Makroekonomické modelování – přednáška 12

New Keynesian economics

Vlastnosti modelu

RBC modely se vyznačovali těmito charakteristikami

- *Efektivnost hospodářských cyklů.* Hospodářské fluktuace – odezvy na změny reálných faktorů (TFP, technologie). Rovnovážné, efektivní (optimální reakce agentů). Dokonalá konkurence, flexibilní ceny. Stabilizační politika nemá význam.
- *Velký význam technologických šoků* jako zdroje hospodářských fluktuací. (TFP, Solowovo residuum). ALE technologie je spíše zdrojem dlouhodobého ekonomického růstu, ne hospodářských cyklů.
- *Omezená role monetárních faktorů.* Modely bez nominálních (peněžních) veličin. Zavedení peněz do modelu (MIU, CIA) nemá význam. Peněžní neutralita. V kontrastu s empirickými studiemi. Monetární politika nemá význam. Jeslti ano, tak je divná (Friedmanovno pravidlo).

New Keynesian (NovoKeynesiánské, NK) modely přebírají některé vlastnosti z RBC. (i) nekonečně žijící agenti, kteří maximalizují užitek vůči rozpočtovému omezení (ii) velký počet firem, produkční funkce se změnou technologie. (ale chybí kapitál, jen ve větších modelech). (iii) Reakce na exogenní šoky, agenti reagují, trhy se čistí. Je tam všeobecná rovnováha (general equilibrium).
Co je navíc?

- *Monopolistická konkurence.* Ceny jsou nastaveny agenty (firmy, domácnosti, optimalizace).
- *Nominální rigidity.* Firmy čelí omezení na změnu ceny produktu, který prodávají. Nebo čelí nákladům na změnu změnu ceny. Obdobně pro pracovníky a změnu mezd.
- *Krátkodobá non-neutralita monetární politiky.* Změna krátkodobé nominální úrokové míry se plně neodrazí ve změně očekávané inflace ⇒ změna reálné úrokové míry ⇒ změna spotřeby, investic ⇒ výstupu, zaměstnanosti (firmy upraví nabízené množství podle změny poptávky). V dlouhém období se ceny a mzdy přizpůsobí a ekonomika se vrátí na svou přirozenou rovnováhu.

Tyto charakteristiky byly přítomny i v původních Keynesiánských modelech (70. a 80. léta), ale ty byli většinou statické, v redukované podobě, neodvozené z dynamické optimalizace domácností a firem. New Keynesian tak převzali formální přístup k modelování, na kterém byly založeny RBC modely.
Důsledky: (i) Odezva ekonomiky na šoky je neefektinví. (ii) Non-neutralita monetární politiky v krátkém období (kvůli nominálním rigiditám) vytváří prosotr pro intervence monetární autority (centrální banky), která tak může zvýšit blahobyt. (Porovnání režimů monetární politiky).

Důkaz nominálních rigidit

Ceny se mění pouze občas. Studie na U.S. data, průměrná změna 4 - 6 měsíců, 8 - 11 měsíců. Velké rozdíly mezi statky/sektory (služby vs. potraviny, energie). Obrázek.

Důkaz monetární non-neutrality

Efekt likvidity. Změna nominální úrokové míry ovlivní reálnou míru (obdobně peněžní nabídka ovlivní reálné peněžní zůstatky). Centrální banka může ovlivnit reálné veličiny.
Empiricky ověřit? Problémy s identifikací. Nominální sazba jako nástroj centrální banky je sama endogenní veličinou. Christiano, Eichenbaum and Evans (1999). VAR model, restrikce pro identifikaci, exogenní šok monetární politiky. Reakce veličin na šok (impulsní odezvy). Zvýšení úrokové míry, pokles reálného HDP (hump-shaped) – persistentní reálný vliv monetárního šoku. Cenová hladina (HDP deflator) pokles, opožděná reakce – cenová rigidita. Peněžní agregát poklesl – sníženínabídky peněz kvůli zvýšení nominální úrokové sazby. Efekt likvidity.

Technologické šoky jako zdroj fluktuací???

Galí (1999) VAR model. Proměnné: odpracované hodiny (zaměstnantost) a produktivita (HDP na pracovníka), šoky technologický a netechnologický (technologický šok má dlouhodobý dopad na produktivitu). Identifikace. (korelace, impulsní odezvy). Odpracované hodiny: negativní korelace v odezvě na technologický šok, pozitivní korelace při odezvě na netechnologický šok (např. poptávkový). Robustní výsledek (rozšířený model, jiné země než U.S.). Výsledky proti RBC teorii. Tam zdrojem fluktuací technologický šok, vyvolá procyklické chování zaměstnanosti a výstupu. Odporuje datům, technologický šok způsobí proticyklické chování.

Canonical New Keynesian model

Model se skládá ze tří rovnic
Dynamiská IS křivka (rovnováha na trhu statků)

$$\tilde{y}_t = E_t\tilde{y}_{t+1} - \frac{1}{\sigma}(i_t - E_t\pi_{t+1} - \rho) + \epsilon_{yt} \tag{1}$$

Novokeynesiánská Phillipsova křivka

$$\pi_t = \beta E_t\pi_{t+1} + \kappa\,\tilde{y}_t + \epsilon_{\pi t} \tag{2}$$

Monetární pravidlo (např. Taylorovo pravidlo)

$$i_t = \rho + \phi_\pi\pi_t + \phi_y\tilde{y}_t + \epsilon_{it} \tag{3}$$

kde π_t je míra inflace, $\tilde{y}_t$ je mezera výstupu (odchylka od přirozené úrovně výstupu), kde „přirozená“ znamená při absenci nominálních rigidit. i_t je nominální úroková míra, ρ je diskontní míra (= rovnovážná reálná úroková míra). ϵ jsou šoky, zbytek jsou parametry.

Odvození IS křivky

Domácnosti řeší standardní optimalizační problém

$$\max E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{N_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right)$$

kde

$$C_t = \left[\int_0^1 C_t(i)^{1-\frac{1}{\varepsilon}} \right]^{\frac{\varepsilon}{1-\varepsilon}}$$

vzhledem k

$$\int_0^1 P_t(i)C_t(i)di + B_t \leq (1+i_t)B_{t-1} + W_t N_t + D_t$$

a no-Ponzi game omezení

$$\lim_{t\to\infty} B_t \geq 0$$

D_t jsou dividendy z firem, které domácnosti vlastní. Potřebujeme nějakou počáteční podmínku pro B_{t-1}. Odbočka:

> Řešením optimální alokace výdajů na různé typy statků $C_(i)$, tedy
>
> $$\max \left[\int_0^1 C_t(i)^{1-\frac{1}{\varepsilon}} \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}$$
>
> vzhledem k
>
> $$\int_0^1 P_t(i)C_t(i)di = Z_t$$
>
> je poptávková křivka
>
> $$C_t(i) = \left(\frac{P_t(i)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} C_t$$
>
> kde ε je elasticita substituce mezi jednotlivými statky. Cenová elasticita poptávky je $-\varepsilon$.
>
> $$C_t P_t = \int_0^1 C_t(i)P_t(i)di$$

Řešením mezičasové optimalizace (pomocí Lagrangiánu) dostáváme podmínky prvního řádu a po dosazení

$$\frac{C_t^{-\sigma}}{P_t} = \beta E_t \left\{ \frac{C_{t+1}^{-\sigma}}{P_{t+1}} \right\} (1+i_t)$$

Po úpravách a využití vztahu pro reálnou úrokovou míru

$$1 + r_t = \frac{1+i_t}{1+E_t \pi_{t+1}}$$

dostáváme Eulerovu rovnici

$$\left(\frac{C_{t+1}}{C_t}\right)^{\sigma} = \beta(1+r_t)$$

Využitím $\beta = \frac{1}{1+\rho}$

$$\frac{C_{t+1}}{C_t} = \left(\frac{1+r_t}{1+\rho}\right)^{\frac{1}{\sigma}}$$

Po zlogaritmování

$$c_t = E_t c_{t+1} - \frac{1}{\sigma}\left(i_t - E_t\pi_{t+1} - \rho\right)$$

případně odečtení steady-statové hodnoty $\ln \bar{C} = \bar{c}$ dostaneme rovnici IS křivky v odchylkách

$$\hat{c}_t = E_t \hat{c}_{t+1} - \frac{1}{\sigma}\left(i_t - E_t\pi_{t+1} - \rho\right)$$

Podmínka vyčištění trhu (model bez investic) $Y_t = C_t$ dostáváme

$$\hat{y}_t = E_t \hat{y}_{t+1} - \frac{1}{\sigma}\left(i_t - E_t\pi_{t+1} - \rho\right)$$

Intratemporální podmínka

$$\frac{N_t^{\varphi}}{C_t^{-\sigma}} = \frac{W_t}{P_t}$$

$$N_t^{\varphi} C_t^{-\sigma} = \frac{W_t}{P_t}$$

Po zlogaritmování

$$w_t - p_t = \sigma c_t + \varphi n_t = mrs_t$$

Odvození Phillipsovy křivky

Nominální rigidity ala Calvo (1983). Je dána pravděpodobnost $(1-\theta)$, že firma může v daném obodbí přenastavit cenu. Praděpobosnot je nezávislá na historii změny cen a také nezávislá napříč firmami. $\theta \in [0,1]$ udává míru cenové strnulosti. Implikovaná průměrná délka kontraktů je $\frac{1}{1-\theta}$.
Optimalizace firem. Je zde kontinuum monopolisticky konkurečních firem na intervalu $[0,1]$, každá vyrábí diferencovaný statek. Produkční funkce

$$Y_t(i) = A_t N_t(i).$$

Podle Galího

> Representativní firma maximaluzuje současnou hodnotu budoucích zisků vzhledem k podmínce, že nemůže změnit cenu dalších k období.
>
> $$\max_{P_t^*} \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_t\{Q_{t,t+k}\left(P_t^* Y_{t+k,t} - X_{t+k}(Y_{t+k,t})\right)\}$$
>
> kde X je nákladová funkce, $Y_{t+k,t}$ je budoucí poptávka, P_t^* is the nová cena, optimální cena, θ is pravděpodobnost, že firma nebude schopna přenastavit cenu v dalším období.
>
> $$Y_{t+k,t} = C_{t+k}\left(\frac{P_t^*}{P_{t+k}}\right)^{-\varepsilon}$$

My trochu jiný přístup: kombinace Calvo (1983) a Rotemberg (1987) (nákladná změna cen).
Reprezentativní firma i nastavuje cenu tak, aby minimalizovala kvadratickou ztrátovou funkci: rozdíl mezi skutečnou cenou firmy v čase t (p_{it}) a cílovou (optimální) cenou (p_t^*).[1] Cena p_t^* je cenou maximalizující zisk při nepřítomnosti jakýchkoli omezení či nákladů spojených s úpravou ceny.
Při nastavení ceny v čase t firma minimalizuje ztrátovou funkci

$$\frac{1}{2}E_t\sum_{j=0}^{\infty}\beta^j(p_{it+j}-p^*_{t+j})^2$$

vzhledem k podmínce, že nebude moci cenu v budoucnu upravovat (s pravděpodobností θ).
Můžeme rozepsat členy zahrnující cenu stanovenou v čase t (p_{it}).

$$(p_{it}-p_t^*)^2+\theta\beta E_t(p_{it}-p^*_{t+1})^2+\theta^2\beta^2E_t(p_{it}-p^*_{t+2})^2+\dots$$

neboli

$$\frac{1}{2}\sum_{j=0}^{\infty}\theta^j\beta^jE_t(p_{it}-p^*_{t+j})^2,$$

θ je pravděpodobnost, že firma nemůže upravit cenu, takže cena stanovená v čase t platí i v čase $t+1$, $t+2$ ...
Podmínka prvního řádu pro optimální volbu ceny p_{it} je

$$p_{it}\sum_{j=0}^{\infty}\theta^j\beta^j-\sum_{j=0}^{\infty}\theta^j\beta^jE_tp^*_{t+j}=0$$

Parametry θ i β jsou kladná čísla mezi nulou a jedničkou, součet nekonečné řady můžeme přepsat jako $\frac{1}{1-\theta\beta}$. Jelikož firmy jsou identické, agregací dostaneme optimální cenu nastavenou všemi firmami, které přenastavují cenu.

$$\int_0^1 p_{it}=p_t^{opt}$$

Dostaneme

$$p_t^{opt}=(1-\theta\beta)\sum_{j=0}^{\infty}\theta^j\beta^jE_tp^*_{t+j} \tag{4}$$

cena nastavená firmou v čase t je váženým průměrem současné a očekávaných budoucích optimálních (cílových) cen p^*. (je- li θ malá, je doba mezi úpravami cen krátká, budoucím cílovým cenám je přidělena menší váha.)

Rovnici (4) posuneme o jednoho období dopředu a spočítáme očekávanou (střední) hodnotu

$$E_tp_{t+1}^{opt}=(1-\theta\beta)\sum_{j=0}^{\infty}\theta^j\beta^jE_tp^*_{t+1+j}.$$

[1] Frimy jsou identické, proto je index i u cílové ceny vynechán.

vynásobíme výrazem $\theta\beta$

$$\theta\beta E_t p_{t+1}^{opt} - \theta\beta(1-\theta\beta)\sum_{j=0}^{\infty}\theta^j\beta^j E_t p_{t+1+j}^{*} = 0$$

přičteme k pravé straně rovnice (4) dostaneme po úpavách rekurzivní formulaci.

$$p_t^{opt} = (1-\theta\beta)p_t^{*} + \theta\beta E_t p_{t+1}^{opt} \tag{5}$$

Nyní si vyjádříme agregátní cenou hladinu, což je vážený průměr firem, které nastavují cenu (těch je $(1-\theta)$) a těch ostatních, kteří drží starou cenu (těch je θ).

$$p_t = (1-\theta)p_t^{opt} + \theta p_{t-1} \tag{6}$$

Rovnici (6) posuneme o krok dopředu a aplikujeme střední hodnotu. Dostaneme

$$E_t p_{t+1} = (1-\theta)E_t p_{t+1}^{opt} + \theta p_t$$

$$E_t p_{t+1}^{opt} = \frac{E_t p_{t+1} - \theta p_t}{(1-\theta)}$$

a dosadíme do rovnice (5)

$$p_t^{opt} = (1-\theta\beta)p_t^{*} + \theta\beta\frac{E_t p_{t+1} - \theta p_t}{(1-\theta)} \tag{7}$$

a poté do rovnice (6)

$$p_t = (1-\theta)\left[(1-\theta\beta)p_t^{*} + \theta\beta\frac{E_t p_{t+1} - \theta p_t}{1-\theta}\right] + \theta p_{t-1}$$

$$p_t = (1-\theta)(1-\theta\beta)p_t^{*} + \theta\beta E_t p_{t+1} - \theta^2\beta p_t + \theta p_{t-1} \tag{8}$$

V prostředí monopolistické konkurence je optimální cena při absenci rigidit (tedy za předpokladu flexibilních cen) nastavena jako přirážka (mark-up) k (nominálním) mezním nákladům.

$$P_t^{*} = \frac{\epsilon}{1-\epsilon}MC_t = \mathcal{M}MC_t$$

kde ϵ je elasticita substituce mezi různými statky. V logaritmech

$$p_t^{*} = \mu + mc_t$$

kde $\mu = \ln\mathcal{M}$ a $mc_t = \ln MC_t$.
Obdobně pro reálné mezní náklady platí (teď ale již v případě přítomnosti nominálních rigidit)

$$\frac{P_t^{*}}{P_t} = \mathcal{M}_t\frac{MC_t}{P_t} = \mathcal{M}_t RMC_t$$

kde $\mathcal{M}_t$ je průměrný mark-up (liší se v zahrnutí indexu t). V logaritmech

$$p_t^{*} = \mu_t + p_t + rmc_t \tag{9}$$

Rovnici (9) vložíme do rovnice (8) a po roznásobení a úpravách dostaneme

$$p_t - p_{t-1} = \beta(E_t p_{t+1} - p_t) + \frac{(1-\theta)(1-\theta\beta)}{\theta}(rmc_t + \mu_t)$$

a využitím vztahu pro inflaci $\pi_t = p_t - p_{t-1}$ dostaneme

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + \lambda\ (rmc_t - \mu_t) \tag{10}$$

kde $\lambda = \frac{(1-\theta)(1-\theta\beta)}{\theta}$
Pokud chceme rovnici 10 vyjádřit jako odchylku od steady-statu s flexibilními cenami využijeme vztah pro reálné mezní náklady. V případě flexibilních cen všechny firmy nastaví stejnou cenu $P_t^* = P_t$ tedy $RMC = \frac{1}{\mathcal{M}}$ a v logartimech $rmc = -\mu$.
Dosazením do 10 dostaneme

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + \lambda\ (\mu - \mu_t) \tag{11}$$

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} - \lambda\ (\mu_t - \mu) \tag{12}$$

Je vidět, že rozdíl mezi současnou přirážkou (mark-up) a požadovanou přirážkou ...
Nyní si ukážeme, jak je rozdíl v mark-upech svázán s mezerou výstupu (odchylkou of flexibilní rovováhy). Pro reálné mezní náklady platí,

$$RMC_t = \frac{W_t/P_t}{MPL_t}$$

s využitím produkční funkce a intratemporální podmínky

$$\frac{W_t}{P_t} = \frac{A_t}{\mathcal{M}_t} = \frac{N_t^{\varphi}}{C_t^{-\sigma}}$$

a podmínky vyčištění trhu $y_t = c_t$ a produkční funkce $y_t = a_t - n_t$ (v logartimech) můžeme psát pro průměrný mark-up

$$\mu_t = a_t - (w_t - p_t) = a_t - \varphi n_t - \sigma c_t = a_t - \varphi n_t - \sigma y_t = a_t - \varphi y_t + \varphi a_t - \sigma y_t = (1+\varphi)a_t - (\sigma+\varphi)y_t$$

v případě flexibilních cen

$$\mu = (1+\varphi)a_t - (\sigma+\varphi)y_t^n$$

kde y_t^n je úroveň přirozeného výstupu (při flexibilních cenách). Odečtením dvou výrazů dostaneme

$$\mu_t - \mu = -(\sigma+\varphi)\tilde{y}_t$$

kde $\tilde{y}_t$ mezera výstupu.
Dosazením do 12 dostaneme „New Keynesian Phillips curve“

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + \kappa\, \tilde{y}_t + u_t \tag{13}$$

kde $\kappa = -(\sigma+\varphi)\lambda$ a u_t je (nákladový, cost-push) šok.
Vlastnosti PC:

- Pro současnou hodnotu inflace mají velký význam očekávání budoucí inflace

- Sklon Phillipsovy křivky závisí na míře cenové rigidity. Sklon κ klesá s θ. PC má menší sklon při vyšší praděpodobnosti, že firmy nemohou změnit cenu.

- Rovnici (13) můžeme iterovat dopředu a dostaneme

$$\pi_t = \kappa E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \hat{y}_{t+j} \tag{14}$$

  Současná inflace je tak funkcí budoucích (diskontovaných) ekonomických podmínek. Proměnná $\tilde{y}_{t+j}$ zachycuje pohyby v mezních nákladech spojené s kolísáním přebytečné poptávky.

- Existuje zde persistence v cenové hladině, ale nikoliv v inflaci. To je bývá v rozporu s daty.

  Pro zvýšení schopnosti zachytit chování v datech je proto často přidáván člen zahrnující minulou inflaci, který může být behaviorálně vysvětlen jako indexace cen k minulé inflaci

$$\pi_t = \gamma \pi_{t-1} + (1-\gamma)\beta E_t \pi_{t+1} + \kappa\ \tilde{y}_t + u_t \tag{15}$$

Acknowledgement

Tisíceré díky Tomáši Motlovi za podpůrné materiály. Případné chyby jsou moje vlastní :)