

Modifikace IS-MP-IA modelu pro českou ekonomiku[#]

*Roman Hušek – Radka Švarcová**

Úvod

Obsahem článku je specifikace, odhad a aplikace jednoduchého modelu, vhodného k popisu a anticipaci hospodářského vývoje, respektive základních makroekonomických veličin ČR v období příprav české ekonomiky ke vstupu do eurozóny. Vycházíme z hypotézy, že růst HDP i některých vybraných makroukazatelů se po vstupu ČR do Evropské unie (EU) změní, jak lze usuzovat ze zkušeností například Španělska, Portugalska, Řecka nebo Irska. Vzhledem k nedostatečné délce i kompatibilitě disponibilních časových řad pro ČR, ale především pro EU, použijeme relativně malý makroekonomický model, který však umožňuje zkoumat očekávané změny a popsat hlavní faktory, působící na český reálný HDP v minulém i současném období po vstupu ČR do EU a před přijetím eura.

Výchozí makroekonomický model

Vyjdeme z modifikovaného IS-MP-IA modelu (Romer, 2000), který například pro účely zkoumání dopadu makroekonomické politiky na český HDP aplikoval Hsing (2004). Důvodem modifikace obecného IS-MP-IA modelu je především skutečnost, že v podmínkách **cílování inflace** používají centrální banky (CB) jako nástroj monetární politiky obvykle klíčové (např. 2týdenní repo sazba) úrokové sazby a tudíž vztahy mezi HDP a exogenní inflací jsou podstatné pro adekvátnost tohoto makromodelu. Námi navržená modifikace modelu je pro modelování ekonomiky ČR v současnosti vhodnější i proto, že umožňuje popsat a vysvětlit specifickou ekonomických vztahů, vyvolanou právě vstupem ČR do EU.

Pro popis trhu zboží a služeb je v modelu použita standardní rovnice **IS křivky**

$$Y = C(Y - T) + I(R) + G + NX(g, Y^{EU}), \quad (1)$$

kde Y je HDP ČR, C je spotřební funkce, I investiční funkce, G představuje vládní výdaje, NX funkci čistého exportu, T jsou vládní příjmy z daní, R reálná úroková míra, g reálný směnný kurz CZK/EUR a Y^{EU} je HDP EU. Všechny veličiny jsou vyjádřeny ve

[#] Článek je součástí výstupu z výzkumného projektu Anticipace ekonomických důsledků integrace ČR do EU, registrovaného u GAČR pod č. 402/06/0190.

* Prof. Ing. Roman Hušek, CSc.; Katedra ekonometrie, Fakulta informatiky a statistiky VŠE v Praze, husek@vse.cz.

Mgr. Radka Švarcová; Komerční banka, a. s., r_svarcova@kb.cz.

stálých cenách. Na základě empirického ověření (Švarcová, 2004 resp. 2005) jsme použili ve funkci čistého českého exportu HDP EU místo HDP ČR, který se ukázal oproti HDP EU statisticky nevýznamný.

Podobný postup zvolil také Hsing (2004), ovšem s celkovým světovým produktem. Abychom snížili očekávanou multikolinearitu, nahradili jsme veličiny G a T novou proměnnou představující rozpočtový deficit $D = G - T$ (viz Hsing, 2004).

Pro jednoduchost jsme explicitně neuvažovali spotřebu a čistý export jako funkci úrokové míry. Hovoříme-li však o působení rostoucí úrokové míry na pokles investic a tím i HDP, lze očekávat, že součástí tohoto vlivu je i méně výrazné působení růstu úrokové míry na HDP přes pokles spotřeby, ale i čistého exportu v důsledku zhodnocení koruny.

Rovnice popisující finanční trh je v modelu **MP křivka**, která vyjadřuje skutečnost, že CB neovlivňuje přímo objem peněžní zásoby, nýbrž reagují na vývoj HDP a inflace (příp. dalších veličin, např. směnného kurzu koruny nebo zahraničních ekonomik) změnou reálné úrokové míry. V základní podobě je MP křivka specifikována vztahem

$$R = R(\Pi, Y), \quad (2)$$

kde Π je domácí míra inflace.

Tento vztah je vhodnější k popisu chování většiny CB než např. LM křivka. Jak uvádí Romer (2000), konkrétní reakce CB vychází z jejich snahy podpořit co největší růst HDP a udržet nízkou míru inflace. Je-li inflace vysoká v důsledku vychýlení HDP nad rovnovážnou úroveň, převládne u CB snaha o zvýšení reálné úrokové míry, aby došlo k zpomalení růstu HDP a tím ke snížení inflace. Pokud je míra inflace nízká, což souvisí s malými přírůstky HDP, do popředí zájmu CB se dostává podpora rychlejšího ekonomického růstu a tudíž snaha snižovat reálnou úrokovou míru. Diskusi oprávněnosti předpokladu, že jde o reálnou a nikoliv nominální úrokovou sazbu, uvádějí Romer (2000), Hušek a Formánek (2005) a další.

V ČR přešla CB k cílování inflace s využitím dvoutýdenní repo sazby jako hlavního nástroje měnové politiky od ledna 1998. Cílem ČNB při této změně politiky bylo stanovit cílové pásmo očekávané míry inflace, zabezpečující plnění konvergenčního maastrichtského kritéria ohledně přípustné míry inflace v ČR. Je zřejmé, že i z hlediska přípravy na vstup do eurozóny je vhodnější použití MP křivky než křivky LM.

Výchozí tvar MP rovnice (2) jsme rozšířili o další relevantní proměnné. Především jsme do rovnice (2) zahrnuli kurz CZK/EUR. Zatímco Hsing (2004) vedle kurzu CKZ/USD přidal do původní verze IS – MP modelu úrokovou míru USA, v naší modifikaci jsme použili úrokovou míru EU, neboť lze očekávat, že domácí úroková míra bude sledovat vývoj úrokové míry EU. Tato závislost je vyvolána snahou ČNB zachovat stabilitu kapitálových trhů a dosáhnout plnění zmíněných konvergenčních kritérií stanovených pro režim ERM 2. Ze stejného důvodu navíc v modelu uvažujeme i míru inflace EU. Rozšířený tvar rovnice (2) lze psát tudíž jako

$$R = R(\Pi, Y, \Pi^{EU}, g, R^{EU}), \quad (3)$$

kde Π^{EU} je míra inflace EU a R^{EU} reálná úroková míra EU. Řešením simultánních rovnic IS a MP křivky (1) a (3) dostaneme pro rovnovážný produkt Y^* výraz

$$Y^* = f(D, Y^{EU}, \Pi, \Pi^{EU}, g, R^{EU}) \quad (4)$$

Vzhledem k předpokladům při specifikaci rovnic křivek IS a MP očekáváme, že zvýšení rozpočtového deficitu D (způsobené poklesem daní nebo růstem vládních výdajů) povede k růstu HDP. Obdobně růst HDP EU způsobí nárůst čistého exportu a tudíž i HDP ČR.

Depreciace kurzu CZK/EUR vyvolává dva protichůdné efekty. Jednak vede k růstu čistého exportu a následně i HDP, avšak na druhé straně motivuje ČNB ke zvýšení úrokové míry (ochrana kurzu koruny a protiinflační opatření), což naopak zpomaluje tempo růstu HDP při neměných ostatních faktorech. Celkový efekt depreciace není tedy jednoznačný a závisí na tom, který z uvedených vlivů převládne.

Zvýšení úrokové míry v ČR jako reakce na růst úrokové míry EU povede k poklesu tempa růstu investic v ČR a tudíž i jejího HDP. V souladu s teorií MP křivky růst inflace v ČR, resp. EU vede ČNB i ECB ke zvýšení úrokových měr a následně ke zpomalení růstu českého HDP.

Odhad modelu

Z možných postupů při kvantifikaci vztahu (4) jsme zvolili jeho empirickou specifikaci, založenou na zobecněném ARCH modelu (Bollerslev, 1986), který umožňuje modelovat rozptyl reziduí (náhodných složek) jako funkci odhadnutých rozptylů i čtverců reziduí z předchozích období a označuje se jako GARCH model. Proto je vhodný pro časové řady (například finanční), které se vyznačují proměnlivou volatilitou. Právě po vstupu ČR do EU lze očekávat zmenšující se volatilitu u většiny makroekonomických veličin, ačkoli v současnosti vzhledem ke krátkosti disponibilních časových řad takové změny nelze zatím obvykle pozorovat.

Obecný tvar tzv. GARCH (p, q) modelu lze popsat soustavou rovnic

$$y_t \mid Y_{t-1} = u_t, \quad t=1,2,\dots,T, \quad (5)$$

$$u_t = \epsilon_t \sqrt{h_t}, \quad (6)$$

$$\epsilon_t \sim N(0,1); \text{cov}(\epsilon_s, \epsilon_t) = 0, \text{ pro } s \neq t, \quad (7)$$

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j}, \quad \omega > 0, \quad \alpha_i, \beta_j \geq 0, \quad (8)$$

kde y_t je endogenní proměnná podmíněná veškerou disponibilní informací Y_{t-1} o proměnné y_t , známou do období $t-1$. Předpokládá se, že u_t je nezkorelováno s prvky Y_{t-1} . Proměnná u_t má význam náhodné složky v (5) a je vyjádřena jako funkce ϵ_t a h_t v (6), přičemž ϵ_t jsou nezávislé a identicky normálně rozdělené náhodné veličiny. Výraz h_t představuje rozptyl u_t . Rovnice (8) modeluje h_t jako vážený součet dlouhodobého průměrného rozptylu ω , předcházejících q čtverců reziduí (obsahujících „původní“ informaci o rozptylu) a p minulých odhadů rozptylu h_t . Tato rovnice neobsahuje náhodnou složku a vyplývá z ní, že podmíněný rozptyl y_t se v čase mění (heteroskedasticita).

Vzhledem k předpokládaným vlastnostem y_t v GARCH (p, q) modelu, nevyjdeme při jeho odhadu přímo z hodnot HDP ČR, ale modelujeme místo y_t rezidua z odhadnutého regresního vztahu

$$y_t \mid Y_{t-1} = \mathbf{x}_t' \boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}_t, \quad (9)$$

kde \mathbf{x}_t' je vektor proměnných, které vysvětlují změny HDP ČR, $\boldsymbol{\beta}$ je vektor parametrů a tudíž $\mathbf{x}_t' \boldsymbol{\beta}$ je podmíněná střední hodnota y_t .

Empirické výsledky

Data, použitá pro odhad vztahu (4) pomocí GARCH metodologie, jsou čtvrtletní údaje za období 1995/2–2004/1, tj. až do posledního čtvrtletí před vstupem ČR do EU. Použity byly tyto veličiny:

- Y, Y^{EU} – HDP ČR resp. EU ve stálých cenách roku 1995, očištěné od sezónnosti a různého počtu pracovních dní (miliony Kč resp. eur),
- D – rozpočtový deficit v miliardách Kč, převedený na stálé ceny z roku 1995 a pomocí Hodrickova-Prescottova (HP) filtru sezónně očištěný,
- R^{EU} – úroková míra týkající se plnění maastrichtských kritérií, tj. výnos z obligací (Maastricht criterion bond yield), očištěná od sezónnosti pomocí HP filtru,
- Π, Π^{EU} – míry inflace ČR a EU, spočtené z indexů spotřebitelských cen a sezónně očištěné HP filtrem,
- G – reálný směnný kurz CZK/EUR, odvozený z nominálního směnného kurzu a indexů spotřebitelských cen, sezónně očištěný HP filtrem.

Data týkající se EU byla zjištěna pro EU (15). Některé chybějící čtvrtletní údaje byly napočteny z měsíčních dat. Potřebné údaje byly získány z internetových stránek Eurostatu, data pro rozpočtový deficit z publikací MMF.

Vhodnost volby řádů p a q v modelu GARCH byla posuzována podle testů významnosti odhadnutých parametrů, na základě maximální hodnoty věrohodnostní funkce a dalších kritérií. Z různých typů GARCH (p, q) modelu se na základě vícekritériálního hodnocení ukázal jako nejvhodnější proces GARCH (1,1). Při zahrnutí všech vysvětlujících proměnných, trendu a úrovně konstanty vyšla při opakovaném použití numerických metod dvě téměř shodná lokální maxima věrohodnostní funkce s hodnotami –298, resp. –302. Protože hodnoty parametrů u proměnných Y^{EU} a D , resp. úrovně konstanty neodpovídaly ekonomické či statistické verifikaci modelu, byl model GARCH (1,1) odhadnut variantně bez úrovně konstanty. Výsledky odhadu po této redukci, získané metodou maximální věrohodnosti pomocí software PcGive, jsou pro maximální hodnotu funkce věrohodnosti –300,9 prezentovány v tabulce 1.

Tab. č. 1: Odhad GARCH (1,1) modelu

Proměnná	Odhad parametrů	Standardní chyba	Robustní standardní chyba	t-statistika	t-pravděpodobnost
Π	96 647,9	8 184	7 512	12,9	0,000**
Π^{EU}	1 521 850	74 390	85 650	17,8	0,000**
R^{EU}	-171 531	9 009	10 490	-16,4	0,000**
D	67 334,9	4 443	4 152	16,2	0,000**
g	32 732,5	2 335	2 180	15,0	0,000**
Y^{EU}	0,0401791	0,0156	0,0163	2,46	0,021*
Trend	-38 769,9	2 881	2 657	-14,6	0,000**
Proměnná	Odhad parametrů	χ^2 – test významnosti	Hladina významnosti		
α_0	99 606,4	1,41(0,24)	° 10 %		
α_1	0,6784	0(1)	* 5 %		
β_1	0,3216	3,04(0,08)°	** 1 %		

Počet pozorování: 36

Portmanteau (12) χ^2 – test: 17,63 (0,13)

Počet parametrů: 10

Střední hodnota závisle prom.: 392449

 χ^2 – test normality: 0,58 (0,75) χ^2 – test významnosti všech parametrů: 10,82 (0,013)

Tab. č. 2: Ex post předpovědi HDP ČR

Čtvrtletí	Předpověď ex post	Skutečná hodnota (ve stálých cenách sezónně očištěná)	Standardní chyba (odmocnina podmíněného rozptylu)
2/04	437 840	440 030	989,5
3/04	441 350	444 950	1 038,6
4/04	445 320	454 280	1 085,5

Z výsledků je zřejmé, že odhady GARCH (1,1) modelu vyhovují předpokladům (7) a (8). Asymptotický χ^2 – test normality nezamítl hypotézu, že náhodné složky modelu jsou normálně rozděleny, což se projevilo na relativně vysoké statistické významnosti odhadnutých parametrů, ověřované pomocí t -testů.

Závěr

Lze konstatovat, že použití GARCH metodologie se ukázalo jako vhodné pro odhad modifikovaného IS-MP-IA makromodelu české ekonomiky i pro následnou predikci. Jak odhady HDP ČR, tak spočtené předpovědi vykazují robustnost pro variantní hodnoty p a q v modelu GARCH. Všechny odhadnuté parametry (s výjimkou u domácí míry inflace) mají znaménka v souladu s výchozí ekonomickou hypotézou. Opačné znaménko parametru míry české inflace ve zkoumaném období je však

v souladu s výsledky, které uvádějí Hušek a Formánek (2005) na základě odhadu reakce HDP na antiinflační politiku ČNB. Tento výsledek lze tedy i interpretovat tak, že monetární restrikce ČNB v průběhu transformace české ekonomiky neměla dlouhodobý negativní vliv na vývoj HDP ČR, jak by se dalo předpokládat. Modifikace Romerova modelu zahrnující vybrané veličiny EU(15) (míru inflace a úrokovou sazbu) potvrdila v průběhu jeho odhadu významnost obou těchto charakteristik a zpřesnila ekonomickou interpretaci výsledků. Konkrétně umožnila získat užitečné informace o vlivu ekonomiky EU na ekonomický vývoj v ČR.

Literatura

- [1] BOLLERSLEV, T., 1986: Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, 1986, č. 31. s. 307–327.
- [2] HSING, Y., 2004: Impacts of Macroeconomic Policies on Output in the Czech Republic: An Application of Romer's IS-MP-IA Model. *Prague Economic Papers*, 2004, č. 4. s. 339–345.
- [3] HUŠEK, R. – FORMÁNEK, T., 2005: Estimation of the Czech Republic Sacrifice Ratio for the Transition Period. *Prague Economic Papers*, 2005, č. 1. s. 51–63.
- [4] International Monetary Fund: International Financial Statistics. IMF, different years and issues.
- [5] ROMER, D., 2000: Keynesian Macroeconomics without the LM Curve. *Journal of Economic Perspectives*, 2000, č. 14/2. s. 149–169.
- [6] ŠVARCOVÁ, R., 2004: Perspektiva zbožových toků na krátkodobé období (vektorový autoregresní model). In *Současná Evropa a ČR*. Praha, CES VŠE v Praze, 2004, s. 167–179.
- [7] ŠVARCOVÁ, R., 2005: Perspektiva zbožových toků mezi ČR a EU. *Sborník prací semináře doktorského studia Fakulty informatiky a statistiky Vysoké školy ekonomické v Praze*, 2005, s. 234–244.

Modifikace IS-MP-IA modelu pro českou ekonomiku

Roman Hušek – Radka Švarcová

Abstrakt

Modifikace IS-MP-IA modelu české ekonomiky zahrnutím ekonomických charakteristik EU zlepšuje jeho interpretaci. Konkrétně pomocí odhadnutých IS a MP křivek získáme užitečné informace o vlivu EU na českou ekonomiku (tj. na český HDP). Lze říci, že použitá GARCH metoda je vhodná pro odhad modifikovaného IS-MP-IA modelu a pro následnou anticipaci očekávaného vývoje základních makroekonomických veličin, ovlivňujících ekonomiku po vstupu ČR do EU.

Klíčová slova: IS-MP-IA model; metoda GARCH; maastrichtská kritéria.

Modifying IS-MP-IA model for the Czech economy

Abstract

Modifying IS-MP-IA model by using EU economic characteristics allows for better interpretation of the results. Specifically, from the point of view of the IS and MP curves we obtain useful information about the influence of EU economy on the Czech economy (i.e. on its GDP). We may conclude that the GARCH methodology seems to be a suitable tool for estimation of modified IS-MP-IA model and for subsequent anticipation expected development of basic macroeconomic variables, relevant for the Czech economy after its accession to EU.

Key words: IS-MP-IA model; GARCH methodology; Maastricht criteria.

JEL classification: C 22, E 50, F 36.