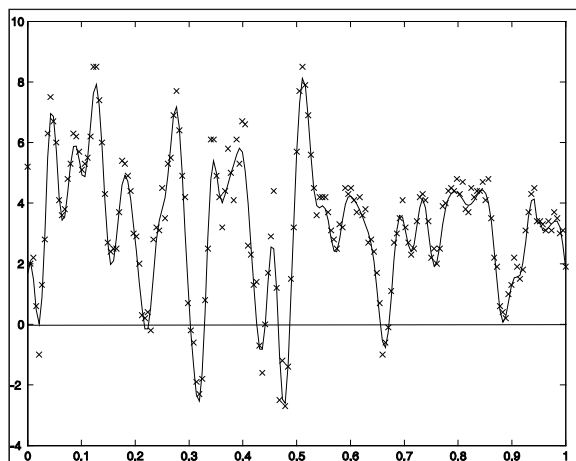
ARMA( $p, q$ ), potom se původní integrovaný proces vyjádřený ve formě

$$\phi_p(B)(1-B)^d Y_t = \theta_q(B) a_t,$$

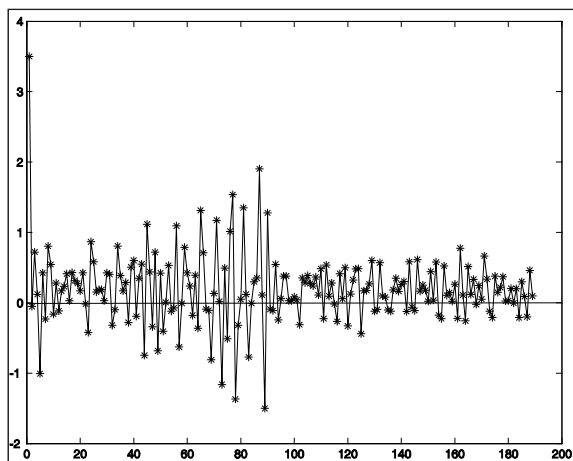
nazývá autoregresní integrovaný proces klouzavých průměrů řádu  $p$ ,  $d$ ,  $q$  a označuje se jako ARIMA( $p, d, q$ ).

#### APLIKACE

Zvolené metody byly aplikovány na čtvrtletní hodnoty meziročních změn HDP USA v konstantních cenách v období 1960/Q01–2007/Q01. Z důvodu jednoduchosti při zobrazování byla časová osa (osa  $x$ ) přeznačena na hodnoty z intervalu  $[0, 1]$  ekvidistantně vzhledem k času.



1a: Gasser-Müllerův odhad hodnot meziročních změn HDP USA v letech 1960/Q01–2007/Q01,  $K \in S^I_{0,10}$ ,  $h = 0,053$ .

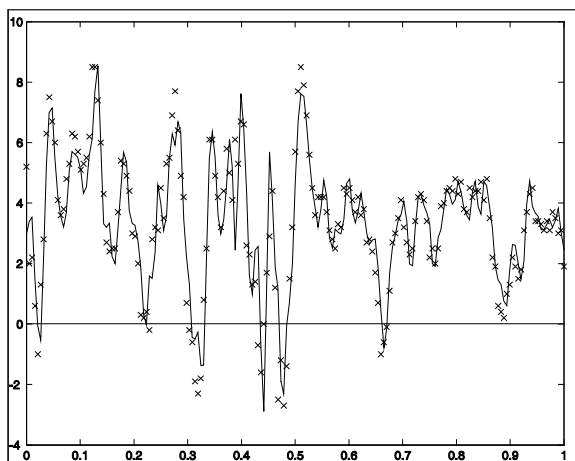


1b: Graf reziduí pro Gasser-Müllerův odhad hodnot meziročních změn HDP USA v letech 1960/Q01–2007/Q01.

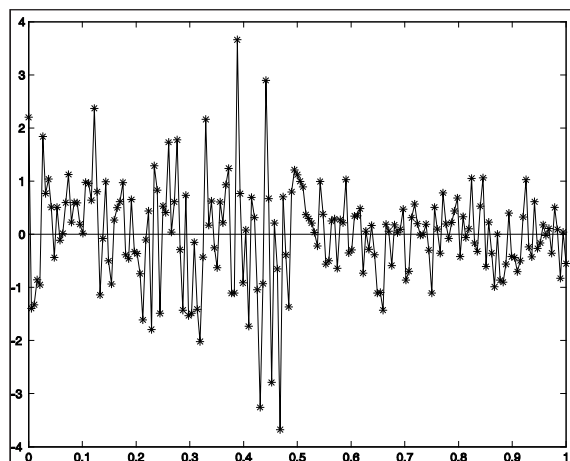
V první fázi analýzy byl uvažován Gasser-Müllerův odhad uvedených hodnot. Nejprve byly hodnoty otestovány Kendalovým  $\tau$  – testem náhodnosti. V tomto případě byla zamítnuta hypotéza o náhodnosti, což by mohlo mít za následek podhlazený výsledný odhad. Proto byly optimalizovány parametry pro výsledný odhad, a to šířka vyhlazovacího okna a řád jádra. Pro šířku vyhlazovacího okna byly zvoleny metody minimalizující AMSE, a to Riceho penalizační funkce, metoda Fourierovy transformace, Akai-kovo informační kritérium, metoda krížového ověřování a Malowsova metoda (Härdle, 1990; Rice, 1984). Na základě odhadnutých hodnot bylo provedeno gra-

fické posouzení a vybrána výsledná optimální šířka vyhlazovacího okna. V případě optimalizace řádu jádra byla rovněž využita průměrná střední kvadratická chyba, která je minimalizována použitím jader hladkosti 1, tzv. optimálních jader.

Získaná rezidua byla rovněž otestována na náhodnost Box-Piercovým testem založeným na testování autokorelace prvních 24 zpoždění. Hodnota testu prokázala, že získaná rezidua jsou náhodná, tj. vykazují vlastnosti bílého šumu, ( $p$ -hodnota = 0,0000037). Při grafickém posouzení se ukázalo, že přestože rezidua jsou náhodná, mají charakter heteroskedastických dat.



2a: ARMA(2,2) odhad hodnot meziročních změn HDP USA v letech 1960/Q01–2007/Q01



2b: Graf reziduí pro ARMA(2,2) odhad hodnot meziročních změn HDP USA v letech 1960/Q01–2007/Q01

Ve druhé fázi byla aplikována Box-Jenkinsova metoda na zvolený datový soubor. Pro jeho popis se jako

nejvhodnější jevil model ARMA(2,2) s konstantou.

#### I: Výsledné hodnoty odhadu ARMA(2,2) modelu

Parametr	Odhad	Stand. Chyba	t-hodnota	p-hodnota
AR(1)	0,933178	0,0716207	13,0295	0,000000
AR(2)	−0,35242	0,0720639	−4,89035	0,000002
MA(2)	−0,93969	0,0271952	−34,5533	0,000000
konstanta	1,39673			

Získaný odhad lze zapsat následujícím způsobem

$$Y_t = 1,39673 + 0,933178Y_{t-1} - 0,35242Y_{t-2} + a_t + 0,93969a_{t-2}.$$

Získaná rezidua byla rovněž otestována na náhodnost Box-Piercovým testem založeným na testování autokorelace prvních 24 zpoždění. Hodnota testu prokázala, že získaná rezidua jsou náhodná, tj. vykazují vlastnosti bílého šumu, (p-hodnota = 0,00820451).

Porovnáme-li hodnotu Box-Piercova testu pro obě metody, vidíme, že v případě Gasser-Müllerova odhadu je hodnota nižší (p-hodnota = 0,0000037).

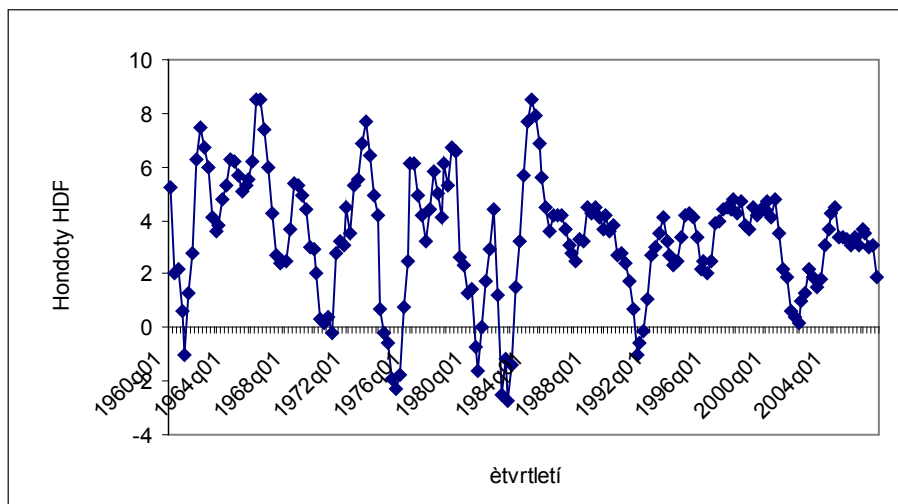
Jak je patrné z obrázku 1b, 2b, rezidua mají heteroskedastický charakter, a to v případě použití obou zmínovaných metod. Cílem příspěvku však není řešit problematiku heteroskedasticity, ale komparovat výsledné odhady, které v obou případech heteroskedasticitu dat

připouští. Z těchto důvodů nebude problému heteroskedasticity věnována bližší pozornost.

#### VÝSLEDKY

Pro praktickou aplikaci a následnou komparaci diskutovaných metod byla zvolena data reprezentující hospodářský cyklus USA, tedy hrubý domácí produkt, a to v rozmezí let 1960/Q01–2007/Q01. Na datech byl nejprve identifikován trend vývoje a hospodářský cyklus pomocí Gasser-Müllerova odhadu, následně pomocí Box-Jenkinsovy metody. Vývoj čtvrtletních hodnot hrubého domácího produktu v USA v období 1960/Q01–2007/Q01 zachycuje následující graf 3.





3: Vývoj čtvrtletních hodnot HDP v USA mezi lety 1960/Q01–2007/Q01

Jak uvádí Židek (2007), v 60. letech se v USA uplatňovala hospodářská politika označovaná jako New Economics. Šlo o dlouhodobou stabilizační politiku, jejímž hlavním cílem bylo stabilizovat tempo hospodářského růstu. Proti předchozí politice tak bylo cílem udržovat vysoký ekonomický růst a to bez ohledu na fázi cyklu, ve které se ekonomika nacházela. Různé ekonomické nástroje měly být používány tak, aby se poptávka udržovala na úrovni plné zaměstnanosti.

Recese se dostavila až v roce 1970 jako důsledek fiskální a monetární restriktce, která byla aplikována v reakci na inflační tlaky v tomto období. Již ke konci dekády docházelo k poklesu růstové dynamiky. Dalším problémem byl i vzestup fiskálních deficitů, čímž byly do ekonomiky zabudovány nerovnováhy, které vedly až ke stagflaci v následujícím desetiletí.

V 70. letech dochází k aféře Watergate, k pádu Bretton-Woodského měnového systému. Ekonomicky znamenají 70. léta prudký zlom ve vývoji americké ekonomiky. V roce 1971 vyhlásil prezident Nixon program nové ekonomické politiky. Jeho cílem byl hospodářský růst, ale také snaha utlumit fiskální nerovnováhu. Došlo ke zmrazení mezd a cen na 90 dní, zavedení 10 % dovozní přírážky, dochází k devalvaci a zrušení směnitelnosti dolaru za zlato. V roce 1972 ekonomika rostla, inflace byla pod 3,5 % a snížila se nezaměstnanost i nerovnováha obchodní bilance. V letech 1973 až 1975 však ekonomika upadla do recese. Došlo k souběžnému vzestupu cenové hladiny a kolapsu burzy. Oproti 60. letům se zvýšil rozsah deficitu. V neposlední řadě se na růstu cen projevil i samotný surovinový krize. Trvalý vzestup cen od počátku 70. let plodil u firem i domácností očekávání dalšího cenového růstu. Na poklesu výkonu se podepsala i ropná krize a reakce na ni. Došlo k nárůstu zahraniční konkurence na americkém trhu.

Druhá polovina 70. let byla pro ekonomiku USA úspěšnější a růst HDP byl poměrně vysoký. Vedle toho však přetrvávaly problémy s inflací i nezaměst-

naností, která se vyšplhala v roce 1975 až na 8,5 %. Spojené státy se stávaly čím dál zajímavější destinací pro zahraniční investory. Zvyšoval se objem přímých zahraničních investic.

Počátek 80. let je ve znamení konce funkčního období prezidenta J. Cartera (1977–1981). Nezaměstnanost byla nejvyšší od 30. let, probíhal druhý ropný šok. Na druhou stranu za jeho vlády došlo k uvolnění ekonomiky, byly uskutečněny první deregulace, sníženy daně, částečně uvolněny mzdy a ceny energií a monetární politika začala být více monetaristicky laděná. Následující prezident R. Reagan (1981–1984 a 1985–1988) v těchto změnách pokračoval, ale oproti předchozímu prezidentovi usiloval o liberalizaci ekonomiky a snížení úlohy státu v hospodářství. Proběhly deregulace v oblasti energetiky, dopravy, bankovníctví a telekomunikací. Došlo ke zrušení kontroly cen ropy a později se dereguloval trh se zemním plynem. Uvolnění hospodářství se do značné míry týkalo sektoru služeb, což se skokově projevilo na změně struktury ekonomiky směrem k posílení sektoru služeb na úkor průmyslu a zemědělství, a to na HDP i nezaměstnanost.

Souběžně se změnami, které učinil prezident, se změnila i politika centrální banky. FED přešel od řízení úrokových sazeb ke kontrole celkové peněžní nabídky prostřednictvím bankovních rezerv a operací na volném trhu. Do centra zájmu měnové politiky se dostávaly měnové agregáty, což souvisí s všeobecným akceptováním monetarismu a vazeb mezi růstem množství peněz v hospodářství a růstem cenové hladiny.

V rozmezí let 1981 a 1982 upadla americká ekonomika do 16měsíční recese. Hlavní příčinou krize byla striktní monetární politika FED. Po této restriktci následovalo dlouhé období nepřetržitého hospodářského vzestupu. Zejména po roce 1985 dochází k obnově americké ekonomiky s klesající inflací i nezaměstnaností.

Vážným problémem v americkém vývoji se mohl stát krach na burze v roce 1987. Výrazným problémem za Reaganovy vlády se staly dva deficity – deficit veřejných financí a deficit obchodní bilance – oba s vážným dopadem na fungování celého světového hospodářství. Souběžně se vzestupem vládního zadlužování došlo k růstu obchodního deficitu. Rozpočtový deficit i deficit obchodní bilance byly financovány přílivem zahraničního kapitálu – v roce 1985 se Spojené státy staly největším světovým dlužníkem.

Hospodářská politika v Reaganově období měla v důsledku značný vliv na celé světové hospodářství. Silný dolar na jedné straně usnadnil dovoz do USA, a tak přispěl k růstu ekonomiky v mnoha zemích. Na druhou stranu vysoké americké úrokové míry vedly k odlivu kapitálu z řady zemí a navíc zkomplikovaly situaci s dluhovou službou v rozvojovém světě.

Na počátku 90. let došlo ve Spojených státech k významnému ekonomickému propadu. Příčiny byly ve snaze prezidenta G. Bushe staršího o stabilizaci rozpočtového deficitu a vnější nerovnováhy. K problémům přispěl i růst ceny ropy. Od března 1991 však započal nepřerušovaný ekonomický růst, který trval až do roku 2001. Silný a trvalý vzestup byl doprovázen poklesem nezaměstnanosti, růstem průmyslové i stavební výroby, velmi výrazným růstem na amerických burzách a také růstem produktivity práce. K této stabilizaci přispívala fiskální politika, která byla stabilní a ve druhé polovině 90. let dokonce vedla k významným rozpočtovým přebytkům. Byla provedena sociální reforma (1996). Dalšími faktory, které přispívaly k růstu, byl technologický posun v používání informačních technologií, lepší postupy v managementu a také změny ve struktuře ekonomiky, která se měnila směrem ke službám.

Na přelomu století však došlo k pádu americké burzy. Kolaps burzy přispěl k recesi, která ekonomiku zasáhla v roce 2001. Významné je, že hlavní příčina poklesu byla vnímána odlišně od tradičního poválečného hospodářského cyklu. Příčina recese v roce 2001 byla v poklesu zisků a cen akcií, které vedly ke snížení investiční aktivity. Vzhledem k tomu, že monetární i fiskální politika byly v 90. letech střízlivé, bylo po propuknutí krize možno s jejich pomocí urychlit ekonomické oživení – mohlo dojít ke snížení úrokových sazeb, ke zvýšení veřejných výdajů a snížení daní.

Po 11. září 2001 se významně změnila mezinárodněpolitická situace. Spojené státy vyhlásily v reakci na útoky tzv. válku terorismu. Tato válka znamená zvýšení veřejných výdajů na obranu. Oslabení hospodářského růstu, růst výdajů na obranu a snaha prezidenta G. W. Bushe o snížení daní vedou společně k růstu fiskálních tlaků a tím ke vzniku a nárůstu deficitu veřejných financí po roce 2001.

Z pohledu využitelnosti obou metod pro potřeby ekonomické analýzy časových řad lze říci, že obě zde

diskutované metody poskytují velmi dobré výsledky. Reagují flexibilně na změnu vývoje posuzovaného ukazatele, velmi podobně popisují dlouhodobý trend a obě zaznamenaly výše uvedené historické okamžiky.

## ZÁVĚR

Předkládaný příspěvek se zabývá komparací dvou vybraných metod, a to Box-Jenkinsovy metodologie, jako zástupce parametrického adaptivního způsobu odhadu trendu, a jádrového odhadu, jakožto zástupce neparametrického modelování trendu vývoje. Výše zmíněné metody jsou aplikovány na hospodářském cyklu USA v letech 1960/Q01–2007/Q01.

Výhodou Box-Jenkinsovy aproximativní metodologie je flexibilita a přizpůsobivost na změny v charakteru modelovaného procesu. Jde o stochastické procesy, které mohou stochasticky modelovat i trend a sezonnost. Jsou proto schopny popsat i takové časové řady, na které aplikace metod klasické analýzy nestačí. Tato metoda je označována za a – teoretickou, její použití nevyžaduje znalost teoretických ekonomických předpokladů o vývoji dané časové řady. Výstavba modelu je založena čistě na testování významnosti hodnot autokorelačních a parciálních autokorelačních funkcí. Předpokládá existenci bílého šumu, tj. normalitu rozložení stochastického procesu.

Výhodnou neparametrických jádrových odhadů je, že nepožadují znalost rozložení základního datového souboru. S jejich pomocí lze modelovat i časové řady s chybějícími pozorováními nebo konstruovat s využitím celého datového souboru odhad chybějícího pozorování. Pomocí těchto technik lze rovněž odhadovat derivace vývoje trendů, a tak určit momenty změny vývoje (rostoucí, klesající). V případě jádrových odhadů může vzniknout problém hraničních efektů, kdy odhady v hraniční oblasti mohou vykazovat větší vychýlení. Tento problém lze řešit použitím technik pro úpravu hraničních efektů, jako je použití hraničních jader, metoda zrcadlení nebo cyklický model (Kolářek, Poměnková; 2006).

Nevýhodou obou zmiňovaných metod se může jevit požadavek většího souboru dat. Cipra (1986) doporučuje používat Box-Jenkinsovu metodu pro odhady souboru dat min. 50 hodnot. Härdle (1990) doporučuje pro jádrové odhady rozsah souboru min. 50–70 hodnot. Vzhledem k asymptotickému charakteru jádrových odhadů je však lepší, je-li rozsah souboru co největší.

Z pohledu ekonomické aplikace a interpretace můžeme říct, že obě metody detekovaly nejvýznamnější historické okamžiky v ekonomické aktivitě v USA, mezi které lze zařadit:

- V letech 1973 až 1975 recese ekonomiky. Došlo k souběžnému vzestupu cenové hladiny a kolapsu burzy.
- V rozmezí let 1981 a 1982 upadla americká eko-

nomika do 16měsíční recese. Hlavní příčinou krize byla striktní monetární politika FED. Dochází ke druhému ropnému šoku, změnila se politika centrální banky.

- Na počátku 90. let došlo ve Spojených státech k významnému ekonomickému propadu způsobenému snahou o stabilizaci rozpočtového deficitu a vnější nerovnováhy. K problémům přispěl i růst ceny ropy.
- Na přelomu století došlo k pádu americké burzy. Kolaps burzy přispěl k recesi, která ekonomiku zasáhla v roce 2001. Po 11. září USA vyhlásila

válku terorismu, což znamenalo zvýšení veřejných výdajů na obranu. Oslabení hospodářského růstu, růst výdajů na obranu a snaha prezidenta G. W. Bushe o snížení daní vedou společně k růstu fiskálních tlaků a tím ke vzniku a nárůstu deficitu veřejných financí po roce 2001.

Vzhledem k výše uvedeným událostem se jako vhodnější metoda jeví neparametrické jádrové vyhlazování, neboť v obdobích výše zmiňovaných propadů v ekonomické aktivitě USA odhad lépe vystihl cyklické kolísání kolem dlouhodobého trendu, který lze označit za hospodářský cyklus.

## SOUHRN

Předkládaný příspěvek se zabývá komparací zvolených metod z oblasti konstrukce odhadu trendu vývoje ekonomické časové řady. Pozornost je zaměřena na vybranou metodu neparametrického odhadu, a to jádrového odhadu, která je porovnávána s vybranou parametrickou metodou, a to Box-Jenkinsovou metodou. Komparace je provedena prostřednictvím aplikace diskutovaných metod na hospodářském cyklu USA v letech 1960/Q01–2007/Q01.

Předkládaný příspěvek vznikl za podpory výzkumného záměru „Česká ekonomika v procesech integrace a globalizace a vývoj agrárního sektoru a sektoru služeb v nových podmínkách evropského integrovaného trhu“.

hospodářský cyklus, parametrická metoda, neparametrická metoda, jádrové odhady, Box-Jenkinsova metoda

## LITERATURA

- ARLT, J. (1999): Moderní metody modelování ekonomických časových řad. Praha: Grada Publishing, 1999, s. 312, ISBN: 80-7169-539-4
- CIPRA, T.: Analýza ekonomických časových řad s aplikacemi v ekonomii, SNTL, Praha 1986, s. 246
- BURNS, A. F., MITCHEL, W.: Measuring Business Cycles, New York: NBER, 1946
- BOULIER, B. L., STEKLER, H. O., DUTRA, J.: Measuring the Onset of the Great Depression Then and Now, In: PAMI DUA, Business Cycles and Economic Growth. An Analyses Using Leading Indicators, Oxford, University Press 2004, s. 188–206, ISBN 0-19-566-2156
- HÄRDLE, W.: Applied nonparametric regression. Cambridge University Press, Cambridge, 1990.
- HINDLS, R., HRONOVÁ, S., NOVÁK, I.: Metody statistické analýzy pro ekonomy, Management Press, Praha 2000, s. 259, ISBN 80-7261-013-9

- HOROVÁ, I.: Optimization Problems Connected with Kernel Estimates, Signal processing, Communications and Computer Science. 2002 by World Scientific and Engineering Society Press, s. 339
- CHIU, S.T.: Some Stabilized Bandwidth Selectors for Nonparametric Regression. Annals of Statistics 19, s. 1528–1546, 1991
- KOLÁČEK, J., POMĚNKOVÁ, J.: Comparative Study of Boundary Effects for Kernel Smoothing. Austrian Journal of Statistics. 2006. sv. 35, č. 2&3, s. 281–288.
- POMĚNKOVÁ, J.: Nonparametric Estimate Remarks. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 2006. sv. LIV, č. 3, s. 93–100. ISSN 1211-8516.
- RICE J.: Bandwidth choice for nonparametric regression. The Annals of Statistics 12, s. 1215–1230, 1984
- ŽÍDEK, L.: Dějiny světového hospodářství, Plzeň, 2007, s. 391, ISBN 978-80-7380-035-2

## Adresa

RNDr. Jitka Poměnková, Ph.D., Ústav statistiky a operačního výzkumu, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, email: pomenka@mendelu.cz