

**VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ
Fakulta informatiky a statistiky
Praha**

OPONENTSKÝ POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE

k získání akademického titulu doktor v oboru

Ekonometrie a operační výzkum

Název práce :

Bayesian Estimation of DSGE Models

Disertant: Milan Bouda

Školitel: Prof. RNDr. Václava Pánková, CSc.

**Oponent disertační práce : doc. RNDr. Ing. Ladislav Lukáš, CSc.
ZČU v Plzni, FEK, KEM**

Posudek předán: 2014-10-31 ve třech výtiscích

OPONENTSKÝ POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE

Bayesian Estimation of DSGE Models

Autor: Milan Bouda

Úvodem svého oponentního posudku poznamenám, že dle mého názoru si autor zvolil za téma své disertační doktorské práce velmi aktuální a po teoretické stránce značně náročnou problematiku týkající se Bayesovských odhadů parametrů DSGE modelů. Hlavní motivační myšlenky práce lze strukturně shrnout do dvou okruhů. První okruh je zaměřen na historii a především obecnou metodiku odvození a DSGE modelů a způsobů odhadu jejich parametrů. Druhý okruh je již mnohem konkrétnější a přináší dva detailně zpracované DSGE modely. Zejména druhý z nich je pak vlastním autorovým příspěvkem popisu malé otevřené ekonomiky ČR s akcentem na analýzu efektivitu různé monetární politiky se standardním uvažováním firem, CB, sektoru vládní spotřeby a dvou specifických typů domácností. Autor svou práci rozdělil do čtyř velkých avšak přehledně zpracovaných kapitol a čtyř příloh, z nichž zejména poslední dvě považuji za velmi důležité, neboť obsahují úplné obtisky Dynare modulů, které autor sestavil a použil ke svým výpočtům. Samostatně stojí stručný Závěr, který shrnuje výsledky práce. První kapitola, stručně označená „Úvod“ přináší, podle mého názoru, velmi zdařilý přehled historie vzniku a vývoje DSGE modelů, a to nejen ve světě, ale také i u nás. Vzhledem k ohromnému množství publikací, která je k této problematice dnes k dispozici, vysoce oceňuji styl, kterým autor tento přehled zpracoval. Neopomenul ani řadu kritických pohledů na DSGE modely, které jsou shrnuty v Kap. 1.6, a zmínil i hlavní sw platformy, které jsou k dispozici pro numerické řešení těchto modelů v Kap. 1.7, především Dynare pracujícím na sw Matlab. Druhá kapitola je zpracovaná velmi pečlivě a přináší zdařilé shrnutí metod a základních algoritmů používaných jednak k sestavení DSGE modelů a též odhadu jejich parametrů. Snad jen poznamenám, že v samém začátku se poněkud „vytratil“ fakt, že podmínky prvního řádu, často citované v práci, jsou vlastně rovnice vyjadřující nutné podmínky volného extrému funkce více proměnných pomocí prvních derivací. Velká pozornost je věnována konstrukci Bayesovských odhadů, jejichž vhodný obecný algoritmus je na str. 36. Podrobně, na str. 48, je popsán Kálmánův filtr, který patří ke klasickému instrumentariu DSGE modelů. Podobně podrobně jsou popsány i další algoritmy, kterých je celkem osm, a představují vlastně základní algoritmickou kostru DSGE modelů. Kap. 3 je věnována NK DSGE modelu, kterým jsou vyšetřovány vlivy alternativních monetárních politik na ekonomiku ČR, když obecným rámcem pro tyto politiky je vyžití standardního Taylorova pravidla včetně jeho modifikací. Podrobné odvození celého modelu je v Příloze A. Kalibrace modelu je provedena pro ČR, a sestavený Dynare kód pro numerické řešení a případné další výpočty je v Příloze C, což považuji za velmi důležitý příspěvek posuzované doktorské disertace. Nejzajímavější části této kapitoly jsou v podkapitolách 3.6 a 3.7. Nejdříve jsou představeny různé modifikace Taylorova pravidla, které jsou vzájemně porovnány v Tab. 3.6, s tím, že nejlepší shodu s uvažovanými daty ekonomiky ČR, HDP a inflací odvozenou z CPI, v období Q1 2000 až Q3 2012, vykazuje tzv. forward-looking (vpřed-hledící) modifikace vyjádřená vztahem (3.11) pro úrokovou míru ČNB. V samotném definičním vztahu (3.11) však myslím, že by bylo vhodné místo E psát přesněji E_t pro příslušný operátor RE, čímž by byl jasněji specifikován dynamický význam tohoto vztahu. Mírou použitou jednotně pro vzájemné srovnání modelů s jednotlivými

uvažovanými modifikacemi Taylorova pravidla je výraz (3.12) představující marginální věrohodnost vystižení napozorovaných dat příslušnými modely. Výpočty, které autor provedl v této kapitole, považuji za přínosné, a zároveň potvrzující použitelnost těchto modelů k analýze variant monetární politiky v ČR. Kap. 4 představuje DSGE model malé otevřené ekonomiky sestavený autorem speciálně pro detailnější analýzu spotřeby sektoru domácností v ČR. Tato kapitola tvoří, podle mého názoru, jádro celé práce, a vytvořený model považuji za kvalitní autorův přínos jak dílem k samotné teorii DSGE modelů, tak především k řešení praktických úloh, zde konkrétně zaměřených na řešení specifických makroekonomických problémů ČR. Sestavený model, který byl inspirován modelem převzatým z literatury koncipovaným však pro uzavřenou ekonomiku, byl nejprve přeformulován pro otevřenou ekonomiku a zásadně doplněn o dva typy domácností. Obsahuje 37 endogenních proměnných a 5 exogenních proměnných představující uvažované stochastické šoky, jak je uvedeno v Tab. 4.1. Kvalitativní struktura vytvořeného modelu je na Obr. 4.5, jeho podrobné odvození je pak v Kap. 4.2 a Příloze B. Sestavený Dynare kód pro numerické řešení tohoto modelu je v Příloze D, kterou opět považuji za velmi důležitou část předložené práce. Za zvláštní pozornost stojí podrobný popis všech možných transakcí právě v sektoru domácností, které autor zpracoval v Kap. 4.2.7. Pravda, byť byl autor inspirován modelem z literatury, myslím, že některé partie odvození bylo možno zpracovat trochu precizněji. Např., v Kap. 4.2.2 je výchozím bodem nákladová minimalizace firem. Bohužel explicitní formulace této úlohy vázaného extrému chybí, když první vztah, který je uveden – (4.3) – představuje však již Lagrangian příslušné extremalizační úlohy. Podobně je tomu i v Kap. 4.2.7.1 při formulaci úlohy maximalizace diskontovaného užítku PIH domácností – opět, (4.15) je již Lagrangian příslušné úlohy vázaného extrému. Další části této kapitoly jsou pak věnovány log-linearizaci modelu, kalibraci parametrů, podrobnější diskusi příslušných vstupních makroekonomických dat a konečně i výsledkům provedených numerických experimentů, které se soustředily především na analýzu odezev na stochastické šoky, avšak též na predikci HDP a skutečných cen nemovitostí (domů). Kap. 4.7 pak přináší velmi zajímavou analýzu vlivu tzv. LTV poměru, který vyjadřuje poměr velikosti hypotéky k reálné hodnotě nemovitosti (domu), na cenu nemovitostí, kterou lze shrnout tak, že čím nižší je LTV poměr tím je i menší volatilita cen nemovitostí – což je myslím, sympatickým potvrzením intuitivně očekávaného vztahu mezi těmito veličinami.

Při podrobném čtení však lze, v bezesporu tematicky přitažlivé a teoreticky značně náročné doktorské disertační práci, najít jisté chyby a nedostatky. Vyskytují se ve formulacích a matematických vztazích, zřídka též v angličtině. Uvedu jen některé:

Str. x, 2.ř. shora: „Interpratation ...“, má být „Interpretation ...“.

Str.6, 15.ř. zdola: „... the present monograph, ...“, naznačuje, že příslušná partie byla převzata z jisté monografie, avšak chybí její přesná citace.

Str.18, 4.ř. zdola: „... at the Fed ...“, má být „... at the FED ...“.

Str.20, 6.ř. shora: „... it more close to real life ...“, má být „... it is more close to real life ...“.

Str.28, 14.ř. zdola: vhodnější označení akcentující dynamiku procesu by bylo x_t , resp. ε_t nežli pouze x , resp. ε .

Str.31, 7.ř. zdola: v čitateli prostředního výrazu má být místo $p(\theta)$ správně $\pi(\theta)$ vzhledem k zavedenému označení příslušných rozdělení.

Str.34, 9.ř. shora: místo $||$ k označení determinantu matice A by bylo vhodnější napsat $|A|$.

Str.37, 5.ř. shora: „... has to be solver ...“, má být „... has to be solved ...“. Navíc, v soustavě rovnic vyjadřující racionální očekávání (RE) chybí vektor parametrů θ , který

se „najednou objeví“ v (2.6), když vztah mezi oběma soustavami lze jednoduše charakterizovat tak, že (2.6) jen formálně představuje explicitní řešení soustavy RE.

Str.38, 15.ř. shora: místo „... s_{t+1} ...“, má být „... s_{t+i} ...“. Navíc, v soustavě rovnic vyjadřující racionální očekávání (RE) chybí vektor parametrů θ , který se „najednou objeví“ v (2.6), když vztah mezi oběma soustavami lze jednoduše charakterizovat tak, že (2.6) jen formálně představuje explicitní řešení soustavy RE.

Str.39, 14, 15 a 16.ř. shora: místo „... r^2 ...“, má být přesněji „... r_t^2 ...“. Dále, v (2.10), ve druhém aditivním členu má být „... 2^{-1} ...“, místo „... 2^{-1} ...“.

Str.41, 2.ř. shora: vhodnější označení by bylo s_t nežli pouze s .

Str.43, 14.ř. shora: místo „... A ...“, má být zřejmě „... R ...“ vzhledem k (2.16).

Str.69, 11.ř. shora, 3.ř. zdola: formulace „This paper ...“ zde není na místě, neboť předložená práce není článkem, ale doktorskou disertací, a tak jen ukazuje, že autor již některé partie celé práce publikoval dříve ve formě článku do časopisu, či příspěvku na konferenci. Stejná nesrovnalost se ještě objevuje na str.71, 5.ř. zdola, i na str.72, 2.ř. zdola. Pro vlnku používanou pro jisté proměnné, v české terminologii nazývané – proměnné s vlnkou, se v angličtině používá slovo „tilde“ místo „wave“.

Str.70, 11.ř. zdola: veličina λ je vyjádřena pomocí dalších čtyř parametrů, z nichž tři (θ , β , ε) zde zůstaly nevysvětlené.

Str.91 a str.93: agregovaná produkce všech firem v období t je jednou označena Y_t , podruhé y_t – to nepřispívá jasnosti analytických formulací.

Str.94: za jistý nedostatek považuji, že v celé práci jsem nenašel jasnou definici veličin se stříškou, přestože jsou velmi často používány – až Kap.4.2.4, snad na příkladu agregované produkce všech firem, je objasňuje.

Shrnutí posudku

Návaznost práce na soudobé vědecké poznatky

Autor ve své práci vychází ze současného pohledu na strukturu a analytickou formulaci DSGE modelů. Zpracoval velmi rozsáhlý soubor informací, které jsou dnes k dispozici pro tento velmi atraktivní, aplikačně úspěšný, avšak teoreticky značně náročný směr makroekonomického modelování. Uvedený přehled literatury je velmi rozsáhlý, obsahuje především anglicky psané knižní publikace, články téměř výlučně z renomovaných zahraničních odborných časopisů, a i řadu doktorských disertací a diplomových prací z domácích pracovišť, které aktivně pracují v oblasti tvorby DSGE modelů a jejich aplikací.

Formulace hypotéz a jejich testování

Práce nebyla koncipována oním obvyklým způsobem – formulovat H_0 a H_A , a z empirických dat usuzovat na přijetí či odmítnutí hypotézy. Práce se plně soustředila jednak na obecnou strukturu a formulaci DSGE modelů, a rovněž na konstrukci vlastních dvou typů DSGE modelů s přímým použitím k provedení zvolených makroekonomických analýz pro ČR.

Splnění vytyčeného cíle

Vytyčené cíle, tak jak je lze najít v úvodní Kap. 1, považuji za splněné, a to především detailním posouzením souboru výsledků uvedených v Kap. 3 a 4. Z mého pohledu k těmto numerickým výsledkům plnohodnotně řadím i dvě přílohy – Přílohu C a D, které obsahují Dynare kódy pro modely sestavené právě ve zmíněných Kap. 3 a 4. Pravdou je, že autor mohl jak vytyčené cíle, tak především pak jejich splnění trochu

přehledněji vyzdvihnout – to je však vždy otázka celkové individuálně zvolené koncepce celé práce.

Původní řešení práce

Netestoval jsem práci pomocí žádného plagiátorství detekujícího programu. Původnost práce jsem posuzoval ze subjektivního pohledu oponenta a jsem přesvědčen, že práce je původní. Vychází z ohromného množství zdrojů, obsahuje velmi velké množství náročných vzorců a rovnic, a uvádí celou řadu vlastních výpočtů shrnutých do tabulek a grafů. Za velmi pozitivní považuji, že autor vložil do Příloh C a D úplné obtisky vlastních vytvořených Dynare kódů pro numerické řešení jím sestavených DSGE modelů a provedení všech výpočtů, které práce obsahuje. Jsem pevně přesvědčen, že právě tyto přílohy významně zvyšují přitažlivost celé práce, neboť umožňují případné replikace a komparace získaných výsledků, ale hlavně mohou sloužit jako vzorové moduly pro algoritmické realizace dalších DSGE modelů.

Shrnutí

Předložená disertační práce je logicky utříděná, a myslím i dobře přehledně zpracovaná. Co je však především důležité, že přináší i nové vědecké poznatky na širokém poli konstrukce a použití DSGE modelů zaměřených na zvolené makroekonomické analýzy v ČR. Celkově pozitivně též hodnotím kultivované použití angličtiny, které autor předvedl nejen v ryze textových partiích práce, ale i ve vysoce odborných a teoreticky náročných částech.

Otázky a náměty k diskusi v rámci obhajoby

1. Osvětlíte podrobněji matematickou formulaci úlohy nákladové minimalizace firem z Kap. 4.2.2 a ukažte konstrukci Lagrangiánu (4.3).
2. Diskutujte případné ovlivnění ceny nemovitostí (domů) na Obr. 4.12 volbou podílu PIH domácností uvedeným na str. 121 v sestaveném DSGE modelu.

Vyjádření k návrhu na udělení vědecké hodnosti doktora v oboru ekonometrie a operační výzkum

Práci *Bayesian Estimation of DSGE Models* doporučuji k obhajobě před příslušnou zkušební komisí pro obhajobu disertačních prací na Fakultě informatiky a statistiky, VŠE v Praze. Zároveň též doporučuji, aby v případě úspěšné obhajoby byl následně **Ing. Milanovi Boudovi** udělen titul doktor v oboru **ekonometrie a operační výzkum**.

V Plzni 2014-10-31

doc. RNDr. Ing. Ladislav Lukáš, CSc.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta ekonomická
Katedra ekonomie a kvantitativních metod