

**VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ
Fakulta financí a účetnictví
Praha**

OPONENTSKÝ POSUDEK HABILITAČNÍ PRÁCE

pro obor FINANCE

Název práce:

**MAKROEKONOMICKÉ MODELY PRO MĚNOVOU ANALÝZU:
PŘÍSTUP DSGE**

Autor: Ing. et Ing. Tran Van Quang, Ph.D. et Ph.D.

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

Posudek předán: 2020-03-06 ve třech výtiscích

OPONENTSKÝ POSUDEK HABILITAČNÍ PRÁCE

MAKROEKONOMICKÉ MODELY PRO MĚNOVOU ANALÝZU: PŘÍSTUP DSGE

Autor: Ing. et Ing. Tran Van Quang, Ph.D. et Ph.D.
Katedra měnové teorie a politiky
FFÚ, VŠE, Praha

Akademický rok 2019/2020

Předložená habilitační práce ve své struktuře obsahuje osm velkých tematicky zaměřených kapitol, a samozřejmě, i všechny další části potřebné v seriózní vědecké monografii včetně předmluvy, obsahu, obsáhlého seznamu literatury, a obou rejstříků, jmenného i věcného. Jedná se o monografii, jejímž hlavním cílem je podat ucelený pohled na současný přístup ke konstrukci modelů dynamické stochastické celkové rovnováhy, označovaných zkratkou DSGE, a jejich využití v makroekonomických analýzách. Speciální pozornost autor věnuje tvorbě makroekonomických modelů pro měnovou analýzu.

Po krátké předmluvě, je první kapitola věnována zdařilému přehledu vývoje kvantitativních modelů v rámci makroekonomie s trochu podrobnějším pohledem na modely třetí generace, především americký FRB-US a kanadský QPM, neboť v jistém smyslu představují předstupeň právě k modelům DSGE. Druhá kapitola pak popisuje systematický postup při konstrukci modelů DSGE počínaje log-linearizací výchozí soustavy, obecně nelineárních evolučních diskretních rovnic modelované ekonomiky, dále řešení takto vzniklé soustavy lineárních rovnic pomocí spektrální dekompozice matice soustavy, kalibrace a odhady parametrů DSGE modelů, a konečně, což považuji za velmi důležité, i stručný pohled na sw Dynare, nadstavbu Matlabu, který se v současnosti snad výhradně používá pro numerické řešení a simulace s modely DSGE. Za zvláštní pozornost stojí podkapitola 2.2 Řešení modelu, která jasně a přehledně ukazuje metodu numerického řešení navrženou Blanchardem a Kahnem a publikovanou v časopise *Econometrica* již v roce 1980 pod názvem (v překladu): Řešení lineárních diferenčních modelů při racionálních očekáváních. U kapitol 1 a 2 bych však upozornil na tři drobnosti, které se v nich nalézají a týkají se matematických formulací. První se týká veličin, které figurují ve Walrasově rovnováze na str. 31. Pro jasnost formulace by přispělo, kdyby poptávky x_i domácností $i.e.I$ a produkce y_j firem $j.e.J$ po statcích $l.e.L$ byly označeny jako l -rozměrné vektor-sloupce, a cenový vektor p těchto statků rovněž jako l -rozměrný vektor, ale vektor-řádka, aby byla zcela jasná formulace kritériální funkce maximalizační úlohy (1.44). Navíc, matice počátečních množství statků je označena ω_{li} , a jednou se pracuje se sloupcovými vektory této matice označenými ω_i , a to v úloze (1.45), avšak hned v následující řádce v rov.(1.46) figurují veličiny ω_l , tedy řádkové vektory matice ω_{li} . Vzhledem k tomu, že rov.(1.46) je zapsána pomocí sumací, jde totiž o bilanci statků, bylo by vhodné místo ω_l napsat jasněji $\sum_{i=1,l} \omega_{li}$. Druhou drobností je označení symbolem D^+ matice, která při detailním pohledu na definiční vztah $D^+D = I$ vede obecně na tzv. levou pseudoinverzi matice D v Moorově-Penroseově smyslu, když jak známo, je-li matice D invertibilní platí $D^+=D^{-1}$. Matice D zde figuruje v Kálmánově filtru, když podstatnými vztahy jsou (2.80) a (2.81), kde použití symbolu D^+ naznačuje případné algebraické nesnáze při inverzi matice D , např.

použití metody singulárního rozkladu (SVD), skryté právě v (2.81). Třetí drobností je výraz (2.85), v němž má být správně Q^n místo jen Q , který vyjadřuje vektor y_{t+n} pomocí y_t , což je jasné z rov.(2.83), resp.(2.84).

Zpět k popisu a hodnocení práce. Hlavní částí předložené práce jsou kapitoly 3-7, které ve velmi zdařilé strukturované podobě s jasně formulovanými teoretickými vztahy a rovnicemi představují různé varianty modelů DSGE. K těmto kapitolám významně přistupuje i osmá kapitola, která je svým názvem zaměřená na problematiku zahrnutí měnové politiky do modelů DSGE, ale vedle toho poukazuje na řadu otevřených otázek, které jsou v současnosti polem aktivního výzkumu a rozšiřování modelů DSGE nejen u nás ale i ve světě. Celou nesmírně širokou oblast formulace a řešení DSGE modelů autor začíná ve třetí kapitole představením dnes již klasických modelů s několika novými aspekty, především vycházejí z bezpečnějšího klasického DSGE modelu následně diskutuje kategorii modelů s penězi v užitkové funkci a též model Cash in Advance. Ve čtvrté kapitole se pokračuje jejich dalším rozšířením: modelem reálného hospodářského cyklu s fyzickým kapitálem, modelem se setrvačností ve spotřebě zahrnutou do užitkové funkce, a důležitým modelem s heterogenizací domácností, který naznačuje jak je rozlišovat v teoreticky předpokládaném kontinuu domácností. Další modely jsou zaměřeny na zahrnutí přízpusobovacích nákladů a efektu nevyužití kapacity instalovaného kapitálu, kterým se zohledňuje běžná ekonomická praktika firem nainstalovat produkční linky pro své produkty na jistou maximální míru, která se však za obvyklého provozu nedosahuje. Dále je představen model s vládou, a konečně model s rizikovou premií. Pátá kapitola začíná podrobně osvětleným základním modelem nové keynesovské ekonomiky s kvantitativním popisem chování jak domácností, tak firem, pokračuje rozborem tržní rovnováhy a měnovou politikou. Následuje model s nepružnými cenami a mzdami, které jsou, jak je běžné, modelovány v každém období své evoluce pomocí Calvova přeceňovacího mechanismu s volenými pravděpodobnostmi. Pátá kapitola končí důležitým základním modelem malé otevřené ekonomiky, který pak slouží jako východisko k rozšířeným modelům prezentovaným v sedmé kapitole. Následující šestá kapitola představuje několik možných variant rozšíření základního neo-keynesovského modelu z předchozí kapitoly. Jde především o vhodnou formulaci zahrnutí možnosti investic domácností nejen do finančních aktiv, ale i fyzického kapitálu, a to jak doma tak i v zahraničí, což je plně rozebráno v modelu malé otevřené ekonomiky s fyzickým kapitálem. Dalším aspektem je zpětná indexace cen i mezd, a kapitola končí detailním modelem pro uzavřenou ekonomiku. Konečně sedmá kapitola, kterou lze brát jako vlastní vrchol celé práce, představuje rozšířený model střední velikosti pro otevřenou ekonomiku s jasným finančním aspektem, čímž autor podtrhuje význam a i záměr své práce představit makroekonomické modely pro měnovou analýzu. Model začíná detailním popisem chování domácností i firem s nepružnými cenami i mzdami, dále zahrnuje způsoby obchodování se zahraničím, tj. rozborem chování jak importních tak i exportních firem, následuje zahrnutí vlivu vlády pomocí vládního rozpočtu, a to jak jeho výdajové tak i příjmové stránky, což vyústí do formulace složitějšího rozpočtového omezení pro každé období. Dále jsou diskutovány efekty ovlivňující ceny dovozu i vývozu při změnách měnového kurzu, a konečně se podrobně rozebírá měnová politika centrální banky prezentovaná Taylorovým pravidlem, často formulovaným v implicitním tvaru. V závěrečné osmé kapitole nazvané: Měnová politika v modelu DSGE, jasně dominuje finanční hledisko, a to ve formě řady možných efektů, jejichž zahrnutí do modelů je netriviální, anebo dokonce vede na otevřené úlohy pro konstrukci rozsáhlých a komplexních DSGE modelů. Nejprve je podrobně charakterizován transmisní mechanismus měnové politiky CB v režimu cílování inflace, který je v celé své

složitosti navržené ECB představen na Obr. 8.1, str. 228. Důležitá je i podkapitola 8.2, která v přehledu ukazuje využití modelů DSGE v CB ve světě, když jednotlivé modely jsou představeny v Tab. 8.1, str. 229. Tyto modely obvykle slouží k analýzám dopadů zásahů CB do ekonomiky, a také k předpovědím různých makroekonomických veličin. Závěrečnou podkapitolou je 8.3, která zároveň uzavírá celou značně rozsáhlou a teoreticky velmi náročnou práci. Tato podkapitola uvádí několik otevřených otázek pro konstrukci komplexnějších modelů DSGE, a diskutuje několik teoretických přístupů a formulací pro ně existujících. Jde o neutralitu schodku vládního rozpočtu, neboť obvykle je vliv tohoto schodku včetně úlohy intertemporálního vládního rozpočtového omezení zanedbáván. Dalším aspektem je heterogenizace agentů působících v ekonomice, což souvisí se známým faktem z reálných ekonomik, a sice s realokací vzácných zdrojů mezi subjekty a sektory v ekonomice a též vlivem a účinností měnové politiky CB. Z hlediska heterogenizace je dobře upozorněno, že v reálné ekonomice se vyskytuje mnoho sektorů a jejich chování se v průběhu hospodářského cyklu výrazně liší, jak uvádějí různé empirické studie, když jedním z hlavních efektů jsou přesuny výrobních faktorů z méně produktivních do produktivnějších sektorů ekonomiky. To je spojeno s dalšími náklady, neboť tyto výrobní faktory nejsou obecně dokonale mobilní. V dalším je pozornost věnována bankovnímu sektoru, který obvykle v modelech DSGE chybí, avšak v realitě dominantně zprostředkovává přesun finančních zdrojů od subjektů, které ho mají přebytek, k subjektům kterým se nedostává. Z teoretického hlediska důležitou roli hraje silný předpoklad existence úplného trhu, jak je obvykle předpokládáno v modelech DSGE, což vede na existenci unikátního stochastického diskontního faktoru. Tato unicita však v realitě obvykle neexistuje, neboť reálné diskontní faktory jsou různé pro různé sektory. Závěrečná dvě témata, jimiž tato podkapitola končí, je jednak dynamika rizikové prémie a dále aspekty nejistoty. Zde je uvedeno několik významných prací, které se věnují především dynamice rizikové prémie, která ve své obecnosti také souvisí s ekonomickými aktivitami a nejistotou ekonomicky chápanou. Ohledně této nejistoty je zmíněn především empiricky známý efekt, že ekonomická nejistota významně ovlivňuje fluktuace ve výkonu a výhledu ekonomiky. Zde upozorním na důležitou skutečnost, která je v práci uvedena, totiž že v současné době není obecně znám kauzální vztah mezi nejistotou a odpovídajícími fluktuacemi ve výkonu ekonomiky, který by byl kvantitativně definován. Toto je pole aktivního makroekonomického výzkumu, kde je již akumulováno mnoho ryze empirických prací s řadou kvantitativních i kvalitativních výsledků, avšak chybí v nich exaktní teoretické formulace uvedeného kauzálního vztahu. V posledním odstavci celé práce autor uvádí, že v současnosti známé i rozpracované modely DSGE nejsou finálními modely pro komplexní analýzu ekonomik a tvorbu předpovědí, jsou však obecně nejúspěšnějšími mezi dalšími modely. Lze jistě uvažovat o tom, že modely zahrnou efekty, které povedou na soustavy nelineárních evolučních rovnic, o kterých lze jasně předem říci, že jejich numerické řešení je objektem spadajícím do sféry náročné numerické matematiky. Nelinearity lze obecně očekávat, buď ve formulaci strukturálních vztahů v rámci nelineární kvantitativní makroekonomie, anebo v různých formách omezení, které figurují v podkladových optimalizačních úlohách, jako např. unilaterální omezení, uváděné v literatuře zkratkou ZLB (Zero Lower Bound ~ nulová dolní hranice), se kterým se uvažuje především při formulaci nominálních úrokových měr.

Nezmínil jsem zatím dva důležité aspekty, které předložená práce má. První se týká výpočtů stálého, nebo též stacionárního stavu, systematicky uvedených ve všech modelech. Jde o stavy, ke kterým, s náležitými teoretickými předpoklady, mají konvergovat hodnoty uvažovaných makroekonomických veličin v čase rostoucím nade

všechny meze, tedy v limitním chování. Ty jsou důležité nejen při kvantitativní formulaci příslušných veličin a jim přisouzeným diskrétním evolučním rovnicím, ale též významně figurují v numerickém řešení těchto rovnic vhodnými algoritmy, a samozřejmě, jsou vedeny v samostatném bloku dat v sw Dynare kódech implementujících jednotlivé modely. Tím se dostávám k druhému aspektu, kterým je předložená práce specifická. Všechny modely uvedené v jednotlivých kapitolách jsou doprovázeny kompletními sw Dynare kódy. To považuji za nesmírnou přednost posuzované práce, a dokonce se nezdráhám říci, že i její unikátnost, alespoň co se týče makroekonomických publikací v češtině u nás dosud publikovaných. Tyto kódy umožňují čtenářům nejen přesnou replikaci výsledků prezentovaných autorem, ale i řadu možných a jistě zajímavých kvantitativních alternativ změnou numerických hodnot soustavy vstupních parametrů modelů. To považuji za nesmírně cenou skutečnost. Tyto kódy jsou vesměs použity autorem k získání kvantitativních výsledků, které jsou uvedeny v práci především ve formě grafů představujících výstupy z obvyklých impuls-odezvodových analýz provedených s modely. Samozřejmostí pro autora je, že u všech modelů je uvedena jejich precizní teoretická formulace, což umožňuje je brát za vhodný základ eventuálních dalších komplexnějších modelů pro studium specifických aspektů především v otevřených ekonomikách. K tomuto veskrze pozitivnímu hodnocení celé práce přistupuje i, z mého osobního hlediska vysoce oceněný, seznam odborné literatury a zdrojů, které autor ve své práci použil. Jde celkem o 114 vysoce odborně kvalitních položek, které svědčí o cílené systematičnosti, se kterou autor ke své práci přistoupil. Z nich celých 110 je v angličtině a jen 4 jsou v češtině.

Po formální stránce dělá práce rovněž pozitivní dojem, a to především kvalitním a v jistém smyslu sjednoceným přístupem k matematickému zápisu všech veličin, vzorců a rovnic ve všech představených modelech. Mimochodem, právě tato stránka celé práce jasně dokumentuje teoretickou náročnost konstrukce modelů DSGE v rámci moderní dynamické makroekonomie. Přestože to v práci není uvedeno, dá se zasvěceně odhadnout, že celá práce byla napsána pomocí typografického sw LaTeX. Při podrobném čtení celého dokumentu, musím však zde zmínit, jsem narazil na jisté nedostatky v textu, především gramatické chyby, nebo nevhodné obraty. Při odborně zasvěceném čtení práce, věřím, že případný český čtenář je dokáže lehce překonat. Zde, myslím, že je třeba tolerantně zohlednit skutečnost, že mateřským jazykem autora není čeština. Detekované chyby a nedostatky však neuvádím zde v mém posudku, nýbrž připravím samostatný textový soubor, který je bude všechny, alespoň z mého pohledu, detailně obsahovat, a ten poskytnu autorovi pro korekci zdrojové formy celé práce se záměrem, buď ještě tyto opravy zahrnout do chystané monografie, anebo je včlenit do případného dalšího vydání, o němž jsem přesvědčen, že vzhledem k vysoké odborné kvalitě práce se dříve či později jistě objeví.

Závěrem bych chtěl jasně zdůraznit, že předloženou habilitační práci považuji za značně rozsáhlou a z odborného hlediska mimořádně kvalitní. Z mého pohledu též zcela splňuje všechny potřebné požadavky kladené na práci, která má být podkladem k udělení akademického titulu docent. Doporučuji ji k obhajobě a následné vědecké rozpravě o ní při zasedání vědecké rady Fakulty financí a účetnictví, Vysoké školy ekonomické v Praze.

v.r.

V Plzni 2020-03-06

doc. RNDr. Ing. Ladislav Lukáš, CSc.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta ekonomická

Katedra ekonomie a kvantitativních metod