

MODELY NOVÉ KEYNESOVSKÉ EKONOMIE: STRUKTURA, PROBLÉMY A PERSPEKTIVY

Jan Kodera, Tran Van Quang, Vysoká škola ekonomická v Praze*

1. Úvod

Modely Nové keynesovské ekonomie jsou jednou z mála teoretických koncepcí, které mají silnou institucionální podporu, což v oblasti ekonomického bádání není příliš obvyklé. Zmíněnou institucionální podporu modelů nové keynesovské ekonomie, lze jen těžko srovnávat s případem nástupu neokeynesovských ekonometrických modelů v 60. letech. Nástup těchto ekonometrických modelů 60. let byl natolik intenzivní a z hlediska některých jejich výsledků natolik přesvědčivý, že působil dojmem, že máme k dispozici dokonalý nástroj pro předpovídání ekonomického vývoje. U zrodu těchto modelů stály skutečné ekonomické autority. Tyto modely byly aplikovány v řadě prestižních institucí. Jako příklad můžeme uvést model, který vznikl pod vedením známého amerického ekonoma a nositele Nobelovy ceny Roberta Kleina. Tento model vznikl na počátku 60. let při Brookingském institutu¹ a proto byl nazván Brookingským modelem. Brookingský model je neokeynesovský model, který obsahuje sektor spotřeby a sektor produkce, který je dán Leontěvovskou produkční funkcí. V tom spočívá jistá odlišnost tohoto pracovního modelu od modelů experimentálních, které mají jednodušší konstrukci a zpravidla používají funkce Cobbovy-Douglasovy. Brookingský model je používán k dlouhodobým a krátkodobým simulacím. Je třeba zdůraznit, že model byl provozován nezávislou neziskovou institucí. Jeho výsledky sloužily orientaci, nikoli jako nástroje k realizaci záměru vlády nebo centrální banky.

Dalším známým modelem je whartonský model, jehož autorem je opět R. L. Klein. Vzniká o něco později při Whartonské škole Pensylvánské university. Model je podobně jako brookingský model neokeynesiánským modelem. Oproti modelu Brookingskému je méně rozsáhlý, pro svoji přehlednost získal poměrně velkou popularitu. Do nedávné doby byl poměrně rozšířeným nástrojem pro predikci fluktuací různých ekonomických veličin, stejně tak byl hojně využíván k analýze dopadu různých vládních hospodářských opatření na ekonomiku. Novější verze tohoto modelu, tzv. model čtvrtletní projekce (quarterly projection model), byl používán pro tento účel ještě na začátku nového tisíciletí. Oba zmíněné modely, brookingský a whartonský

* Poděkování: tento článek vznikl za finanční podpory Grantové agentury České republiky v rámci grantu č. P402/12/G097.

1 Brookingský institut je nezisková organizace, která sídlí ve Washingtonu a jejímž posláním je provádět nezávislý výzkum a vytvářet doporučení pro řadu oblastí včetně ekonomiky.

patří do kategorie empirických makroekonomických modelů, jejichž parametry jsou odhadovány ekonometricky z historických dat. Tato skutečnost se pak stává ústředním bodem známé Lucasovy kritiky těchto modelů (1976), ve které poukazuje na fakt, že různé historické ekonomické vztahy vznikají v jedinečných historických podmínkách a proto je nelze použít k predikci ekonomických veličin v zcela jiných podmínkách. Tato kritika vede k poptávce po jiném přístupu k makroekonomickému modelování a také mimo jiné ke vzniku modelů DSGE.

Tyto modely a zejména jejich deriváty, tzv. modely nové keynesovské ekonomie, přicházejí mnohem později. Za průkopnickou práci, která zavedla tuto metodologii, lze považovat článek Rotemberga a Woodforda (1997), stejně tak je třeba zmínit se o knize od Galího (2008), která je mimořádně zdařilým úvodem do této problematiky. Přestože doba od zveřejnění publikace Rotemberga a Woodforda není příliš dlouhá, je velice bohatá na práce, které touto publikací byly inspirovány. Nové keynesovské modely vzbudily pozornost ekonomů, kteří se zabývají uskutečňováním monetární politiky a tak jsou aplikovány v převážné většině centrálních bank. Centrální banky je používají pro analýzu hospodářské politiky a jsou zároveň jejich největší institucionální oporou. Jako příklad používání modelů nové keynesovské ekonomie uvedeme Evropskou centrální banku, která užívá tzv. Smetsův-Woutersův (2003) model. Tento v současné době hlavní proud ekonomického výzkumu nemají ani naši Českou národní banku, která používá tzv. model čtvrté generace (4G) (Bureš et al., 2005; Fukáč a Pagan, 2006; Andrlé et al., 2009).

Sledujeme-li používání těchto modelů a jejich nekriticky vysoké hodnocení, tedy spíše sebehodnocení jejich autorů, a jejich úspěšnost, dospíváme k určité skepsi. Tuto skepsi sdílejí nejen mnozí ekonomové, ale i politické orgány státu s mohutným hospodářským potenciálem. To je případ amerického Kongresu, který v souvislosti se selháním modelů nové keynesovské ekonomie při předpovědi ekonomických krizích pozval přední americké ekonomy, aby vypovídali před jeho výborem. Není obvyklé, aby politici žádali po ekonomech vysvětlení kvůli jednomu konkrétnímu teoretickému makroekonomickému modelu, jehož výstup při předpovídání neshoduje s realitou. Přestože v případě modelů Nové keynesovské ekonomie tato neshoda s realitou je spíše pravidlem než výjimkou, zde se musíme důvodně domnívat, že příčinou k tak neobvyklému kroku amerického Kongresu bylo zklamání z nezaslouženě vysoce hodnoceného modelu, který aspiruje na nosný teoretický aparát pro praktickou hospodářskou politiku, než z neúspěchu modelu samotného. K výpovědi před Komisí pro vědu a techniku se sešli takoví významní vědci jako je Robert Solow, emeritní profesor na MIT, Varadarajan V. Chari z Minessotské university a Federální rezervní banky v Minneapolisu a David Colander, který je profesorem ekonomické teorie na Middlebury College. Ten zaslal svoji výpověď písemně.²

Náš článek navazuje na výše zmíněné jednání v americkém Kongresu o modelech DSGE. Na tomto setkání zazněly kritické názory na modely DSGE, tedy i na modely

2 Před komisí vystoupili ještě S. Winter z Pensylvánské university a S. Page z Michiganské university.

nové keynesovské ekonomie. Protože jejich kritika není v našem regionu rozšířena, pokusíme se zprostředkovat část tohoto pojednání a uvedeme postoje předních amerických ekonomů k problematice modelů DSGE při jejich výpovědi před Komisí pro vědu a techniku Amerického kongresu v roce 2010. Dále, a to je také stěžejní část našeho příspěvku, chceme do této diskuze přispět svými poznatky a navrhnout možná východiska. Přestože slabých míst v těchto modelech je více, v našem příspěvku vybíráme jen ta, která jsou podle našeho názoru nejpodstatnější. Předně je to použití souhrnných indexů spolu s předpokladem kontinua výrobců a druhů výrobků, dále logaritmická linearizace rovnic modelu a nakonec problémy spjaté s pojetím tzv. potenciálních veličin v modelech nové keynesovské ekonomie a s jejich empirickým měřením. Při kritické analýze těchto rozdílných problematických míst teorie volíme různé kvalitativně odlišné metodologické postupy, což je dáno tím, že článek sám není monotematický. Uvedená slabá místa nové keynesovské ekonomie vedou k tomu, že modely celkové dynamické stochastické rovnováhy nesplnily nerealistická očekávání o vlastní výjimečnosti a je třeba najít jiné možnosti. Proto na závěr článku prezentujeme svou představu o možném řešení tohoto problému, která spočívá v rozvoji alternativních teorií s důrazem na modely endogenního cyklu. Podle našeho názoru tyto modely mají potenciál k efektivnějšímu popisu evoluce ekonomických veličin v reálném světě.

2. Struktura modelů nové keynesovské ekonomie a dosavadní stav jejich kritiky

Modely dynamické stochastické celkové rovnováhy mají poměrně jednoduchou strukturu. Skládají se ze tří vzájemně propojených bloků: poptávkový, nabídkový a měnově politický. Každý blok je definován rovnicemi, které se získávají z chování založeného na mikroekonomické bázi účastníků na trhu: domácnosti, firmy, vláda a centrální banka. Tito účastníci spolu interreagují na trzích: domácnosti na jedné straně poptávají po finálních produktech a na druhé straně nabízejí práci a vytvářejí kapitál. Firmy nakupují od domácnosti práci a kapitál a nabízejí finální produkty. Vláda vybírá daně a poskytuje veřejné statky a transfery. Centrální banka má na starost měnovou politiku a provádí ji prostřednictvím změn úrokových sazeb. V ekonomice transakce probíhají na tržní bázi a trhy jsou vyčišťovány v každém období.

V poptávkovém bloku domácnosti maximalizují očekávaný užitek v nekonečném časovém horizontu, který je vyjádřen jako řada diskontovaných okamžitých užitků. Okamžitý užitek je dán jako funkce spotřeby v daném období a pracovního času, který tvoří spolu s volným časem celkový časový fond. Takto definovaná užitková funkce je rostoucí funkcí spotřeby a klesající funkcí pracovního času. Bohatství je vytvářeno na principu, že jeho přírůstek je dán rozdílem příjmů domácnosti a jejich výdajů na spotřebu. Příjem domácností se skládá z úroků z bohatství a pracovního příjmu. Dynamika bohatství je popsána diferenční rovnicí. Bohatství může být i záporné, ovšem musí být splněn předpoklad, že s rostoucím časem konverguje k nule. Tento předpoklad je popsán vztahem, který zkráceně nazýváme non-Ponziho podmínkou. Non-Ponziho

podmínka vyjadřuje skutečnost, že v průběhu nekonečného časového horizontu musí být splacen dluh a spotřebována veškerá zásoba úspor. Užitek za nekonečný časový horizont je maximalizován vzhledem k omezením, která jsou dána diferenční rovnicí popisující dynamiku bohatství a non-Ponziho podmínkou.

Řešení této optimalizační úlohy dává odpovědi na otázky, kolik mají spotřebovat, jak dlouho mají pracovat a jaká je jejich trajektorie bohatství. Domácnosti nemají perfektní odhad budoucnosti, ale racionálně (lépe řečeno modelově konzistentně) mohou očekávat budoucí ekonomický vývoj. Toto očekávání se pak stává vstupem pro optimalizaci jejich chování v současném období. Výsledkem je, že v poptávkovém bloku jako důsledek racionálního chování domácnosti jednak vzniká záporný vztah mezi spotřebou a nominální úrokovou mírou, a kladný vztah mezi spotřebou a očekávanou inflací.

Základem nabídkového bloku modelu DSGE jsou firmy. Teorie DSGE v souladu s novějšími modely ekonomického růstu (Barro, Sala-i-Martin, 2004) dělí firmy na dva typy: firmy vyrábějící konečný produkt a firmy vyrábějící meziprodukt, které slouží k výrobě konečných produktů, přičemž ty první operují v konkurenčním prostředí a ty druhé mají diferencovaný produkt, a tedy pracují v prostředí nedokonalé konkurence. I těchto firem je mnoho a proto teorie nové keynesovské ekonomie ve většině svých publikací předpokládá jejich nespočetné množství, tj. kontinuum. Tento předpoklad přináší řadu interpretačních a logických problémů, jak dále uvidíme.

Firmy v prostředí nedokonalé konkurence maximalizují svůj zisk stanovením ceny svých produktů při dané poptávkové funkci. Nová keynesovská ekonomie vychází z předpokladu, že firmy nemění cenu svých produktů v každém časovém okamžiku. V případě, že změní cenu, nastaví ji tak, aby ji nemusely měnit po určitý počet období a přitom zisk byl s ohledem na poptávku maximalizován. Za tímto účelem je pro firmu měnění ceny formulována specifická optimalizační úloha. Výsledkem řešení této optimalizační úlohy je vztah mezi inflací a mezními náklady.³ Vyšší mezní náklady zvyšují inflaci.

Posledním blokem modelů DSGE je centrální banka. Centrální banka je tvůrcem i vykonavatelem měnové politiky a provádí ji obvykle v režimu cílování inflace přes změny krátkodobé úrokové míry. Je známo, že nižší krátkodobé úrokové sazby (současné i budoucí) vedou k vyšší výrobě a vyšší výroba k vyšším mezním nákladům a ty vedou k vyšší inflaci, jak již bylo řečeno. V případě vyšších krátkodobých úrokových sazeb je tomu naopak. V režimu cílování inflace je primárním cílem centrální banky udržet cenovou stabilitu v ekonomice. Změny krátkodobé úrokové sazby jsou prováděny podle známého Taylorova pravidla (1993). Pokud inflace a produkce jsou vyšší než cílová hodnota inflace a potenciální produkce, centrální banka zvýší její měnově politickou úrokovou sazbu. Vyšší sazba omezuje výrobu, snižuje mezní náklady a tedy i inflaci. V opačném případě, kdy inflace je nižší než inflační cíl a produkce vyšší než potenciál, snižuje svou úrokovou sazbu. Pokud produkce je

3 Formální odvození těchto vztahů lze najít např. v Galího knize (2008)

na své potenciální úrovni, ale inflace je mimo cílovanou hodnotu, stabilizace inflace může vychýlit produkci z potenciální úrovně a centrální banka se musí rozhodnout podle toho, jaký cíl preferuje.

Modely DSGE mohou být rozšířeny o další sektory, např. sektor vlády, sektor zahraničí, sektor finančních trhů případně o trh práce. Jeden velký model DSGE může obsahovat až několik set rovnic. S vyšším počtem rovnic modelu se však fungování ekonomiky v těchto blocích zásadně nezmění. Poptávkový blok stále určuje úroveň současných ekonomických aktivit jako funkci nominální úrokové míry, očekávané inflace a očekávané úrovně aktivit v budoucnu. Tato úroveň spolu s očekáváním o budoucí inflaci vstupují do nabídkového bloku jako klíčové determinanty současné inflace. Úroveň produkce a skutečná inflace slouží jako vstupní signály do bloku centrální banky, kde na základě těchto signálů centrální banka nastavuje výši své krátkodobé úrokové sazby. Ta pak zpětně ovlivní úroveň produkce a inflace.

Dynamika modelu spočívá v tom, že aktéři v ekonomice, zejména domácnosti, neoptimalizují své chování pouze v jednom období, ale v nekonečném časovém horizontu své existence. Pokud jde o stochastičnost modelu, v každém období a v každém bloku se může objevit exogenní šok, který vnáší neurčitost do vývoje ekonomiky a vyvolává fluktuace. Bez těchto šoků by se ekonomika vyvíjela po předem dané trajektorii.

Z popisu modelů DSGE je patrný velmi důležitý rys, a to, že používají analytickou metodu, která rozkládá ekonomiku na jednotlivé bloky. Chování aktérů v jednotlivých blocích modelu je racionální, to znamená, že maximalizují svoji účelovou funkci při daných omezeních. Takže domácnosti maximalizují užitek vzhledem k důchodovému omezení. Firmy maximalizují zisk vzhledem k technologickému omezení danému produkční funkcí. Centrální banka provádí monetární politiku na základě předem stanoveného pravidla. Podobně vláda může realizovat svojí fiskální politiku na základě své cílové funkce. Chování jednotlivých aktérů má tedy pevný mikroekonomický základ. Takto modely DSGE se snaží zkopírovat věrně skutečnou strukturu ekonomiky. To dává tvůrcům modelů Nové keynesovské ekonomie pocit výlučnosti. Například Chari, o kterém už byla řeč, tvrdí ve své výpovědi před komisí Kongresu: „Jakýkoli realistický model musí být model dynamické stochastické celkové rovnováhy“.

Přes nesporný koncepční přínos mají modely DSGE svá omezení. Předpoklady, za kterých jsou modely DSGE konstruovány, neumožňují těmto modelům generovat složitější evoluci proměnných. Modely DSGE v současnosti nabízejí pouze jednoduchou dynamiku ekonomických veličin, tj. většinou monotónní nebo oscilující směřování k ustálenému stavu. To je ovšem málo k vystižení složité dynamiky skutečných ekonomických systémů. Navíc pro potvrzení adekvátnosti jednotlivých teoretických přístupů jsou velmi důležitá jejich empirická ověření. Základní a historicky první metoda určení parametrů modelu je jejich kalibrace. V rámci modelu DSGE se z podmínek celkové rovnováhy odvozuje soustava rovnic, jejichž parametry určíme na základě skutečných časových řad. Soulad volby těchto parametrů se skutečností posuzujeme porovnáním variance exogenně šokované endogenní proměnné v modelu

s variancí skutečné proměnné. Tento postup odstraňuje Lukasovu kritiku (1976), kterou trpí ekonometrický přístup odhadu makroekonomických modelů, nicméně shoda druhého momentu modelem vygenerované proměnné a skutečné proměnné nezaručí shodu vývoje generované a skutečné proměnné. Z tohoto důvodu mohou být předpovědi pomocí modelů DSGE podobně jako předpovědi tradičních makroekonomických modelů chybné. Proto ani Chari ani ostatní zastánci modelů DSGE nemají pravdu, pokud hovoří o výlučném postavení modelů DSGE.

Bylo by závažnou chybou se domnívat, že modely DSGE mají bezvýhradnou podporu od významných světových ekonomů. Významný teoretik Solow (2010) ve svém vystoupení před kongresovou komisí hovoří o nutnosti podrobit libovolný model jakési zátěžové zkoušce jeho adekvátnosti. Hovoří o nesmírné složitosti zkoumaného objektu a nevyhnutelné jednoduchosti každé, tedy i ekonomické teorie. Je přesvědčen, že tzv. hlavní proud ekonomické teorie (mainstream economics) není třeba podrobit revizi, naopak se skepticky vyjadřuje o modelech DSGE. Nepochybně patří k té skupině ekonomů, kteří kriticky hledí na předpoklad, že ekonomický subjekt jedná racionálně, dokonce v tom smyslu, že maximalizuje svůj užitek ve velmi dlouhém (nekonečně) časovém horizontu. Skutečnost, že model předpokládá, že ekonomika je soubor racionálně jednajících subjektů, spjatými vztahy, vidí jako hlavní nedostatek modelu. Rigidní ceny, se kterými pracují modely Nové keynesovské ekonomie, je krokem směrem k realitě, nicméně podle jeho názoru, zůstává nerealistická představa o racionálním subjektu. Předpoklad racionálně jednajícího subjektu neumožní podle Solowa vysvětlit dlouhodobou nezaměstnanost a dlouhodobou převahu nabídky. Z toho plyne závěr, že modely tohoto typu nemohou předpovídat recesi.

Tvrzení Chariho o tom, že modely DSGE jsou jedinými adekvátními modely ekonomiky, protože jsou strukturálně věrným obrazem reality, která se skládá z racionálně jednajících subjektů spjatých tržními, případně jinými vztahy, jsou správná jen částečně. Problém je v tom, že racionalita subjektů modelu je vyjádřena poměrně jednoduchými úlohami dynamické optimalizace. Celkovým důsledkem tohoto přístupu je poměrně jednoduchá dynamika proměnných modelu. Tato jednoduchá dynamika je narušována externími náhodnými šoky, což jí formálně přibližuje skutečnému pohybu ekonomických veličin. Struktura modelu však vylučuje náhlé kvalitativní změny chování veličin objekty pro tento model charakteristických. Z tohoto důvodu model není schopen předpovídat ekonomické krize. Ani rozšíření modelu v tomto ohledu nepomůže, pokud zásadně nebude přebudován ve smyslu úplné rekonstrukce úloh racionálního subjektu. Tím by ovšem model byl komplikovanější a jakákoli jeho analýza a numerické řešení by mohlo být neproveditelné dostupnými prostředky. Z toho plyne závěr, že použití modelů celkové stochastické dynamické rovnováhy jako nástroje monetární politiky je předčasné. Tyto modely mají před sebou dlouhý čas dalšího zdokonalování ve smyslu hledání vhodnějších užitkových funkcí pro spotřebitelský subjekt a nalezení dokonalejšího matematického popisu chování firem.

V podobném duchu se vyjadřuje i Colander (2010), o kterém se zmiňujeme výše, ve svém písemném memorandu pro Kongres. Výpověď Chariho před výborem Kongresu se zásadně liší od výpovědi Solowa a Colandera, ovšem je nutné si uvědo-

mit, že Chariho, který je stoupencem tohoto přístupu, zaměstnává Federální rezervní banka v Minneapolisu a tedy jde bezpochyby o výpověď ne zcela nezávislého odborníka. Model DSGE je aplikován v řadě centrálních bank a Federální rezervní systém není výjimkou. I když se dívá na celou problematiku modelů celkové dynamické stochastické rovnováhy poněkud jednostranně, nelze pominout řadu postřehů, které jsou aktuální nejen pro tvůrce modelů, ale i pro jejich kritiky jako na příklad: „Kritika modelu kvůli tomu, že vynechá některé detaily, není pouze hloupá, ale jasně prokazuje, že kritik dosud žádný model nevytvořil“. S tím tedy souhlasíme, není ale možné souhlasit s jeho nekritickým pohledem na modely DSGE.

Chari není jediný, kdo je reprezentantem velké skupiny ekonomů, kteří jsou přesvědčeni, že ekonomie je vědou o chování souboru subjektů, které maximalizují svoji účelovou funkci za jistých omezení a jsou spjaty řadou vztahů. Při takto fundamentalistickém přístupu k ekonomické teorii je jedinou možnou metodou metoda mikroekonomická, která vede k sestavení modelu celkové rovnováhy. Ten je chápán jako jediný možný nástroj analýzy a předpovědi. Z tohoto důvodu vedou nevalné výsledky v empirické oblasti k dalšímu komplikování struktury modelu ve směru k heterogenním agentům, k nepružným cenám a mzdám. Z hlediska struktury nelze modelům DSGE, které uvažují heterogenní agenty a zahrnují jak fiskální, tak i monetární sektor, nic vytknout. Tyto modely jsou už tak strukturálně složité, že další disagregace modelu není v podstatě již možná. Potom zbývá ještě otázka, jestli do složité struktury firem včetně bankovních firem byl dostatečně zapracován problém vnímání rizik. Chari postupuje tedy zcela logicky, když příčinu selhání modelů DSGE při předpovídání finanční krize vidí, že modely neberou v úvahu to, že firmy v současném prostředí pojištění vkladů a státních podpor mají tendenci přijímat větší riziko.

Modely celkové dynamické stochastické rovnováhy mají v současné době velkou institucionální podporu. Skutečnost, že tyto modely zaujaly vedení centrálních bank i přes velmi sporné výsledky, hraje velkou úlohu. Jednostranná podpora těchto modelů omezuje vydávání peněžních prostředků na rozvoj alternativních modelů. Tento postoj k alternativním teoriím se neomezuje jen na finanční oblast, ale i na oblast odbornou. Je velmi obtížné uveřejnit v prestižnějším odborném časopise stať, která se nezabývá modely DSGE. Tuto zkušenost mají nejen autoři tohoto článku, ale i autoři často velmi erudovaní a dokonce ji veřejně sdělují. Mezi nimi je i zmíněný D. Colander (2010), který ji sděluje ve svém psaném memorandu a sděluje ji prostřednictvím svého diskusního příspěvku i C. Hillinger (2005).

3. Problémy nových keynesovských modelů

V této části se zaměříme na vybrané problémy nových keynesovských modelů. Výběr je samozřejmě subjektivní a zcela se podřizuje našim osobním zkušenostem s těmito modely. Za zásadní problém považujeme to, že model uvažuje kontinuum výrobců, což způsobí problémy nejen v ekonomické interpretaci, ale jak dále uvidíme, i v negativních vlastnostech agregátních ukazatelů, které budujeme v rámci systému s kontinuem

výrobců, resp. druhů výrobků. Další problém spočívá v tom, že máme sice model, o kterém věříme, že věrně zobrazuje strukturu ekonomiky, ale na druhé straně generuje velmi jednoduchou dynamiku ekonomických veličin. Třetím problémem jsou přirozené případně potenciální veličiny. Tato záležitost je důsledkem toho, že potřebujeme vyjádřit míru přehřátí ekonomiky nebo jejího podchlazení. Kvantitativním vyjádřením je produkční mezera jako rozdíl mezi skutečnou a tzv. potenciální produkcí. Stanovení potenciální produkce je ovšem problém. Uvedené tři problémy řešíme v jednotlivých subsekcích.

3.1 Kontinuum v modelech nové keynesovské ekonomie

V ekonomické teorii má matematický pojem kontinua dva ekonomické významy. Jeden z nich přisuzujeme ekonomickým veličinám a znamená, zjednodušeně řečeno libovolnou dělitelnost ekonomických veličin. Předpokládáme-li například, že kapitálová zásoba je kontinuum, znamená to, že je libovolně dělitelná, aniž to snižuje její funkčnost. Podobně, předpokládáme-li, že reálná produkce daného druhu zboží je kontinuum, znamená to, že produkce je libovolně dělitelná a pokud ji vyjadřujeme číselně, může nabýt libovolných reálných hodnot, což nakonec platí i pro kapitálovou zásobu.

Druhý ekonomický význam kontinua se vztahuje k počtu druhů vyrobených komodit, případně k počtu subjektů ať spotřebitelů nebo výrobců v dané ekonomice. To je velmi zajímavý problém, jehož teoretická podstata se v současných předních vědeckých časopisech příliš často nediskutuje. Vědecká literatura z oblasti dynamické stochastické celkové rovnováhy neobsahuje žádnou ekonomickou argumentaci, když předpokládá kontinuum výrobců nebo kontinuum jednotlivých druhů zboží (Galí, 2008; Mc Candless, 2008 a Walsh, 2010). Výrobce a druh zboží spolu v oblasti modelů dynamické úzce souvisí, protože v sektoru produkce uvažujeme výrobu diferencovaného produktu, který je vyráběn právě jedním výrobcem. Protože existuje vzájemně jednoznačné přiřazení druhu produktu a výrobce, je v podstatě jedno jestli nejdříve označíme výrobce a podle výrobce označíme produkt nebo zavedeme nějaký systém pro označení druhu zboží a výrobce označíme podle druhu zboží, který vyrábí. Předpokládáme-li konečný počet výrobců nebo druhů zboží, stačí použít přirozená čísla. Máme-li například 100 výrobců, z nichž každý vyrábí jeden druh výrobků, stačí očíslovat výrobce čísla od jedné do sta a druhy jimi vyráběných výrobků také od jedné do sta. To, že máme sto výrobců a každému je přiřazeno číslo od jedné do sta, můžeme vyjádřit, že existuje prosté zobrazení (každý vzor má právě jeden obraz) množiny výrobců na množinu čísel $\{1, 2, \dots, 100\}$, nebo jinak: mohutnost množiny výrobců je sto. Teoreticky můžeme tuto množinu „prodlužovat“ do nekonečna (předpoklad, že jeden druh zboží je vyráběn právě jedním výrobcem, je zachován), což znázorníme posloupností přirozených čísel $\{1, 2, 3, \dots\}$. Hovoříme o tom, že množina výrobců je nekonečná, ale spočetná (tj. je nekonečná, ale lze ji seřadit do posloupnosti).

A nyní se dostáváme k pojmu mohutnosti kontinua. Mohutnost kontinua představuje rovněž nekonečno, ale jaksi „hutnější“. Představme si ideální ekonomiku, kde máme takové množství výrobců, že jsme na jejich označení spotřebovali všechna reálná čísla z intervalu $[0, 1]$. Protože každý výrobce vyrábí svůj diferencovaný produkt, totéž přiřazení reálných čísel provedeme u jednotlivých druhů produktů. To, že není možné provést zobrazení všech reálných čísel z intervalu $[0, 1]$ na množinu přirozených čísel (tj. srovnat je do posloupnosti) znamená, že není možné totéž udělat ani u výrobců ani u druhů zboží, a že tedy výrobců a druhů zboží je tedy více než u spočetného nekonečna. Připomínáme, že důkaz o nemožnosti seřazení reálných čísel z intervalu $[0, 1]$ do posloupnosti provedl Cantor (1878).

V tomto pojednání pod pojmem kontinuum neuvažujeme libovolnou dělitelnost produkce, kapitálu nebo práce, ale označení pro (nespočetné) nekonečno druhů zboží nebo výrobců, spotřebitelů atd. Pokud by toto vysvětlení nestačilo, pokusíme se o následující výklad. Jestliže uvažovaný počet druhů zboží je deset, pak se jedná o vyjádření skutečnosti, že existuje prosté zobrazení mezi zmíněnou množinou druhů zboží a množinou čísel 1, 2, ..., 10. Jestliže počet druhů zboží je tak veliký, že k vyjádření potřebujeme všechna přirozená čísla, tj. mezi uvažovanou množinou druhů zboží a množinou všech přirozených čísel je definováno prosté zobrazení, potom množinu druhů zboží nazýváme spočetně nekonečnou. Dejme však tomu, že počet druhů zboží je daleko větší a tedy množina všech přirozených čísel nestačí, ale ukáže se, že stačí množina všech reálných čísel z uzavřeného intervalu $[0, 1]$, tedy je definováno prosté zobrazení množiny druhů zboží na interval $[0, 1]$. V takovém případě hovoříme o tom, že množina všech druhů zboží má mohutnost kontinua, nebo ji prostě nazveme kontinuem.

Co vedlo ekonomy-teoretiky k tomu, že uvažují kontinuum druhů zboží, spotřebitelů, výrobců atd.? Je tu jenom jediný důvod, že za určitých předpokladů to zjednoduší uvažování a do jisté míry i zjednoduší naše závěry. Je tu však i jisté nebezpečí, že za předpokladu kontinua výrobků nebo výrobců můžeme v rámci matematického aparátu teoreticky dospět k odlišným závěrům, než když uvažujeme konečné počty. Jeden z významných a prvních článků, který je postaven na kontinuu v ekonomii, je článek Aumanna (1964). Tento autor ve svém článku uvažuje kontinuum výrobců. Na jeho myšlenku navazuje teorie dynamické stochastické celkové rovnováhy i a obzvláště její část nové keynesovské modely, která pracuje s kontinuem výrobců a druhů zboží. Chápání výrobního sektoru jako kontinua výrobců a kontinua druhů zboží je zřetelně ovlivněno fyzikou. Ovšem ve fyzice tento přístup podporován lidskou intuicí. Představme si metrovou tyč s nehomogenní hustotou hmoty. Není problém si ji představit jako složenou s nekonečně tenkých příčných řezů na sebe navazujících, které mají konečnou hustotu. Tato hustota je pro každý řez jiná ale mění se spojitě, což plyne z fyzikálních vlastností tyče. Celková hmotnost tyče je dána integrálem na intervalu $[0, 1]$ z funkce hustoty hmoty. Zadaná úloha je naprosto zřejmá, každý příčný řez tyče má své místo na tyči, které koresponduje s nějakým reálným číslem z intervalu $[0, 1]$. Hustota nekonečně tenkého řezu je funkcí definovanou na intervalu $[0, 1]$.

Hmotnost tyče je dána integrálem funkce hustoty od 0 do 1, tedy nasčítáním všech nekonečně tenkých řezů tyče, kterých je ovšem také nekonečné množství. Funkce hustoty je spojitá, což plyne z fyzikální podstaty úlohy, hustota příslušného materiálu se nemůže měnit skokově. Takže hmotnost tyče se počítá integrálem od nuly do jedné s funkce hustoty $f(x)$, tj.

$$m = \int_0^1 f(x) dx .$$

Tento integrál existuje vzhledem k předpokládané spojitosti funkce hustoty. Nyní přistoupíme k popisu, jak je vytvářen ve vědecké literatuře nové keynesovské ekonomie pojem kontinua. Budeme se věnovat pouze druhům jednotlivých zboží v dané abstraktní ekonomice. Každému druhu zboží je přiřazen index, kterým je nějaké reálné číslo z intervalu $[0, 1]$. Naopak každému číslu intervalu $[0, 1]$ je přiřazen nějaký druh zboží. V takovém případě mluvíme o kontinuu druhů výrobků, správněji o tom, že množina druhů výrobků má mohutnost kontinua. Zde můžeme mít určité pochybnosti o tom, zda si takovou ekonomiku na rozdíl od ekonomiky s konečným počtem výrobců dovedeme představit, ale větší problémy zatím nenastávají.

Horší to bude v okamžiku, kdy každému druhu zboží přiřadíme velikost jeho produkce. Tím definujeme na intervalu $[0, 1]$ kladnou funkci. Nová keynesovská ekonomie vyjadřuje celkovou produkci ekonomiky v čase t souhrnným indexem tvaru:

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

Parametr ε , který může nabývat libovolných nezáporných hodnot, se nazývá elasticita substituce. O funkci $Y_t^{1-\frac{1}{\varepsilon}}(i)$ se předpokládá, že je integrovatelná. Ovšem tato funkce značí velikost výroby jednotlivých druhů zboží, tudíž může být velice obskurní, protože se jedná o přiřazení produkce jednotlivým druhům zboží bez jakýchkoli omezení. Takové přiřazení může být i hodně neobvyklé, takže integrál nemusí existovat. Interval $[0, 1]$ je ovšem množina lebesgueovsky měřitelná. Systém všech jejích otevřených podmnožin je tvořen otevřenými subintervaly (α, β) . Tento subinterval, který obsahuje indexy druhů zboží dané ekonomiky, by měl mít ekonomickou interpretaci, která by dovedla odpovědět na otázku, jestli indexy, které jsou v dostatečně malém subintervalu znamenají také, že tato zboží jsou druhově blízká. To, že nemáme k dispozici ekonomickou interpretaci otevřených množin z intervalu $[0, 1]$ vadí více, než bychom očekávali. Jednotlivá reálná čísla takto značí pouze indexy druhů zboží bez jakékoli vazby na okolní čísla, což jsou ovšem indexy jiných druhů zboží. V takovém případě, kdy neexistuje žádná jiná struktura na intervalu, je možné přečíslování druhů výrobků.

K čemu takové přečíslování druhů zboží může vést, ukážeme na jednoduchém příkladu. Produkce druhů zboží očíslovaných čísly 0 až 0,25 v čase t má stejnou velikost 4. Druhy zboží od 0,25 do 1 jsou vyráběny ve stejném množství 9. Grafické

znázornění situace najdeme na obrázku 1. Pro tuto ekonomiku vypočteme souhrnný index produkce pro parametr $\varepsilon = 2$. Integrál (1) přejde ve tvar

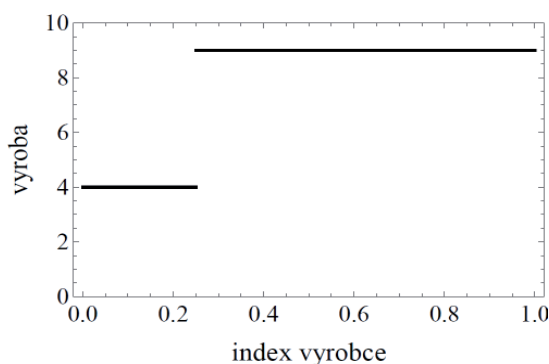
$$Y_t = \left[\int_0^1 Y_t^{\frac{1}{2}}(i) di \right]^2$$

Výše uvedený integrál díky tomu, že funkce Y_t je po částech konstantní, vypočteme snadno

$$Y_t = \left[\int_0^{0.25} Y_t^{\frac{1}{2}}(i) di + \int_{0.25}^1 Y_t^{\frac{1}{2}}(i) di \right]^2 = \left[0.25 \times 4^{\frac{1}{2}} + 0.75 \times 9^{\frac{1}{2}} \right]^2 = \left[\frac{1}{2} + \frac{9}{4} \right]^2 = \frac{121}{16}$$

Obrázek 1

Vliv indexování výroby na produkci: situace před přechislováním



Kdybychom měli konečný počet druhů zboží a k nim přiřazenou velikost výroby a přečíslovali bychom je, nic by se nestalo, protože sčítání je komutativní. Analogií k přečíslování v případě kontinua druhů zboží reprezentovaného intervalem $[0, 1]$ je prosté zobrazení definované na tomto intervalu na interval $[0, 1]$. Může být dáno funkcí $j = \sqrt{i}$. Jedná se skutečně o funkci, která zobrazuje interval $[0, 1]$ na interval $[0, 1]$. Produkce jednotlivých druhů zboží zůstává nezměněna, změnili jsme jenom číslování druhů zboží, tedy je to v podstatě administrativní úprava. Situaci po změně číslování najdeme na obrázku 2. Po výpočtu dostáváme následující hodnotu souhrnného indexu výroby:

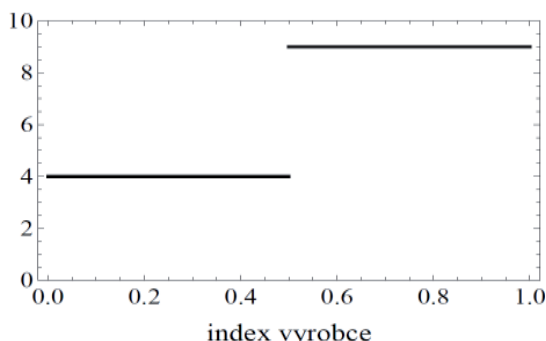
$$Y_t = \left[\int_0^{0.5} Y_t^{\frac{1}{2}}(i) di + \int_{0.5}^1 Y_t^{\frac{1}{2}}(i) di \right]^2 = \left[0.5 \times 4^{\frac{1}{2}} + 0.5 \times 9^{\frac{1}{2}} \right]^2 = \left[1 + \frac{3}{2} \right]^2 = \frac{25}{4}$$

Přečíslování druhů produktu má tedy vliv na hodnoty souhrnných indexů výroby, což je závažný problém pro aplikovatelnost tohoto přístupu. Souhrnná produkce ekonomiky závisí na čistě administrativním úkonu, jak zobrazíme kontinuum druhů zboží do intervalu $[0, 1]$, tedy jak očíslováme jednotlivé druhy zboží.

Východisko z tohoto problému by mohlo být systémové členění produktu do jednotlivých kategorií, tyto kategorie by byly členěny do podkategorií. Veškerou produkci bychom označili 0. Ta by se dělila do deseti kategorií 0,0, 0,1, ..., 0,9, tyto kategorie do deseti podkategorií. Tím bychom získali topologii na množině všech druhů produktů, druhově blízká zboží by byla blízká i ve smyslu vzdálenosti na intervalu (0, 1). Za předpokladu, že druhově blízkým produktům odpovídají příbuzné technologie, nebude problém přijmout předpoklad, že velikost výroby druhově příbuzných výrobků se příliš neliší, takže o funkci Y_i , která označuje souhrnnou výrobu, předpokládáme, že je spojitá. Předpokládáme totiž, že příbuzné technologie, které vyrábějí příbuzné produkty, jsou rovnoměrně používány, takže vyrobená množství příbuzných výrobků jsou přibližně stejná, což je ekvivalentní se spojitostí. Za účelem obecnějšího výkladu můžeme připustit konečný počet bodů nespojitosti, nebo dokonce nekonečný počet bodů nespojitosti, ale množina bodů nespojitosti by měla mít míru nula. Výše uvedený text nelze chápat jako návrh určený k realizaci. Optimální východisko z tohoto problému je opustit předpoklad kontinua výrobců a uvažovat jejich konečný počet.

Obrázek 2

Vliv indexování výrobce na produkci: situace po přečíslování



3.2 Jednoduchá dynamika generovaná modely DSGE

Pokud jakákoli teorie vytvoří verifikovatelný model, měla by dynamika veličin tohoto modelu být v souladu s dynamikou skutečných veličin. Je smutnou skutečností, že modely dynamické stochastické celkové rovnováhy vytvářejí pouze jednoduchou dynamiku. Příčina spočívá v tom, že za účelem výpočetního zvládnutí těchto úloh volíme jednoduché tvary užitkových a produkčních funkcí. Pocit, že se dopouštíme určitého podvodu, zpravidla nevzniká, protože stejně nevíme, jak tyto funkce vypadají. Zároveň nemůžeme spoléhat na to, že ekonometrické metody provedou spolehlivou selekci, protože nemají povahu přesného experimentu, na který se můžeme často spolehnout ve fyzice nebo chemii. Ziskové funkce a rozpočtová omezení mají lineární tvar, což neumožní, aby systém generoval složitější vývoj ekonomických veličin (včetně aperiodických oscilací, které více odpovídají skutečnosti). Napodobení přiro-

zeného vývoje ekonomických veličin, ke kterému neoddělitelně patří aperiodické oscilace, je možný pouze dodáním externích šoků do modelu v podobě náhodných technologických šoků, případně jiných šoků s náhodným charakterem.

Další důvod, proč nemohou produkovat složitou dynamiku je následující. I kdyby byly vhodnější tvary pro užitkovou funkci a omezení, aby model mohl vygenerovat složitější dynamiku, nebylo by to v rámci filosofie modelů stochastické celkové rovnováhy mnoho platné. Nutné podmínky rovnováhy jsou zpravidla logaritmičsky linearizovány především za účelem výpočetním. Teoretikům, kteří se zabývají těmito modely, je logaritmičská linearizace samozřejmě známá. Vzhledem k předpokládanému širšímu profesnímu okruhu čtenářů, mezi které budou patřit i čtenáři zajímaví se o metodologii ekonomických věd, musíme základní principy logaritmičské linearizace v dalším textu připomenout. Omezíme se na případ funkce dvou proměnných. V ekonomické oblasti se jedná o závislost jedné ekonomické veličiny formálně označené Z na dvou ekonomických veličinách X , Y , která je vyjádřena spojitou funkcí dvou proměnných.

$$Z = F(X, Y)$$

O této funkci předpokládáme, že má totální diferenciál v bodě $\bar{X}, \bar{Y}$. Tento bod má obvykle ekonomickou interpretaci jako rovnovážný bod ekonomického systému. Linearizaci funkce nazýváme sestrojení jejího Taylorova polynomu stupně prvního kolem bodu $\bar{X}, \bar{Y}$, přičemž zbytek je nekonečně malou veličinou řádu prvního. Takže linearizace vede na tvar

$$F(X, Y) = F(\bar{X}, \bar{Y}) + \frac{\partial F(\bar{X}, \bar{Y})}{\partial \bar{X}}(X - \bar{X}) + \frac{\partial F(\bar{X}, \bar{Y})}{\partial \bar{Y}}(Y - \bar{Y}) + o(X - \bar{X}, Y - \bar{Y}),$$

Kde funkce o je spojitá $o(0,0)=0$ a

$$\lim_{X, Y \rightarrow \bar{X}, \bar{Y}} \frac{o(X - \bar{X}, Y - \bar{Y})}{|X - \bar{X}| + |Y - \bar{Y}|} = 0.$$

Vědy, které používají matematiku jako nástroj, usnadňují zápis použitím specifického relačního znaménka vyjadřujícího jinak přesně definovanou přibližnou rovnost.

$$F(X, Y) \approx F(\bar{X}, \bar{Y}) + \frac{\partial F(\bar{X}, \bar{Y})}{\partial \bar{X}}(X - \bar{X}) + \frac{\partial F(\bar{X}, \bar{Y})}{\partial \bar{Y}}(Y - \bar{Y}).$$

Logaritmičská linearizace se často provádí u ekonomických vztahů, kde veličiny jsou kladné. Předpokládejme tedy, že $X > 0$, $Y > 0$, $Z > 0$. Označme dále $\log X = x$, $\log Y = y$, $\log Z = z$, podobně zavedeme rovnovážné veličiny $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$. Při logaritmičské linearizaci rozvíjíme funkci $z = \log F(X, Y) = \log F(e^x, e^y)$ jako složenou funkci proměnných x, y v okolí bodu rovnováhy $\bar{x}, \bar{y}$. Dostaneme:

$$\log F(X, Y) \approx \log F(\bar{X}, \bar{Y}) + \frac{\partial F(\bar{X}, \bar{Y})}{\partial \bar{X}} \frac{\bar{X}}{F(\bar{X}, \bar{Y})}(x - \bar{x}) + \frac{\partial F(\bar{X}, \bar{Y})}{\partial \bar{Y}} \frac{\bar{Y}}{F(\bar{X}, \bar{Y})}(y - \bar{y})$$

Nebo jako odchylku logaritmu funkce v odchylkách logaritmů proměnných:

$$\log F(X, Y) \approx \log F(\bar{X}, \bar{Y}) + \frac{\partial F(\bar{X}, \bar{Y})}{\partial \bar{X}} \frac{\bar{X}}{F(\bar{X}, \bar{Y})} (x - \bar{x}) + \frac{\partial F(\bar{X}, \bar{Y})}{\partial \bar{Y}} \frac{\bar{Y}}{F(\bar{X}, \bar{Y})} (y - \bar{y})$$

Logaritmická linearizace není, jak vidíme intelektuálně náročná činnost. I když se u modelů dynamické stochastické celkové rovnováhy dělá jako rutinní záležitost, je nutné zdůraznit problém, který s tím souvisí. Je to metoda lokální, to znamená, že má smysl jen v okolí určitého bodu. V ekonomických úlohách dynamické celkové rovnováhy se provádí v okolí stacionárního řešení, které hraje roli bodu rovnováhy. Toto je možné udělat jenom v případě, že skutečný ekonomický systém se pohybuje v okolí svého stacionárního bodu. To je ovšem předpoklad, který je diskutabilní. Pokud tomu tak není, což je pravděpodobná vlastnost složitějších systémů, potom linearizované rovnice nejsou adekvátním obrazem reality a čeká je podobný osud jako řadu tradičních lineárních makroekonomických modelů. Tyto modely byly neustále opravovány svými tvůrci a dočkaly se pouze dočasných sporadických úspěchů. Obecně však selhaly zejména při prognózách.

Linearizací se ztrácí důležité vlastnosti systému, totiž aperiodické oscilace, které může tento systém mít. Linearizovaný systém je schopen generovat pouze lineární oscilace, tj. sinusoidální nebo cosinusoidální dynamiku veličin případně jejich superpozici. Je známo, že lineárně logaritmická aproximace je přesné v blízkém okolí stálého stavu. Proto čím je ekonomika vzdálenější od jejího stálého stavu, tím méně jsou modely schopné přesně popisovat její chování. Logaritmická linearizace je tedy postupem, který může způsobit ztrátu některých podstatných rysů modelu a redukovat jeho funkčnost.

3.3 Přirozené veličiny v modelech DSGE

Klasické ekonomie inflaci chápe jako peněžní jev. Rychlejší růst peněžní zásoby než růst reálné produkce je příčinou inflace. K inflaci podle klasických východisek nemůže dojít v případě stejného tempa růstu peněz a reálných veličin. Přitom peněžní zásoba a reálné veličiny jsou do jisté míry chápány jako nezávislé veličiny (tzv. dichotomie reálných veličin a peněz). Toto východisko převzala i moderní dynamická klasická ekonomická teorie. Na rozdíl od tradiční klasické ekonomické teorie chápe rychlost oběhu peněz za proměnlivou a závislou na očekávané inflaci, takže inflace je možná i za podmínky, že peníze a reálný produkt porostou stejným tempem (Chiarella, 1990).

Modely nové keynesovské ekonomie nezahrnují peněžní zásobu a vysvětlují dynamiku cenové hladiny na jiných principech. Tímto základním principem je vztah cenové hladiny a intenzity fungování ekonomiky. Tento vztah je vyjadřován pomocí Phillipsovy křivky. Tradiční Phillipsova křivka je definována jako vztah inflace a nezaměstnanosti. Další rozvoj ekonomické teorie, zejména použití racionálních očekávání zavádí pojem (racionálně) očekávané inflace. Dále při teoretické analýze

je moderní ekonomickou teorií zaváděn pojem přirozené nezaměstnanosti, který je zase většinou chápán jako nezaměstnanost neakcelerující inflaci. V soudobých modelech nové keynesovské ekonomie se používají modifikace Phillipsovy křivky, které obsahují racionálně očekávanou inflaci a místo nezaměstnanosti se zavádí tzv. produkční mezera neboli rozdíl mezi skutečnou a potenciální produkcí.

Pojetí potenciální produkce v ekonomické teorii není jednoznačné. Rozeznáváme tři základní pojetí potenciální produkce. V prvním případě potenciální produkce není systematicky definována. Jedná se o časovou řadu odfiltrovanou ze skutečné produkce použitím některých statistických filtrů například Hodrickova-Prescottova filtru nebo Kalmanova filtru případně metodou klouzavých průměrů. Ve druhém případě se jedná o fundamentální přístup, kdy pro výpočet potenciální produkce použijeme produkční funkci. Potenciální produkce získaná odfiltrováním deterministického trendu reálné produkce závisí nejenom na nabídce, ale i na poptávce, protože vznikla filtrací skutečného produktu. Fundamentální pojetí má (teoreticky) pouze nabídkový charakter a proto je koncepčně přesnější. Nemůže však být ideálně přesné, protože nejsme nadáni perfektním odhadem, a tak produkční funkci musíme kalibrovat nebo ekonometricky odhadovat. V obou případech jsme ovlivněni skutečností a tedy i v případě produkčních funkcí může dojít ke zkreslení výsledku.

Třetí pojetí můžeme nazvat modelově konzistentní pojetím potenciální produkce, které vychází z modifikace aplikovaného nového keynesovského modelu. Podle způsobu modifikace dostáváme pojetí přirozené a efektivní produkce. Podle Galího (2008) je přirozená úroveň výroby (natural level of product) definována jako rovnovážná úroveň produkce při flexibilních cenách a mzdách za podmínky nedokonalé konkurence. Odpovídající produkční mezera, která je rozdílem mezi skutečnou produkcí a přirozenou produkcí, měří míru nepružnosti cen a mezd (Justiniano a Primiceri, 2008; Vetlov, Hlédik, Jonsson, Kucsera a Passini, 2011). Přirozenou produkci musíme odlišit od známého pojetí efektivní produkce. Efektivní produkce je definována jako rovnovážná úroveň produkce při flexibilních mzdách a cenách (tedy za předpokladu dokonalé konkurence) a odpovídající produkční mezera je měřítkem jak nepružnosti cen a mezd, tak i nedokonalosti trhu. Tyto dvě kategorie rovnovážné produkce se liší od tradičního pojetí produkční mezery, která je definována jako rozdíl mezi skutečnou produkcí a jejím deterministickým trendem. Takto definovaná produkční mezera kvantifikuje cyklickou složku skutečné produkce. Produkční mezera definovaná jako rozdíl mezi skutečnou produkcí a přirozenou produkcí je důležitou komponentou v modelu DSGE. Proto by v práci Galího měl být dostatečný prostor proto, aby bylo jasně vysvětleno, jak ji kvantifikovat. Autor by měl definovat odpovídající model, který by byl modifikací modelu nové keynesovské ekonomie. V tomto modelu by mechanismus částečné reoptimalizace cen byl nahrazen pružnými cenami.

Je nutné zdůraznit, že definice přirozeného produktu uvedená v Galího knize je sice důvtipná, ovšem přináší poměrně velké problémy při experimentech s modelem. Dejme tomu, že se pokusíme o prognózu pomocí modelu, který je již kalibrován. Důležité rovnice jako dynamická IS křivka a novokeynesovská Phillipsova křivka

obsahuje jako proměnnou produkční mezeru. Prognóza bude tedy obsahovat předpověď produkční mezery. Abychom získali předpověď skutečné produkce, musíme získat předpověď přirozené produkce a přičíst k ní prognózovanou produkční mezeru. Otázka ovšem zní, jak získáme předpověď přirozené produkce. Pokud jde o tradiční produkční mezeru, tj. rozdíl mezi skutečnou a trendovou produkcí, obvykle se pro její kvantifikaci používá postup, kdy potenciální historickou produkci odfiltrujeme z pozorované skutečné produkce a pomocí vybrané metody z odfiltrovaných údajů získáme předpověď potenciální produkce. Otázkou zůstává, zda lze takto získanou produkční mezerou nahradit produkční mezeru definovanou v rámci modelu DSGE a nakolik je tento postup z hlediska metodologického korektní. Máme za to, že není relevance mezi potenciální výrobou definovanou v knize Galího a obvyklou metodou filtrace, jak je běžně používána ať už se jedná o Hodrickův-Prescottův filtr nebo klouzavé průměry, případně jiné metody postavené na podobných principech, například Kalmanův filtr.

To platí i pro případ, kdy se vypočítají hodnoty rovnovážného produktu pomocí Cobbovy-Douglasovy produkční funkce nebo produkční funkce jiného typu. Tyto hodnoty se musí lišit od potenciální produkce kvantifikované pomocí Hodrickovy-Prescottovy filtrace. Tuto skutečnost potvrzují výsledky v článku Arlta a Mandela (2012). Autoři tohoto článku tento rozdíl vysvětlují tím, že rovnovážná produkce získaná filtrací je poptávkově determinovaná a tudíž nemusí aproximovat její potenciál, který je nabídkového charakteru. Na druhé straně je třeba také uvést, že jiní autoři (Justiniano a Primiceri, 2008) nezjistili podstatný rozdíl mezi potenciální produkcí obvykle extrahovanou z řady skutečné produkce filtrace a potenciální produkcí determinovanou s využitím produkční funkce. To je pravděpodobný důvod, proč některé centrální banky stále zaměňují tyto dvě rovnovážné veličiny a potenciální produkci určí pomocí filtrace. Blízkost těchto dvou rovnovážných veličin ale neznamená, že mohou nahradit koncepci přirozené nebo efektivní produkce definované v původním modelu DSGE, která, má úplně odlišný metodologický základ.

Výsledky prací mnoha autorů ukazují, že přirozená a efektivní produkce na rozdíl od trendových produkcí je extrémně nestabilní. Tato volatilita v přirozené a i v efektivní produkci pramení z nestability marží (Vetlov et al., 2011). To potvrzuje naši domněnku, že nelze přirozenou produkci definovanou v původní modelu DSGE zaměňovat s trendovou produkcí ať už je získána filtrací nebo metodou produkční funkce. Tento závěr generuje jednu důležitou implikaci pro měnovou politiku: má měnová politika stabilizovat inflaci nebo produkci. A když stabilizovat produkci, tak na kterou úroveň? Na úroveň trendu, efektivní produkce, nebo přirozené produkce?

Vybrali jsme tři problémy, které podle nás mohou být příčinou selhání modelů DSGE. Dalších problémů může být celá řada. Nicméně z toho je patrné, že přes zajímavý koncept racionálně jednajících jedinců, způsob agregace, zjednodušení a vágně definované předpoklady mohou zabránit úspěšné implementaci tohoto konceptu do reality.

4. Alternativní teorie k modelům nové keynesovské ekonomie

Zatím jsme se věnovali modelům dynamické stochastické celkové rovnováhy, které vycházejí z tradičních walrasovských modelů. Tyto modely jsou dynamizovány zahrnutím očekávání o budoucnu do současného rozhodování. Dynamizované modely generují jednoduchou dynamiku ekonomických veličin, která je narušována exogenními náhodnými šoky, jejichž výsledkem jsou aperiodické oscilace ekonomických veličin. O těchto aperiodických oscilacích lze říci, že neplynou z podstaty systému, ale jsou způsobeny externími náhodnými šoky. Chybí tedy systematické vysvětlení těchto aperiodických oscilací. Ty umí lépe vysvětlit makroekonomické modely, které mohou být alternativou modelů DSGE.

Jednou z možných alternativ k modelům DSGE jsou makroekonomické nelineární dynamické modely investičního cyklu. Modely investičního cyklu byly navrženy již ve 30. letech a po svoji revitalizaci si vydobily své místo v ekonomické dynamické teorii v osmdesátých a devadesátých letech minulého století. Jsou založeny na tom, že fluktuace v ekonomice mají svůj původ ve výkyvech v investicích. Metoda modelů investičního cyklu je makroekonomická a vychází z toho, že investiční cyklus má své vnitřní příčiny, je tedy dán pohybem proměnných, které jsou charakteristické pro systém. Investiční cyklus bychom neměli chápat zúženě jako dynamiku investic, naopak když hovoříme o investičním cyklu, máme na mysli poměrně složité modely, které vysvětlují pohyb ekonomických veličin, ze vztahu mezi produkcí, kapitálem a investicemi. V některých z těchto modelů jsou investice desagregovány na zásoby a investice do fixního kapitálu, což umožňuje rozlišit krátkodobý a dlouhodobý cyklus. První je spojen s veličinou zásob a druhý s veličinou investic do fixního kapitálu. Snadno dostupným přehledem teorií investičního cyklu je kniha Allena (1971). Modernější zpracování je v aplikačních kapitolách knihy Pražáka (2013).

Základním zdrojem teorie investičního cyklu je pojetí akceleratoru a investičního multiplikátoru. Investiční multiplikátor vyjadřuje vztah mezi investicemi a národním důchodem. V principu jde o tzv. důchodotvorný účinek investic. Působení multiplikátoru je doplněno působením akceleratoru, což je vztah mezi přírůstkem národního důchodu a přírůstkem investic. Zde jde principiálně od tzv. kapacitotvorný účinek národního důchodu. Za předpokladu rovnováhy je akcelerator rovný meznímu produktu kapitálu. Protože se přizpůsobují důchodu dodatečně, vytvoří vztahy mezi makroekonomickými veličinami se zpožděním až do druhého řádu, což je diferenční rovnice druhého řádu. Je to jedna z metod, jak lze budovat makroekonomické diskrétní dynamické systémy, které jsou schopny generovat ekonomický cyklus. Takto se poprvé snažili vysvětlit příčinu vzniku hospodářského cyklu Samuelson a Hicks (1939).

Je patrné, že model má dlouhou tradici a je stavěn na jiných principech než modely dynamické stochastické celkové rovnováhy. Modely multiplikátoru akceleratoru jsou prvními modely investičního cyklu. Cyklus v těchto modelech je obsažen endogenně, to spočívá v samé podstatě a tvaru modelu. Teorie endogenního cyklu byly dále rozvíjeny řadou autorů převážně evropského původu. Z původně diskrétního modelu byl model upraven na model ve spojitém čase Phillipsem (1954). Do modelu byla zabudo-

vána idea, že investici nelze uvést do provozu hned, jak se o ní rozhodne, ale trvá nějakou dobu, než se investice vybuduje (Kalecki, 1971). Tato idea vede k tomu, že celý proces lze popsat diferenčně diferenciální rovnicí, která může vygenerovat složitější dynamiku. Tím odstraní nedostatek původního modelu, který spočívá v tom, že může generovat pouze pravidelné oscilace, což neodpovídá realitě. Nelineární spojitě modely endogenního cyklu můžeme najít v práci Hanse Waltra Lorence (1989). Další významní ekonomové Chiarella a Flaschel (2005) vykládají modely endogenního cyklu v souvislosti s hlavními ekonomickými směry.

Další alternativu, jak modelovat ekonomiku makroekonomickým přístupem nabízí Kaldor (1940). Autor přišel na to, že investice a úspory nejsou lineární funkce a dynamika produkce a kapitálu lze popsat soustavou dvou diferenciálních rovnic. I tento systém může vygenerovat složitou dynamiku s nepravidelnými cykly. Později tento základní model byl rozšířen doplněn dalšími autory (např. Goodwin, 1951). Zajímavý je příspěvek Chiarelli (1990), který se snaží modelovat monetární sektor přístupem nelineárních dynamických systémů. Autor v tomto sektoru popisuje dynamiku cenové hladiny a inflace dvěma diferenciálními rovnicemi. Tento systém je schopen vygenerovat poměrně složitou dynamiku těchto dvou veličin. Model formulovaný Chiarellou lze ještě vylepšit v tom smyslu, že původně exogenní proměnná produkce je generována dvourovnicovým modelem Kaldorova typu, který zahrnuje také kapitál. Proto lze připojit dynamiku v reálném sektoru k dynamice v monetárním sektoru. Výsledkem je čtyřrovnicový model, který generuje chaotický vývoj inflace (Kodera, 2002).

Jak jsme již řekli, modely DSGE jsou budovány tak, že generují jednoduchou dynamiku. Složitější pohyb ekonomických veličin (například aperiodické oscilace) je důsledkem externích náhodných šoků. Naproti tomu u nelineárních systémů skutečnost, že jsou schopny vytvářet oscilace ekonomických veličin, není zásadní, endogenní oscilace vytvářejí i lineární systémy, i když jde o lineární oscilace, které jsou buď explozivní, nebo tlumené. Stabilní oscilace jsou u lineárních systémů singularita, tj. platí pouze pro určitou hodnotu parametrů. U nelineárních systémů je pro vytvoření nelineárních oscilací, které mohou být dokonce aperiodické, podstatný i tvar nelinearit. U nelineárních modelů změny parametrů jsou v podstatě dvojího druhu. Ty změny parametrů, které nevedou ke změnám charakteru oscilací, jsou změny regulární. Může se ale stát, že parametry dosáhnou kritických hodnot a po jejich překročení nastává kvalitativní změna dynamiky ekonomických veličin. To potenciálně může vysvětlit endogenní přechod ekonomiky z normálního stavu na stav krizový.

Ekonomická krize znamená zásadní změnu vývoje ekonomických veličin. Modely stochastické celkové rovnováhy nejsou z principu schopny předpovědět finanční krizi ani žádnou jinou krizi. Podle nich se ekonomiky vždy nachází v rovnováze a nikdy nepřipouští možnost krize. Na ekonomiku čas od času mohou působit různé externí šoky a jako odpověď na ně subjekty v ekonomice reoptimalizují svoje chování. Takto pojatý krizový stav ekonomiky je v příkrém kontrastu s tím, co se nelineární dynamické modely snaží vysvětlit. Ty, jak je známo, předpokládají, že

chování systému závisí na jeho parametrech. Nepatrná změna hodnot parametrů může vyvolat kvalitativní změnu vývoje veličin systému. Pokud se v ekonomice chování jejích aktérů změní na tolik, že to vede ke změnám parametrů ekonomiky, potom musí nutně dojít ke změně její dynamiky, která se vyznačuje obvykle nižšími hodnotami ekonomických veličin. Tato situace v ekonomických systémech je interpretována jako vznik ekonomické krize.

Úspěšnost určité ekonomické teorie je silně ovlivněna, jak společnost vnímá ekonomickou situaci, především jestli je ekonomika ve stadiu rozvoje nebo úpadku. Jako příklad může sloužit keynesovská ekonomie a její nástup v období krize a hlavně v pokrizovém období a její postavení jako převládajícího způsobu ekonomického myšlení v poválečném období až do konce 60. let. V období od počátku 70. let, kdy se objevovala stagnace s inflací, končí období převahy keynesovských modelů. Nastupuje období nové klasické ekonomie jako teorie, jejíž závěry poskytují návod k přímé podpoře strany nabídky. Podobnou expanzi zažívá monetaristická teorie je teorií, jejíž závěry poskytují návod, jak omezit inflaci. Hillingerova stat' (2005) je v podstatě ostrou kritikou moderního neoklasického přístupu a přístupu nové keynesovské ekonomie k ekonomickým fluktuacím. Upozorňuje, že nezaměstnanost v neoklasickém a novém keynesovském přístupu je dobrovolnou volbou volného času, nevyužitá kapacita je způsobena náhodným technologickým šokem a že ekonomika obnovuje rovnováhu okamžitě. Naproti tomu tvrdí, že tradiční teorie makroekonomického cyklu, která zahrnuje i modely endogenního cyklu, je adekvátním popisem cyklu a současný hlavní proud, který obsahuje teorii reálného ekonomického cyklu a i přístup nové keynesovské ekonomie považuje za fikci.

Proč tedy modely DSGE mají tak dlouhou životnost, ačkoliv jejich kritika je poměrně silná a do značné míry oprávněná? Obsah této kritiky jsme ukázali ve vyjádření význačných vědeckých osobností před příslušnou komisí Kongresu USA a na Hillingerově příspěvku. Jedno možné vysvětlení na tuto otázku je, že modely DSGE mají velkou podporu institucí, a to nezanedbatelných. Modely jsou totiž využívány především výzkumnými týmy centrálních bank. O nějakých převratných úspěších těchto modelů nelze mluvit, protože mnohokrát, a to bylo řečeno i v úvodu našeho pojednání, tyto modely selhaly při předpovědi finanční krize. Na druhou stranu nelze čekat jejich totální neúspěch, protože, jak jsme se zmínili, současná ekonometrie nedokáže jednoznačně vyřadit neadekvátní modely. Teorie DSGE bude patrně následovat jiné ekonomické teorie. Nebude tedy v budoucnosti z hlavního proudu vyřazena z důvodu neadekvátnosti jejích numerických výsledků, ale spíše ji vyřadí dlouhodobá sterilita a nepotřebnost jejích závěrů.

5. Závěr

Vzhledem k postavení modelů nové keynesovské ekonomie v soudobé makroekonomické teorii jsme se pokusili v našem článku ukázat, jak vidí jejich výsledky současná ekonomická věda. Na počátku jsme zprostředkovali postoje tří teoretiků,

kteří jsou zástupci různých názorových proudů v makroekonomické teorii. Kritériem jejich výběru bylo rozhodnutí amerického Kongresu povolat je, aby podali svědectví o výsledcích modelů dynamické stochastické celkové rovnováhy a zdůvodnili, proč podle jejich názoru tyto modely selhaly. Bez ohledu na jejich výchozí vztah k modelům Nové keynesovské ekonomie se všichni tito významní ekonomové shodli na tom, že modely DSGE v současné podobě nejsou schopny předpovídat vznik ekonomických krizí. I přes nepřiliš uspokojivé výsledky modely Nové keynesovské ekonomie se těší mimořádné podpoře, a to jak z akademických kruhů, tak i od institucí realizujících hospodářskou politiku. Máme za to, že tato nekritická podpora modelů DSGE je spíše na škodu než k užítu. Jednak zabrání odstranění nedostatků těchto modelů a hlavně znemožňuje rozvoj alternativních přístupů v makroekonomickém modelování.

Kromě zprostředkování názorů těchto významných ekonomů ve svém článku zaujímáme stanovisko, že selhání modelů spočívá přímo v metodologii jejich výstavby. Modely jsou strukturálně složité a zdánlivě napodobují realitu, ovšem generují jednoduchou dynamiku ekonomických veličin. V konstrukci modelu jsme vybrali tři prvky, které považujeme za slabé místo v modelech DSGE. První z nich je pojetí kontinua. Předpoklad kontinua druhů výrobků nejenže není podstatným přínosem pro rozvoj modelu, ale tato teoretická konstrukce je nekorektní, jak jsme ukázali. Druhým problémem je logaritmická linearizace kolem stálého stavu. Toto zjednodušení usnadňuje výpočet při hledání řešení modelu. Cena za toto zjednodušení je však vysoká. Jednak omezuje působnost modelu a jednak „zabije“ významné vlastnosti modelu. Poslední problém, ke kterému máme výhradu, je pojetí tzv. přirozené případně potenciální veličiny. Tyto veličiny jsou nosné prvky modelu, a přitom nejsou dobře definované teoreticky stejně tak není vysvětleno, jak je přesně pozorovat. I když příčiny selhání modelů DSGE mohou být i jiné, máme za to, že k tomu přispívají i tyto námi analyzované prvky.

Jako východisko z této situace vidíme návrat k makroekonomickým modelům endogenního cyklu. Když říkáme návrat, máme na mysli rozvoj tradičních makroekonomických modelů, který musí být takový, aby tyto modely byly schopny zachytit složitou dynamiku ekonomických veličin. Výhoda makroekonomických modelů endogenního cyklu je v tom, že mohou vysvětlit existenci nelineárních oscilací a přítomnost chaosu v systému. Tímto návratem však neodmítáme další roli modelů dynamické stochastické celkové rovnováhy v budoucnu při modelování makroekonomických procesů. Naopak, si své postavení udrží, pokud z nich budou odstraněny nerealistické koncepce, pokud budou zpřesněny důležité předpoklady a pokud budou reformulovány tak, aby byly schopny generovat složitější dynamiku. Oba přístupy v modelování makroekonomických procesů mohou vedle sebe koexistovat a navzájem doplňovat. Vztah uvedených přístupů nelze doktrinárně stavět tak, že k pravdě může vést výhradně jedna cesta a žádná jiná neexistuje, jak například tvrdí Chari.

Literatura

- ALLEN, R. D. G. 1971. *Matematická ekonomie*. Praha: Academia, Nakladatelství Československé akademie věd, 1971.
- ANDRLE, M.; HLÉDIK, T.; KAMENÍK, O.; VLČEK, J. 2009. Implementing the New Structural Model of the Czech National Bank. CNB WP 2/2009.
- ARLT, J.; MANDEL, M. 2012. Je možné předpovídat repo sazbu ČNB na základě zpět hledícího měnového pravidla? *Politická ekonomie*, 2012, Vol. 60, No. 4, pp. 484–504.
- AUMANN, R. 1964. Markets with Continuum of Traders. *Econometrica*. 1964, Vol. 32, No. 1-2, pp. 39–50.
- BENEŠ, J.; HLÉDIK, T.; KUMHOF, M.; VÁVRA, D. 2005. An Economy in Transition and DSGE: What the Czech National Bank's New Projection Model Needs. CNB WP No. 12/2005.
- BARRO, R. J.; SALA-I-MARTIN, X. 2004. *Economic Growth*. 2nd edition. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2004.
- CANTOR, G. 1878. Ein Beitrag zur Mannigfaltigkeitslehre. *Journal für die Reine und Angewandte Mathematik* Vol. 84, pp. 242–258.
- COLANDER, D. 2010. Testimony before the Committee on Science and Technology, U.S. House of Representatives 20. 7. 2010. Dostupné na http://science.house.gov/sites/replicans.science.house.gov/files/documents/hearings/072010_Colander.pdf
- FUKAČ, M.; PAGAN, A. 2006. Issues in Adopting DSGE Models for Use in the Policy Process. CNB WP 6/2006.
- GALÍ, J. 2008. *Monetary Policy, Inflation and Business Cycle*. Princeton: Princeton University Press, 2008.
- GOODWIN, R. M. 1951. The Nonlinear Accelerator and Persistence of Business Cycle. *Econometrica*, Vol.19, No.1, pp. 1–17.
- HILLINGER, C. 2005. Evidence and Ideology in Macroeconomics: The Case of Investment Cycles. Discussion Paper No. 2005-16, University of Munich.
- CHARI, V. V. 2010. Testimony before the Committee on Science and Technology, U.S. House of Representatives 20.7.2010. Dostupné na <http://www2.econ.iastate.edu/classes/econ502/tesfatsion/Chari.StateOfMacro.CongressionalTestimony.July2010.pdf>.
- CHIARELLA, C. 1990. *The Elements of a Nonlinear Theory of Economic Dynamics*. Springer Verlag, Berlin.
- CHIARELLA, C.; FLASCHEL, P. 2005. *The Dynamics of Keynesian Monetary Growth: Macro Foundations*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- JUSTINIANO, A.; PRIMICERI, G. 2008. Potential and Natural Output. Unpublished manuscript. Federal Reserve Bank of Chicago.
- KALECKI, M. 1971. *Selected Essays on the Dynamics of the Capitalist Economy, 1933-1970*. Cambridge: Cambridge University Press, 1971.
- KALDOR, N. 1940. A Model of the Trade Cycle. *Economic Journal*, Vol. 50, pp. 78–92.
- KODERA, J. 2002. Four Equation Model of Price Dynamics. In Proceedings 20th International Conference Mathematical Methods in Economics, University of Economics, Ostrava, pp. 151–155.
- LORENZ, H. W. 1989. *Nonlinear Dynamical Economics and Chaotic Motion*. Berlin: Springer-Verlag, 1989.
- LUCAS, R. 1976. Econometric Policy Evaluation: A Critique. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 1976, Vol. 1, No. 1, pp. 19–46
- MCCANDLESS, G. 2008. *The ABCs of RBCs, An Introduction to Dynamic Macroeconomic Models*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 2008.
- PHILLIPS, A. W. 1954. Stabilisation Policy in a Closed Economy. *Economic Journal*, Vol. 64, pp. 290–323.
- PRAŽÁK, P. 2013. *Diferenční rovnice s aplikací v ekonomii*. Gaudeamus, Universita Hradec Králové, 2013.

- ROTEMBERG, J. J.; WOODFORD, M. 1997. An Optimization-Based Econometric Framework for the Evaluation of Monetary Policy. *NBER Macroeconomics Annual*. 1997, Vol. 12, pp. 297–346.
- SAMUELSON, P. A. 1939. A Synthesis of the Principle of Acceleration and the Multiplier. *The Journal of Political Economy*. 1939, Vol. 47, No. 6.
- SMETS, F.; WOUTERS, R. 2003. An Estimated Stochastic Dynamic General Equilibrium Model of the Euro Area. *Journal of Economic Association*. September 2003, Vol 1, No. 5, pp. 1123–1175.
- SOLOW, R. 2010. Testimony before the Committee on Science and Technology, U.S. House of Representatives 20.7.2010. Dostupné na <http://www.scribd.com/doc/55379858/Solow-Testimony>
- TAYLOR, J. B. 1993. Discretion versus Policy Rules in Practice. *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy* 39, pp. 195–214.
- VETLOV, I.; HLÉDIK, T.; JONSSON, M.; KUCSERA, H.; PISANI, M. 2011. Potential output in DSGE models. European Central Bank Working Paper Series No. 1351.
- WALSH, C. E. 2010. *Monetary theory and Policy*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2010.

THE NEW KEYNESIAN ECONOMICS MODELS: STRUCTURE, DISADVANTAGES AND PERSPECTIVES

Jan Kodera, Tran Van Quang, University of Economics Prague, nám. W. Churchilla 4
CZ – 130 67 Praha 3 (kodera@vse.cz, tran@vse.cz)

Abstract

Though DSGE models have provided very modest macroeconomic modeling results, they have enjoyed some massive support both from theorists and practitioners. To find an explanation for this state, this paper reviews the reasons why DSGE models fail to perform. For this purpose, first we present the opinions of leading American economists on DSGE models before the Committee on Science and Technology, U.S. House of Representatives in 2010. According to many experts in the USA, DSGE models are considered to be one of the main culprits of the recent economic crisis. Then we provide our own analysis where we point to some relevant drawbacks in the models' construction that may lead to their failure. They are the continuum notion, log-linearization issue and natural production concept. Finally, we suggest the return to the endogenous cycle macroeconomic modeling approach as an alternative solution to DSGE models. In our opinion, this approach may better capture the more complex nature of economic processes with the existence of non-periodic oscillation and chaos. With respect to the current state of macroeconomic modeling, we consider both microeconomic and macroeconomic approaches at least as two equivalent alternatives.

Keywords

DSGE models, New Keynesian Model, Continuum in economics, Log-linearization, Natural production, Endogenous cycle macroeconomic modeling

JEL classification

D58, C54