

## BAYESIÁNSKÁ ANALÝZA – DOMÁCÍ SKUPINOVÝ ÚKOL Č. 2

Pro účely zpracování tohoto úkolu si vytvořte pracovní skupinu o velikosti max. 4 osoby. Úkoly zpracujte a odevzdejte do stanoveného termínu. Veškeré podklady (např. skripty Matlabu) a komentáře, odevzdávejte do příslušné odevzdárny.

**Termín odevzdání:** 18. 11. 2016 (včetně)

### Zadání úkolu

#### Odhad hysterezní Phillipsovy křivky

Jednoduchý model Phillipsovy křivky je možno nalézt v článku Roberta Gordona z roku 1989. V tomto modelu je jednoduchá verze hypotézy přirozené míry nezaměstnanosti, která propojuje inflaci  $\pi_t$  a míru nezaměstnanosti  $U_t$ , zapsána následovně:

$$\pi_t = \alpha\pi_{t-1} + \beta(U_t - U_t^*). \quad (1)$$

Parametr  $\alpha$  vyjadřuje setrvačnost v očekávání inflačního vývoje a jedná se tak o jistý druh adaptivních očekávání. Umožníme-li existenci jevu hystereze, můžeme definovat pravidlo, podle kterého se vyvíjí rovnovážná míra nezaměstnanosti  $U^*$  (reprezentována úrovní NAIRU):

$$U_t^* = \eta U_{t-1} + Z_t \quad (2)$$

Hystereze tedy nastává v případě, kdy  $U_t^*$  závisí na zpožděné hodnotě míry nezaměstnanosti  $U_{t-1}$  a na mikroekonomických determinantech reprezentovanými proměnnou  $Z_t$ . Tyto mikroekonomické determinanty můžeme ztotožnit s těmi, které uvádí Friedman v rámci své hypotézy o přirozené míře nezaměstnanosti. Spojením obou vztahů získáme:

$$\pi_t = \alpha\pi_{t-1} + \beta(U_t - \eta U_{t-1} - Z_t). \quad (3)$$

Následná transformace vede k rovnici:

$$\pi_t = \alpha\pi_{t-1} + \beta(1 - \eta)U_t + \beta\eta(U_t - U_{t-1}) - \beta Z_t. \quad (4)$$

Tuto rovnici využijte k empirickému testování hypotézy hystereze. Všimněte si teoretických aspektů a implikací, které nám předpoklad hysterezního charakteru nezaměstnanosti přináší. Je zřejmé, že pro  $\eta = 1$  nastává případ "plné hystereze". V tomto případě již nebude existovat jedinečné  $U_t^*$  a rovnovážná úroveň nezaměstnanosti bude zcela variabilní veličinou nemající svou ustálenou (steady state) hodnotu.

„Plná hystereze“ má zásadní dopad na vztah inflace a nezaměstnanosti. Inflace v tomto případě nebude záviset na aktuální úrovni nezaměstnanosti, ale jen na změně v nezaměstnanosti. To je samozřejmě v protikladu s hypotézou o přirozené míře nezaměstnanosti, které by odpovídal případ  $\eta = 0$ . Rovnovážná úroveň nezaměstnanosti by v tomto případě plně reflektovala mikroekonomické determinanty reprezentované proměnnou  $Z_t$ . Jakýmsi kompromisem pak jsou hodnoty  $\eta \in (0; 1)$ , které připouštějí existenci inflačních tlaků jak ze strany aktuální úrovně nezaměstnanosti, tak i ze strany změn v míře nezaměstnanosti. Tento případ umožňuje existenci ustálené úrovně nezaměstnanosti, tedy úrovně, která nebude akcelarovat míru inflace a bude dlouhodobě udržitelná. Aktuální rovnovážná úroveň nezaměstnanosti bude mít tendenci k této ustálené úrovni konvergovat. Čím více se bude hodnota parametru  $\eta$  blížit jedné, tím pomalejší bude přizpůsobování NAIRU svému ustálenému stavu a tím menší budou "inflační náklady" (v důsledku akceleračních tlaků na růst cenové hladiny) expanzivní, poptávkově orientované hospodářské politiky cílené na snížení míry nezaměstnanosti.

1. *Data:* Najděte si čtvrtletní data o nezaměstnanosti (pokud možno sezónně očištěné) a meziroční inflaci pro svou oblíbenou ekonomiku (pro získání dat můžete využít např. [databázi OECD](#), kdy pro plnohodnotný přístup je potřeba jít přes proxy-server naší knihovny, či databázi [Eurostatu](#)) a zpracujte si je pro použití v Matlabu (ideálně do podoby datového souboru `.mat`, který si pak ve vlastních skriptech můžete načíst).

2. Odhadovaný ekonometrický model má v souladu s rovnicí (4) následující podobu (model je chápán jako normální lineární regresní model s nezávislou normální-gama apriorní hustotou):

$$\pi_t = \lambda_1 + \lambda_2 \pi_{t-1} + \lambda_3 U_t + \lambda_4 (U_t - U_{t-1}) + \epsilon_t. \quad (5)$$

3. Předpokládáme, že strukturální charakteristiky jsou v čase neměnné a náhodná složka splňuje obvyklé požadavky. Odhadněte parametry tohoto modelu (využijte Gibbsův vzorkovač) a na jejich základě pak zpětně získajte původní strukturální parametry. Apriorní hustotu obohat' te o informaci, týkající se přípustných hodnot parametrů  $\eta$ , tedy o informaci, že  $\eta \in (0, 1)$ . Nezapomeňte ověřit konvergenci.

- (a) Využijte výsledky ze čtvrté kapitoly pro vytvoření Gibbsova vzorkovače (resp. využijte skripty z odpovídajících cvičení). Pracujeme totiž stále s lineárním regresním modelem s nezávislou normální-gama apriorní hustotou.
  - (b) Zakomponování apriorního omezení na parametr  $\eta$  je velmi snadné. V rámci generování vzorků redukované formy modelu si přepočítáme původní strukturální parametry a vzorky v daném kroku replikací generujeme tak dlouho, dokud nebude splněna podmínka, že  $\eta$  je v intervalu nula až jedna. Dobré je rovněž uchovat si informaci o tom, kolik vzorků se vygenerovalo celkem, protože tím získáme důležitou hodnotu pro výpočet odpovídající integrační konstanty pro omezené vícerozměrné normální rozdělení (využitelné to je v rámci konstrukce Savage-Dickeyho poměru hustot, protože v něm potřebujeme znát plné hustoty a nikoliv jen jejich jádra).
4. Vypočítejte jednotlivé pravděpodobnosti modelů, které odpovídají platnosti hypotézy o přirozené míře nezaměstnanosti, hypotézy hystereze a teorii NAIRU. Model odpovídající teorii NAIRU tak bude neomezený model, zbylé dva modely budou odpovídat vnořeným modelům  $\eta = 0$  resp  $\eta = 1$ . Vypočítejte tedy příslušné Bayesovy faktory (na základě Savage-Dickey poměru hustot).
5. Díky znalosti „law of motion“ pro vývoj NAIRU nasimulujte trajektorii NAIRU zkoumané ekonomiky a sestrojte i příslušné 95% intervaly spolehlivosti.
- (a) NAIRU v kontextu oné rovnice není nic jiného než funkce pozorovaných (minulých) hodnot nezaměstnanosti a parametrů  $\eta$  a  $Z_t$  (chápané jako část úrovnové konstanty).
  - (b) Střední hodnotu a rozptyl jakékoliv funkce parametrů jsme pomocí Monte Carlo integrace schopni velmi snadno spočítat. V tomto případě máme totiž vygenerované platné výběry z posteriorní hustoty a tudíž jsme schopni snadno generovat i rozdělení NAIRU.
  - (c) Vcelku efektivní může být zachování vygenerovaných vzorků navzorkovaných parametrů pomocí Matlabovské funkce `save` (uložení do `.mat` souboru). Příslušný datový soubor si pak můžeme načíst v rámci nového skriptu věnovanému simulaci NAIRU, který tyto vzorky bude využívat (nebo lze vše udělat v jednom skriptu).
6. Pokud vám zbyde čas, můžete se (jako bonus) v případě delší časové řady pokusit o odhady na různých časových obdobích a prozkoumat na tomto základě stabilitu parametrů v čase (a tedy i platnost jednotlivých teorií vztahených k přirozené míře nezaměstnanosti), případně můžete zkusit alternativní odhady s využitím čtvrtletních měř inflace.

Dosažené výsledky kriticky zhodnot' te a to v rámci krátké zprávy s vhodnými komentovanými výstupy modelů (inspiraci můžete nalézt v „ukázkovém projektu“ Němec (2008) *Bayesovský odhad hysterezní Phillipsovy křivky*, kdy je pro naše účely dostačující část 6).