

Bayesovský odhad hysterezní Phillipsovy křivky

Daniel Němec*

říjen 2008

Abstrakt

Unemployment gap is important indicator that help monetary authority to pursue good economic policy. This indicator is based on differences between observable unemployment rate and its equilibrium unobservable counterpart. The equilibrium unemployment rate is usually connected to the non-accelerating inflation rate of unemployment (NAIRU) because the issue of monetary stability is incorporated in this theoretical concept. Estimates of the NAIRU for a small open economy (Czech Republic) are presented and analyzed in this paper. Estimates are made within the framework of the hysteretic approach. Hysteresis model is based on simple Phillips curve with adaptive expectations. Hysteresis hypothesis posits a NAIRU that automatically follows the path of actual unemployment rate. Consequently, law of motion of equilibrium unemployment is known. We use techniques of Bayesian analysis (Gibbs sampler) to identify the model. Model estimates indicate hysteretic patterns of the unemployment and imply that actual lowering unemployment rates may be thus sustainable in the long run.

1 Úvod

Mezera nezaměstnanosti a mezera výstupu jsou dva důležité indikátory monetární stability a potenciálu pro dlouhodobě udržitelný ekonomický růst. Oba indikátory jsou založeny na rozdílu mezi pozorovanými makroekonomickými veličinami (míra nezaměstnanosti, resp. agregátní výstup ekonomiky) a jejich rovnovážnými nepozorovatelnými protějšky (rovnovážná míra

*Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta, Katedra ekonomie, Lipová 41a, 602 00 Brno, Česká republika. E-mail: nemecd@econ.muni.cz

nezaměstnanosti, resp. potenciální výstup). Rovnovážná nezaměstnanost je obvykle spojována s mírou nezaměstnanosti neakcelerující inflaci (NAIRU), protože právě problematika monetární stability je zahrnuta v tomto teoretickém konceptu.

V našem příspěvku se zaměříme na odhad NAIRU pro ekonomiku České republiky. Z vývoje této rovnovážné míry nezaměstnanosti můžeme usuzovat, do jaké míry je aktuální míra nezaměstnanosti udržitelná z hlediska monetární stability. Naše odhady jsou vypracovávány v rámci konceptu hysteretického modelu s adaptivním očekáváním. Klíčovou součástí modelu je Phillipsova křivka, která je teoretickou spojnici nezaměstnanosti a míry inflace a která hraje významnou roli v praktické monetární politice.

Hysterezní model je založen na jednoduché Phillipsově křivce s adaptivním očekáváním (viz Gordon [8]). Hypotéza hystereze předpokládá takovou trajektorii NAIRU, která automaticky sleduje vývoj aktuální míry nezaměstnanosti. V tomto případě tak známe onen "law of motion" pro rovnovážnou nezaměstnanost. To je pro odhad NAIRU velmi užitečné, neboť zde není problém s obvyklou nepozorovatelností této veličiny. Mimo to má hysterezní charakter ekonomiky (ve smyslu přítomnosti hystereze nezaměstnanosti) zajímavé implikace pro vztah inflace a nezaměstnanosti. Jakákoliv míra nezaměstnanosti je konzistentní se stabilní mírou inflace.

Česká republika jako tranzitivní ekonomika byla na počátku transformačního procesu charakterizována nízkou nezaměstnaností. Během druhé poloviny 90. let však došlo k výraznému nárůstu nezaměstnanosti. To mohlo být zapříčiněno monetárním šokem (doprovázeným i šokem fiskálním) v roce 1997, který v souladu s hypotézou hystereze vedl k permanentnímu posunu míry nezaměstnanosti. Pokles nezaměstnanosti posledních let může být opět vysvětlen hysteretickým charakterem nezaměstnanosti, tedy jako důsledek poptávkově orientované monetární a zejména pak fiskální politiky. Hysterezi nezaměstnanosti tak ověříme pomocí hysteretického modelu Phillipsovy křivky.

K identifikaci modelu využijeme technik bayesiánské analýzy. Bayesovský přístup má řadu výhod. V první řadě můžeme snadno a zcela přirozeně zahrnout naši apriorní informaci o vlastnostech modelu (a jeho parametrech). Druhou výhodou je možnost snadného porovnání různě specifikovaných modelů (z hlediska ekonomické teorie).

V následující kapitole si stručně popíšeme historii a praktické implikace teorie NAIRU, hypotézy o přirozené míře nezaměstnanosti a hypotézy hystereze. Ve třetí kapitole se dotkneme i problematiky technik a modelových přístupů k odhadu NAIRU v literatuře. Ve čtvrté kapitole bude představen modelový koncept. Pátá kapitola je věnována popisu využívaných odhadových nástrojů. Pátá kapitola diskutuje odhady parametrů a vývoj NAIRU, a to zejména z hlediska udržitelnosti aktuálního vývoje české ekonomiky.

2 NAIRU v ekonomické teorii

Míra nezaměstnanosti v sobě obsahuje informaci o nevyužití potenciálu pracovní síly v ekonomice. Ekonomická teorie po 2. světové válce řešila mimo jiné právě problém dlouhodobé udržitelnosti té či oné míry nezaměstnanosti, a to zejména z hlediska jejího souladu s monetární stabilitou.

Dominantním ekonomickým proudem v poválečném období bylo neokeynesiánství, ve kterém významnou roli hrála Phillipsova křivka. Phillips [14] se ve svém díle zaměřil na analýzu vztahu mezi mírou nezaměstnanosti a vývojem sazeb nominálních hodinových mezd. Na datech Spojeného království identifikoval skutečnost, že změny nominálních mzdových sazeb jsou negativně korelovány s mírou nezaměstnanosti (tzv. "původní Phillipsova křivka").

Brzy na to Samuelson a Solow [15] ukázali empirickou platnost obdobného vztahu na datech Spojených států. Navíc přicházejí s argumentem, že změny nominálních mezd a inflace jsou korelovány pozitivně. Tím se samozřejmě otevírá prostor pro interpretaci původního Phillipsova vztahu do roviny cenová inflace versus míra nezaměstnanosti (tzv. "modifikovaná Phillipsova křivka"). Do keynesiánské ekonomie tedy vstupuje možnost brát v úvahu úroveň nezaměstnanosti a cen.

"Objev" Phillipsovy křivky rozpoutal debaty o jejích implikacích pro hospodářskou politiku. Jednalo se zejména o otázku, zdali monetární autorita může docílit trvale nižší nezaměstnanosti za cenu vyšší (a stabilní) inflace. V té době (60. léta 20. století) zvítězil proud dávající na tuto otázku odpověď kladnou. Tvůrci hospodářské politiky tak měli teoreticky podepřenou možnost volby mezi makroekonomickými cíly, které jsou v antagonickém poměru - mezi mírou nezaměstnanosti a inflací. Pro poválečné období je tak charakteristické podřízení peněžní stránky ekonomiky stimulaci poptávky, neboť v peněžní stránce ekonomiky nebyl spatřován zdroj nestability.

Empirická průkaznost modifikované neokeynesiánské verze Phillipsovy křivky však začala být v 70. letech zpochybňována, neboť se nedokázala vyrovnat s nabídkovými šoky, které dominovaly období mezi lety 1972 až 1981. Růst inflace byl doprovázen růstem nezaměstnanosti. Tento jev nedokázala neokeynesiánská teorie vysvětlit. Přesněji řečeno (jak zdůrazňuje Blinder [4], nedokázala jej vysvětlit dostatečně rychle.

Vývoj v 70. letech však zcela odpovídal teorii přirozené míry nezaměstnanosti Milтона Friedmana [7]. Přirozená míra nezaměstnanosti je Friedmanem definována jako úroveň nezaměstnanosti vyplývající z Walrasovského systému rovnic všeobecné rovnováhy, za předpokladu zahrnutí aktuálních strukturálních charakteristik na trhu práce a statků, včetně zahrnutí tržních nedokonalostí, náhodných pohybů v nabídce a poptávce, nákladů na získání

informací při hledání pracovních příležitostí, nákladů mobility apod. Tato úroveň nezaměstnanosti je tedy přirozeným výsledkem dlouhodobé rovnováhy ekonomiky.

Nástup konzervativních škol byl vyústěním krize keynesiánství. Blinder (1988) však v této souvislosti uvádí, že důvodem byla spíše jejich teoretická přitažlivost, než schopnost vysvětlit makroekonomický vývoj. Tvrdí, že hypotéza o přirozené míře nezaměstnanosti v této intelektuální bitvě období 1972-1985 nehrála nijak významnou roli, neboť vertikální Phillipsova křivka byla integrální součástí keynesiánské teorie od roku 1972 a v druhé polovině 70. let byla empirická Phillipsova křivka rovněž obohacena o veličiny reprezentující stranu nabídky. Pro udržení keynesiánské ekonomie jakožto dominantního ekonomického proudu však tato invence přišla příliš pozdě. To je vcelku zajímavé, neboť již Phillips zdůrazňoval, že exogenní šoky v cenách importů (nabídkové šoky) nejsou v jeho vztahu mezi mzdami a nezaměstnaností zahrnuty.

Poválečné neokeynesiánství tedy nahradily konzervativní školy (zejména pak monetarismus a škola racionálních očekávání). Tato změna měla samozřejmě i svůj vliv na hospodářskou politiku. V 80. letech došlo vlivem změny vůdčího ekonomického dogmatu i k přehodnocení role monetární politiky a toto období je ve své první polovině charakterizováno dezinflační politikou. V souladu s Friedmanovou hypotézou přirozené míry měla tato politika za důsledek růst nezaměstnanosti. Tato hypotéza však rovněž říká, že pokud došlo v druhé polovině 80. let ke stabilizaci inflace (a již nadále nedocházelo k jejímu snižování), měla ekonomika operovat na úrovni své přirozené míry nezaměstnanosti či NAIRU.

Faktem bylo, že zejména evropská nezaměstnanost se zvýšila ze dvou procent z let šedesátých na 10 procent na konci 80. let a i v průběhu 90. let se pohybovala kolem této úrovně. Gordon [8] uvádí dvě základní interpretace rostoucího evropského NAIRU (jakožto rovnovážné míry nezaměstnanosti) - strukturalistický pohled a přístup přes jev hystereze. Strukturalistický pohled zdůrazňuje překážky na straně nabídky (vysoké reálné mzdy, vládní regulace), které způsobují rostoucí NAIRU, z čehož dále vyplývá, že NAIRU nemůže poklesnout, pokud nebudou tyto překážky odstraněny.

Přístup přes jev hystereze naopak předpokládá, že NAIRU sleduje vývoj aktuální nezaměstnanosti. Evropské NAIRU tak v Gordonově interpretaci je tudíž vysoké proto, protože i současná nezaměstnanost je vysoká. Rovnovážná (a dlouhodobě udržitelná) nezaměstnanost tak může poklesnout, jestliže poklesne i současná nezaměstnanost jako výsledek poptávkově orientované expanzivní politiky.

Hlavním důsledkem existence jevu hystereze v nezaměstnanosti tak je to, že jakákoliv úroveň nezaměstnanosti je konzistentní se stabilní inflací, jejíž

míra závisí pouze na minulém vývoji inflace a nezaměstnanosti. Hospodářsko-politickou implikací je pak skutečnost, že poptávku stimulující hospodářská politika může být dlouhodobě účinná v boji s nezaměstnaností.

Vraťme se krátce k problematice definice přirozené míry nezaměstnanosti a NAIRU. Přirozená míra nezaměstnanosti je rovnovážnou hodnotou, která je determinována strukturními charakteristikami trhu práce. Oproti tomu NAIRU je spíše hodnotou empirickou. Tento koncept je reakcí na monetaristickou kritiku Phillipsovy křivky z hlediska účinnosti hospodářské (monetární) politiky. Tato koncepce je spojena se jmény Modigliani a Papademos (1975), kteří hovoří o existenci takové míry nezaměstnanosti, že pokud míra nezaměstnanosti je pod touto hodnotou, pak lze očekávat růst (akceleraci) míry inflace.

Teorie NAIRU implikuje, že nízká nezaměstnanost může způsobit růst inflace bez ohledu na příčinu oné nízké nezaměstnanosti. Toto však není obecný závěr hypotézy o přirozené míře. Z keynesiánského pohledu je teorie NAIRU úspěšnou reformulací této hypotézy, neboť NAIRU zde vystupuje jako vodítko pro hospodářskou politiku: je-li nezaměstnanost nad úrovní NAIRU, pak jsou poptávkové stimuly hospodářské politiky možné a žádoucí a naopak je-li aktuální hodnota nezaměstnanosti pod touto úrovní, je zapotřebí politika restriktivnějšího charakteru. Naopak monetaristický pohled vidí NAIRU jako synonymum přirozené míry nezaměstnanosti a jakékoli implikace pro úspěšnou poptávkově orientovanou hospodářskou politiku bere jako nepochopení principů hypotézy o přirozené míře. Blíže o této problematice pojednává Espinoza-Vega a Russell [6] a Chang [5]. V kontextu hypotézy hystereze se tato odlišnost vytrácí - jakákoliv úroveň nezaměstnanosti je konzistentní se stabilní inflací. Míra nezaměstnanosti neakcelerující inflaci (popř. přirozená míra nezaměstnanost) je tedy variabilní hodnotou.

3 Přístupy k odhadu NAIRU v literatuře

Dosavadní studie se pokoušely odhadovat NAIRU a mezeru výstupu s využitím různých modelů a technik. Pěkný přehled možných odhadových metod k odhadu mezery výstupu jsou představeny v práci trojice Bjoernland, Brubakk a Jore [3]. Tyto metody lze samozřejmě využít i při odhadu rovnovážné nezaměstnanosti.

Jeden z prvních odhadů v čase proměnného NAIRU lze nalézt v práci Gordona [9]. Berger a Evereart [2] odhadují NAIRU jako nepozorovaný nestacionární proces v rámci jednoduchého strukturálního modelu zahrnujícího v sobě Phillipsovu křivku, Okunův zákon a rovnici poptávky. Jejich model je odhadován Bayesovskými technikami, konkrétně technikou importance sam-

pling. Podobně i Logeay a Tober [12] modelují NAIRU jako nestacionární trend a odhadují ho simultánně s Phillipsovou křivkou za pomoci techniky Kalmanova filtru. Kombinují hysterezní přístup s v čase proměnným NAIRU. Apel a Jansson [1] odhadují NAIRU společně s mezerou výstupu v rámci systému strukturálních rovnic, které opět zahrnují Phillipsovou křivku a Okunův vztah mezi mezerou výstupu a mezerou nezaměstnanosti. Využívají zde model nepozorovatelných komponent. Hjelm [10] jde ve své práci ještě dále a využívá přístup strukturálního VAR modelu. Na druhé straně Stephanides [16] používá přístup jednorozměrné filtrace jednoduché verze Phillipsovy křivky.

Je tedy zřejmé, že existuje celá škála modelů a technik, která s sebou přináší mnohdy rozdílné odhady nepozorovaných stavů (proměnných). Nejistota vyplývající z odhadů NAIRU a potenciálního produktu je úzce spojena s neurčitostí samotných parametrů modelu, se stochastickou povahou nepozorovaných proměnných a s různorodostí modelových specifikací.

Jak navíc zdůrazňují Szeto a Guy [17], většina modelů v sobě obsahuje inflační očekávání. Ty bývají obvykle nahrazovány perfektním předvídaním, či průměrem skutečných budoucích hodnot a hodnot současných či minulých. V našem přístupu budeme předpokládat adaptivní a racionální očekávání, přičemž racionální očekávání budou řešena během identifikace modelu.

4 Hysterezní model Phillipsovy křivky

Jako první model si představíme hysterezní model. V tomto modelu je jednoduchá verze hypotézy přirozené míry nezaměstnanosti, která propojuje inflaci π_t a míru nezaměstnanosti U_t , zapsána následovně:

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

Parametr α vyjadřuje setrvačnost v očekávání inflačního vývoje. Tuto verzi jednoduché Phillipsovy křivky (prezentovanou Gordonem [8]) tak můžeme zařadit do kontextu adaptivních očekávání. Pokud je $\alpha = 1$, potom NAIRU (rovnovážná nezaměstnanost U_t^* odpovídá ustálenému stavu, kdy $\pi_t = \pi_{t-1}$. S hypotézou přirozené míry nezaměstnanosti jsou konzistentní i hodnoty menší než jedna, právě proto, že racionálně jednající agenti mohou formovat svá očekávání s ohledem na pokles míry inflace. 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 Friedmann 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 využijeme k empirickému testování hypotézy hystereze. Na tomto místě si však všimneme 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 η 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.

5 Odhadové techniky

Model hysterezní Phillipsovy křivky nám dovolí ověřit hypotézu hystereze na makroekonomické úrovni. Díky Bayesovskému přístupu k empirickému testování jsme schopni vypočítat jednotlivé pravděpodobnosti, které přísluší platnosti hypotézy o přirozené míře nezaměstnanosti, hypotézy hystereze

a teorii NAIRU. Tím není myšleno nic jiného než to, že budeme schopni číselně vyjádřit konzistenci dat (popisujících ekonomiku) s jednotlivými ekonomickými teoriemi či hypotézami zaměřujícími se na vztah mezi nezaměstnaností a inflací. Specifikace této Phillipsovy křivky navíc umožňuje přímé odvození trajektorie NAIRU.

Odhadovaný ekonometrický model má v souladu s rovnicí (4) následující podobu:

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

Model je chápán jako normální lineární regresní model s nezávislou normální-gama apriorní hustotou. Pro bayesiánskou posteriorní simulaci tak je nejvhodnější Gibbsův vzorkovač.

5.1 Věrohodnostní funkce

Předpokládáme, že náhodná složka má normální rozdělení, konkrétně tedy $\epsilon_t \sim N(0, h^{-1})$. Parametr h označuje přesnost chyby, která je (pro připomenutí) definována jako inverzní hodnota rozptylu náhodné složky, tj. $\frac{1}{\sigma^2}$. Věrohodnostní funkci tak můžeme zapsat jako:

$$p(y|\lambda, h) = \frac{h^{\frac{N}{2}}}{(2\pi)^{\frac{N}{2}}} \left\{ \exp \left[-\frac{h}{2} (y - X\lambda)'(y - X\lambda) \right] \right\}.$$

Vektor y je $N \times 1$ rozměrný vektor závisle proměnné a X je matice rozměru $N \times k$ obsahující k vysvětlujících proměnných (v našem případě je $k = 4$) a λ je vektor parametrů o rozměrech $k \times 1$.

5.2 Apriorní hustota

Předpokládáme, že apriorní sdružená hustota neznámých parametrů tvoří nezávislé normální-gama rozdělení, tedy $p(\lambda, h) = p(\lambda)p(h)$, kde $p(\lambda)$ odpovídá normálnímu rozdělení a $p(h)$ odpovídá gama rozdělení:

$$\lambda \sim N(\underline{\lambda}, \underline{V}),$$

$$h \sim G(\underline{\nu}, \underline{s}^{-2}).$$

Apriorní hustota může být obohacena o informaci, týkající se přípustných hodnot parametrů η , tedy o informaci, že $\eta \in (0, 1)$. Definujeme tak množinu A , pro kterou platí ekvivalence $\eta \in (0, 1) \Leftrightarrow \lambda \in A$. Dále pak využijeme indikační funkci $1(\lambda \in A)$, která nabývá hodnoty jedna, pokud $\lambda \in A$ a nula jinak. V odborných knihách jsou odlišnosti týkající se značení jednotlivých hustot pravděpodobnosti a zejména pak významů jednotlivých parametrů

(výsledné charaktery hustot jsou však samozřejmě identické). Z toho důvodu zde uvádím podrobnější rozepsání apriorních hustot pravděpodobnosti, která jsou z hlediska značení v souladu s Koopovou publikací [11]:

$$p(\lambda) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{k}{2}}} |\underline{V}|^{-\frac{1}{2}} \exp \left[-\frac{1}{2} (\lambda - \underline{\lambda})' \underline{V}^{-1} (\lambda - \underline{\lambda}) \right] \cdot 1(\lambda \in A),$$

$$p(h) = c_G^{-1} h^{\frac{\nu-2}{2}} \exp \left(-\frac{h\underline{\nu}}{2\underline{s}^{-2}} \right),$$

kde c_G je příslušná integrační konstanta gamma rozdělení, která je nezávislá na parametrech (přesněji parametru h) apriorní hustoty. Význam značení je velmi intuitivní: $\underline{\lambda} = E(\lambda|y)$ je apriorní střední hodnota (vektor středních hodnot) pro λ a apriorní střední hodnota a stupně volnosti příslušné rozdělení parametru h jsou postupně \underline{s}^{-2} a $\underline{\nu}$. Výraz \underline{V} je zřejmě apriorní kovarianční matice vektoru parametrů λ .

5.3 Posteriorní hustota

V rámci Bayesovského přístupu vždy platí, že posteriorní hustota je přímo úměrná apriorní hustotě násobené věrohodnostní funkcí:

$$p(\lambda, h|y) \propto \left\{ \exp \left[-\frac{1}{2} \left\{ h(y - X\lambda)'(y - X\lambda) + (\lambda - \underline{\lambda})' \underline{V}^{-1} (\lambda - \underline{\lambda}) \right\} \right] \right\} \\ \times 1(\lambda \in A) \cdot h^{\frac{N+\nu-2}{2}} \exp \left[-\frac{h\underline{\nu}}{2\underline{s}^{-2}} \right].$$

Tato sdružená posteriorní hustota nemá podobu žádné známé hustoty pravděpodobnosti. Je však možné provést posteriorní analýzu využitím Gibbsova vzorkovače. Blížší detaily týkající se odvození úplného systému podmíněných hustot lze nalézt např. v Koopově publikaci [11] a lze je snadno vyčíst i z příslušných matlabovských programových kódů, které jsou součástí elektronické verze této práce, případně jsou k dispozici na vyžádání. Je třeba poznamenat, že v rámci příslušných podmíněných hustot se nesmí zapomenou na odpovídající implementaci naší indikační funkce. Bayesiánský přístup nám umožňuje vyjádření Bayesova faktoru, což je výraz porovnávající pravděpodobnosti různě specifikovaných vnořených modelů (tzv. “nested models”). Pravděpodobnosti modelů jsou součástí Tabulky 3 a k jejich výpočtu bylo využito tzv. “Savage-Dickey density ratio”. Jedná se o metodu, pomocí které lze zapsat a vypočítat Bayesův faktor pro porovnání vnořených modelů. Pro zájemce o tuto problematiku je určen článek Verdinelliho a Wassermana [18].

6 Výsledky odhadu

K odhadu parametrů tohoto modelu jsme využili čtvrtletní data od prvního čtvrtletí 1996 do třetího čtvrtletí 2007. Všechny proměnné (meziroční čistá inflace a míra nezaměstnanosti) jsou sezónně očištěny využitím procedury Kalmanovy filtrace. Zdrojem dat je Český statistický úřad a Česká národní banka.

Výsledky odhadu rovnice 5 jsou obsaženy Tabulce 1. Bylo generováno 100000 vzorků, z nichž byla využita pro posteriorní analýzu jen jejich druhá polovina (tedy 50000 vzorků). Druhý a třetí sloupec těchto tabulek obsahuje empirické první a druhé momenty marginálních hustot parametrů. Gewekova konvergenční diagnostika (označena jako “Geweke’s CD”) je jedním z indikátorů konvergence k cílovém posteriornímu rozdělení. Její hodnoty by se měly nacházet okolo nuly (což je splněno), a to vzhledem k tomu, že číselný výstup tohoto diagnostického nástroje je náhodnou veličinou pocházející ze standardizovaného normálního rozdělení. Bayesův faktor (posteriorní podíl šancí) je vypočten pomocí “Savage-Dickey” poměru hustot. Ukazuje nám vzájemný poměr marginálních pravděpodobností omezeného a neomezeného modelu. Omezený model je model, u kterého předpokládáme, že $\lambda_i = 0$.

Tabulka 1: Odhad parametrů (hyst. Phillipsova křivka) - Česká republika

	Prior s.h. (sm. odchylka)	Posterior s.h. (sm. odchylka)	Gewekeho CD	Bayesův faktor $\lambda_i = 0$
λ_1	2.0000 (1.5000)	2.4254 (0.8469)	-0.8929	0.0541
λ_2	0.5000 (0.2500)	0.7420 (0.0780)	0.6617	0.0000
λ_3	-0.5000 (1.0000)	-0.2546 (0.0971)	0.9208	0.2733
λ_4	-0.5000 (1.0000)	-0.9695 (0.4770)	0.8197	0.2728

Dříve než se dostanu k interpretaci výsledků, dovolil bych si popsat i zbývající dvě tabulky. Tabulka 2 ukazuje přepočtené strukturální parametry modelu, tedy ty které jsou obsahem rovnice (4). Tabulka 3 obsahuje pravděpodobnosti jednotlivých modelů odpovídajících třem teoriím popisujících vztah mezi nezaměstnaností a inflací. Konkrétně se tak jedná o pravděpodobnost hypotézy o přirozené míře nezaměstnanosti (případ, kdy $\eta = 0$), pravděpodobnost existence plné hystereze ($\eta = 1$) a pravděpodobnost čisté teorie NAIRU ($\eta \in (0; 1)$). Všechny tyto pravděpodobnosti jsou brány

v kontextu toho, co skutečně pozorujeme v datech. Předpokládáme, že tyto tři teorie tvoří úplný uzavřený systém (množinu alternativních možností).

Tabulka 2: Strukturální parametry (hyst. Phillipsova křivka)

	α	β	η	Z
Česká republika	0.7420	-1.2242	0.7920	1.9812

Tabulka 3: Posteriorní pravděpodobnosti modelů (hyst. Phillipsova křivka)

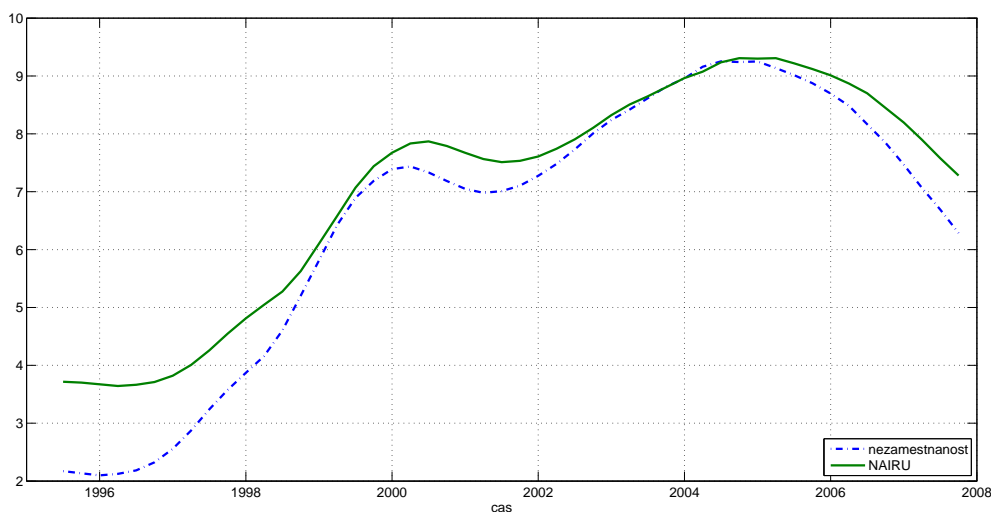
	$\eta = 0$	$\eta = 1$	$\eta \in (0; 1)$
Česká republika	0.1765	0.1768	0.6467

Trajektorii NAIRU a mezeru nezaměstnanosti můžeme simulovat při využití hodnot odhadnutých strukturálních parametrů z Tabulky (2). Využijeme hodnoty odhadů parametru η a Z a samozřejmě i rovnici (2), která v kontextu hysterezního přístupu předpokládá jasně definovanou rovnici vývoje NAIRU. Znaménka strukturálních parametrů (vycházející ze znamének parametrů regresní rovnice) jsou v souladu s ekonomickou teorií. Rostoucí nezaměstnanost vede ke snížení míry inflace (λ_4 je záporné) a vysoká nezaměstnanost má tendenci snižovat inflační tlaky přicházející z trhu práce (λ_3 je záporné).

Hodnota parametru η v odhadu modelu České ekonomiky nám říká, že zde je přítomna silná hystereze v nezaměstnanosti, i když extrémní případ plné hystereze je přijatelný s pravděpodobností 15%. Vzhledem k důsledkům přítomnosti hysterezních mechanismů v ekonomickém systému tak lze říci, že vhodná poptávkově orientovaná hospodářská politika může snížit míru nezaměstnanosti v dlouhém období bez negativních důsledků pro míru inflace. Relativně vysoká hodnota odhadnutého parametru α indikuje silnou adaptivitu v inflačním očekávání. To může být důsledek důvěryhodnosti režimu inflačního cílení a kredibility České národní banky.

Hodnota NAIRU určuje rovnovážnou a udržitelnou velikost míry nezaměstnanost (a z toho vyplývající udržitelnou míru zaměstnanosti, tedy využití potenciálu pracovní síly. Jednotlivé odhady NAIRU pro českou ekonomiku ukazuje Obrázek 1. Rovnovážná nezaměstnanost se od roku 1996 výrazně zvýšila, což reflektuje dokončení transformačního procesu a s tím spojenou restrukturalizaci ekonomiky.

Hypotéza hystereze nezaměstnanosti se zdá pro popis charakteru nezaměstnanosti v české ekonomice zcela adekvátní. Po relativně nízkých měrách nezaměstnanosti doprovázených inflací blízkou dvojciferným číslem nastala v roce 1997 monetární (i fiskální) restriktce. To mělo za následek postupný pokles míry inflace doprovázený dalším růstem nezaměstnanosti. Po



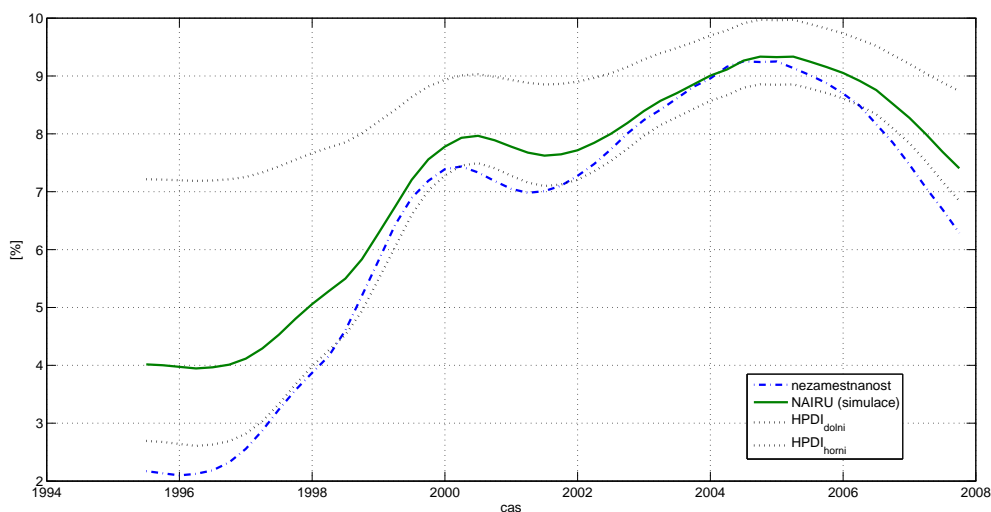
Obrázek 1: NAIRU a nezaměstnanost - Česká republika

té, co se meziroční inflace od roku 2000 ustálila na hodnotách kolem 2%, pohybovala se nezaměstnanost na relativně velmi vysokých hodnotách (překračujících v roce 2005 deset procent, dle staré metodiky). Podobně se vyvíjela i rovnovážná hodnota nezaměstnanosti. Tento vývoj tak byl zcela v souladu s hypotézou hystereze.

Pozvolný pokles nezaměstnanosti po roce 2005 lze opět interpretovat v souladu s hypotézou hystereze a jejími implikacemi pro hospodářskou politiku. Pokud budeme chápat vládní investiční pobídky a deficitní financování rozpočtu jako součást expanzivní hospodářské politiky, potom s tím související pokles nezaměstnanosti a neakcelerující inflace (rovnovážná nezaměstnanost rovněž klesala) je efektem vyplývajícím z hypotézy hystereze.

Vývoj mezery nezaměstnanosti v České republice (rozdíl mezi skutečnou mírou nezaměstnanosti a hodnotou rovnovážnou) v posledních dvou letech naznačují udržitelnost aktuální nezaměstnanosti. Inflační tlaky vycházející z aktuální pozice nezaměstnanosti vzhledem k NAIRU jsou způsobeny zejména relativním nedostatkem pracovní síly, kdy věkově starší ročníky dlouhodobě nezaměstnaných odcházejí do důchodu a zmenšují tak potenciál pracovní síly. Jedná se o přirozený proces, který ovšem ve výše prezentovaných modelech není zakomponován.¹ Rychlejší tempo poklesu nezaměstnanosti než tempo

¹Samozřejmě hranice odchodu do důchodu případně odchodu do předčasného důchodu je dána nastavením důchodového systému, jenž je výsledkem politického rozhodnutí, což nemusí být chápáno jako příliš přirozené. Pokud však takového rozhodnutí budeme brát jakožto celospolečenský konsenzus, je již možno o přirozeném procesu hovořit.



Obrázek 2: NAIRU a intervaly spolehlivosti - Česká republika

poklesu rovnovážné nezaměstnanosti tak můžeme brát jako šok do mezery nezaměstnanosti, u kterého je velmi pravděpodobné, že brzy odezní.

Apel a Jansson [1] zdůrazňují, že modely (či teorie), které vysvětlují vývoj samotného potenciálního produktu nebo samotného NAIRU, nemohou odpovídajícím způsobem popsat hlubší vztahy vycházející z jejich vzájemné interakce. To může omezovat vypovídací schopnost našeho hysterezního modelu.

7 Shrnutí

Podle našich bayesovských odhadů rovnovážné nezaměstnanosti v rámci Gordonova modelu se Česká republika nachází již několik čtvrtletí na svém potenciálu. Současná vysoká tempa růstu tak jsou z tohoto hlediska udržitelná i do budoucnosti. Negativní mezera nezaměstnanosti, která tento vývoj poslední roky doprovází, nemusí být pro udržitelnost současné nezaměstnanosti (a jejího pozvolného poklesu) problémem, neboť je s největší pravděpodobností výsledkem šoku reprezentovaného postupným odcházením starších věkových ročníků dlouhodobě nezaměstnaných mimo potenciál pracovní síly. Trh práce tak není potenciální hrozbou monetární stability.

Trend poklesu nezaměstnanosti a s ním spojený růst efektivního využití potenciálu pracovní síly by měl nadále pokračovat a neměl by být doprovázen inflačními tlaky (z trhu práce), neboť stejně tak klesá i rovnovážná nezaměstnanost, ztělesňovaná hodnotou NAIRU. Současný potenciál české eko-

nomiky z hlediska dlouhodobé udržitelnosti ekonomického růstu tak lze vidět v optimistickém světle. Otázkou je, jak naše odhady ovlivní aktuální hrozba (či snad již samotný počátek) globální recese. To ukážou aktualizované odhady vycházející z nových a potvrzených makroekonomických dat.

Odhady modelu potvrzují hysterezní charakter nezaměstnanosti v České republice, což ovlivňuje možnosti a meze nástrojů praktické hospodářské politiky v boji s nezaměstnaností a inflací.

Reference

- [1] APEL, M.; JANSSON, P.: System estimates of potential output and the NAIRU. *Empirical Economics*, ročník 24, 1999: s. 373–388.
- [2] BERGER, T.; EVERAERT, G.: Unemployment Persistence and the NAIRU: A Bayesian Approach. *Scottish Journal of Political Economy*, ročník 55, 2008: s. 281–299.
- [3] BJOERNLAND, H. C.; BRUBAKK, L.; JORE, A. S.: The output gap in Norway - a comparison of different methods. *Economic Bulletin*, ročník 05 Q2, 2005: s. 90–99.
- [4] BLINDER, A. S.: The Fall and Rise of Keynesian Economics. *The Economic Record*, ročník 64, č. 187, 1988: s. 287–294.
- [5] CHANG, R.: Is Low Unemployment Inflationary? *Economic Review*, ročník 82, č. 1, 1997: s. 4–13.
- [6] ESPINOZA-VEGA, M. A.; RUSSELL, S.: History and Theory of the NAIRU: A Critical Review. *Economic Review*, ročník 82, č. 2, 1997: s. 4–25.
- [7] FRIEDMAN, M.: The Role of Monetary Policy. *The American Economic Review*, ročník 58, č. 1, March 1968: s. 1–17.
- [8] GORDON, R. J.: Hysteresis in History: Was There Ever a Phillips Curve? *The American Economic Review*, ročník 79, 1989: s. 220–225.
- [9] GORDON, R. J.: The time-varying NAIRU and its implications for economic policy. NBER Working Paper Series, Working Paper No. 5735, August 1996.
- [10] HJELM, G.: Simultaneous Determination of NAIRU, Output Gaps, and Structural Budget Balances: Swedish Evidence. Working paper No. 81, April 2003, the National Institute of Economic Research (Stockholm).

- [11] KOOP, G.: *Bayesian Econometrics*. Wiley, 2003.
- [12] LOGEAY, C.; TOBER, S.: Hysteresis and the NAIRU in the Euro Area. *Scottish Journal of Political Economy*, ročník 53, č. 4, September 2006: s. 409–429.
- [13] MODIGLIANI, F.; PAPADEMOS, L.: Targets for Monetary Policy in the Coming Year. *Brookings Papers on Economic Activity*, ročník 1, 1975: s. 141–165.
- [14] PHILLIPS, A. W.: The Relation Between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957. *Economica*, ročník 25, č. 100, November 1958: s. 283–299.
- [15] SAMUELSON, P. A.; SOLOW, R. M.: Analytical Aspects of Anti-Inflation Policy. *The American Economic Review*, ročník 50, č. 2, May 1960: s. 177–194.
- [16] STEPHANIDES, G.: Measuring the NAIRU: Evidence from the European Union, USA and Japan. *International Research Journal of Finance and Econometrics*, ročník 3, 2006: s. 6–12.
- [17] SZETO, K. L.; GUY, M.: Estimating a New Zealand NAIRU. Working paper 04/10, September 2004, new Zealand Treasury.
- [18] VERDINELLI, I.; WASSERMAN, L.: Computing Bayes Factor Using a Generalization of the Savage-Dickey Density Ratio. *Journal of the American Statistical Association*, ročník 90, 1995: s. 614–618.