EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
Fakulta hospodárskej informatiky
Katedra operačného výskumu a ekonometrie

SKELET ZÁKLADNÉHO MODELU MONETÁRNEJ POLITIKY NBS

RNDr. FRANTIŠEK GACHULINEC
2003

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
Fakulta hospodárskej informatiky
Katedra operačného výskumu a ekonometrie

DIZERTAČNÁ PRÁCA

SKELET ZÁKLADNÉHO MODELU MONETÁRNEJ POLITIKY NBS

Vedný odbor: 62-49-9 Ekonometria a operačný výskum

Doktorand: RNDr. František Gachulinec

Školiteľ: prof. Ing. Jaroslav Husár, CSc., Mgr. ek.

Bratislava február 2003

ABSTRAKT

Gachulinec, František: *Skelet základného modelu monetárnej politiky NBS* [Dizertačná práca] – Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky; Katedra ekonometrie a operačného výskumu. – Školiteľ: prof. Ing. Jaroslav Husár, CSc., Mgr. ek. – Bratislava, február 2003, 69 s.

Cieľom dizertačnej práce bolo skonštruovať moderný skelet základného modelu monetárnej politiky NBS, ktorý by poradil monetárnej a fiškálnej autorite ako nastaviť v blízkej budúcnosti svoje nástroje tak, aby doviedli slovenskú ekonomiku k splneniu nominálnych maastrichtských kritérií. Pri konštrukcii modelu sa vychádza z predpokladu, že centrálna banka bude pracovať v režime inflačného cielenia a bude cieliť index cien spotrebiteľa. Ďalším predpokladom je koordinácia monetárnej a fiškálnej politiky. Práca pozostáva zo štyroch kapitol. Prvá kapitola sa zaoberá súčasnými trendmi v modelovaní inflačného cielenia, monetárno-politickými pravidlami, ktoré sú konzistentné s režimom inflačného cielenia, odvodením optimálnych monetárno-politických pravidiel a testovaním ich šokovej odolnosti. Druhá kapitola si všíma niektoré vlastnosti sofistikovanejších modelov monetárnej politiky, ktoré sa využívajú v praxi a sú v nej uvedené techniky na riešenie a odhad parametrov takýchto modelov a techniky na odvodenie optimálneho riadenia. V tejto kapitole je uvedený malý dopredu hľadiaci makroekonomický model, zobrazujúci monetárny transmisný mechanizmus otvorených ekonomík, ktorý je východiskom pre konštrukciu skeletu základného modelu monetárnej politiky NBS a tiež stručný opis vlastností a princípov konštrukcie základného modelu novozélandskej centrálnej banky, v ktorom sa dá nájsť dostatok inšpirácie pre ďalší rozvoj základného modelu monetárnej politiky NBS. Tretia kapitola sa venuje konštrukcii skeletu základného modelu monetárnej politiky NBS, jeho riešeniu, deterministickým a stochastickým simuláciám. Riešenie modelu a modelové simulácie vyžadovali použitie výpočtovej techniky so softvérovou obsluhou. Súčasťou práce je preto aj priložený kompaktný disk umiestnený na zadnom pevnom obale, ktorý obsahuje autorom zostrojené počítačové programy s databázami a pracovnými súbormi. Záverečná, štvrtá kapitola sa snaží dokázať, že vytýčené ciele práce boli dosiahnuté.

Kľúčové slová: Lineárny a nelineárny dopredu hľadiaci model. Základný model monetárnej politiky NBS. Optimálna monetárna politika. Inflačné cielenie. Fiškálna politika. Maastrichtské kritériá. Slovenská republika. Európska únia. Európska menová únia.

PREDHOVOR

Na prelome rokov 2002 a 2003 sa zdá, že proces vstupu Slovenska do vojenského združenia NATO a do Európskej únie je nezvratný. Na jednej strane to občanov a predstaviteľov Slovenska teší, na druhej zaväzuje. Pred vstupom i po vstupe do Európskej únie čaká Slovenskú republiku splniť záväzky vyplývajúce z kodaňských a maastrichtských kritérií. Pred vstupom Slovenska do Európskej menovej únie musí naša ekonomika slňať náročné maastrichtské kritériá. A to je veľká výzva pre slovenskú monetárnu a fiškálnu politiku.

Medzi stratégie, pomocou ktorých by Národná banka Slovenska mohla dosiahnuť ciele vyplývajúce z nominálnych maastrichtských kritérií, patrí aj režim inflačného cielenia. Táto relatívne nová monetárno-politická stratégia vznikla začiatkom deväťdesiatych rokov minulého storočia a medzi prvé centrálne banky, ktoré ju prijali patrí novozélandská, kanadská a centrálna banka Veľkej Británie. Koncom roku 1997 prijala režim inflačného cielenia aj Česká národná banka. Národná banka Slovenska v súčasnosti robí pokroky v transparentnosti svojej politiky a aspoň pred verejnosťou sa snaží cieliť jadrovú infláciu a k inflácii meranej indexom cien spotrebiteľa sa vyjadruje len vo forme prognózy. Nech v nasledujúcom období naša centrálna banka cieli čokoľvek a zvolí akúkoľvek stratégiu, v dobe vstupu Slovenska do Európskej menovej únie bude spoluzodpovedná minimálne za mieru inflácie meranú indexom cien spotrebiteľa. Národná banka Slovenska musí vykonávať takú monetárnu politiku, ktorá našu ekonomiku v koordinácii s fiškálnou politikou dovedie k splneniu maastrichtských kritérií v dobe vstupu Slovenska do Európskej menovej únie.

Tieto skutočnosti mali výrazný vplyv na moje rozhodovanie o výbere témy dizertačnej práce. Zámerom práce je skonštruovať moderný skelet základného modelu monetárnej politiky Národnej banky Slovenska, ktorý by poradil monetárnej a fiškálnej autorite ako nastaviť v blízkej budúcnosti svoje nástroje tak, aby doviedli slovenskú ekonomiku k splneniu nominálnych maastrichtských kritérií.

Predkladaná dizertačná práca vznikla spojením autorovho originálneho prístupu, využitím poznatkov získaných preštudovaním modelov moderných svetových centrálnych bánk, využitím poznatkov získaných preštudovaním zahraničnej literatúry, ktorá sa zaoberá modernými modelovými prístupmi k monetárnej politike centrálnych bánk pracujúcich v režime inflačného cielenia a konštruktívnej kritiky skeletu základného modelu monetárnej politiky našej centrálnej banky hlavne od môjho školiteľa prof. Ing. Jaroslava Husára, CSc., Mgr. ek., ktorému by som sa chcel poďakovať nielen za ňu, ale aj za pedagogické usmernenie, cenné rady a podnety pri konzultáciách a za jeho trpezlivosť, ochotu a podporu. Nakoľko rozhodovací proces našej centrálnej banky v súčasnosti nepodporuje žiadny centrálny model a v našej literatúre sa moderný modelový prístup k monetárnej politike takmer neobjavuje, rozhodol som sa venovať väčší priestor, ako je obvyklé, teoreticko-metodologickej časti práce. Aby som sa mohol dopracovať ku konkrétnym výsledkom, musel som vytvoriť pre skonštruovaný model pomerne náročnú softvérovú obsluhu, ktorá je obsahom priloženého kompaktného disku a považuje sa za súčasť práce.

Zároveň čestne vyhlasujem, že dizertačnú prácu som vypracoval samostatne s využitím vlastných teoretických poznatkov a praktických skúseností získaných v priebehu štúdia a na základe uvedenej odbornej literatúry.

RNDr. František Gachulinec

OBSAH

Úvod

Hlavným cieľom monetárnej politiky spravidla býva cenová stabilita. Centrálne banky sa ju snažia dosiahnuť rôznymi monetárno-politickými stratégiami. Medzi najznámejšie stratégie používané za posledné desaťročia centrálnymi bankami vo svete i na Slovensku patrí režim cielenia fixného kurzu, režim cielenia peňažnej zásoby a v poslednom desaťročí aj režim inflačného cielenia. Cielenie fixného kurzu pracuje s dovezeným inflačným cieľom, zatiaľ čo cielenie peňažnej zásoby a inflačné cielenie umožňuje stanoviť vlastný domáci inflačný cieľ. Cielenie peňažnej zásoby však na rozdiel od inflačného cielenia má vo svojej strategickej schéme sprostredkovací cieľ v podobe nejakého peňažného agregátu, čo zvyšuje neistotu o dôsledkoch zmeny nástroja centrálnej banky na konečný inflačný cieľ a znižuje transparentnosť. Naviac, globalizácia finančných trhov a liberalizácia finančných tokov značne obmedzila účinnosť a opodstatnenie explicitných sprostredkovacích cieľov. Režim inflačného cielenia má implicitný sprostredkovací cieľ, ktorým je podmienená inflačná prognóza.

Národná banka Slovenska (NBS) počas svojej pomerne krátkej existencie ako centrálna banka samostatnej Slovenskej republiky používala režim fixného kurzu v spojení s režimom cielenia peňažnej zásoby. Režim fixného kurzu používala až do roku 1998, pričom od roku 1993 sa menilo viackrát fluktuačné pásmo a metóda odvodenia kurzu pomocou menových košov. Pri stratégii fixného kurzu alebo fixného kurzu s osciláciou sa naša centrálna banka snažila pomocou devízových intervencií udržiavať určitú úroveň nominálneho výmenného kurzu našej meny voči menovému košu. Udržiavanie pevného kurzu alebo pevného kurzu s fluktuačným pásmom jej napomáhalo zabezpečiť nominálne ukotvenie našej malej otvorenej ekonomiky a splniť konečný cieľ v podobe cenovej stability aj keď kvantitatívne stanovenie cenovej stability je diskutabilné (napr. Európska centrálna banka v súčasnosti považuje za cenovo stabilné prostredie v eurozóne udržanie miery inflácie v tesnom okolí 2%). Monetaristický režim cielenia peňažnej zásoby možno stručne popísať ako dosahovanie konečného inflačného cieľa pomocou cielenia peňažného agregátu, čo sa dosahuje cez operatívne kritérium, ktorým je monetárna báza. Monetárna báza sa pritom ovláda nástrojmi centrálnej banky, ktorými boli hlavne operácie na voľnom trhu, povinné minimálne rezervy komerčných bánk a diskontná sadzba. Štandardné monetaristické cielenie peňažného agregátu (napr. M2) možno charakterizovať ako kvantitatívne riadenie, ktoré používala NBS do konca roku 1999. Od roku 2000 NBS upravila, zmenila či doplnila svoje monetárne inštrumentárium a jej riadenie sa zmenilo na kvalitatívne. V jej monetárnom inštrumentáriu najdôležitejšiu úlohu hrajú kľúčové úrokové sadzby ako dvojtýždňové úrokové reposadzby, či úrokové sadzby pre jednodňové sterilizačné a refinančné operácie pre obchodný styk NBS s komerčnými bankami. Teda NBS pri svojich aktivitách s obchodnými bankami neurčuje len dodaný alebo stiahnutý objem likvidity, ale aj jeho cenu, ktorá je všetkým účastníkom dopredu známa. Týmto sa NBS podarilo stabilizovať medzibankový peňažný trh, došlo k výraznému zníženiu medzibankových úrokových sadzieb, čo sa postupne prenáša aj do úrokových sadzieb z úverov a vkladov voči klientom obchodných bánk. Lombardná sadzba, lombardný úver a zmenkové obchody v súčasnosti už nefigurujú v monetárnom inštrumentáriu NBS a diskontná sadzba, ktorej úroveň sa od začiatku roka 2002 stanovuje podľa dvojtýždňovej reposadzby, v ňom figuruje len formálne a to preto, že sa na ňu odvolávajú niektoré zákony. V súčasnosti možno konštatovať, že prebieha proces zladenia monetárneho inštrumentária NBS s inštrumentáriom Európskej centrálnej banky. Čo sa týka nominálneho výmenného kurzu, NBS opustila v októbri 1998 režim fixného kurzu a od tohto dátumu používa systém menového kurzu, ktorý podľa klasifikácie Medzinárodného menového fondu (MMF) možno zaradiť do skupiny riadeného floatingu. Referenčnou menou sa do konca roka 1998 stala nemecká marka a od začiatku roka 1999 doteraz EURO.

Dôležitou skutočnosťou z pohľadu nedávnej minulosti monetárnej politiky NBS, z ktorej možno predpokladať blízku budúcnosť bol Bankovou radou NBS schválený a guvernérom prezentovaný Menový program NBS na rok 2000, v ktorom sa uvádza, že NBS začne sledovať a vyhlasovať cieľ pre jadrovú infláciu, k vývoju celého indexu spotrebiteľských cien sa bude vyjadrovať len vo forme predikcie a peňažné agregáty sa presúvajú z medzicieľov do indikátorov monetárneho a budúceho inflačného vývoja. Z tohto sa dá usúdiť, že NBS opustila režim cielenia peňažnej zásoby a začína sa pripravovať na prechod k inflačnému cieleniu. Tento úsudok obhajuje aj to, že snahou NBS koncom roka 2002 je po úprave a kalibrovaní prijať na podporu jej rozhodovacieho procesu jednoduchý lineárny dopredu hľadiaci model, ktorý podporuje rozhodovací proces v inflačno-cieliacej Českej národnej banke.

Cieľom tejto práce je skonštruovať moderný skelet základného modelu monetárnej politiky NBS, ktorý zohľadní aj predpoklad, že NBS bude pracovať v režime inflačného cielenia. Otázkou je, akú infláciu bude v blízkej budúcnosti cieliť. Pri odpovedi na túto otázku som vychádzal z toho, že vyhlásenie cieľa pre prírastok celého indexu spotrebiteľských cien zvyšuje potenciál tohto inflačného cieľa pri ovplyvňovaní inflačných očakávaní privátneho sektora pre svoju zrozumiteľnosť voči verejnosti a z nominálnych maastrichtských kritérií, ktoré musí slovenská ekonomika spĺňať pred vstupom do Európskej menovej únie (EMÚ). Jedno z maastrichtských kritérií hovorí, že slovenská ekonomika musí spĺňať kritérium cenovej stability definovanej ako miera inflácie vyjadrená indexom cien spotrebiteľa, ktorá nepresiahne o viac ako 1,5% priemernú mieru inflácie troch členských krajín EMÚ s najnižšou mierou inflácie. Takže NBS a vláda Slovenskej republiky budú v čase pred vstupom do EMÚ spoluzodpovedné za mieru inflácie vyjadrenú indexom cien spotrebiteľa. Teda vláda musí naprojektovať taký proces deregulácie cien a také daňové reformy a NBS musí uskutočňovať takú monetárnu politiku, ktorá nás k splneniu kritéria cenovej stability dovedie. Už tu je poukázané na nevyhnutnosť koordinácie fiškálnej a monetárnej politiky. Ďalšie nominálne maastrichtské kritériá: deficit všeobecnej vlády nesmie prekročiť 3% hrubého domáceho produktu (HDP), celková vládna zadĺženosť nesmie prekročit 60% HDP, dlhodobá nominálna úroková sadzba nesmie v priebehu jedného roka prekročiť o viac ako 2% úrokovú sadzbu troch členských štátov, ktoré dosiahli najlepšie výsledky v oblasti cenovej stability, členský štát musí najmenej dva roky dodržiavať bez značného napätia rozpätie fluktuačného pásma stanoveného mechanizmom výmenných kurzov a fakt, že v ekonomike všetko so všetkým súvisí priam vyzývajú k monetárno-politickej a fiškálno-politickej koordinácii. Preto som sa rozhodol do skeletu základného modelu monetárnej politiky NBS zabudovať aj predpoklad monetárno-politickej a fiškálno-politickej koordinácie.

Za účelom presnejšej formulácie cieľa tejto práce bude vhodné pripomenúť cenné rady pracovníkov Výskumného oddelenia MMF D. Laxtona a P. Isarda, ktorí odporúčajú inflačno-cieliacej centrálnej banke postupne budovať základný model pre monetárno-politické analýzy a projekcie, pričom by sa malo vychádzať z nie príliš zložitého modelu, ktorý by sa mal podrobiť konštruktívnej kritike odbornej verejnosti a takto model, odhaľovaním a odstraňovaním nedostatkov, neustále zdokonaľovať. Ďalej, považujem za potrebné na tomto mieste vyjadriť môj nesmierny obdiv základnému modelu inflačno-cieliacej Centrálnej banky Nového Zélandu, ktorý je dopredu hľadiacim nelineárnym dynamickým stochastickým modelom všeobecnej rovnováhy. Môj obdiv patrí aj sústave modelov, ktoré ho obklopujú a celému „Forecasting and Policy System“, ktorý podporuje rozhodovanie novozélandskej centrálnej banky. Mnoho významných svetových ekonómov dáva začínajúcim inflačno-cieliacim centrálnym bankám za vzor práve „Forecasting and Policy System“ Nového Zélandu. Srdcom tohto systému je základný model, ktorý v roku 1997 pozostával z viac ako 150 rovníc. Základný model je podporovaný podrobnými makroekonomickými dátami a úsudkami zo sektorových analýz. Úsudky zo sektorových analýz vychádzajú z kvalitatívnych informácií, z indikátorových modelov a z podrobných makroekonomických dát, ktoré spolu so štatistickými metódami tvoria základ indikátorových modelov. Základný model, okrem toho, že odpovedá na rôzne otázky monetárnej politiky, je východiskom pre agregované štvrťročné projekcie. Tieto agregované štvrťročné projekcie spracúvajú satelitné modely, ktoré poskytujú detailnejšie kvartálne projekcie. Z agregovaných a detailných kvartálnych projekcií po konfrontácii s úsudkami zo sektorových analýz, čo predstavuje vo „ Forecasting and Policy System“ spätnú väzbu, vzídu konkrétne rady pre rozhodovateľov.

Na základe vyššie uvedeného formulujem cieľ tejto práce nasledovne:

Cieľom tejto práce je skonštruovať moderný skelet základného modelu monetárnej politiky NBS, ktorý by poradil monetárnej a fiškálnej autorite ako nastaviť v blízkej budúcnosti svoje nástroje tak, aby doviedli slovenskú ekonomiku k splneniu nominálnych maastrichtských kritérií. Základnými predpokladmi budú: NBS bude pracovať v režime inflačného cielenia a bude cieliť index cien spotrebiteľa a predpoklad koordinácie monetárnej a fiškálnej politiky. Skonštruovaný skelet základného modelu monetárnej politiky NBS uvedený v tejto práci by mal predstavovať model, ktorý bude možné metódou konštruktívnej kritiky od odbornej verejnosti ďalej rozvíjať smerom k dynamickému stochastickému dopredu hľadiacemu modelu všeobecnej rovnováhy slúžiacemu na analýzu monetárnej politiky a projekcie, teda k modelu, ktorý používajú moderné svetové centrálne banky.

Z tejto formulácie cieľa práce vyplýva, že cieľom práce nie je skonštruovať základný model monetárnej politiky NBS v konečnej podobe, ktorý by mohol byť centrálnou bankou vyhlásený za jej oficiálny základný model. Vyhláseniu modelu za oficiálny model centrálnej banky predchádza obyčajne niekoľkoročná práca tímu odborníkov na konštrukcii modelu, odhade parametrov modelu, zbere potrebných dát, tvorbe softvérovej obsluhy modelu a testovaní modelu. Zámerom práce je skonštruovať a vystaviť kritike skelet základného modelu monetárnej politiky NBS, ktorý by sa odhaľovaním a odstraňovaním nedostatkov mohol zdokonaliť na oficiálny základný model monetárnej politiky NBS, predstavujúci významný prvok rozhodovacieho systému našej centrálnej banky a predstavujúci jadro sústavy modelov použitých na podporu rozhodovania. V tomto zmysle je treba chápať pojem „model monetárnej politiky NBS“ všade v texte práce nižšie.

Vzhľadom na to, že slovenská odborná literatúra je v súčasnosti chudobná na poznatky a metódy, ktoré by riešili nastolený problém, rozhodol som sa poskytnúť väčší priestor teoreticko-metodologickej časti práce. Práca je rozdelená do štyroch kapitol, z ktorých prvú a druhú kapitolu možno považovať za teoreticko-metodologicky nevyhnutnú prípravnú časť predchádzajúcu konštrukcii moderného modelu monetárnej politiky NBS. Prvá kapitola sa zaoberá súčasnými trendmi v modelovaní inflačného cielenia, monetárno-politickými pravidlami, ktoré sú konzistentné s režimom inflačného cielenia, odvodením optimálnych monetárno-politických pravidiel a testovaním ich šokovej odolnosti. Druhá kapitola si všíma niektoré vlastnosti sofistikovanejších modelov monetárnej politiky, ktoré sa využívajú v praxi a sú v nej uvedené techniky na riešenie a odhad parametrov takýchto modelov a tiež techniky na odvodenie optimálneho riadenia. V tejto kapitole je uvedený malý dopredu hľadiaci nelineárny makroekonomický model, zobrazujúci monetárny transmisný mechanizmus otvorených ekonomík, z ktorého model monetárnej politiky NBS vychádza a tiež stručný opis vlastností a princípov konštrukcie základného modelu novozélandskej centrálnej banky, v ktorom sa dá nájsť dostatok inšpirácie pre ďalší rozvoj modelu monetárnej politiky NBS. Tretia kapitola sa venuje konštrukcii modelu monetárnej politiky NBS, jeho riešeniu, deterministickým a stochastickým simuláciám. Riešenie modelu monetárnej politiky NBS a modelové simulácie vyžadovali použitie výpočtovej techniky so softvérovou obsluhou. Súčasťou práce je preto aj priložený kompaktný disk umiestnený na zadnom pevnom obale zvnútra, ktorý obsahuje autorom zostrojené počítačové programy v E-Views 4.1 s databázami a pracovnými súbormi. Obsahom kompaktného disku je aj súbor info.txt, v ktorom sú uvedené bližšie informácie pre prípadného užívateľa. V záverečnej, štvrtej kapitole sa snažím dokázať, že vytýčené ciele práce sa mi podarilo dosiahnuť.

1 Inflačné cielenie a jeho modelovanie

V 80-tych rokoch minulého storočia sa hospodársky vývoj viacerých krajín vyznačoval pomerne vysokou a variabilnou infláciou. Medzi ekonómami začal prevládať názor, že dezinflácia a udržanie nízkej inflácie je pre spoločnosť prínosom a v strednodobom horizonte vytvára priaznivú klímu pre dlhodobo udržateľný hospodársky rast a nespôsobuje stratu v podobe spomalenia rastu. Aby mohla centrálna banka realizovať optimálnu politiku, ktorá by zabezpečila nízku a stabilnú infláciu v strednodobom horizonte, musí byť nezávislá. Tým nebude podliehať politickému cyklu. Logickým dôsledkom týchto poznatkov a výrazom snáh vrátiť sa k cenovej stabilite, stabilizovať inflačné očakávania, nominálne ukotviť ekonomiku, posilniť flexibilitu a transparentnosť rozhodovacieho mechanizmu, je vznik nového monetárno-polického režimu - inflačného cielenia. V poslednom desaťročí minulého storočia viaceré krajiny zaviedli túto novú stratégiu monetárnej politiky. Medzi prvé patrili Nový Zéland, Kanada, Veľká Británia, Švédsko, Fínsko, Austrália, Španielsko a koncom roka 1997 aj Česká republika. V praxi inflačno-cieliacich centrálnych bánk sa stratégia inflačného cielenia dobre uplatnila ako režim udržujúci nízku a stabilnú infláciu. Režim inflačného cielenia možno stručne charakterizovať nasledovnými vlastnosťami: kvantifikáciou cieľov (intervalov cieľov) pre infláciu (celkový index cien spotrebiteľa, jadrovú, čistú, ...) a verejným záväzkom centrálnej banky (prípadne aj vlády) dosiahnuť tento cieľ, čo intenzívne ovplyvňuje inflačné očakávania privátneho sektora; procedúrou nazývanou inflačno-prognostické cielenie, vysokým stupňom transparentnosti rozhodovacieho procesu centrálnej banky a tiež vysokým stupňom zodpovednosti centrálnej banky voči verejnosti za dosiahnutie vyhlásených cieľov.

Inflačno-cieliaca centrálna banka vyhlasuje záväzok dosiahnuť reálny strednodobý, prípadne i krátkodobý inflačný cieľ, ktorého dosiahnutie by bolo užitočné pre hospodárstvo krajiny. Prípadnú nereálnosť vyhláseného inflačného cieľa privátny sektor určite odhalí a viedlo by to k strate kredibility centrálnej banky a nie k ukotveniu inflačných očakávaní blízko inflačného cieľa. Pri stanovení postupnosti inflačných cieľov v čase treba vychádzať z poznatkov, ktoré vyplývajú z početných empirických štúdií. Volatilná inflácia jednoznačne vedie ku krátkodobým finančným špekuláciám a nie k investičným aktivitám dlhodobého charakteru v reálnej ekonomike, ktoré sú predpokladom pre dlhodobý a udržateľný hospodársky rast. Vysoká inflácia znehodnocuje príjmy a úspory, znamená vyššie nominálne úrokové sadzby a obyčajne aj väčšiu volatilitu inflácie. Vyššia inflácia zvyšuje neistotu o budúcich relatívnych cenách i o cenovej hladine, a tak domáce a zahraničné finančné trhy vyžadujú vyššiu rizikovú prémiu ako kompenzáciu za zvýšenú neistotu. Pri vyššej inflácii dochádza k zafixovaniu inflačných a depreciačných očakávaní, ktoré je možné prekotviť len so značným oneskorením. Takže, ak sa hospodárstvo krajiny vyznačuje nízkou a stabilnou infláciou, treba ciele vyhlásiť tak, aby ju režim inflačného cielenia udržal. Ak sa hospodárstvo krajiny vyznačuje vyššou infláciou, treba vyhlásiť postupne klesajúcu postupnosť cieľov, samozrejme ak to ostatné okolnosti dovoľujú. V prípade Slovenska je situácia komplikovaná kalendárom cenových deregulácií a procesom približovania sa cenovej úrovne Slovenska k cenovej úrovni krajín v Európskej únii (EÚ), nakoľko napr. v roku 2000 cenová úroveň Slovenska dosahovala len 40% cenovej úrovne krajín EÚ 15. Vyhlásená postupnosť reálnych inflačných cieľov podporená transparentným spôsobom, ktorý verejnosti vysvetlí ako centrálna banka svoje ciele mieni dosiahnuť, môže byť skutočne účinným nástrojom na presadzovanie jej zámerov. Čím hlbšie vyhlásené reálne inflačné ciele a spôsob ako ich dosiahnuť prenikne do verejnosti, tým väčší efekt ohľadom formovaní inflačných očakávaní môže centrálna banka predpokladať. NBS má značné rezervy práve v transparentnosti. Zaostávanie v tomto smere za ČNB v súčasnosti je evidentné napr. na internetovských stránkach ČNB a NBS.

Z pohľadu cieľa tejto práce je potrebné venovať väčšiu pozornosť procedúre inflačno-prognostického cielenia, ktorá detailnejšie popisuje stratégiu inflačného cielenia. Na jej modelovanie použijem lineárno-kvadratický rámec. Režimu inflačného cielenia sa venuje aj literatúra v slovenskom jazyku: [11], [12], [13]; v českom jazyku: [4], [17], [20], [28], [30] a v anglickom jazyku: [15], [22], [24], [25], [26], [27].

1.1 Modelovanie procedúry inflačno-prognostického cielenia

Keďže sa jedná o cielenie a snahu odvodiť optimálnu politiku, bude treba previesť minimalizáciu nejakej stratovej funkcie, ktorá by bola konzistentná s režimom inflačného cielenia uplatňovaným v praxi. Ako sa uvádza v [27], pravdepodobne došlo medzi centrálnymi bankármi a akademikmi k pozoruhodnej zhode v tvare stratovej funkcie. Táto stratová funkcia má pre t - té obdobie tvar:

$$L_t = 0.5*[(\pi_t - \pi_t^*)^2 + \lambda y_t^2], \tag{1.1}$$

kde π_t je inflácia v čase t, π_t^* je inflačný cieľ v čase t (napr. stred cieľového intervalu), y_t je medzera v outpute v čase t a pomocou $\lambda \geq 0$ sú vyjadrené váhy, kladené na stabilizáciu medzery v outpute. Ak by centrálnej banke záležalo aj na diferencii inštrumentov rs_t v období t a t-1 s váhou $\nu>0$, stratová funkcia by mohla mať tvar:

$$L_t^* = 0.5*[(\pi_t - \pi_t^*)^2 + \lambda y_t^2 + \nu(rs_t - rs_{t-1})^2] \qquad (1.2)$$

Stratová funkcia (1.2) s $\lambda>0$ sa používa v kontexte s inflačným cielením vo viacerých prácach (napr. v [22]) a jej minimalizáciou sa vyjadruje, o čo inflačno-cieliacej centrálnej banke v praxi skutočne ide. Prečo práve tento funkčný tvar?

Jeden dôvod je ekonomický. Prvý sčítanec v (1.2) zodpovedá za nízku a stabilnú infláciu. Kladná váha λ hovorí, že inflácia je z pohľadu centrálnej banky $1/\lambda$ krát dôležitejšia ako medzera v outpute. Druhý sčítanec stratovej funkcie (1.2) zodpovedá za stabilizáciu medzery v reálnom outpute a má podiel aj pri formovaní inflačných očakávaní privátneho sektora. Z jednej z dôležitých vlastností inflačného cielenia - transparentnosti totiž vyplýva, že ak sa privátny sektor dozvie, že centrálnej banke záleží aj na minimalizácii medzery v outpute, je predpoklad, že to zredukuje alebo eliminuje vychýlenie inflačných očakávaní privátneho sektora. Dosiahnutie potenciálneho outputu vytvára predpoklad cenovej stability. Nulovým implicitným cieľom pre medzeru v outpute dáva centrálna banka verejnosti najavo, že nemôže ovplyvňovať svojou politikou reálny output systematicky, čiže stratová funkcia (1.2) je konzistentná s hypotézou prirodzenej miery. Tretí sčítanec stratovej funkcie (1.2) zodpovedá za stabilizáciu diferencie inštrumentu centrálnej banky. Kladná váha ν vyjadruje, že centrálnej banke záleží na stabilizácii diferencie inštrumentu, čo môže byť reálne a to preto, že jej zrejme záleží na stabilite privátneho a bankového sektora a preto, že si nemôže byť celkom istá, či ňou napozorovaný stav ekonomiky sa zhoduje so skutočnosťou, ani dôsledkami zmeny nástroja na infláciu, či output a tak preferuje len jeho mierne zmeny.

Druhý dôvod je matematický. Ako už bolo spomenuté vyššie, ide tu o snahu vytvoriť lineárno-kvadratický rámec, ktorý bude užitočný v spojení s procedúrou inflačno-prognostického cielenia. Lineárno-kvadratický rámec reprezentuje konvexná kvadratická stratová funkcia (1.2) s lineárnymi ohraničeniami, ktoré predstavuje lineárny dynamický stochastický dopredu hľadiaci model monetárneho transmisného mechanizmu v tvare:

$$\mathbf{G}\begin{pmatrix} \mathbf{x}_{1t+1} \\ E_t\mathbf{x}_{2t+1} \end{pmatrix} = \mathbf{A}\begin{pmatrix} \mathbf{x}_{1t} \\ \mathbf{x}_{2t} \end{pmatrix} + \mathbf{B}\mathbf{i}_t + \begin{pmatrix} \mathbf{v}_{t+1} \\ \mathbf{0} \end{pmatrix}, \qquad (1.3)$$

kde $\mathbf{x}_{1t}$ je stĺpcový vektor predeterminovaných alebo tiež stavových premenných, ktorý obsahuje všetky exogénne premenné vystupujúce v modeli, $\mathbf{x}_{2t}$ je stĺpcový vektor dopredu hľadiacich endogénnych premenných, ktoré závisia aj na svojich očakávaných budúcich hodnotách, $\mathbf{i}_t$ je stĺpcový vektor nástrojov centrálnej banky, E_t je operátor podmienenej strednej hodnoty, podmienenej na informáciách na konci obdobia t, kedy $\mathbf{x}_{1t}$, $\mathbf{i}_t$ aj $\mathbf{x}_{2t}$ sú známe, **G**, **A**, **B** sú matice parametrov, $\mathbf{v}_{t+1}$ je stĺpcový vektor náhodných chýb so štandardnými predpokladmi, **0** je nulový stĺpcový vektor. Na začiatku obdobia t je známy stav $\mathbf{x}_{1t}$, $\mathbf{v}_t$, ich minulé hodnoty a minulé hodnoty nástrojov, potom je vybrané $\mathbf{i}_t$, následne je realizované $\mathbf{x}_{2t}$ a obdobie t končí. Zápis modelu (1.3) sa nazýva stavovo-časová forma (state-space form) modelu a tieto modely sa v odbornej zahraničnej literatúre nazývajú RE modely. Ak v konkrétnom modeli (1.3) vystupujú dopredu hľadiace premenné, takýto model sa nazýva dopredu hľadiaci model s racionálnymi očakávaniami. Ak neobsahuje dopredu hľadiace premenné, nazýva sa dozadu hľadiaci a to aj v prípade, ak medzi predeterminované premenné patrí endogénna premenná reprezentujúca racionálne očakávania.

Stratová funkcia pre obdobie t sa dá vyjadriť všeobecnejšie:

$$L_t = (\mathbf{c}_t - \mathbf{c}_t^*)' \, \mathbf{K} \, (\mathbf{c}_t - \mathbf{c}_t^*), \qquad (1.4)$$

kde $\mathbf{c}_t$ je stĺpcový vektor cieľových premenných, $\mathbf{c}_t^*$ je stĺpcový vektor cieľov, **K** je pozitívne semidefinitná matica váh a ’ je operácia transponovania.

Celkovú stratovú funkciu v čase τ možno definovať:

$$J_\tau = E_\tau \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t L_{\tau+t}, \qquad (1.5)$$

kde $L_{\tau+t}$ je (1.4) v čase τ+t, E_τ je podmienená stredná hodnota, podmienená na informáciách v čase τ, β je diskontný faktor z otvoreného intervalu od 0 po 1, umožňujúci centrálnym bankárom priradiť geometrické váhy na budúce straty.

Cieľové premenné v stratovej funkcii (1.4) možno pomocou premenných v modeli (1.3) vyjadriť:

$$\mathbf{c}_t = \mathbf{C}\mathbf{z}_t, \qquad (1.6)$$

kde **C** je matica (známych) parametrov a $\mathbf{z}_t = [\mathbf{x}_{1t}', \mathbf{x}_{2t}', \mathbf{i}_t']'$.

Teraz sa už dá pristúpiť k formulácii dynamického stochastického optimalizačného problému s nekonečným časovým horizontom, ktorý označím (a_τ):

$$\text{minimalizovať (1.5) za podmienok (1.3), (1.4), (1.6) a } \mathbf{x}_{1\tau} \text{ dané} \qquad (a_\tau)$$

Úloha (a_τ) sa rieši metódou stochastických Lagrangeových multiplikátorov pre nekonečný časový horizont s podporou stochastickej verzie Kuhnovej-Tuckerovej vety pre nekonečnorozmernú účelovú (celkovú stratovú) funkciu. Druhým, často používaným, spôsobom sú metódy diskrétneho stochastického dynamického programovania pre nekonečný časový horizont s geometricky diskontovanou stratovou funkciou L_t. Na určenie neznámej funkcie v Bellmanovej rovnici sa používa metóda odhadu a verifikácie. Väčšinou sa odhaduje, že má podobný funkčný tvar ako účelová funkcia, čo treba verifikovať. Ďalšou metódou na stanovenie neznámej funkcie v Bellmanovej rovnici je metóda iterácií. Hľadá sa vlastne limita postupnosti neznámych funkcií V_T v Bellmanových rovniciach pre T idúce do nekonečna, kde funkcia V_T rieši optimalizačný problém pre T období. Ak sa ukáže, že zobrazenie definované Bellmanovou rovnicou je kontraktívne, potom sú splnené postačujúce podmienky Banachovej vety o pevnom bode, ktorá zaručuje existenciu a jednoznačnosť pevného bodu v úplnom priestore. Nebude teda záležať na inicializačnej funkcii (musí byť vybratá z uvažovaného úplneho priestoru), lebo každá postupnosť funkcií v tejto situácii končí v limite na pevnom bode.

Stochastická optimalizačná úloha (a_τ) je ekvivalentná s deterministickou optimalizačnou úlohou:

$$\text{minimalizovať} \quad \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (E_\tau \mathbf{c}_{\tau+t} - \mathbf{c}_{\tau+t}^*)'\mathbf{K}(E_\tau \mathbf{c}_{\tau+t} - \mathbf{c}_{\tau+t}^*),$$

$$\text{za podmienky, že } [\mathbf{c}_\tau, E_\tau\mathbf{c}_{\tau+1}, E_\tau\mathbf{c}_{\tau+2}, \ldots] \in Y_\tau,$$

kde Y_τ je množina všetkých trajektórií $[\mathbf{c}_\tau, E_\tau\mathbf{c}_{\tau+1}, E_\tau\mathbf{c}_{\tau+2}, \ldots]$, ktoré závisia na takých trajektóriách $[\mathbf{i}_\tau, E_\tau\mathbf{i}_{\tau+1}, E_\tau\mathbf{i}_{\tau+2}, \ldots]$, pre ktoré sú trajektórie $[\mathbf{x}_{1\tau}, E_\tau\mathbf{x}_{1\tau+1}, E_\tau\mathbf{x}_{1\tau+2}, \ldots]$, $[\mathbf{x}_{2\tau}, E_\tau\mathbf{x}_{2\tau+1}, E_\tau\mathbf{x}_{2\tau+2}, \ldots]$ (obe závislé na $[\mathbf{i}_\tau, E_\tau\mathbf{i}_{\tau+1}, E_\tau\mathbf{i}_{\tau+2}, \ldots]$) a $[\mathbf{c}_\tau, E_\tau\mathbf{c}_{\tau+1}, E_\tau\mathbf{c}_{\tau+2}, \ldots]$ ohraničené. Uzly trajektórií $E_\tau\mathbf{c}_{\tau+t}$, $E_\tau\mathbf{x}_{1\tau+t}$ a $E_\tau\mathbf{x}_{2\tau+t}$, pre $t>0$ sú podmienené prognózy, podmienené na informáciách v čase τ, ktoré sú: $\mathbf{x}_{1\tau}$, vzťahy (1.3), (1.6), trajektória $[\mathbf{i}_\tau, E_\tau\mathbf{i}_{\tau+1}, E_\tau\mathbf{i}_{\tau+2}, \ldots.]$ a $E_\tau(\mathbf{v}_{\tau+t})=0$, pre všetky $t>0$. Ďalej, pri transformácii stochastického optimalizačného problému na deterministický, bolo použité:

$$E_\tau L_{\tau+t} = (E_\tau\mathbf{c}_{\tau+t} - \mathbf{c}_{\tau+t}^*)'\mathbf{K}(E_\tau\mathbf{c}_{\tau+t} - \mathbf{c}_{\tau+t}^*) + E_\tau(\mathbf{w}_{\tau+t}'\mathbf{K}\mathbf{w}_{\tau+t}), \tag{1.7}$$

a

$$\mathbf{c}_{\tau+t} = E_\tau\mathbf{c}_{\tau+t} + \mathbf{w}_{\tau+t},$$

pričom $\mathbf{w}_{\tau+t}$ je stĺpcový vektor náhodných chýb so štardardnými predpokladmi a $E_\tau(\mathbf{w}_{\tau+t}'\mathbf{K}\mathbf{w}_{\tau+t})$ sa považuje za konštantu. Skonštruovanie podmienených prognóz vyššie uvedených premenných je jednoduché v dozadu hľadiacom modeli (1.3) a je uvedené v [22]. Určité komplikácie vznikajú s podmienenými prognózami v prípade dopredu hľadiaceho modelu (1.3). Tento problém je vyriešený v dodatku [27].

Úlohou centrálnej banky je teda nájsť optimálnu prípustnú trajektóriu nástrojov $\{E_\tau \mathbf{i}_{\tau+t}\}$ pre t od 0 po nekonečno tak, aby podmienené prognózy cieľových premenných $\{E_\tau \mathbf{c}_{\tau+t}\}$ pre t od 0 po nekonečno boli čo najbližšie k vytýčeným cieľom, čo je evidentné zo vzťahu (1.7). Túto úlohu, jej riešenie a postup jej riešenia možno považovať za podstatu inflačno-prognostickej procedúry. Týmto postupom odvodené optimálne pravidlo sa nazýva cieľové pravidlo, ktoré zaviedol L. E. O. Svensson a ktorý zastáva názor, že cieľovými pravidlami sa dá lepšie opísať rozhodovací rámec, uvažovanie a prax centrálnych bánk v režime inflačného cielenia. Optimálne cieľové pravidlo sa odvodzuje z podmienok prvého rádu, ktoré vzniknú z povinnosti minimalizovať celkovú stratovú funkciu pod diskréciou. S režimom inflačného cielenia sú okrem cieľových pravidiel konzistentné ešte niektoré inštrumentálne pravidlá a rozčlenenie pravidiel na nástrojové a cieľové súvisí práve so vznikom režimu inflačného cielenia.

1.2 Monetárno-politické pravidlá v režime inflačného cielenia

Lineárno-kvadratický rámec uvedený v časti 1.1. vyššie umožňuje presnejšie opísať pojem reakčnej funkcie, pravidla a rôznych druhov reakčných funkcií a pravidiel. Vzhľadom na vlastnosti riešenia modelu (1.3) a vlastnosti riešenia dynamického stochastického regulačného problému s nekonečným časovým horizontom - (a_τ), bude ďalej pozornosť sústredená na lineárne reakčné funkcie a pravidlá.

Reakčné funkcie sa delia na explicitné a implicitné. Pod explicitnou reakčnou funkciou sa rozumie zobrazenie, ktoré vektoru predeterminovaných premenných $\mathbf{x}_{1t}$ priradí vektor nástrojov $\mathbf{i}_t$. Lineárna explicitná reakčná funkcia sa dá popísať vzťahom:

$$\mathbf{i}_t = \mathbf{H}\mathbf{x}_{1t}, \tag{1.8}$$

kde $\mathbf{H}$ je matica reakčných koeficientov. Implicitnú reakčnú funkciu možno popísať ako zobrazenie, v ktorom vektor inštrumentov $\mathbf{i}_t$ zavisí od vektora predeterminovaných premenných $\mathbf{x}_{1t}$ a aj od vektora dopredu hľadiacich premenných $\mathbf{x}_{2t}$. Lineárna implicitná reakčná funkcia by mohla mať napr. tvar: $\mathbf{i}_t = \mathbf{H}_1\mathbf{x}_{1t} + \mathbf{H}_2\mathbf{x}_{2t}$, kde $\mathbf{H}_1$ a $\mathbf{H}_2$ sú matice reakčných koeficientov a $\mathbf{H}_2$ je rôzna od nulovej matice.

Pod monetárno-politickým pravidlom (skrátene pravidlom) sa rozumie predpis, vyjadrený algebraicky, numericky alebo graficky, podľa ktorého sa vykonáva monetárna politika. Pravidlom sa môže stať explicitná alebo implicitná reakčná funkcia, ak reakčné koeficienty spolu s funkčným tvarom sú predpísané pre vykonávanie monetárnej politiky. V súčasnej literatúre, ako už bolo spomenuté, sa rozlišujú inštrumentálne a cieľové pravidlá. Inštrumentálne pravidlá sa delia na explicitné a implicitné a to podľa toho, aká reakčná funkcia ich popisuje. V súvislosti s inflačným cielením, dôležitými príkladmi implicitných, dopredu hľadiacich pravidiel sú pravidlo inflačnej prognózy založenej na konštantnej úrokovej miere a pravidlo inflačnej prognózy založenej na s pravidlom konzistentnej úrokovej miere, za predpokladu, že v oboch pravidlách sú inflačné prognózy pre časové horizonty väčšie alebo rovné ako najmenší horizont, v ktorom môže krátkodobá úroková miera, chápaná ako monetárno-politický nástroj, ovplyvniť infláciu.

V prípade inštrumentálnych pravidiel možno definovať jednoduché, optimálne a optimálne jednoduché pravidlá, pričom pri optimálnych sa rozlišuje, či sa optimalizuje za predpokladov spojených so záväzným (optimalizácia pod záväzkom) alebo diskrecionárnym časovo konzistentným (optimalizácia pod diskréciou) správaním centrálnej banky. Vzniknú tak v literatúre známe pravidlá: optimálne záväzné pravidlo, optimálne jednoduché záväzné pravidlo, optimálne diskrecionárne pravidlo a optimálne jednoduché diskrecionárne pravidlo. Prvé tri sú podrobnejšie opísané v časti 1.3 nižšie a posledné možno nájsť v [5]. Za predpokladu Woodfordom navrhovanej koncepcie nekonečnej perspektívy, by bolo možné definovať a odvodiť optimálne Woodfordove pravidlo.

Okrem vyššie uvedeného členenia sa rozoznávajú deskriptívne a normatívne pravidlá. Deskriptívne pravidlá sa snažia opísať monetárno-politické správanie, normatívne pravidlá sa snažia hodnotiť monetárno-politické akcie v minulosti alebo poradiť, v istom zmysle najlepšie, budúce nastavenie monetárno-politických nástrojov.

Dôležitým príkladom monetárneho pravidla je známe Taylorove pravidlo, ktoré má tvar:

$$rs_t = rr^* + (1 + \chi)\pi_t + \mu y_t - \chi\pi^*_t, \qquad (1.9)$$

kde rs_t je krátkodobá nominálna úroková miera, rr^* je rovnovážna reálna úroková miera, π_t je miera inflácie, y_t je percentuálna odchýlka reálneho outputu od trendu, π^*_t je cieľová hodnota miery inflácie, χ a μ sú pozitívne koeficienty. Toto pravidlo je pomenované podľa J. B. Taylora, ktorý na jeho odvodenie v tvare (1.9) využil monetárno-politickú históriu USA a kvantitatívnu rovnicu. Tvar (1.9) s podmienkou kladnosti koeficientov χ a μ, je deskriptívnym pravidlom, lebo podľa tvrdení Taylora v [29] dobre popisuje monetárno-politické akcie počas viacerých monetárno-politických režimov v USA od konca 19. do konca 20. storočia. Spojením analýzy histórie USA, modelového prístupu a simulačných techník sa z Taylorovho pravidla, po priradení konkrétnych hodnôt koeficientom χ a μ, stáva normatívne pravidlo. Modelové simulácie ukázali, že Taylorove pravidlo s χ=0,5 a μ=0,5 v skorších obdobiach a s

χ=0,5 a μ=1 v neskorších obdobiach, je dobrým pravidlom a monetárno-politické akcie vykonané podľa tohto pravidla by pravdepodobne boli USA ušetrili od období vysokej inflácie alebo hospodárskeho úpadku. Toto pravidlo sa často používa v modeloch na reprezentáciu monetárno-politickej reakčnej funkcie.

1.3 Optimalizačné techniky, riešenie RE modelu a impulz-reakčné funkcie

Jednotlivé optimálne reakčné funkcie sú výsledkom riešenia základného problému - (a_τ), ku ktorému sa pridávajú dodatočné predpoklady, a to podľa toho, o aký typ reakčnej funkcie ide. Pri odvodení reakčných a impulz-reakčných funkcií je potrebné poznať riešenie RE modelu (1.3) a jeho vlastnosti.

1.3.1 Jednoduché záväzné pravidlo

Model monetárnej politiky v tvare (1.3) možno uzavrieť pravidlom monetárnej politiky v tvare:

$$\mathbf{i}_t = -\mathbf{F}\,[\mathbf{x}_{1t}', \mathbf{x}_{2t}']', \tag{1.10}$$

kde **F** je predpísané (známe), pričom matica **F** môže mať niektoré komponenty nulové. Takéto pravidlo je príkladom jednoduchého záväzného pravidla. Centrálna banka dáva týmto pravidlom verejnosti najavo, že nebude nastavovať svoj nástroj nezávisle od zvyšku ekonomiky, ale v závislosti od všetkých alebo niektorých premenných v modeli (1.3), teda pravidlo (1.10) sa dá považovať za endogénnu monetárno-politickú reakčnú funkciu, hoci jeho reakčné koeficienty v matici **-F** sú z pohľadu minimalizácie celkovej stratovej funkcie (1.5) v prípade jednoduchého záväzného pravidla exogénne. Endogénna politická reakčná funkcia dáva za pravdu tiež Lucasovej kritike, ktorá hovorí, že správanie ekonomických subjektov nie je invariantné k politickým opatreniam. Keďže sa očakávania privátneho sektora o budúcich hodnotách ekonomických premenných v súčasnosti modelujú tak, že obsahujú racionálnu zložku, menia sa zmenou politiky a to potom ovplyvňuje ich budúce hodnoty. Endogénna monetárno-politická a fiškálna reakčná funkcia sa v súčasnej dobe považuje za štandardný prvok moderných makroekonomických modelov.

Úloha, riešiť (1.3) za podmienky (1.10) a $\mathbf{x}_{1\tau}$ dané, matematicky reprezentuje lineárnu stochastickú diferenčnú rovnicu komplikovanú možnou prítomnosťou podmienených stredných hodnôt.

1.3.1.1 Riešenie lineárnej stochastickej diferenčnej rovnice s RE

Na riešenie tohto problému sa používa Schurova alebo zovšeobecnená Schurova dekompozícia v závislosti od toho, či matica G je regulárna alebo singulárna. Ak je regulárna, stačí použiť jednoduchú Schurovu dekompozíciu, v prípade singularity je potrebné použiť všeobecnú Schurovu dekompozíciu. Tieto dekompozície sú, ako maticové funkcie, súčasťou softvérov na riešenie matematických úloh, napr. MATLAB alebo OCTAVE, ktorý možno získať z internetu síce zdarma, ale bez garancie. Vzhľadom na matematickú nenáročnosť riešenia danej úlohy a na to, že spomínané softvéry sú pohodlné na vytvorenie procedúry, ktorá rieši túto úlohu, stačí pre ďalší postup zhrnúť podmienky a vlastnosti riešenia tohto problému:

1. Nevyhnutnou podmienkou jednoznačnosti riešenia problému je: počet dozadu hľadiacich, predeterminovaných premenných sa musí rovnať počtu vlastných hodnôt v absolútnej hodnote menších ako jedna, ktoré prislúchajú matici $\mathbf{A} - \mathbf{BF}$. Ak táto podmienka splnená nie je, úloha má nekonečný počet riešení alebo nemá riešenie.
2. V prípade jednoznačnosti riešenia, evolúcia systému (1.3) je:

   a./ $\mathbf{x}_{1t+1} = \mathbf{M}_{jz}\,\mathbf{x}_{1t} + \mathbf{v}_{t+1}$, (1.11)

   kde $t \geq \tau$, $\mathbf{x}_{1\tau}$ dané a index jz v označení matice $\mathbf{M}_{jz}$ indikuje, že sa jedná o jednoduché záväzné pravidlo. Teda $\mathbf{x}_{1t}$ je VAR(1) proces.

   b./ $\mathbf{x}_{2t} = \mathbf{D}_{jz}\mathbf{x}_{1t}$, (1.12)

   kde $t \geq \tau$ a index jz v označení matice $\mathbf{D}_{jz}$ má ten istý význam ako v a./.

Riešenie (1.3) je v tvare (1.11) a (1.12) za predpokladu, že matica **G** je jednotková. Tento predpoklad platí pre celú časť 1.3 nižšie. Ak by **G** v (1.3) bola regulárna, stačí pred riešením (1.3) obidve strany vynásobiť inverznou maticou ku **G** a preznačiť zodpovedajúce matice a premenné. Ak by bola singulárna, niektoré výsledky nižšie by vyžadovali drobné úpravy. Podrobnosti k riešeniu diferenčnej rovnice (1.3) je možné nájsť napr. v [23].

Treba zdôrazniť, že (1.10) je záväzným pravidlom, nakoľko centrálna banka sa v čase τ pre čas $t \geq \tau$ zaviazala správať podľa (1.10), čo ovplyvňuje racionálne očakávania (alebo modelovo konzistentnú racionálnu zložku očakávaní) privátneho sektora, teda centrálna banka sa pokúša manipulovať očakávania privátneho sektora.

Teraz bude zaujímavé ohodnotiť výkon pravidla (1.10) hodnotou celkovej stratovej funkcie (1.5) a odvodiť impulz-reakčné funkcie.

1.3.1.2 Výpočet hodnoty celkovej stratovej funkcie

Režim inflačného cielenia je zatiaľ úspešný v udržaní nízkej a stabilnej inflácie a to je racionálny dôvod na to, aby vektor cieľov $\mathbf{c_t}^*$ v (1.4) bol ďalej považovaný za časovo invariantný. Ďalšie technické zjednodušenie je možné dosiahnuť, teraz bez ujmy na všeobecnosti, jednoducho vynechaním vektora cieľov v (1.4) tým, že cieľové premenné budú merané od svojich konštantných cieľov, ktoré sú považované za nulu. Vzhľadom na (1.10), (1.6) a (1.12) je možné (1.4) upraviť na:

$$L_t = \mathbf{x_{1t}}'\mathbf{W}\mathbf{x_{1t}}, \tag{1.13}$$

kde $\mathbf{W} = \mathbf{P'C'KCP}$, $\mathbf{P} = [\ \mathbf{I}\ \ \mathbf{D_{jz}}'\ \mathbf{P_1}']'$, $\mathbf{P_1} = \mathbf{-F}\ [\ \mathbf{I}\ \ \mathbf{D_{jz}}']'$, $\mathbf{I}$ je jednotková matica a $t \geq \tau$. Úprava (1.4) na (1.13) sa premieta aj do celkovej stratovej funkcie (1.5). Na výpočet jej hodnoty sa používa metóda odhadu a verifikácie. Odhaduje sa, že celková stratová funkcia (1.5) má tvar:

$$J_\tau = \mathbf{x_{1\tau}}'\mathbf{V}\mathbf{x_{1\tau}} + s, \tag{1.14}$$

kde $\mathbf{V}$ je matica a s je skalár.

Avšak, spojením (1.5) a (1.13) musí platiť:

$$J_\tau = \mathbf{x_{1\tau}}'\mathbf{W}\mathbf{x_{1\tau}} + \beta E_\tau\, J_{\tau+1} \tag{1.15}$$

Dosadením za $J_{\tau+1}$ z (1.14) do (1.15) vzniká:

$$J_\tau = \mathbf{x_{1\tau}}'\mathbf{W}\mathbf{x_{1\tau}} + \beta E_\tau(\mathbf{x_{1\tau+1}}'\mathbf{V}\mathbf{x_{1\tau+1}} + s), \tag{1.16}$$

čo sa využitím (1.11) upraví na:

$$J_\tau = \mathbf{x_{1\tau}}'\mathbf{W}\mathbf{x_{1\tau}} + \beta E_\tau(\ (\mathbf{M_{jz}}\mathbf{x_{1\tau}} + \mathbf{v_{\tau+1}})'\mathbf{V}(\mathbf{M_{jz}}\mathbf{x_{1\tau}} + \mathbf{v_{\tau+1}}) + s) \tag{1.17}$$

Z rovnosti pravej strany (1.14) a upravenej pravej strany (1.17) možno dedukovať, že:

$$s = \beta E_\tau(\ \mathbf{v_{\tau+1}}'\ \mathbf{V}\ \mathbf{v_{\tau+1}}\ ) + \beta s, \tag{1.18}$$

$$\mathbf{V} = \mathbf{W} + \beta\mathbf{M_{jz}}'\mathbf{V}\mathbf{M_{jz}} \tag{1.19}$$

Vzhľadom na to, že s je skalár, (1.18) sa dá upraviť pomocou trace operátora na:

$$s = \beta(1-\beta)^{-1}\mathrm{tr}(\mathbf{V\Sigma}), \tag{1.20}$$

kde $\mathbf{\Sigma}$ je $\mathrm{cov}(\mathbf{v_t})$.

Maticu $\mathbf{V}$, potrebnú pre výpočet hodnoty s vo vzorci (1.20), možno vypočítať iteráciou podľa (1.19) so štartovacou nulovou maticou. Vzhľadom na to, že $\mathbf{x_{1\tau}}$ je dané, sú na pravej strane vzorca (1.14) známe hodnoty všetkých premenných.

1.3.1.3 Impulz-reakčné funkcie

Podľa vzťahu (1.11) impulz-reakčná funkcia pre proces $\{\ \mathbf{x_{1\tau+t}}\}$, $t>0$, je daná:

$$\mathbf{x}_{1\tau+t} = \mathbf{v}_{\tau+t} + \mathbf{M}_{jz}\,\mathbf{v}_{\tau+t-1} + \dots\dots\dots + \mathbf{M}_{jz}^{t-1}\,\mathbf{v}_{\tau+1} + \mathbf{M}_{jz}^{t}\,\mathbf{x}_{1\tau} \qquad (1.21)$$

Obyčajne sa predpokladá, že v čase t=1 nastal jednotkový šok len u jednej zložky vektora šokov a ostatné sú nulové. Tento predpoklad nie je korektný v prípade korelovanosti zložiek vektora šokov. Vtedy je potrebné aplikovať na vektor šokov ortogonalizačnú transformáciu uvedenú napr. v [1], s.153. Ďalším predpokladom obvykle býva, že vektory šokov v časoch t>1 sú nulové, takže na výpočet $\mathbf{x}_{1\tau+t}$, pre $t \geq 1$, sa použijú len posledné dva sčítance pravej strany (1.21). Vzhľadom na to, že v prípade jednoduchého záväzného pravidla platí (1.10) a (1.12), je možné ľahko vypočítať hodnoty vektorov procesov $\{\mathbf{i}_{\tau+t}\}$ a $\{\mathbf{x}_{2\tau+t}\}$ pre čas $t \geq 1$.

1.3.2 Optimálne jednoduché záväzné pravidlo

V časti 1.3.1 bola exogénne zvolená matica **F**, ktorá mohla mať niektoré prvky nulové, za predpokladu (1.10) sa vyriešil RE model (1.3) a v prípade jednoznačnosti riešenia, bola podľa (1.14), (1.19) a (1.20) vypočítaná hodnota celkovej stratovej funkcie, ktorá závisela aj od matice **F**. Natíska sa otázka: ako treba zvoliť parametre matice **F**, aby hodnota celkovej stratovej funkcie bola minimálna?

Tento problém je možné vyriešiť rozdelením prvkov matice **F** na fixné a voľné. Optimalizácia prebieha vzhľadom na voľné prvky a vyberie také pravidlo, pri ktorom je hodnota celkovej stratovej funkcie minimálna a riešenie RE modelu jednoznačné. Optimálne jednoduché záväzné pravidlo nie je však ekvivalentné s nižšie uvedeným globálnym optimálnym záväzným pravidlom, nakoľko optimalizácia prebieha pri obmedzeniach. Jeho parametre závisia aj od hodnoty $\mathbf{x}_{1\tau}$ a od variančno-kovariančnej matice $\mathbf{\Sigma}$. To znamená, že pri iných hodnotách $\mathbf{x}_{1\tau}$ alebo $\mathbf{\Sigma}$, by mohli byť parametre optimálneho jednoduchého pravidla iné.

1.3.3 Optimálne záväzné pravidlo

Na odvodenie optimálneho záväzného pravidla sa využíva Lagrangeova metóda stochastických multiplikátorov aplikovaná na úlohu (a_τ), ktorá je doplnená predpokladom, že centrálna banka sa správa ako Stackelbergov vodca[1] a pokúša sa manipulovať racionálnu zložku očakávaní privátneho sektora.

---

[1] Pojem Stackelbergov vodca je známy z teórie hier a rozhodovania a z mikroekonómie pri analýze správania duopolov a možno ho teraz aplikovať na iných dvoch „hráčov": centrálnu banku ako vodcu a privátny sektor ako nasledovníka. Centrálna banka sa stáva vyhlásením záväzného pravidla vodcom a predpokladá, že privátny sektor podľa toho upraví svoje správanie, pričom vie mechanizmus, ako nasledovník zmení svoje očakávania a ako to ovplyvní skutočné hodnoty ekonomických premenných. Teda vodca sa snaží manipulovať očakávania nasledovníka. Privátny sektor prijíma úlohu nasledovníka a upravuje svoje správanie podľa vodcom vyhlásenej stratégie.

Nech opäť vektor cieľov $\mathbf{c}_t^*$ v (1.4) je nulový. Keďže platí (1.6), možno (1.4) upraviť na tvar:

$$L_t = [\mathbf{j}_t', \mathbf{i}_t'] \, \mathbf{W} \, [\mathbf{j}_t', \mathbf{i}_t']', \qquad (1.22)$$

kde $\mathbf{j}_t = [\mathbf{x}_{1t}', \mathbf{x}_{2t}']'$, $t \geq \tau$ a bloková matica $\mathbf{W} = \mathbf{C'KC}$ pozostáva z blokov $\mathbf{W}_{uv}$, pričom indexy u,v reprezentujú niektoré z vektorových premenných $\mathbf{j}_t$, $\mathbf{i}_t$. Teda, napr. $\mathbf{W}_{ji}$ je blok matice $\mathbf{W}$ prislúchajúci k premenným $\mathbf{j}_t$ a $\mathbf{i}_t$ v zápise (1.22). Ale napr. $\mathbf{W}_{jj}$ je blok matice $\mathbf{W}$ prislúchajúci len k premennej $\mathbf{j}_t$ v zápise (1.22). Po týchto úpravách premietnutých do celkovej stratovej funkcie (1.5) a modelu (1.3), Lagrangián úlohy (a_τ), pre τ=0, má tvar:

$$L_0 = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \{\mathbf{j}_t'\mathbf{W}_{jj}\,\mathbf{j}_t + 2\mathbf{j}_t'\mathbf{W}_{ji}\,\mathbf{i}_t + \mathbf{i}_t'\mathbf{W}_{ii}\,\mathbf{i}_t + 2\rho_{t+1}'(\,\mathbf{A}\mathbf{j}_t + \mathbf{B}\mathbf{i}_t + \mathbf{u}_{t+1} - \mathbf{j}_{t+1})\}, \qquad (1.23)$$

kde ρ_{t+1} je vektor Lagrangeových multiplikátorov prislúchajúcich k vektoru $\mathbf{j}_{t+1}$ so zložkami ρ_{1t+1} a ρ_{2t+1} prislúchajúcimi k $\mathbf{x}_{1t+1}$ a $\mathbf{x}_{2t+1}$, $\mathbf{W}_{ij}$ sa bez ujmy na všeobecnosti rovná $\mathbf{W}_{ji}$, $\mathbf{u}_{t+1} = [\mathbf{v}_{t+1}', -\alpha_{t+1}']'$ a $\mathbf{x}_{2t+1} = E_t\mathbf{x}_{2t+1} + \alpha_{t+1}$ (pri vektore α_{t+1} sa predpokladá tiež biely šum).

Podmienky prvého rádu sú:

1./ vzhľadom na $\mathbf{i}_t$: $\quad -\mathbf{B}'E_t\rho_{t+1} = \mathbf{W}_{ji}'\mathbf{j}_t + \mathbf{W}_{ii}\,\mathbf{i}_t$, (1.24)

2./ vzhľadom na $\mathbf{j}_t$: $\quad \beta A'E_t\rho_{t+1} = \rho_t - \beta\mathbf{W}_{jj}\,\mathbf{j}_t - \beta\mathbf{W}_{ji}\,\mathbf{i}_t$, (1.25)

Rovnice (1.24), (1.25) a modifikovanú (1.3) možno zapísať nasledovne:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{I}_n & \mathbf{0}_{nxk} & \mathbf{0}_{nxn} \\ \mathbf{0}_{nxn} & \mathbf{0}_{nxk} & \beta A' \\ \mathbf{0}_{kxn} & \mathbf{0}_{kxk} & -\mathbf{B}' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{j}_{t+1} \\ \mathbf{i}_{t+1} \\ E_t\rho_{t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{B} & \mathbf{0}_{nxn} \\ -\beta\mathbf{W}_{jj} & -\beta\mathbf{W}_{ji} & \mathbf{I}_n \\ \mathbf{W}_{ji}' & \mathbf{W}_{ii} & \mathbf{0}_{kxn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{j}_t \\ \mathbf{i}_t \\ \rho_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{u}_{t+1} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}, \qquad (1.26)$$

kde $n = n_1 + n_2$, n_1 je počet zložiek vektora $\mathbf{x}_{1t}$, n_2 je počet dopredu hľadiacich premenných $\mathbf{x}_{2t}$, $\mathbf{I}_n$ je jednotková matica nxn a k je počet zložiek vektora nástrojov $\mathbf{i}_t$.

Keďže lineárna stochastická diferenčná rovnica (1.26) je tvaru (1.3), podľa postupu v 1.3.1.1 vyššie, výsledné riešenie je:

a./ $[\mathbf{x}_{1t+1}', \rho_{2t+1}']' = \mathbf{M}_{oz}\,[\mathbf{x}_{1t}', \rho_{2t}']' + [\mathbf{v}_{t+1}', \mathbf{0}']'$, (1.27)

s inicializačnými podmienkami: ρ_{20} (rovné nulvektoru), $\mathbf{x}_{10}$ (dané), kde $t \geq 0$, index oz v označení matice $\mathbf{M}_{oz}$ indikuje, že sa jedná o optimálne záväzné pravidlo.

b./ $[\mathbf{x}_{2t}', \mathbf{i}_t', \rho_{1t}']' = \mathbf{D}_{oz}\,[\mathbf{x}_{1t}', \rho_{2t}']'$, (1.28)

kde $t \geq 0$ a index oz v označení matice $\mathbf{D}_{oz}$ má ten istý význam ako v a./.

Hodnota celkovej stratovej funkcie (1.5) sa vypočíta podľa postupu, uvedeného v 1.3.1.2 vyššie s malými zmenami. V (1.13) treba $\mathbf{x}_{1t}$ nahradiť vektorom $[\mathbf{x}_{1t}', \rho_{2t}']'$, matica $\mathbf{W}$ sa rozšíri o nulové riadky a stĺpce, ktoré zodpovedajú umelému zabudovaniu vektora tieňových cien ρ_{2t} do stratovej funkcie na jedno obdobie, namiesto (1.10) a (1.12) sa do matice $\mathbf{W}$

premietne vzťah (1.28) a v (1.17) sa namiesto (1.11) použije (1.27). Podobné modifikácie je potrebné vykonať na to, aby podľa postupu v 1.3.1.3 boli odvodené impulz-reakčné funkcie pre optimálne záväzné pravidlo.

K optimálnemu záväznému pravidlu a vôbec k záväzným pravidlám alebo ku koncepcii politiky na báze záväzku by bolo vhodné uviesť niekoľko poznámok. Pri riešení úlohy (a_τ) v tejto časti sa vyskytujú Lagrangeove multiplikátory, prislúchajúce k premenným $\mathbf{x}_{1\tau+t}$ aj $\mathbf{x}_{2\tau+t}$ a inicializačné podmienky sú $\mathbf{x}_{1\tau}$ a Lagrangeove multiplikátory, prislúchajúce k endogénnym $\mathbf{x}_{2\tau}$ sa volia nulové, pretože $\mathbf{x}_{2\tau}$ je predmetom politického výberu (pri splnení určitých predpokladov účelová funkcia parciálne derivovaná podľa $\mathbf{x}_{2\tau}$ sa musí rovnať nule, čo je rovné príslušnej tieňovej cene). Avšak Lagrangeove multiplikátory, prislúchajúce k $\mathbf{x}_{2\tau+t}$, majú tendenciu pre t kladné byť nenulové. Toto je už pohľad, ktorý súvisí s problémom časovej inkonzistencie politiky centrálnej banky. Centrálna banka vyhlásením záväzného pravidla obchádza problém časovej inkonzistencie. Časovo inkonzistentnú politiku by privátny sektor určite nepovažoval za hodnovernú, jej aplikáciou by centrálna banka sotva dosiahla svoje zámery a k jej kredibilite by to určite neprispelo. Na jednej strane takáto koncepcia záväznej politiky umožňuje monetárnej autorite uniknúť problému časovej inkonzistencie, na druhej strane je namieste otázka, či je model správania privátneho sektora pri tejto koncepcii hodnoverný. Totiž voľbou nulových Lagrangeových multiplikátorov, prislúchajúcim k $\mathbf{x}_{2\tau}$, sa vlastne centrálna banka pokúša manipulovať očakávania privátneho sektora, ktorý je týmto nútený okamžite porozumieť novej politike. A to už sa hodnoverné nezdá. To viedlo Woodforda ku koncepcii nekonečnej perspektívy záväznej politiky, ktorá postupne vytláča vyššie opísanú štandardnú koncepciu politiky na báze záväzku a ktorá je vysvetlená napr. v [18]. Woodford navrhuje pri riešení problému (a_τ) ignorovať inicializačné podmienky, čo sa môže spojiť s predstavou, že vyhlásenie záväzku sa robí nie v čase τ, ale v dávnej minulosti.

1.3.4 Optimálne diskrecionárne pravidlo

Odvodenie optimálneho diskrecionárneho časovo konzistentného pravidla sa zakladá na Bellmanovom princípe optimality. Centrálna banka optimalizuje v čase τ za účelom nájsť optimálne pravidlo monetárnej politiky v tvare $\mathbf{i}_\tau = -\mathbf{F}_\tau \mathbf{x}_{1\tau}$ za podmienky, že v čase $\tau+1$ bude reoptimalizovať za účelom nájsť pre čas $\tau+1$ optimálne pravidlo monetárnej politiky v tvare $\mathbf{i}_{\tau+1} = -\mathbf{F}_{\tau+1}\mathbf{x}_{1\tau+1}$ za podmienky, že v čase $\tau+2$ ......atď. Centrálna banka sa v tomto prípade už nespráva, zaviazaním sa ku konštantnénu pravidlu ako Stackelbergov vodca, ale jej správanie možno popísať hľadaním perfektnej Nashovej rovnováhy. Podľa klasifikácie v [21] je takéto pravidlo zaradené medzi časovo konzistentné pravidlá so spätnou väzbou. Za predpokladu, že by bolo možné nájsť stacionárne pravidlo:

$$\mathbf{i}_{\tau+t} = -\mathbf{F}_{od}\mathbf{x}_{1\tau+t}, \tag{1.29}$$

kde $\mathbf{F}_{od}$ je lim $\mathbf{F}_{\tau+t}$ pre t idúce do nekonečna, potom podľa postupu v 1.3.1.1 vyššie, vyriešením (1.3) by sa získal lineárny vzťah medzi $\mathbf{x}_{1\tau+t}$ a $\mathbf{x}_{2\tau+t}$ v tvare:

$$\mathbf{x}_{2\tau+t}= \mathbf{D}_{od}\mathbf{x}_{1\tau+t}, \tag{1.30}$$

kde index od indikuje optimálne diskrecionárne stacionárne časovo konzistentné pravidlo a $t\geq 0$. Keďže úlohou bude vypočítať stacionárnu maticu $\mathbf{F}_{od}$, ktorá implikuje lineárny vzťah (1.30), bude rozumné predpokladať, že medzi $\mathbf{x}_{1\tau+t}$ a $\mathbf{x}_{2\tau+t}$ pre $t\geq 0$, existuje v čase sa meniaci lineárny vzťah:

$$\mathbf{x}_{2\tau+t} = \mathbf{D}_{\tau+t}\mathbf{x}_{1\tau+t} \tag{1.31}$$

a matica $\mathbf{D}_{od}$ sa získa ako limita postupnosti matíc $\mathbf{D}_{\tau+t}$, pre t idúce do nekonečna. Takže, centrálni bankári budú pre každé $t\geq 0$, riešiť úlohu (a_t) s podmienkou, že pre racionálnu zložku očakávaní privátneho sektora platí:

$$E_t\mathbf{x}_{2t+1} = \mathbf{D}_{t+1}E_t\mathbf{x}_{1t+1}, \tag{1.32}$$

pričom bez ujmy na všeobecnosti $\tau=0$. Pre nulový časovo invariantný vektor cieľov, sa táto úloha upravená na Bellmanovu rovnicu, dá zapísať nasledovne:

$$J_t = \min \{\mathbf{j}_t'\mathbf{W}_{jj}\,\mathbf{j}_t + 2\mathbf{j}_t'\mathbf{W}_{ji}\,\mathbf{i}_t + \mathbf{i}_t'\mathbf{W}_{ii}\,\mathbf{i}_t + \beta E_t J_{t+1}\}, \tag{1.33}$$

za podmienkok (1.3), (1.32), $\mathbf{x}_{1t}$ dané a $t\geq 0$, kde $\mathbf{j}_t$, $\mathbf{W}_{ji}$ a $\mathbf{W}_{ii}$ má ten istý význam ako v (1.22) a J_t je hodnota celkovej stratovej funkcie (1.5) v čase t. Dôležitým upresnením je, že minimalizuje sa iba vzhľadom na nástroj $\mathbf{i}_t$, teda, nie ako pri odvodení optimálneho záväzného pravidla, kde predmetom výberu boli aj dozadu a dopredu hľadiace premenné, samozrejme, okrem inicializačnej hodnoty dozadu hľadiacej premennej, ktorá bola daná. Je to dôsledok predpokladu diskrecionárneho správania sa centrálnej banky, pri ktorom sa proces tvorby racionálnej zložky očakávaní berie ako daný a konzistentný s aktuálnou politikou. Privátny sektor si racionálnu zložku očakávaní o dopredu hľadiacich premenných formuje podľa vzťahu (1.32). Centrálni bankári v každom čase $t\geq 0$, hľadajú maticu $\mathbf{F}_t$ tak, aby $\mathbf{i}_t = -\mathbf{F}_t\mathbf{x}_{1t}$ bolo optimálne s tým, že rešpektujú, že budúce obdobia spravia to isté, čo je zabudované v Bellmanovej rovnici (1.33). Minulosť ich však nezaujíma, nakoľko sa predpokladá, že celá minulosť je zahrnutá v stave ekonomiky: $\mathbf{x}_{1t}$ dané. Na vyriešenie Bellmanovej rovnice (1.33) za vyššie uvedených podmienok sa využíva metóda odhadu a verifikácie. Podobne ako v 1.3.1.2 sa odhaduje, že:

$$J_t = \mathbf{x_{1t}}'\mathbf{V_t}\mathbf{x_{1t}} + s_t, \tag{1.34}$$

kde $\mathbf{V_t}$ je od času závislá matica a s_t časovo závislý skalár. Po zdĺhavých úpravách, ktoré v skrátenej podobe možno nájsť v [23], sa z podmienok prvého rádu odvodí optimálne $\mathbf{i_t} = -\mathbf{F_t}\, \mathbf{x_{1t}}$, následne vzťah $\mathbf{x_{2t}} = \mathbf{D_t}\mathbf{x_{1t}}$ a optimálne J_t. Problém je v tom, že na výpočet $\mathbf{F_t}$, $\mathbf{D_t}$, $\mathbf{V_t}$ a s_t sú potrebné $\mathbf{D_{t+1}}$,$\mathbf{V_{t+1}}$ a s_{t+1}, o ktorých sa predpokladalo, že sú známe, ale v skutočnosti nie sú známe. K stacionárnym vzťahom, pokiaľ existujú, sa dá dopracovať metódou iterácií s nejakými vhodnými inicializačnými hodnotami pre $\mathbf{D_{t+1}}$ a $\mathbf{V_{t+1}}$. Výsledkom je stacionárne pravidlo v tvare (1.29), stacionárny vzťah medzi $\mathbf{x_{2t}}$ a $\mathbf{x_{1t}}$ v tvare (1.30) a dynamika premennej $\mathbf{x_{1t}}$:

$$\mathbf{x_{1t+1}} = \mathbf{M_{od}}\mathbf{x_{1t}} + \mathbf{v_{t+1}}, \tag{1.35}$$

kde index od značí optimálne diskrecionárne stacionárne pravidlo. Optimálna hodnota celkovej stratovej funkcie sa vypočíta podľa (1.14) a (1.20) z 1.3.1.2, kde $\mathbf{V}$ je stacionárna matica hodnôt pre $\mathbf{V_t}$ z (1.34), získaná ako výsledok iteračného procesu. Na odvodenie impulz-reakčnej funkcie pre tento prípad možno použiť postup uvedený v 1.3.1.3 vyššie.

1.4 Ekonomický význam optimalizačných techník

Doteraz som sa vyhýbal otázke, ako treba chápať stratégiu inflačného cielenia. Je to záväzná alebo diskrecionárna politika? L. E. O. Svensson pri odvodení cieľového pravidla vychádzal z povinnosti minimalizovať celkovú stratovú funkciu pod diskréciou, ako už bolo spomenuté v časti 1.1 vyššie. Svensson v [27] zastáva názor, že správanie centrálnej banky v režime inflačného cielenia je skôr diskrecionárne. Teda napr. centrálna banka pracujúca v režime inflačného cielenia by sa mohla odchýliť od vyhláseného krátkodobého cieľa, ale nie od strednodobého cieľa a krátkodobo sa venovať napr. outputu. Toto sa však nepáči Mc Callumovi v [19], ktorý si myslí, že inflačné cielenie je záväznou politikou. Spor, či je inflačné cielenie záväznou alebo diskrecionárnou politikou neuberie však technikám uvedeným v časti 1.3 z ich užitočnosti. Optimalizačné techniky z časti 1.3 sú na to, aby poradili centrálnej banke čo najkvalitnejšiu endogénnu reakčnú funkciu (pravidlo), pomocou ktorej nastaví nástroj tak, aby sa budúce cieľové premenné ovplyvnené očakávaniami, čo najrýchlejšie a/alebo bez výraznejších výkyvov priblížili k cieľom. Celková stratová funkcia (1.5) sumarizuje očakávané diskontované štvorce odchýliek hodnôt cieľových premenných od cieľov s príslušnými váhami v nekonečnom časovom horizonte. Čo sa tu javí možno trochu neobvyklé a čisto teoretické je nekonečný časový horizont. Centrálna banka sa týmto uistí, že jej politika, ktorá sa javí dobrá v strednodobom horizonte, dovedie ekonomiku k rozumným hodnotám aj v (ľubovoľne) dlhej dobe a nekonečný časový horizont súvisí s mierou myopie centrálnych bankárov. Uvažovanie len v strednodobom horizonte by nasvedčovalo o krátkozrakosti centrálnej banky. Celkovou stratovou funkciou sa dá merať výkon (kvalita) monetárno-politických pravidiel, či reakčných funkcií a testovať ich modelová odolnosť. Optimálne reakčné funkcie odvodené z modelu (1.3) a účelovej funkcie (1.5) pomocou optimalizačných techník z časti 1.3 sú modelovo odolné, ak vzhľadom k inému modelu a k tej istej účelovej funkcii sa hodnota celkovej stratovej funkcie líši od minimálnej len nepatrne. Impulz-reakčnými funkciami možno testovať šokovú odolnosť monetárno-politických pravidiel, teda ich schopnosť eliminovať šoky, ktoré zasahujú ekonomiku.

Techniky z časti 1.3 sú výpočtovo náročné a preto je výhodné ich realizovať na počítači. Aplikácia všetkých techník z časti 1.3 na jednoduchý dopredu hľadiaci lineárny model je uvedená v [12].

2 Sofistikované modely monetárnej politiky

Ako už bolo spomenuté v prvej kapitole tejto práce, režim inflačného cielenia možno stručne charakterizovať vytýčením cieľov pre infláciu, procedúrou inflačno-prognostického cielenia a vysokým stupňom transparentnosti a zodpovednosti. Centrálna banka oznámi verejnosti svoj záväzok dosiahnuť vytýčené ciele pre určitý časový horizont. Už vyhlásenie tohto záväzku centrálnou bankou v spojení s jej kredibilitou môže mať efekty na očakávania privátneho sektora o budúcich hodnotách makroekonomických premenných. Tieto očakávania potom ovplyvňujú skutočné budúce hodnoty makroekonomických premenných. Monetárna autorita vytyčuje svoje ciele pre časový horizont, v ktorom cieľové premenné nie sú predeterminované, teda dnešnou monetárno-politickou akciou už neovplyvniteľné. Podstatou procedúry inflačno-prognostického cielenia je nastavenie postupnosti nástrojov centrálnej banky v čase tak, aby prognóza cieľových premenných pre uvažovaný časový horizont bola rovná cieľom vytýčeným pre tento časový horizont. Pre režim inflačného cielenia je charakteristická otázka: aká má byť hodnota nástroja, aby hodnoty cieľových premenných v budúcnosti dosiahli úroveň vytýčených cieľov? Ako príklad možno uviesť: ako treba nastaviť krátkodobé nominálne úrokové miery dnes a v blízkej budúcnosti, aby miera inflácie o dva roky dosiahla cieľ pre tento horizont 3%? V režime inflačného cielenia sa teda nepýtame: aká bude inflácia, ak sa nástroj nastaví na určitú hodnotu?

Režim inflačného cielenia je viazaný na strednodobý horizont, ktorý dostatočne pokrýva oneskorenia v prenosovom mechanizme od zmeny nástroja centrálnej banky po zmenu cieľových premenných. Prognostická schopnosť kvalitných dozadu hľadiacich modelov je pomerne dobrá na krátkodobý horizont. V strednodobom až dlhodobom horizonte tieto modely často generujú nezmyselné prognostické hodnoty.

Ak rozhodovací proces inflačno-cieliacej centrálnej banky má podporiť model monetárnej politiky, z vyššie uvedeného vyplývajú jasné závery pre jeho základné vlastnosti. Tento model by mal byť dopredu hľadiaci a bude teda obsahovať racionálne očakávania o budúcich hodnotách premenných chápané ako s modelom konzistentné prognózy týchto hodnôt premenných. Monetárnu autoritu v režime inflačného cielenia musí zaujímať skôr budúcnosť ako minulosť. To bude mať dopad aj na odhad parametrov modelu. Odhady parametrov pomocou ekonometrických techník opierajúcich sa o historické dáta môžu byť zavádzajúcou informáciou, nehovoriac o krátkych časových radoch, ktoré naviac odrážajú prudké zmeny vo vývoji transformujúcich sa ekonomík. Úloha inflačno-cieliacej monetárnej autority v dopredu hľadiacom modeli musí byť zachytená endogénnou dopredu hľadiacou monetárno-politickou reakčnou funkciou. Centrálna banka teda nemôže nastavovať svoj nástroj nezávisle od zvyšku ekonomiky, ale práve v priamej alebo nepriamej závislosti od modelových premenných.

Pomerne obstojný dopredu hľadiaci model monetárnej politiky sa dá zapísať pomocou stavovo-časovej formy (1.3), teda v lineárnej podobe. Ale v profesionálnejších modeloch monetárnej politiky sa napr. krátkodobý kompromis medzi infláciou a medzerou v outpute vyjadruje rýdzo konvexnou krátkodobou Phillipsovou krivkou. Krátkodobá Phillipsova krivka má v modeli monetárnej politiky dôležité miesto a jej modelové vyjadrenie reprezentuje dynamiku inflácie. Modelová špecifikácia takejto krátkodobej Phillipsovovej krivky teda hovorí, že model monetárnej politiky bude z matematického hľadiska nelineárny. Dôvodov uvažovať o nelineárnosti modelu monetárnej politiky by sa našlo rozhodne viac. Sofistikovanejšie modely obsahujú napr. výdavkové identity typu „ceny krát množstvá“, kde ceny aj množstvá sú endogénnymi premennými.

Základný model Centrálnej banky Nového Zélandu (CBNZ), ktorý sa v jej rozhodovacom procese využíva, je dopredu hľadiaci a nelineárny. Sotva by sa však niekto odhodlal skonštruovať profesionálny dopredu hľadiaci a vo všeobecnosti nelineárny model monetárnej politiky inflačno-cieliacej monetárnej autority pre každodenné využitie, ak by ho nevedel vyriešiť, odhadnúť jeho parametre, prípadne dospieť k výsledkom (prognózam, politickým záverom vyplývajúcim z modelových analýz) v rozumnom čase. Techniky uvedené v prvej kapitole sú v tomto prípade už nepoužiteľné, prípadne použiteľné po linearizácii pomocou viacrozmerného Taylorovho rozvoja s rizikom dopustenia sa chyby zanedbaním nelineárnych členov rozvoja. Preto sa táto kapitola venuje metódam riešenia a estimácie parametrov dopredu hľadiacich nelineárnych modelov a problémom optimálneho monetárno-politického riadenia v týchto modeloch. V tejto kapitole je uvedený aj malý dopredu hľadiaci nelineárny model, ktorý predstavuje moderný modelový obraz monetárneho transmisného mechanizmu otvorenej ekonomiky a na ktorý sú niektoré z týchto techník aplikované. V závere tejto kapitoly je stručný opis vlastností a princípov konštrukcie základného modelu CBNZ.

2.1 Nelineárne dopredu hľadiace modely

Dopredu hľadiaci nelineárny model s racionálnymi očakávaniami možno všeobecne vyjadriť v tvare:

$$f_i\,(\mathbf{en_t}, \mathbf{en_{t-1}}, ..., \mathbf{en_{t-p}}, E_t\mathbf{en_{t+1}}, E_t\mathbf{en_{t+2}}, ..., E_t\mathbf{en_{t+h}}, \mathbf{ex_t}, \mathbf{k_i}) = u_{it}, \quad \text{pre } i=1, ..., n; \qquad (2.1)$$

kde $\mathbf{en}_t$ je 1xn rozmerný vektor endogénnych premenných modelu čase t, p je maximálne oneskorenie endogénnej premennej v modeli (2.1), h je maximálny počet období vpred pre endogénne premenné vystupujúce v modeli, E_t je operátor podmienenej strednej hodnoty založenej na modeli samom a na informáciách v čase t, $\mathbf{ex}_t$ je riadkový vektor exogénnych premenných v čase t, $\mathbf{k}_i$ je vektor parametrov modelu pre i-tú rovnicu, f_i je označenie pre vo všeobecnosti nelineárnu funkciu vzhľadom k endogénnym premenným, podmieneným stredným hodnotám z endogénnych premenných, k exogénnym premenným a parametrom modelu, u_{it} pre i=1 až n sú stacionárne náhodné chyby s nulovou strednou hodnotou, ktoré môžu byť korelované medzi rovnicami ($Eu_{it}u_{jt}$ je rôzne od nuly pre i rôzne od j) a v čase ($Eu_{it}u_{is}$ je rôzne od nuly pre t rôzne od s). Model (2.1) je vo všeobecnosti nelineárny, dynamický, stochastický a je to RE model (model s racionálnymi očakávaniami) v tom zmysle, že očakávania o budúcich endogénnych premenných sú podmienené prognózy založené na modeli samom.

Model (2.1) sa dá riešiť viacerými metódami. Medzi najznámejšie metódy patrí Fair-Taylorova deterministická a stochastická simulácia v literatúre označovaná obyčajne ako EP metóda (Extended Path method) a metóda ukladania časových vektorov (stacked time algorithm). Tieto metódy sú súčasťou ekonometricko-štatistických softvérových balíkov ako napr. EVIEWS, TROLL a sú použiteľné aj na riešenie veľkých modelov pozostávajúcich zo stoviek rovníc. Väčšia pozornosť bude sústredená na Fair-Taylorovu metódu, pomocou ktorej sa za istých predpokladov dajú odhadnúť metódou maximálnej vierohodnosti aj parametre modelu a do ktorej sa dá zakomponovať aj odvodenie optimálnej reakčnej funkcie monetárnej politiky. Endogénne premenné modelu (2.1) bez linearizácie sa vo všeobecnosti nedajú explicitne vyjadriť v redukovanej forme tak, ako tomu bolo v lineárnych dopredu hľadiacich modeloch. Podobne, optimálne monetárno-politické pravidlo nebude možné vo všeobecnosti analyticky odvodiť a explicitne vyjadriť nejakým jednoduchým vzťahom.

2.2 Fair-Taylorova metóda riešenia nelineárnych RE modelov

Pri tejto metóde si najskôr treba uvážiť, či je pri riešení nelineárneho RE modelu dôležitejšia presnosť alebo čas. Výpočtový čas pre riešenie nelineárnych RE modelov deterministickou Fair-Taylorovou metódou je obyčajne oveľa menší ako pomocou jej stochastickej verzie, ktorá naopak pri niektorých modeloch býva presnejšia. Je ideálne, ak model monetárnej politiky je nenáročný na údržbu aj na čas, za ktorý možno získať presné výsledky. Takže voliť kompromis, keď už je model skonštruovaný je často krát neskoro.

Tvorcovia základného modelu Centrálnej banky Nového Zélandu namodelovali 10-ročnú dlhodobú ex ante úrokovú mieru „zložením“ z dvoch hypotetických 5-ročných úrokových mier, aby sa tým vyhli väčšiemu počtu období vpred v modeli a tým skrátili výpočtový čas. Nižšie uvedená Fair-Taylorova deterministická a stochastická metóda predpokladá neautokorelovanosť náhodných chýb u_{it}, pre i=1, ..., n v zápise (2.1). V prípade, že náhodné chyby sú autokorelované je potrebné použiť modifikovanú EP metódu, ktorá je uvedená napr. v [10]. Ďalej o hodnotách exogénnych premenných $\mathbf{ex_t}$, $E_t\mathbf{ex_{t+j}}$, pre j=1,... a o parametroch modelu sa predpokladá, že sú známe. Ak nejaká z hodnôt exogénnych premenných nie je známa, ale exogénna premenná môže byť opísaná známym stochastickým procesom, možno ju zaradiť medzi endogénne premenné. EP metódy sú numerickými iteračnými metódami.

2.2.1 Fair-Taylorova deterministická simulácia

Algoritmus na riešenie modelu (2.1) pre pevný čas t=s pomocou deterministickej EP metódy vychádza zo základného predpokladu, ktorým je aproximácia náhodných chýb v čase s a neskôr ich strednou hodnotou a pozostáva z piatich krokov:

(i) Zvoľme k prirodzené, ktoré predstavuje inicializačný odhad počtu období za horizont h, pre ktorý je potrebné počítať podmienené stredné hodnoty v predpísanej tolerancii: TOL3. Zvoľme inicializačné hodnoty ohraničenej postupnosti $\mathbf{g_r}$, pre r=1, 2, ..., k+2h (napr. nulové) a položme $E_s\mathbf{en_{s+r}}$ rovné $\mathbf{g_r}$, pre r=1, 2, ..., k+2h. Pre účely prehľadnejšieho opísania iterácií označme tieto inicializačné hodnoty $\mathbf{e_r(1,k)}$, pre r=1, 2, ..., k+2h; hodnoty v neskorších iteráciách budú potom označené $\mathbf{e_r(i,k)}$, pre i>1.

(ii) Riešme model (2.1) dynamicky pre endogénne $\mathbf{en_{s+r}}$, r=1, ..., k+h, pomocou Gauss-Seidlovej alebo Newtonovej iteračnej metódy s použitím hodnôt $\mathbf{e_r(i,k)}$ namiesto $E_s\mathbf{en_{s+r}}$, $E_s\mathbf{ex_{s+r}}$ namiesto $\mathbf{ex_{s+r}}$ a nastavením náhodných chýb na ich strednú hodnotu (obvykle nula). Získame nové odhady $E_s\mathbf{en_{s+r}}$, pre r=1, 2, ..., k+h a označme ich $\mathbf{e_r(i+1,k)}$. Pri Gauss-Seidlovej alebo Newtonovej iteračnej metóde použime toleranciu TOL1. Iteráciu v kroku (ii) nazvime Iterácia typu I.

(iii) Zistime, či pre každú zložku endogénnych premenných s očakávaniami je v absolútnej hodnote rozdiel medzi $\mathbf{e_r(i+1,k)}$ a $\mathbf{e_r(i,k)}$ v korešpondujúcich komponentoch menší alebo rovný ako zvolené TOL2, pre r=1, 2, ..., k+h. Ak nie, treba sa vrátiť na krok (ii). Ak áno, možno prejsť na krok (iv). Túto iteráciu nazvime Iterácia typu II a v prípade dosiahnutia konvergencie v Iterácii typu II označme skonvergovaný vektor $\mathbf{e}_r\mathbf{(k)}$, r=1, ..., k+h.

(iv) Zväčšime k o jedna a opakujme kroky (i) až (iii). Zistime, či rozdiel v absolútnej hodnote korešpondujúcich zložiek $\mathbf{e}_r\mathbf{(k)}$ a $\mathbf{e}_r\mathbf{(k+1)}$ je menší alebo rovný ako stanovená (najprísnejšia) tolerancia TOL3 pre r=1, ..., h. Ak nie, zväčšime opäť k o jedna a opakujme kroky (i) až (iv). Ak áno, označme skonvergovaný vektor $\mathbf{e}_r$, pre r=1, ..., h, iteráciu v tomto kroku Iterácia typu III a prejdime na krok (v).

(v) Použime $\mathbf{e}_r$ namiesto $E_s\mathbf{en}_{s+r}$, pre r=1, ..., h, hodnoty $\mathbf{ex}_s$ a Gauss-Seidlovu alebo Newtonovu iteračnú metódu na vyriešenie modelu (2.1) pre periódu s.

Ak chceme riešiť model (2.1) pre periódy s, s+1, s+2, ..., s+q-1 treba kroky (i) až (v) q-krát opakovať pre aktuálne periódy.

2.2.2 Fair-Taylorova stochastická simulácia

Väčšia presnosť riešenia modelu (2.1), avšak na úkor veľkého nárastu výpočtového času sa dá dosiahnuť stochastickou Fair-Taylorovou simuláciou. Táto metóda často krát vedie pri praktickom použití k neúspechu v podobe nedosiahnutia konvergencií. Tu je potrebné dôkladne analyzovať príčinu zlyhania algoritmu. Pri tejto analýze je treba mať na pamäti hlavne to, že model môže byť zle skonštruovaný a tým v stochastickom prostredí typickom pre ekonomiku nepoužiteľný. Takže EP stochastická metóda je v tomto smere celkom dobrým testom.

Pri stochastickej EP metóde popísanej nižšie platí naďalej predpoklad o tom, že náhodné chyby nie sú autokorelované; parametre modelu, hodnoty exogénnych premenných $\mathbf{ex}_t$, $E_t\mathbf{ex}_{t+j}$, pre j=1,... sú známe; o náhodných chybách sa predpokladá, že sú normálne rozdelené a o variančno-kovariančnej matici náhodných chýb $\boldsymbol{\Sigma}$ sa predpokladá, že je tiež známa. Variančno-kovariančná matica $\boldsymbol{\Sigma}$ by mohla byť odhadnutá z historických dát, prípadne úsudkom kalibrovaná. V algoritme deterministickej EP metódy treba vykonať nasledovné zmeny:

1./ V kroku (ii) očakávané hodnoty $E_s\mathbf{en}_{s+r}$, pre r=1, 2, ..., k+h sú počítané, namiesto deterministickej, stochastickou simuláciou. Náhodné chyby u_{is+r}, pre r=1, 2, ..., k+h sú generované z viacrozmerného normálneho rozdelenia $N(\mathbf{0},\boldsymbol{\Sigma})$ s tým, že rešpektujú samozrejme aj kovariancie. Každá očakávaná hodnota sa potom vypočíta ako priemer vzhľadom k počtu simulácii.

2./ Riešenie pre obdobie s v kroku (v) sa počíta tiež stochastickou simuláciou. K tomu je potrebné generovať normálne rozdelené náhodné chyby len pre túto periódu.

Keďže táto metóda je realizovaná stochastickým spôsobom, je možné sa popri vyriešení endogénnych premenných zaujímať aj o ich rozptyl, konfidenčné intervaly a pod.

2.2.3 Odhad parametrov nelineárnych dopredu hľadiacich modelov

Stochastická EP metóda sa dá použiť aj na odhad parametrov modelu (2.1) metódou maximálnej vierohodnosti. Nech vektor náhodných chýb $\mathbf{u_t}=(u_{1t}, u_{2t}, ..., u_{mt})'$, kde m je počet stochastických rovníc modelu (2.1), má variančno-kovariančnú maticu $\mathbf{\Sigma}$, ktorá je spolu s parametrami modelu neznáma. Vierohodnostná funkcia VF bez konštanty, ktorá nemá vplyv na hľadané parametre a komponenty variančno-kovariančnej matice, má tvar:

$$VF = \sum_{t=1}^{T} \log|\mathbf{J_t}| - (T/2)\log|\mathbf{\Sigma}| - (1/2) \sum_{t=1}^{T} \mathbf{u_t}'\mathbf{\Sigma}^{-1}\mathbf{u_t}, \qquad (2.2)$$

kde $|\mathbf{J_t}|$ je absolútna hodnota determinantu z Jakobiánskej matice, ktorej prvky sú parciálne derivácie funkcií f_i podľa en_{jt} (pre i,j=1, ..., n), kde en_{jt} je j-tá zložka riadkového vektora endogénnych premenných $\mathbf{en_t}$ modelu (2.1). Vierohodnostnú funkciu VF treba maximalizovať vzhľadom k vektorom parametrov $\mathbf{k_i}$ pre i=1, ..., n a prvkom symetrickej matice $\mathbf{\Sigma}$. Na maximalizáciu funkcie VF v (2.2) možno použiť niektorú z nelineárnych maximalizačných iteračných metód s nejakými inicializačnými hodnotami. Na vypočítanie každej z hodnôt VF v tejto nelineárnej maximalizačnej iteračnej metóde je potrebné počítať $E_t\mathbf{en_{t+r}}$, pre r = 1, ..., k+h stochastickou EP metódou pre t=1, ..., T, pričom náhodné chyby sú generované z viacrozmerného normálneho rozdelenia N($\mathbf{0}$, $\mathbf{\Sigma}$). To umožňuje vypočítať aj zložky vektora $\mathbf{u_t}$ v (2.2) chápané ako reziduály v stochastických rovniciach.

V súvislosti s odhadom parametrov dopredu hľadiacich modelov inflačno-cieliacich centrálnych bánk je potrebné poznamenať, že na odhad parametrov modelu sa používa procedúra nazývaná kalibrovanie parametrov. Odhadom parametrov pomocou ekonometrických techník s použitím minulých dát sa v nej nemusí prikladať veľký význam. Pri procedúre kalibrovania sa ekonometricko-štatistické techniky využívajú v spojení s úsudkom o reálnosti scenára, ktorý takto odhadnutý model generuje.

Nelineárny (ale aj lineárny) RE model inflačno-cieliacej centrálnej banky obsahujúci n rovníc o n neznámych obyčajne obsahuje jednu rovnicu, ktorá reprezentuje endogénnu dopredu hľadiacu reakčnú funkciu centrálnej banky. V tejto reakčnej funkcii je nástroj centrálnej banky, ako endogénna premenná modelu, vyjadrený pomocou ostatných premenných modelu. Pre začínajúcu inflačno-cieliacu banku nemá veľký význam odhadovať jej parametre pomocou minulých dát a ekonometrických techník, pretože centrálna banka sa v minulosti správala ináč. Pri odhade parametrov modelu ekonometrickými technikami by bolo vhodné túto rovnicu ignorovať a nástroj centrálnej banky zaradiť do exogénnych premenných modifikovaného modelu n-1 rovníc o n-1 neznámych. Keď je modifikovaný model kalibrovaný možno na nastavenie parametrov reakčnej funkcie použiť techniky opísané v časti 2.2.4 nižšie.

Niektoré štatisticko-ekonometrické softvérové balíky (napr. EVIEWS 4.1) umožňujú riešiť model (2.1) deterministickou EP metódou. Neumožňujú však riešiť model (2.1) stochastickou EP metódou. Preto je užitočné túto metódu dôkladne ovládať, aby ju riešiteľ modelu mohol naprogramovať. To isté platí aj pre procedúru odhadu parametrov metódou maximálnej vierohodnosti a pre procedúru odvodenia parametrov optimálnej reakčnej monetárno-politickej funkcie, ktorá je opísaná nižšie. V prípade, že by štatisticko-ekonometrický softvér umožňoval riešiť model (2.1) deterministickou aj stochastickou EP metódou (napr. do niektorej z ďalších verzií EVIEWS bude stochastická Fair-Taylorova metóda zabudovaná, ako to sľubujú jeho tvorcovia) je nevyhnutné EP metódy ovládať za účelom odhadnutia chyby, ktorej sa riešiteľ dopustí použitím pomerne časovo nenáročnej deterministickej EP metódy.

2.2.4 Optimálne riadenie v nelineárnych dopredu hľadiacich modeloch

Na odvodenie optimálnej monetárnej politiky v nelineárnych RE modeloch sa v praxi používa niekoľko procedúr. Každá z nich vyžaduje definíciu celkovej stratovej funkcie monetárnej autority, v ktorej sú zakomponované jej ciele. Nech celková stratová funkcia pre nastávajúcich T období v čase s je:

$$J_{s,T} = E_s \sum_{t=0}^{T-1} \beta^t L_{s+t}, \tag{2.3}$$

kde L_{s+t} je stratová funkcia na časové obdobie s+t, ktorá môže byť pri predpoklade inflačného cielenia tvaru (1.2); E_s je operátor podmienenej strednej hodnoty, podmienenej na informáciách v čase s a $0<\beta\leq 1$ je diskontný faktor umožňujúci centrálnym bankárom priradiť geometrické váhy na budúce straty. Modifikujme n-rovnicový model (2.1) o n neznámych na n-1 rovnicový model o n-1 neznámych vynechaním endogénnej reakčnej funkcie monetárnej autority. V modifikovanom modeli je nástroj centrálnej banky, napr. krátkodobá nominálna úroková miera, exogénnou premennou a predpokladajme, že parametre modifikovaného modelu sú spolu s variančno-kovariančnou maticou šokov známe.

Najjednoduchšou procedúrou odvodenia optimálnej monetárnej politiky je:

1/ uzavrieť modifikovaný model (2.1) modelovo odolnou reakčnou funkciou s neznámymi koeficientmi, ktorá reprezentuje procedúru inflačno-prognostického cielenia. Jej príkladom môže byť nasledovná lineárna dopredu hľadiaca reakčná funkcia:

$$rs_t = a\, rs_{t-1} + (1-a)(rr_t^* + E_t^{mc}\pi 4_{t+j} + b(E_t^{mc}\pi 4_{t+j} - \pi^*) + c\, y_t),\ \text{ak } 0 \leq a < 1 \tag{2.4}$$

$$rs_t = a\, rs_{t-1} + b(E_t^{mc}\pi 4_{t+j} - \pi^*) + c\, y_t,\ \text{ak } a=1,$$

kde a, b, c sú jej koeficienty, j je počet období vpred oproti súčasnosti a význam ostatných premenných je v tabuľke 2.1 nižšie.

2/ riešiť model (2.1) deterministickou EP metódou so zvolenými koeficientmi reakčnej funkcie pre obdobia s, s+1, ..., s+T-1 a pritom počítať hodnotu celkovej stratovej funkcie (2.3).

3/ vykonať krok 2/ toľkokrát, aby sa preskúmala celá prípustná množina hodnôt pre reakčné koeficienty a za optimálne vyhlásiť tie, pri ktorých je hodnota celkovej stratovej funkcie najmenšia.

Druhá procedúra odvodenia optimálnej politiky sa líši od vyššie uvedenej tým, že sa všetky jej kroky vykonajú stochastickou EP metódou. Obidve procedúry sú matematicky nekorektné preto, že funkčný tvar reakčnej funkcie sa pred procedúrou zvolil. Výsledkom procedúry nemusí byť preto optimálna postupnosť nástrojov. Pri voľbe reakčnej funkcie sa vychádzalo z predpokladu jej modelovej odolnosti, teda, že zvolená reakčná funkcia s optimálnymi koeficientmi bude generovať postupnosť nástrojov v čase, ktorá sa príliš nelíši od optimálneho plánu. Takéto riešenie sa podľa klasifikácie v [21] nazýva riešenie so spätnou väzbou (closed loop solution), kde sú nástroje centrálnej banky vyjadrené pomocou reakčnej funkcie v závislosti od ostatných premenných modelu.

Na matematicky korektné odvodenie optimálnej postupnosti nástrojov sa môže použiť niektorá z minimalizačných iteračných metód. Nech $\mathbf{rs}_{s,T}=[rs_s, rs_{s+1}, ..., rs_{s+T-1}]$ je vo všeobecnosti označenie časového vektora nástrojov centrálnej banky. Ak zoberieme v úvahu modifikovaný model (2.1) bez reakčnej funkcie a zvolíme konkrétne hodnoty vektora $\mathbf{rs}_{s,T}$, môžeme pomocou deterministickej alebo stochastickej EP metódy vypočítať hodnotu celkovej stratovej funkcie (2.3), v ktorej sa vo všeobecnosti vyskytujú niektoré alebo všetky endogénne a exogénne premenné (aj vektor nástrojov ako súčasť vektora exogénnych premenných). Minimalizačná iteračná rutina zabezpečí nájdenie optimálneho vektora $\mathbf{rs}_{s,T}$, v ktorom je pri inflačnom cielení obyčajne skrytá postupnosť krátkodobých nominálnych úrokových mier na obdobia s, s+1, ..., s+T-1. Takéto riešenie sa podľa klasifikácie v [21] nazýva riešením bez spätnej väzby (open loop solution), kde optimálny plán nie je vyjadrený explicitne v závislosti od ostatných premenných modelu.

Hoci táto procedúra je už matematicky korektná, žiada sa pouvažovať, čo v tejto procedúre ekonomicky znamená aplikácia deterministickej alebo stochastickej EP metódy. Pri aplikácii deterministickej EP metódy centrálna banka odvodzuje optimálny plán za predpokladu nulových šokov vo všetkých obdobiach s, s+1, ..., s+T-1. Takto odvodený optimálny plán by zrejme privátny sektor nepovažoval za hodnoverný. Použitie plne stochastickej EP metódy v spojení s matematicky korektným optimalizačným algoritmom by vyhovovalo ekonomickej realite a pravdepodobne by poskytlo centrálnej banke šokovo odolný optimálny plán. Avšak, táto metóda je časovo nesmierne náročná i pre súčasnú vyspelú výpočtovú techniku.

R. C. Fair navrhol procedúru na odvodenie optimálneho plánu centrálnej banky, použiteľnú pre veľké modely, ktorá predstavuje určitý kompromis medzi deterministickou a plne stochastickou metódou v spojení s matematicky korektným optimalizačným algoritmom. Jej základom je predpoklad, že centrálna banka a privátny sektor pozná šoky v aktuálnom období a šoky v obdobiach nasledujúcich po tomto období „vidí“ deterministicky. Táto procedúra je detailne popísaná v [9].

2.3 Malý nelineárny dopredu hľadiaci model monetárnej politiky

Príkladom nelineárneho dopredu hľadiaceho modelu je malý model českej ekonomiky, ktorý je produktom P. Isarda a D. Laxtona z Výskumného oddelenia MMF a ekonómov z ČNB. Isard a Laxton tento model skonštruovali preto, aby odštartovali proces tvorby kompletného systému modelov na prognózovanie a politické analýzy inflačno-cieliacej ČNB. Tento model je obrazom monetárneho transmisného mechanizmu otvorenej ekonomiky a obsahovo aj rozsahovo podobný modelu, ktorý používa v súčasnosti ČNB na podporu rozhodovacieho procesu v režime inflačného cielenia.

Malý štvrťročný model českej ekonomiky pozostáva z 15 rovníc a je uvedený v [15]:

(1) $\pi 4_t = 0.25\ \pi 4_t^m + 0.75\ E_t^P \pi 4_{t+4} + 0.30\ (\ (0.06)^2 / (0.06 - y_{t-1}) - 0.06) + \varepsilon_t^\pi$

(2) $E_t^P \pi 4_{t+4} = \ 0.1\ E_t^{mc} \pi 4_{t+4} + (1 - 0.1)\ \pi 4_{t-1}$

(3) $y_t = 0.80\, y_{t-1} - rmci_{t-1} + \varepsilon_t^y$

(4) $rmci_t = 0.30\,(0.25\, rr4_{t-1} + 0.75\, rr12_{t-1}) + 0.20\, z_{t-1} + \varepsilon_t^y$

(5) $rr4_t = rs4_t - E_t^P \pi 4_{t+4}$

(6) $rr12_t = rs12_t - E_t^P \pi 4_{t+12}$

(7) $E_t^P \pi 4_{t+12} = 0.10\,(E_t^{mc} \pi 4_{t+4} + E_t^{mc} \pi 4_{t+8} + E_t^{mc} \pi 4_{t+12})/3 + (1-0.1)\, \pi 4_{t-1}$

(8) $z_t = s_t + p_t - p_t^f$

(9) $s_t = E_t^P s_{t+1} + (rs_t - rs_t^f)/4 + \varepsilon_t^s$

(10) $E_t^P s_{t+1} = 0.40\, E_t^{mc} s_{t+1} + (1-0.4)\,(s_{t-1} - (E_t^P \pi_{t+1} - E_t^P \pi^f_{t+1})/2)$

(11) $rs4_t = 0.40 \sum_{i=0}^{3} E_t rs_{t+i}/4 + (1-0.4)\, rs_t$

(12) $rs12_t = 0.40 \sum_{i=0}^{11} E_t rs_{t+i}/12 + (1-0.4)\, rs_t$

(13) $p_t = p_{t-4} + \pi 4_t$

(14) $\pi 4_t^m = (p_t^f - p_{t-4}^f) - (s_t - s_{t-4})$

(15) $rs_t = a\, rs_{t-1} + (1-a)(rr_t^* + E_t^{mc} \pi 4_{t+j} + b(E_t^{mc} \pi 4_{t+j} - \pi^*) + c\, y_t)$, ak $0 \leq a < 1$

$rs_t = a\, rs_{t-1} + b(E_t^{mc} \pi 4_{t+j} - \pi^*) + c\, y_t$, ak $a=1$,

kde a, b, c sú koeficienty reakčnej funkcie v rovnici (15) a j je časový horizont pre inflačnú prognózu. Význam ostatných premenných modelu je v tabuľke 2.1.

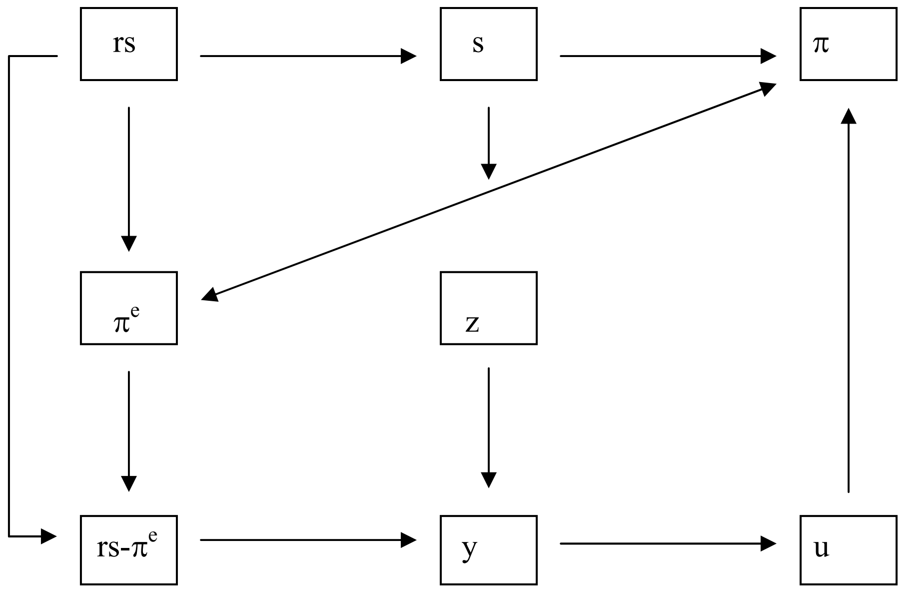
Pred konštrukciou modelu monetárnej politiky inflačno-cieliacej centrálnej banky musí existovať dostatočne jasný obraz o peňažnom prenosovom mechanizme ako aj o hlavných šokoch, ktoré ovplyvňujú ekonomiku a infláciu. Analytické rámce, ktoré boli vypracované pre otázky monetárnej politiky v otvorených ekonomikách, zvyčajne prezentujú prenosový mechanizmus monetárnej politiky načrtnutý na obrázku 2.1. Monetárna autorita reguluje krátkodobú úrokovú mieru (rs) s cieľom ovplyvniť mieru inflácie (π) a nezamestnanosti (u). Ako ukazujú šípky, zmeny v nástroji politiky sa prenášajú na cieľové veličiny politiky rôznymi kanálmi. Zmeny v nominálnej úrokovej miere môžu spôsobiť zmenu v nominálnom výmennom kurze (s), čo sa celkom priamo prenáša na ceny tovarov a na infláciu a nepriamo na nezamestnanosť prostredníctvom ich vplyvov na reálny výmenný kurz (z) a medzeru v outpute (y) medzi skutočným a potenciálnym outputom. Zmeny v nominálnej úrokovej miere ovplyvňujú aj reálnu úrokovú mieru ($rs- \pi^e$), a to aj priamo, aj prostredníctvom reakcie inflačných očakávaní (π^e). Zmeny v reálnej úrokovej miere ovplyvňujú nezamestnanosť prostredníctvom svojich vplyvov na agregovaný dopyt a medzeru domácom výstupe; a zmeny v medzere vo výstupe a v miere nezamestnanosti ovplyvňujú mieru inflácie

Tabuľka 2.1 Význam premenných modelu

Premenná	***Význam***
Endogénne premenné	
$\pi4_t$	zmena od t-4 po t v logaritme cenovej hladiny
$\pi4_t^m$	zmena od t-4 po t v logaritme importných cien
$E_t^P\pi4_{t+4}$	inflačné očakávania privátneho sektora vo štvrťroku t na ďalšie 4 kvartály
$E_t^P\pi4_{t+12}$	inflačné očakávania privátneho sektora v kvartáli t na ďalších 12 kvartálov
$E_t^{mc}\pi4_{t+\tau}$	s modelom konzistentné inflačné očakávania v čase t cez štyri kvartály končiace v $t+\tau$
y	medzera v outpute
z	logaritmus reálneho výmenného kurzu
s	logaritmus nominálneho výmenného kurzu
p	logaritmus cenovej hladiny
rs	krátkodobá (kvartálna) nominálna úroková miera
rmci	index reálnych monetárnych podmienok
rs12	nominálna úroková miera na trojročné dlhopisy
rs4	nominálna úroková miera na ročné dlhopisy
rr12	reálna úroková miera na trojročné dlhopisy
rr4	reálna úroková miera na ročné dlhopisy
$E_t^{mc}s_{t+1}$	s modelom konzistentné očakávania nominálneho výmenného kurzu v čase t na čas t+1
$E_t^Ps_{t+1}$	privátne očakávania nominálneho výmenného kurzu v kvartáli t na kvartál t+1
Predeterminované premenné	
$E_t^P\pi_{t+1}$	inflačné očakávania privátneho sektora v kvartáli t na kvartál t+1
$E_t^P\pi^f_{t+1}$	inflačné očakávania privátneho sektora o zahraničnej inflácii v kvartáli t na kvartál t+1
Exogénne premenné	
rs^f	zahraničná krátkodobá nominálna úroková miera
rr^*	rovnovážna reálna úroková miera
p^f	logaritmus zahraničnej cenovej úrovne
π^*	inflačný cieľ
Šoky	
ε_t^π	inflačný šok v rovnici (1)
ε_t^y	dopytový šok v rovnici (3)
ε_t^s	šok v rovnici výmenného kurzu (9)

prostredníctvom kanálov zhrnutých Phillipsovou krivkou. Naviac, celý čas pôsobia dôležité mechanizmy spätnej väzby s tým, že inflačné očakávania reagujú na históriu inflácie, a že inflácia je naopak ovplyvnená zmenami v inflačných očakávaniach. Obrázok 2.1 nezobrazuje oneskorenia v transmisnom mechanizme ani žiadne mechanizmy spätnej väzby medzi cieľovými veličinami a politickými nástrojmi. Úlohou monetárnej politiky je najmä reagovať na pozorované a predpokladané zmeny v inflácii, nezamestnanosti a iných makroekonomických veličinách, pri zohľadnení behaviorálneho vzťahu medzi týmito veličinami. Úloha zisťovať a implementovať mechanizmus spätnej väzby, ktorý vedie k makroekonomickej stabilite, je v kompetencii monetárnych autorít.

Obrázok 2.1 Prenosový mechanizmus monetárnej politiky v otvorenej ekonomike



rs: krátkodobá nominálna úroková miera
s: nominálny výmenný kurz
z: reálny výmenný kurz
y: medzera v outpute

π: inflácia
π^e: inflačné očakávania
u: miera nezamestnanosti

Stručný popis rovníc modelu

Phillipsova krivka

Rovnica (1) je nelineárnou rýdzo konvexnou Phillipsovou krivkou a popisuje správanie inflačnej miery, kde je miera inflácie v období t meraná ako zmena v logaritme cenovej úrovne počas roka od obdobia t-4 po obdobie t. Model predpokladá, že krátkodobý kompromis medzi výstupom a infláciou je zhruba lineárny, keď je výstup blízko potenciálu, ale že sa kompromis začne značne zhoršovať, keď sa medzera vo výstupe zvýši nad 2%. Ak sa medzera vo výstupe blíži ku 6%, o ekonomike sa predpokladá, že sa posúva smerom ku krátkodobému tlaku na kapacity a krátkodobá Phillipsova krivka sa stáva vertikálnou. Tento odhad stupňa krátkodobého tlaku na kapacity je v modeli vyjadrený parametrom 0.06 v rovnici (1). Špecifikácia Phillipsovej krivky zohľadňuje značný vplyv zmien v importných cenách, odrážajúc veľkých podiel dovozového tovaru na koši cenových indexov, ktoré ČNB cieli. Za povšimnutie stojí, že koeficienty prvých dvoch členov na pravej strane rovnice sú v súčte jedna, teda krivka je konzistentná s hypotézou dlhodobej prirodzenej miery.

Inflačné očakávania a zdroje inflačnej zotrvačnosti

Rovnica (2) je pomerne štandardnou dopredu a dozadu hľadiacou reprezentáciou inflačných očakávaní privátneho sektora. Malá váha sa kladie na dopredu hľadiacu, modelovo-konzistentnú zložku. Veľká váha je kladená na dozadu hľadiacu zložku, čo je v súlade s názorom, že mzdy a ceny sú rigidné. Toto sčasti odráža aj existenciu veľkého podielu populácie, ktorá je neinformovaná. Táto odhadovaná váha je zhruba zhodná s údajmi o Phillipsovej krivke v redukovanej forme pre iné krajiny, ktoré tiež svedčia o veľmi malej váhe prikladanej dopredu hľadiacej, modelovo-konzistentnej zložke.

Medzera vo výstupe a reálne monetárne podmienky

Rovnica (3) dáva do pomeru medzeru vo výstupe voči jej vlastnej oneskorenej hodnote a oneskorenej hodnote reálnych monetárnych podmienok. O hodnote indexu reálnych monetárnych podmienok sa predpokladá, že závisí na reálnom menovom kurze a na priemernej reálnej úrokovej miere, ktorá prikladá 1-ročnej reálnej úrokovej miere váhu 0.75 a 3-ročnej úrokovej miere váhu 0.25, čo vidieť z rovnice (4). Odhady koeficientov rovnice (4) dodali ekonómovia ČNB.

Definovanie reálnej úrokovej miery

Rovnice (5) a (6) definujú 1-ročnú (za 4 štvrťroky) a 3-ročnú (za 12 štvrťrokov) reálnu úrokovú mieru. Rovnica (7) modeluje privátne inflačné očakávania vo výhľade na tri roky dopredu, a to podobným spôsobom, ako je popísané v rovnici (2).

Určenie menového kurzu a úrokovej miery

Rovnica (8) definuje reálny menový kurz; zvýšenie predstavuje reálne zhodnotenie domácej meny. Rovnica (9), ktorá obsahuje chybový člen, môže byť považovaná za zovšeobecnenú formu rozhodovacej podmienky parity úrokovej miery. Rovnica (10) predpokladá, že očakávania privátneho sektora o výmennom kurze sú váženým priemerom dopredu hľadiacej modelovo-konzistentnej zložky a zložky, ktorá je v podstate dozadu hľadiaca. Druhým komponentom je jednoducho oneskorený výmenný kurz upravený o rozdiel inflačných očakávaní. Táto špecifikácia poskytuje spôsob, ako uviesť do súladu poznanie, že účastníci trhu sú racionálni a dopredu hľadiaci s ekonometrickými dôkazmi toho, že menové kurzy nemožno dosť dobre vysvetliť samotnou makroekonomickou podstatou. Je tiež motivovaná údajmi z prieskumu o tom, že účastníci devízových trhov sa vo veľkom spoliehajú na ” technickú analýzu ”, ktorá v podstate spája ich prognózy ohľadom menového kurzu (očakávania) s úrovňou kurzov v nedávnej minulosti. Rovnice (11) a (12) predstavujú modifikovanú teóriu racionálnych očakávaní o úrokovej miere s takou štruktúrou členov, ktorá dáva do pomeru výnos z kontraktov splatných po 4 a 12 obdobiach s kumulatívnym výnosom zo série kontraktov na 1 obdobie. Avšak tak, ako v prípade devízového trhu, sa predpokladá, že váha priradená modelovo-konzistentnému riešeniu je 0.4, čo naznačuje, že veľká časť účastníkov trhu s cennými papiermi je krátkozraká a zakladá svoje očakávania ohľadom budúcich úrokových mier na jednoduchej extrapolácii v súčasnosti pozorovanej miery. Kľúčovým aspektom modelu je, že o privátnych očakávaniach sa predpokladá výrazne rýchlejšie prispôsobenie na trhu cenných papierov a na devízovom trhu (váha 0.4 pre modelovo-konzistentné riešenia), než na tovarovom trhu a trhu práce (váha 0.1 pre modelovo-konzistentné riešenia).

Ďalšie definície

Rovnica (13) jednoducho definuje inflačnú mieru ako zmenu v cenovej úrovni za štyri štvrťroky a rovnica (14) je definíciou miery inflácie importných cien. Rovnica (15) predstavuje reakčnú funkciu centrálnej banky konzistentnú s procedúrou inflačno-prognostického cielenia.

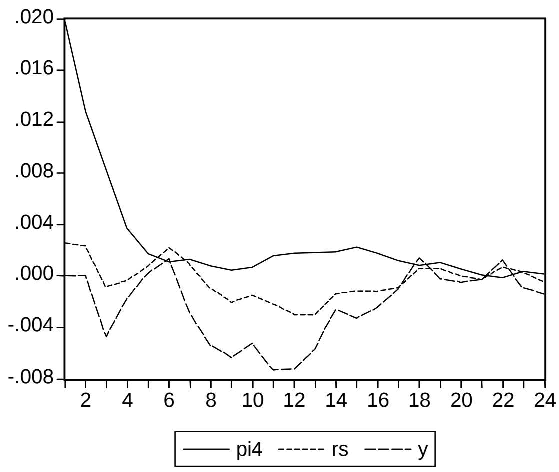
Deterministické simulácie

Grafy 2.1, 2.2 a 2.3 zobrazujú reakcie medziročnej inflácie, kvartálnej medzery v outpupe a kvartálnej úrokovej miery na tri druhy šokov: inflačný, dopytový a šok v rovnici výmenného kurzu. V deterministických simuláciách sa predpokladá, že šoky sú dočasné a nekorelované. To znamená, že v čase t=1 bol pozorovaný len jeden zo šokov o veľkosti uvedenej pri jednotlivých grafoch a o ostatných sa predpokladá počas celého simulačného obdobia nulová hodnota. Šoky sú dočasné v tom zmysle, že v ďalších obdobiach simulácie sa predpokladá ich nulová hodnota. Deterministické simulácie sú vykonané na 24 kvartálov a predstavujú impulz-reakčné funkcie. Vo všetkých simuláciách sa predpokladá, že hodnoty všetkých premenných modelu v čase t=0 a skôr sú nulové a taktiež, že exogénne a predeterminované premenné ($E_t^P\pi_{t+1}$, $E_t^P\pi^f_{t+1}$) sú nulové počas celého simulačného obdobia. Koeficienty v reakčnej funkcii (15) boli zvolené: a=0.25, b=1, c=0.95 a horizont j=4.

Inflačný šok

Predpokladá sa, že ekonomiku zasiahol drastický inflačný šok (napr. šok spôsobený cenovou dereguláciou). Inflácia samozrejme narastá presne o hodnotu šoku. Monetárna autorita na to reaguje zvýšením krátkodobej úrokovej miery. Toto sa premieta do zvýšenia reálnych úrokových mier a reálneho kurzu, ktoré tlačia output pod jeho potencionálnu úroveň, čo zase vplýva na zníženie inflácie. Takto sa inflácia dostáva po piatich obdobiach zhruba na východziu stacionárnu (aj cielenú) hodnotu.

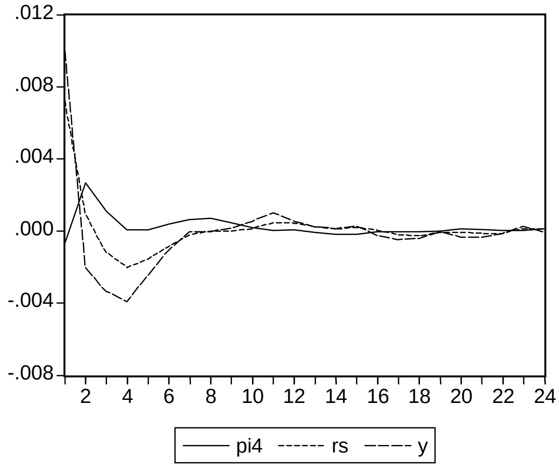
Graf 2.1 Deterministická simulácia, inflačný šok $\varepsilon_1^\pi = 0.02$



Dopytový šok

Priamym účinkom tohto šoku (napr. zvýšenie vládnych výdavkov) je zvýšenie agregovaného dopytu nad potenciálny výstup. Pozitívny dopytový šok vyžaduje zvýšenie krátkodobej úrokovej miery, čo vyplýva z Phillipsovej krivky a z reakčnej funkcie monetárnej autority. Toto spôsobí apreciáciu nominálneho a reálneho kurzu a tiež nárast zvyšných komponentov indexu reálnych monetárnych podmienok. Výsledné utiahnutie reálnych monetárnych podmienok je dostatočné na zabezpečenie toho, aby sa inflácia dostala po štyroch obdobiach blízko k cielenej hodnote.

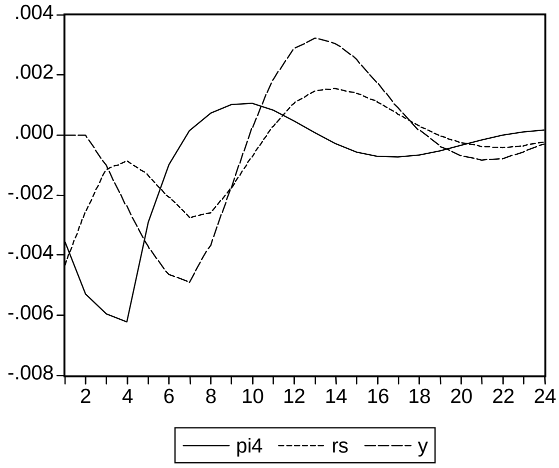
Graf 2.2 Deterministická simulácia, dopytový šok $\varepsilon_1^y = 0.01$



Šok v rovnici menového kurzu

Priamy účinok tohto šoku (napr. zvýšenie ratingu krajiny) vedie k zhodnoteniu menového kurzu. Rastie aj reálny výmenný kurz a tým klesá output pod potencionálnu úroveň. Klesajúce importné ceny s klesajúcim outputom spôsobujú odchýlenie inflácie pod cielenú úroveň. Na toto centrálna banka reaguje poklesom krátkodobej úrokovej miery. Uvolnenie monetárnej politiky spôsobuje depreciáciu nominálneho kurzu cez úrokový diferenciál a celý mechanizmus avšak s opačným priebehom spôsobí návrat k stacionárnym a cieleným hodnotám.

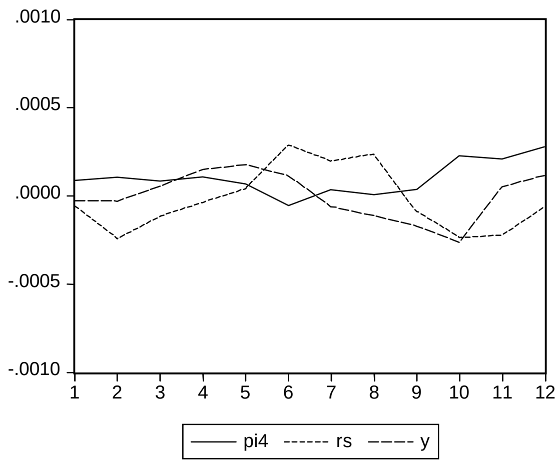
Graf 2.3 Deterministická simulácia, šok v rovnici nominálneho výmenného kurzu $\varepsilon_1^s = 0.01$



Stochastická simulácia

Na malý model českej ekonomiky som aplikoval aj Fair-Taylorovu metódu riešenia nelineárneho RE modelu stochastickou dynamickou simuláciou. Pri tejto simulácii sa predpokladá, že v čase t=0 a skôr sú hodnoty všetkých premenných modelu nulové a taktiež, že exogénne a predeterminované premenné ($E_t^P\pi_{t+1}$, $E_t^P\pi^f_{t+1}$) sú nulové počas celého simulačného obdobia. Stochastická simulácia prebieha cez obdobia t=1, ..., 12. V simulácii som použil šoky náhodne generované z normálneho rozdelenia s nulovou strednou hodnotou a variančno-kovariančnou maticou $\Sigma=\mathrm{cov}(\varepsilon_t^\pi, \varepsilon_t^y,\varepsilon_t^s)$ uvedenou pri grafe 2.4, ktorý zobrazuje priebeh premenných popísaných v legende pre 12 štvrťrokov, pričom koeficienty v reakčnej funkcii (15) boli zvolené: a=0.25, b=1, c=0.95 a horizont j=4.

Graf 2.4 Stochastická simulácia, $\Sigma = \begin{bmatrix} 16*10^{-8} & 10^{-8} & 0 \\ 10^{-8} & 64*10^{-8} & 0 \\ 0 & 0 & 4*10^{-5} \end{bmatrix}$, počet simulácii: 100



2.4 Základný model Centrálnej banky Nového Zélandu

Ako už bolo spomenuté v úvode tejto práce, vzorom začínajúcich inflačno-cieliacich centrálnych bánk by mal byť základný model a „Forecasting and Policy System“ CBNZ. „Forecasting and Policy System“ CBNZ a jeho kľúčový prvok – základný model, ktorý je dopredu hľadiacim nelineárnym dynamickým stochastickým modelom všeobecnej rovnováhy, je podrobnejšie popísaný v [2], [3], [7] a [8]. Vzhľadom na formuláciu cieľa tejto práce je potrebné všimnúť si jeho vlastnosti a princípy konštrukcie.

Medzi hlavné princípy, o ktoré sa opierali tvorcovia základného modelu CBNZ pri jeho konštrukcii, patrí prístup „zhora-dole", kalibrácia parametrov modelu namiesto priameho odhadu pomocou ekonometrických techník, dobre definovaný stacionárny stav, stavovo-tokové účtovníctvo, eq_štruktúra modelu, dobre definovaná ponuková strana ekonomiky a realistické dynamické vlastnosti modelu.

Prístup „zhora-dole"

Ako hovoria tvorcovia základneho modelu CBNZ, mnoho modelov je budovaných v „starom štýle" v tom zmysle, že je zbierkou individuálne odhadnutých rovníc. Tieto modely obyčajne nedbajú na vlastnosti modelu ako celku a tiež sa nesústredia na všeobecnú rovnováhu systému, čo často vedie k nehodnoverným trajektóriám jeho riešenia v strednodobom horizonte. Tvorcovia novozélandského modelu uplatnili pri jeho konštrukcii prístup „zhora-dole", ktorý kladie dôraz na všetky vlastnosti modelu ako celku a zachováva vernosť teoretickej paradigme modelu. Konštruktéri modelov v „starom štýle" sa naopak snažia vylepšiť individuálne rovnice modelu, čím narúšajú teoretickú paradigmu modelu a model sa stáva neprehľadným.

Kalibrácia parametrov modelu namiesto odhadu ekonometrickými technikami

Jeden z hlavných dôvodov použitia procedúry kalibrovania parametrov modelu sú krátke časové rady, štrukturálne zlomy a časté revízie dát. Toto je spoločné pre slovenskú aj novezélandskú ekonomiku. Užitočnosť systémových estimátorov v tejto situácii klesá. Osožnejšia je procedúra kalibrovania parametrov modelu, ktorá dopĺňa prístup „zhora-dole".

Dobre definovaný stacionárny stav

Porozumieť ekonomike v krátkej dobe vyžaduje poznať stav, k akému je vedená v dlhej dobe. Práve dobre definované stacionárne hodnoty niektorých premenných modelu predstavujú kotvu, ku ktorej modelové premenné konvergujú. Stacionárny stav modelu CBNZ je konzistentný s rovnovážnym rastom, slúži na elimináciu teoreticky možných viac rovnovážnych stavov modelu a zabraňuje dynamickej nestabilite modelu. Pri takto definovanom stacionárnom stave je potrebné rozlišovať medzi dočasnými a perzistentnými šokmi. Perzistentné šoky môžu spôsobiť zmenu stacionárneho stavu a tým kladú monetárnej autorite celkom odlišné otázky, ako je to v prípade dočasných šokov, ktoré nemenia rovnovážny stav modelu.

Stavovo-tokové účtovníctvo

Dôležitou dimenziou základného modelu CBNZ je stavovo-tokové účtovníctvo, ktorého uplatnenie zaisťuje konzistenciu v rámci stacionárneho stavu. V základnom modeli CBNZ vystupuje päť sektorov, ktoré na seba vzájomne pôsobia. Sú to spotrebitelia, podniky, monetárna autorita, fiškálna autorita a zahraničie. Spotrebitelia hľadajú optimálnu trajektóriu spotrebných tokov, ktoré určia dlhodobý želaný stav finančných aktív. Podniky maximalizujúce zisk cielia želaný stav kapitálovej zásoby a na to, aby ho dosiahli určujú pri daných odpisoch investičné toky. Tieto problémy spotrebiteľov a podnikov sú riešené vzhľadom k účtovným stavovo-tokovým identitám, ktoré neumožňujú „obed zadarmo". Príkladom takejto účtovnej identity pre spotrebiteľský sektor je účtovná rovnosť (3.3) z časti 3.1.1 nižšie. Podniky maximalizujú ziskovú funkciu pri ohraničeniach predstavujúcich akumulačnú identitu kapitálovej zásoby a napr. Cobb-Douglasovu produkčnú funkciu. Fiškálna autorita sa musí správať podľa toho, čo jej dovolí jej výdavkovo-príjmové obmedzenie.

Eq-štruktúra modelu

Eq-štruktúra modelu CBNZ znamená, že všetky premenné sú v modeli zastúpené v krátkodobom dynamickom ponímaní a v stredno-dlhodobom rovnovážnom ponímaní. Premenné v stredno-dlhodobom ponímaní sú rovnako označené ako premenné v krátkodobom dynamickom ponímaní, odlišujú sa len príponou „eq". Dynamické premenné za istých podmienok konvergujú k svojim eq-hodnotám. Na tejto trajektórii musia však v krátkodobom horizonte prekonať určité problémy, ktoré eq-premenné v stredno-dlhodobom horizonte prekonať nemusia. Príkladom je monetárna autorita, ktorá môže „kúpiť" viac outputu v krátkodobom horizonte, ale nemôže oklamať spotrebiteľov v stredno-dlhodobom horizonte. Ďalším príkladom je zaraďovanie investícií podnikov (ktoré sú už v účtovníctve podniku, ale neprodukujú) do produktívneho kapitálu. Tohto problému si stredno-dlhodobé eq-premenné všímať nemusia, lebo sú v tomto časovom horizonte prekonané, ale premenné opisujúce správanie v krátkodobom horizonte naopak musia. Problém cenového prispôsobenia môže byť tiež v stredno-dlhodobom horizonte prekonaný, ale v krátkodobom horizonte sa podniky správajú ináč: zratúvajú náklady na tlač nových cenníkov a berú v úvahu pri zvyšovaní cenovej hladiny aj možnú stratu klienta. Cenová rigidita v krátkodobom horizonte spôsobená zotrvačnosťou uzavretých kontraktov bude v stredno-dlhodobom horizonte tiež prekonaná. Pri eq-štruktúre vysvetlenie reakcie pri krátkodobej komparatívno-statickej úvahe môže byť úplne odlišné od vysvetlenia reakcie pri stredno-dlhodobej komparatívno-statickej úvahe.

Dobre definovaná ponuková strana ekonomiky

Produkčná schopnosť ekonomiky závisí na technickom progrese, úrovni produktívneho kapitálu, ktorú určujú podniky a na pracovnej sile, ktorú sú ochotné domácnosti ponúknuť. Tvorcovia základného modelu CBNZ použili Cobb-Douglasovu produkčnú funkciu na zobrazenie tejto skutočnosti. Pre politické analýzy je dobre namodelovaná ponuková strana ekonomiky dôležitým prvkom z dôvodu správneho zachytenia reakcií na reálne šoky. Plne zrozumiteľná ponuková strana ekonomiky je dôležitá aj pre inflačný proces, nakoľko robí plne zrozumiteľným aj koncept medzery v outpute.

Realistické dynamické vlastnosti modelu

Pod realistickými dynamickými vlastnosťami modelu si treba predstaviť schopnosť modelu produkovať hodnoverné a zrozumiteľné dynamické trajektórie riešenia modelu, ktoré je možné ľahko analyzovať. V základnom modeli CBNZ túto vlastnosť zabezpečuje vnútorná dynamika, dynamika očakávaní a efekty monetárnej a fiškálnej politiky.

Vnútorná dynamika zobrazuje proces prispôsobenia sa k novému želaného stavu. Tento proces sa modeluje pomocou polynomického operátora oneskorenia, keďže proces prispôsobenia sa k novým želaným úrovniam je obyčajne spojený s oneskorením. Rýchlosť prispôsobenia môže byť pre rôzne premenné samozrejme odlišná (napr. pre reálne premenné je obyčajne pomalšia ako pre ceny aktív), čo sa dá vyjadriť použitím operátora oneskorenia s rôznym stupňom polynómu. Pri procese prispôsobenia ekonomické subjekty porovnávajú náklady na dosiahnutie nového želaného optimálneho stavu so stratami plynúcimi z toho, že sa v ňom nenachádzajú.

Spôsob, ako privátny sektor formuje svoje očakávania má veľký význam pre dynamické prispôsobenie. Dynamika očakávaní má dôležité dôsledky aj pre monetárnu a fiškálnu politiku. Privátny sektor pozorne sleduje plány monetárnej a fiškálnej autority a podľa toho upravuje svoje správanie. Správanie privátneho sektora nie je invariantné k politickým rozhodnutiam. Monetárna a fiškálna autorita musí zobrať v úvahu túto skutočnosť a musí sa snažiť odhadnúť reakciu privátneho sektora na zmenu politiky. Tvorcovia modelu CBNZ použili v súčasnosti široko akceptované modelovanie očakávaní privátneho sektora, ktoré je lineárnou kombináciou dopredu a dozadu hľadiacej zložky. Použitie čisto racionálnych očakávaní by nezodpovedalo skutočnosti, lebo vyžaduje predpoklad vysokého porozumenia ekonomike a vysokú úroveň informácií u všetkých účastníkov trhu. Použitie čisto dozadu hľadiacich očakávaní vedie k rozporu s Lucasovou kritikou. Takže „namixovanie" očakávaní s dopredu a dozadu hľadiacej zložky sa javí skutočne najrozumnejšie.

Kľúčovou vlastnosťou základného modelu CBNZ je, že monetárna aj fiškálna autorita sú v modeli zastúpené endogénnou reakčnou funkciou a nastavujú svoje nástroje v závislosti od hodnôt ostatných premenných modelu tak, aby dosiahli vytýčené ciele všímajúc si rovnováhu hospodárskeho systému.

3 Model monetárnej politiky NBS

Predchádzajúce kapitoly poskytujú návod ako odvodiť optimálnu monetárnu politiku z lineárneho i nelineárneho RE modelu inflačno-cieliacej centrálnej banky. Poskytujú aj návod ako previesť prvý, orientačný odhad parametrov lineárneho i nelineárneho RE modelu, ktorý je základným krokom pre procedúru kalibrovania parametrov v dopredu hľadiacich modeloch. Tieto sofistikované techniky je možné použiť samozrejme za predpokladu, že model je skonštruovaný. Čo sa týka konštrukcie moderného modelu monetárnej politiky inflačno-cieliacej centrálnej banky, dôležitú úlohu by mal zohrávať Laxtonov a Isardov model uvedený v časti 2.3, lebo zobrazuje transmisný peňažný mechanizmus otvorenej ekonomiky a obsahuje prístupy k modelovaniu úrokových mier a výmenných kurzov, ktoré sa v súčasnosti používajú. Jedná sa o Fischerovu rovnicu pre reálnu úrokovú mieru, modelovanie nominálnych úrokových mier na báze racionálnych očakávaní a o podmienku parity úrokovej miery. Ďalej, obsahuje endogénnu reakčnú funkciu centrálnej banky, ktorá je konzistentná s procedúrou inflačno-prognostického cielenia a ktorá poukazuje na to, že implicitný medzicieľ inflačno-cieliacej centrálnej banky – inflačná prognóza – závisí od všetkých premenných modelu. Model monetárnej politiky bude tým užitočnejší, čím bude množina premenných modelu ovplyvňujúca inflačnú prognózu výstižnejšie stanovená a vzťahy medzi nimi presnejšie zobrazené. Avšak z pohľadu vytýčených cieľov tejto práce je k tomu potrebné pridať ešte maastrichtské cielenie, koordináciu fiškálnej a monetárnej politiky a snahu pridržiavať sa princípov konštrukcie základného modelu CBNZ.

3.1 Model monetárnej politiky „MAASTRICHTSK_0“

Štvrťročný dopredu hľadiaci nelineárny model, ktorý som skonštruoval, pozostáva zo 48 rovníc a vzhľadom na to, že by mohol slovenskej monetárnej a fiškálnej autorite poradiť ako dosiahnuť nominálne maastrichtské kritériá, je nazvaný dočasne „MAASTRICHTSK_0“, pričom prípona „0“ označuje jeho nultú verziu, čo naznačuje jeho ďalší rozvoj a to smerom k stochastickému dynamickému modelu všeobecnej rovnováhy, tak ako je vytýčené v cieľoch tejto práce. Pred uvedením rovníc modelu MAASTRICHTSK_0 považujem za potrebné poukázať na to, že model venuje väčšiu pozornosť monetárnemu a fiškálnemu equilibriu. Monetárne equilibrium znamená, že centrálna banka sa snaží dosiahnuť nízku a stabilnú infláciu, ktorá by bola prospešná (optimálna) pre celú ekonomiku. Nízka a stabilná inflácia sa všeobecne považuje za prospešnú pre stredno-dlhodobý hospodársky rast a preto monetárne equilibrium by nemuselo byť považované za equilibrium z donútenia, ktoré je vyvolané povinnosťou splniť maastrichtské kritérium pre infláciu. Dosiahnutie nízkej a stabilnej inflácie vytvára predpoklady aj pre dosiahnutie maastrichtských kritérií ohľadom dlhodobej úrokovej miery a výmenného kurzu. Odvodenie tejto politiky je možné uskutočniť použitím seriózneho optimalizačného technického aparátu uvedeného v predchádzajúcich kapitolách. Fiškálne equilibrium znamená, že fiškálna autorita sa snaží dosiahnuť nominálne fiškálne maastrichtské kritériá ohľadom deficitu verejných financií a vládneho dlhu a možno ho považovať za rovnováhu v zmysle uspokojenia, pretože väčšie deficity verejných financií a väčší vládny dlh bývajú často krát zárodkom finančných kríz. Dosiahnutie fiškálneho equilibria by bolo možné zariadiť kalibrovaním niektorých parametrov modelu pomocou optimalizačných techník s vhodne modifikovanou celkovou stratovou funkciou. K monetárno-fiškálnemu equilibriu treba samozrejme priradiť medzeru v outpute, na eliminácii ktorej by mala monetárna a fiškálna autorita kooperovať.

Avšak v tejto verzii modelu nie je zatiaľ použitý klasický Walrasov prístup k všeobecnej rovnováhe. Nultá verzia tohto modelu nezobrazuje priamo snahu slovenských domácností dospieť k optimálnej spotrebiteľsko-úsporovej trajektórii a snahu slovenských podnikov dospieť k optimálnej trajektórii investičných tokov, stavu kapitálovej zásoby, outputu a reálnych miezd, ktorou by si zabezpečili maximálny zisk. Samozrejme spotrebitelia a podniky nemôžu pri určení týchto optimálnych trajektórií ignorovať monetárne a fiškálne nastavenia a monetárna s fiškálnou autoritou nemôže nastaviť svoje nástroje bez poznania závislosti týchto optimálnych trajektórií od hodnôt svojich nástrojov. Napríklad, reprezentatívna slovenská domácnosť by mohla dynamicky maximalizovať svoj očakávaný diskontovaný úžitok v nekonečnom časovom horizonte pri ohraničení, ktoré predstavuje ich príjmovo-výdavková identita. Aby reprezentatívna domácnosť vyriešením tohto problému rozhodla o optimálnej trajektórii svojej spotreby (a tým o úsporách) pri zohľadnení monetárneho a fiškálneho nastavenia, je potrebné opäť použiť optimalizačné techniky z predchádzajúcich kapitol. A toto je už dosť závažné k tomu, aby som obhájil ich dôležitosť a objasnil dôvod, prečo som im poskytol väčší priestor v tejto práci.

K teoretickým základom nižšie uvedeného modelu a k dôkazu toho, že v modeli MAASTRICHTSK_0 je o dynamiku obohatený Walrasov prístup k úplnej rovnováhe predsa len nepriamo zastúpený, považujem za potrebné uviesť nejaké poznámky k už vyššie spomenutej Fischerovej rovnici, modelovaniu úrokovej miery na báze racionálnych očakávaní, podmienke parity úrokovej miery a k Phillipsovej krivke.

3.1.1 Fischerova rovnica, úrokové miery a podmienka parity úrokovej miery

Nech celková úžitková funkcia reprezentatívnej domácnosti v čase t je:

$$TU = E_t \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s U(c_{t+s}), \tag{3.1}$$

kde U je rýdzo konkávna úžitková funkcia, c_{t+s} je reálna spotreba domácnosti v čase t+s, E_t je operátor podmienenej strednej hodnoty, podmienenej na informáciách v čase t a β je diskontný faktor umožnujúci priradiť domácnosti geometrické váhy na budúce úžitky. Príkladom úžitkovej funkcie je CRRA (Constant Relative Risk Aversion) funkcia:

$$U(c_{t+s}) = (c_{t+s})^{1-\gamma}/(1-\gamma), \tag{3.2}$$

kde $1/\gamma$ je elasticita intertemporálnej substitúcie spotreby a γ vyjadruje postoj domácnosti k riziku.

Nech dynamické rozpočtové ohraničenie v čase t je:

$$fa_t + c_t = (1 + R_t)fa_{t-1} + yd_t + risk_t, \tag{3.3}$$

kde fa_t sú reálne finančné aktíva domácnosti v čase t, yd_t je reálny disponibilný príjem domácnosti v čase t, R_t je priemerná reálna trhová úroková miera zabezpečujúca domácnosti reálny výnos za obdobie od t-1 po t a $risk_t$ je náhodný reálny príjem domácnosti v čase t, ktorý dorovnáva príjmovo-výdavkovú identitu reprezentatívnej domácnosti.

Úlohou pre domácnosť v čase t je maximalizovať celkovú úžitkovú funkciu (3.1) pri rozpočtovom ohraničení (3.3) cez všetky postupnosti $\{c_{t+s}\}$, pre s od nula po nekonečno. Riešenie tohto problému sa dá zapísať pomocou Eulerovej rovnice:

$$U`(c_t) = \beta\, E_t(U`(c_{t+1})(1+R_{t+1})), \tag{3.4}$$

kde ` je označenie derivácie úžitkovej funkcie U.

Teraz uvažujme o poklese spotreby v čase t o malú čiastku dc_t, pričom namiesto spotrebovania dc_t reprezentatívna domácnosť kúpi finančné aktíva zabezpečujúce reálny výnos $1+R_{t+1}$ v čase t+1. Ak normalizujeme cenu aktíva na jedna, dc_t značí počet aktív kúpených za túto čiastku a v perióde t+1 aktíva prinášajú $(1+ R_{t+1})dc_t$ jednotiek tovaru. Pozdĺž optimálnej spotrebnej trajektórie musí platiť:

$$U`(c_t)dc_t = \beta\, E_t(U`(c_{t+1})(1+R_{t+1})dc_t) \tag{3.5}$$

Vzťah (3.5) možno upraviť na:

$$1 = E_t \exp(r_{t+1} + q_{t+1}), \tag{3.6}$$

kde exp(.) je označenie exponenciálnej funkcie s argumentom v zátvorke, r_{t+1} je $\ln(1+R_{t+1})$ a $q_{t+1} = \ln(\beta(U`(c_{t+1})/(U`(c_t))$ sa nazýva reálny diskontný faktor medzi obdobiami t a t+1. Ak predpokladáme, že q a r sú podmienene normálne rozdelené, možno (3.6) upraviť na:

$$E_t r_{t+1} = -E_t q_{t+1} - var_t(r_{t+1}+q_{t+1})/2, \quad (3.7)$$

kde sa využil vzťah E(exp(x))=exp(E(x)+var(x)/2) a $var_t(.)$ je označenie pre podmienený rozptyl premennej v zátvorke.

Ak r_{t+1} je známe, rovnica (3.7) sa dá prepísať na:

$$r_{t+1} = -E_t q_{t+1} - var_t(q_{t+1})/2, \quad (3.8)$$

lebo $var_t(r_{t+1})=0$. Táto rovnica hovorí, že reálna úroková miera je nízka, ak sa reálny diskontný faktor očakáva vysoký, teda ak sa očakáva, že c_{t+1} bude menšie ako c_t. Nízka reálna úroková miera spôsobuje, že domácnostiam sa neoplatí sporiť a obetovať tak určitú časť súčasnej spotreby v prospech budúcej spotreby.

Moderná Fischerova rovnica

Nech $\exp(i_{t+1})$ je nominálny výnos z nominálnych bondov na čas t+1, ktorý je známy v čase t a nech $\pi_{t+1}= \ln(p_{t+1}/p_t)$ je inflácia a p je cenová hladina. Potom jednotka tovaru dnes znamená p_t jednotiek meny dnes. V čase t+1 to znamená $\exp(i_{t+1})p_t$ jednotiek meny a $\exp(i_{t+1})p_t/p_{t+1}$ jednotiek tovaru. Reálny výnos z nominálnych bondov je teda $\exp(i_{t+1}-\pi_{t+1})$. Reálny výnos v čase t+1 je však neistý, pretože je inflácia v čase t+1 neistá. Použitím vzťahu (3.7) a predpokladu, že π_{t+1} je tiež podmienene normálne rozdelená dostaneme:

$$i_{t+1} - E_t\pi_{t+1} = -E_t q_{t+1} - var_t(i_{t+1}- \pi_{t+1} +q_{t+1})/2, \quad (3.9)$$

čo sa dá upraviť na:

$$i_{t+1} - E_t\pi_{t+1} = -E_t q_{t+1} - var_t(\pi_{t+1})/2 - var_t(q_{t+1})/2 - cov_t(-\pi_{t+1}, q_{t+1}) \quad (3.10)$$

Vzťah (3.10) sa dá použitím (3.8) zapísať:

$$i_{t+1} = E_t\pi_{t+1} + r_{t+1} - var_t(\pi_{t+1})/2 - cov_t(-\pi_{t+1}, q_{t+1}) \quad (3.11)$$

alebo

$$i_{t+1} = E_t\pi_{t+1} + r_{t+1} + \varphi^{\pi}_{t+1}, \quad (3.12)$$

kde $\varphi^{\pi}_{t+1} = - var_t(\pi_{t+1})/2 - cov_t(-\pi_{t+1}, q_{t+1})$.

Rovnica (3.12) sa nazýva moderná Fischerova rovnica. Štandardná Fischerova rovnica hovorí, že inflačná riziková prémia φ^{π}_{t+1} je nulová alebo konštantná. Jej použitie v Laxtonovom a Isardovom modeli uvedenom v časti 2.3 vyššie a v modeli „MAASTRICHTSK_0“ nižšie je len aproximáciou zovšeobecnenej Fischerovej rovnice (3.12), pretože empirické štúdie založené na ex post inflácii ukazujú, že klasická Fischerova rovnica platí len pre krátkodobé štátne cenné papiere. Riziková inflačná prémia vyjadruje rozdiel medzi očakávaným a skutočným reálnym výnosom z nominálneho bondu. Riziková inflačná prémia môže byť rôzna v rôznych ekonomikách a tiež sa môže meniť v čase v jednej ekonomike. V rizikovej inflačnej prémii je dôležitým komponentom podmienená kovariancia:

$-cov_t(-\pi_{t+1}, q_{t+1})$. Inflačná riziková prémia φ^{π}_{t+1} môže byť kladná, len ak je kovariancia negatívna. Z toho vyplývajú závery pre hodnoty premenných v čase t+1 v kovariancii.

Moderná podmienka parity úrokovej miery

Nech $\exp(i^*_{t+1})$ je nominálny výnos zo zahraničných bondov v čase t+1 v cudzej mene, ktorý je známy v čase t. Nech nominálny výmenný kurz S_t v čase t vyjadruje počet jednotiek cudzej meny za jednu jednotku našej meny. Jedna jednotka tovaru dnes znamená p_t jednotiek našej meny dnes a p_tS_t jednotiek cudzej meny. V čase t+1 výnos z bondu predstavuje $\exp(i^*_{t+1})p_tS_t$ jednotiek cudzej meny a $\exp(i^*_{t+1})p_tS_t/S_{t+1}$ jednotiek našej meny. Reálny výnos zo zahraničných nominálnych bondov je $\exp(i^*_{t+1})(p_t/p_{t+1})(S_t/S_{t+1})$ alebo $\exp(i^*_{t+1}-\pi_{t+1}-d_{t+1})$, kde $d_{t+1}=\ln(S_{t+1}/S_t)$. Tento reálny výnos v čase t+1 je však neistý, pretože inflácia a výmenný kurz v čase t+1 sú neznáme. Ak by aj d_{t+1} bolo podmienene normálne rozdelené, možno (3.7) v tomto prípade upraviť na:

$$i^*_{t+1}-E_t\pi_{t+1}-E_td_{t+1} = -E_tq_{t+1}-var_t(i^*_{t+1}-\pi_{t+1}-d_{t+1}+q_{t+1})/2 \qquad (3.13)$$

Podmienený rozptyl sa dá ďalej upraviť:

$$var_t(i^*_{t+1}-\pi_{t+1}-d_{t+1}+q_{t+1}) = var_t(\pi_{t+1})+ var_t(d_{t+1})+ var_t(q_{t+1})+2cov_t(-\pi_{t+1}, -d_{t+1})+2cov_t(-\pi_{t+1}, q_{t+1})+ +2cov_t(-d_{t+1}, q_{t+1}) \qquad (3.14)$$

Ak sa v (3.13) použije (3.14) a potom (3.10) dostaneme:

$$i_{t+1} - i^*_{t+1} = -E_td_{t+1} + var_t(d_{t+1})/2+cov_t(-\pi_{t+1}, -d_{t+1})+cov_t(-d_{t+1}, q_{t+1}) \qquad (3.15)$$

alebo

$$s_t = E_ts_{t+1} + i_{t+1} - i^*_{t+1} + \varphi^s_{t+1}, \qquad (3.16)$$

kde $s_t = \ln S_t$ a $\varphi_{t+1}{}^s= -var_t(d_{t+1})/2-cov_t(-\pi_{t+1}, -d_{t+1})-cov_t(-d_{t+1}, q_{t+1})$.

Rovnica (3.16) sa nazýva podmienkou parity úrokovej miery, predstavuje rozhodovaciu podmienku investorov a je vzťahom medzi úrokovým diferenciálom našej a zahraničnej meny a očakávanou zmenou nominálneho výmenného kurzu. Podmienka nekrytej parity úrokovej miery, v literatúre označovaná UIP (Uncovered Interest rate Parity condition), predpokladá, že riziková prémia φ^s_{t+1} je nulová alebo konštantná. Empirické štúdie však dokazujú, že UIP neplatí. UIP je základom všetkých teórií determinácie výmenného kurzu založených na modeli trhu aktív a je podmienkou rovnováhy na devízovom trhu. Ak má byť rovnica (3.16) kandidátom na determináciu nominálneho výmenného kurzu v krátkej dobe, musí sa počítať aj so stochastickou rizikovou prémiou, ktorá vnáša do UIP realitu. Je to aj v súlade s teóriou, že na trhu aktív investor pri uvažovaní o zaradení určitého aktíva do svojho portfólia okrem jeho očakávaného budúceho reálneho výnosu a likvidity berie v úvahu aj riziko. Riziková prémia vyjadruje rozdiel medzi očakávaným nominálnym výnosom zo zahraničného bondu a nominálnym výnosom z domáceho bondu. Riziková prémia v zovšeobecnenej UIP môže byť kladná, len ak je aspoň jedna z kovariancií negatívna.

Ak sa reálna riziková prémia φ^{r} pre zovšeobecnenú UIP definuje:

$$\varphi^{r}_{t+1} = r_{t+1} - r^{*}_{t+1} + E_t z_{t+1} - z_t, \tag{3.17}$$

kde $z_t = s_t + \ln p_t - \ln p^{*}_{t}$ je logaritmus reálneho výmenného kurzu a premenné s * v hornom indexe sú premenné v zahraničí prislúchajúce k r_t a p_t, potom sa dá ľahko odvodiť vzťah medzi nominálnou a reálnou rizikovou prémiou:

$$\varphi^{s}_{t+1}= \varphi^{\pi *}_{t+1} - \varphi^{\pi}_{t+1} - \varphi^{r}_{t+1}, \tag{3.18}$$

kde $\varphi^{\pi *}_{t+1}$ je inflačná riziková prémia vo Fischerovej rovnici v zahraničí.

Dosadenie (3.18) do (3.16) vysvetľuje modifikáciu rovnice (9) v modeli Laxtona a Isarda z časti 2.3 vyššie, ktorú som použil nižšie v modeli „MAASTRICHTSK_0“. Modifikovanú rovnicu (15) dopĺňa aproximácia reálnej rizikovej prémie v rovnici (17) v časti 3.1.3.

Determinácia úrokovej miery na báze racionálnych očakávaní

Nech i_{t+s} je nominálna úroková miera na bondy maturujúce v čase t+s a emitované v čase t. Vzťah medzi dlhodobou úrokovou mierou a očakávanými krátkodobými úrokovými mierami na báze racionálnych očakávaní je:

$$i_{t+s} = (E_t i_t + E_t i_{t+1} + \ldots + E_t i_{t+s-1})/s + \varphi^{i}_{t}, \tag{3.18}$$

kde φ^{i}_{t} sa nazýva riziková alebo tiež termínová prémia. Rýdza hypotéza racionálnych očakávaní úrokových mier predpokladá, že termínová prémia je nulová alebo konštantná. Empirické štúdie pre aktíva so splatnosťou viac ako šesť mesiacov však toto nepotvrdzujú. V modeli „MAASTRICHTSK_0“ nižšie som použil ešte všeobecnejšie rovnice ((9) a (10) v 3.1.3) ako použili Laxton s Isardom v modeli uvedenom v časti 2.3 v druhej kapitole.

Fischerovu rovnicu a podmienku parity úrokovej miery pre s období vpred možno odvodiť podobným spôsobom ako pre jedno obdobie.

3.1.2 Phillipsova krivka

Produkty vyrobené u nás môžu byť použité u nás alebo exportované. Objem exportu určujú hlavne svetové ceny, výmenný kurz a zahraničný dopyt. Ceny produktov použitých doma sú určené domácimi trhovými podmienkami. Určitý objem z týchto produktov je importovaný. Tu opäť zohrávajú dôležitú úlohu svetové ceny, výmenný kurz a nepriame dane.

Importy poskytuje zahraničný sektor a dopytuje sektor domácností, podnikov a vlády. Všetky tieto sektory pri vzájomných transakciách môžu vytvárať inflačné tlaky, ktoré bývajú vyjadrené krátkodobou Phillipsovou krivkou. Medzi základné inflačné tlaky možno zaradiť:

i/ Zahraničné ceny a výmenný kurz – význam zahraničných cien a výmenného kurzu narastá pri silne otvorenej malej ekonomike.

ii/ Medzera v outpute – ak dopyt v krajine prevyšuje jej produkčné kapacity, inflácia stúpa. Koncept medzery v outpute obsahuje dopyt aj ponuku a preto medzeru v outpute a infláciu budú ovplyvňovať dopytové aj ponukové šoky.

iii/ Nákladové tlaky – zmeny v nákladoch na produkciu môžu akcelerovať infláciu, dokonca ak medzera v outpute neexistuje. Tieto náklady predstavujú mzdy a nepriame dane.

iv/ Inflačné očakávania – na súčasné ceny významne vplývajú inflačné očakávania privátneho sektora o budúcich cenách.

Phillipsova krivka v modeli monetárnej politiky by mala tieto základné inflačné tlaky obsiahnuť. Otázkou je, či má byť lineárna alebo nelineárna. Ukazuje sa, že inflácia je ako nákazlivá choroba, ktorou sa možno ľahko nakaziť, ťažšie však býva sa z nej vyliečiť. Túto asymetriu pekne vystihli tvorcovia základného modelu CBNZ, ktorí vychádzali z nasledovnej základnej nelineárnej rovnice:

$$\pi_t = (1-\alpha)B_1(L)\,\pi_t + \alpha\,\pi^e_t + B_2(L)(y^d_t - y^p_t) + B_3(L)\max(0, y^d_t - y^p_t), \qquad (3.19)$$

kde π_t je inflácia, π^e_t reprezentuje inflačné očakávania, y^d predstavuje dopyt, y^p potenciálny output, α je parameter a $B_i(L)$ je polynomický operátor oneskorení, pre i=1, 2, 3. Špecifikácia (3.19) obsahuje inflačnú zotrvačnosť, inflačné očakávania, medzeru v outpute a spomínanú asymetriu, ktorá zavádza do modelu novú úlohu pre monetárnu autoritu. Ak by sa pri odvodení reakčnej funkcie monetárnej autority použili optimalizačné techniky z druhej kapitoly, zrejme poradia centrálnej banke vyhýbať sa kladnému príspevku z posledného sčítanca špecifikácie (3.19), nakoľko znižovanie inflácie by mohla sprevádzať veľká strata outputu. Phillipsova krivka použitá v základnom modeli CBNZ je rozšírením špecifikácie (3.19) o tlaky pochádzajúce zo zahraničných cien, výmeného kurzu, nepriamych daní a o mzdové tlaky.

Phillipsova krivka použitá v Laxtonovom a Isardovom modeli v časti 2.3 je rýdzo konvexná. Laxton s Isardom obhajujú rýdzo konvexnú krivku vo viacerých prácach (napr. v [16]). Ich výskumy, založené na lineárnych a nelineárnych modeloch, rôznych predpokladoch o formovaní očakávaní a na stochastických simuláciách pri rôznych reakčných funkciách, dokazujú, že v lineárnych modeloch sa zmenou parametrov reakčnej funkcie dosiahne len nepatrný efekt prvého rádu na blahobyt. Naopak, v nelineárnych modeloch je možné dosiahnuť väčšie efekty prvého rádu na blahobyt v tom zmysle, že stredná hodnota inflácie a nezamestnanosti sa zmenou parametrov reakčnej funkcie významnejšie mení. A toto je v súlade s názorom väčšiny tvorcov monetárnej politiky, že monetárno-politické chyby spôsobujú efekty prvého rádu na blahobyt.

Stochastická metodológia použitá v [15] je podobná tej, ktorú navrhuje Fair v [9]. Moje skúsenosti s riešením modelu Laxtona a Isarda z časti 2.3 plne stochastickou EP metódou sú však negatívne. Aby algoritmus dosiahol konvergenciu musel som zvoliť veľmi malé hodnoty rozptylov a kovariancií vo variančno-kovariančnej matici uvedenej pri grafe 2.4 v časti 2.3. Tieto problémy boli s veľkou pravdepodobnosťou spôsobené práve funkčným tvarom Phillipsovej krivky.

Na základe týchto faktov som sa rozhodol použiť v modeli „MAASTRICHTSK_0“ nižšie lineárny tvar Phillipsovej krivky s vedomím, že lineárna a nelineárna krivka môžu určovať iné NAIRU. Chyba bude tým menšia, čím bude dráha outputu bližšie k dráhe potenciálneho outputu. Ak sa na odvodenie koeficientov reakčných funkcií použijú optimalizačné techniky uvedené v predchádzajúcich kapitolách, dá sa predpokladať, že odvodená politika bude toto zabezpečovať. Vďaka technikám z druhej kapitoly nie je problém stratiť lineárnosť rozšírením Phillipsovej krivky o posledný sčítanec špecifikácie (3.19).

V spore medzi lineárnou a nelineárnou Phillipsovou krivkou sa implicitne predpokladá, že monetárnou politikou možno významne ovplyvniť reálny output a nezamestnanosť v kratšej dobe (krátkodobý a strednodobý horizont) a ide tu o to, aby výstupy modelov monetárnej politiky tento široko akceptovaný predpoklad (názor) zobrazili. Dohoda centrálnych bankárov a akademikov na stratovej funkcii (1.2) alebo (1.3), ktorá je konzistentná s režimom inflačného cielenia, korešponduje so široko akceptovaným názorom, že monetárna politika v dlhej dobe nemá vplyv na reálny output a nezamestnanosť. Stratová funkcia (1.2) alebo (1.3) naznačuje aj skutočnosť, že voľba váhy λ kladená na medzeru v outpute má vplyv na výber určitej kombinácie inflácie a medzery v outpute pri použití optimalizačných techník z predchádzajúcich kapitol, avšak žiada sa presnejšie opísať množinu, z ktorej sa táto kombinácia vyberá a s čím všetkým súvisí.

Snahou každého ideového smeru v makroekonómii je zostaviť model agregovanej ponuky a agregovaného dopytu, pomocou ktorého sa určí úroveň cien a outputu, vysvetlia dopady monetárnej a fiškálnej politiky na ceny a output a vysvetlí aj fenomén inflácie, ktorý sa v realite bežne vyskytuje. Krivka agregovaného dopytu je klesajúca a jej pozícia sa dá ovplyvniť monetárnou a fiškálnou politikou. V tvare krivky agregovanej ponuky sa jednotlivé smery v makroekonomickej teórii nezhodujú. A práve krátkodobá krivka agregovanej ponuky je blízkou príbuznou krátkodobej Phillipsovej krivky.

Pôvodná krátkodobá Phillipsova krivka vyjadrovala skutočnosť, že nominálne mzdy rastú, ak je miera nezamestnanosti menšia ako prirodzená miera; ostávajú nezmenené, ak sa miera nezamestnanosti rovná prirodzenej miere a klesajú, ak je miera nezamestnanosti väčšia ako prirodzená miera nezamestnanosti. Jej objaviteľom bol Phillips koncom päťdesiatych rokov minulého storočia, ktorý ju empiricky potvrdil na dátach napozorovaných vo Veľkej Británii za dlhé obdobie. Phillipsova krivka získala teoretickú a politickú výbušnosť až po prvej modifikácii Samuelsonom a Solowom. Táto modifikácia vyjadruje negatívnu závislosť rastu cien od miery nezamestnanosti. Pre hospodársku politiku to znamenalo, že nízka inflácia a nízka miera nezamestnanosti sú súčasne nedosiahnuteľné a vlády budú musieť vyberať medzi dvoma „zlami“: buď vysoká inflácia alebo vysoká nezamestnanosť. V sedemdesiatych a osemdesiatych rokoch sa modifikovaný Phillipsov behaviorálny vzťah už nepotvrdzoval a tak sa ekonómovia pokúšali o jeho ďalšie modifikácie. Rast cien sa začal vysvetľovať nielen negatívnou závislosťou od medzery v nezamestnanosti (rozdiel skutočnej nezamestnanosti a prirodzenej miery nezamestnanosti), ale aj pozitívnou závislosťou od (adaptívnych, racionálnych, lineárnej kombinácie adaptívnych a racionálnych) inflačných očakávaní. V snahe vysvetliť obdobia vyššej inflácie a súčasne vyššej nezamestnanosti sa do modifikovaných Phillipsových kriviek okrem inflačných očakávaní zabudovali aj ponukové šoky. Z týchto modifikovaných Phillipsových kriviek sa odvodzovala krátkodobá krivka agregovanej ponuky. Odvodenie krátkodobej krivky agregovanej ponuky za určitých zjednodušených predpokladov uvádzajú aj Dornbusch s Fischerom v [6], s.212-215. Lineárnu krátkodobú krivku agregovanej ponuky získali z pôvodnej Phillipsovej krivky, z lineárnej produkčnej funkcie a z lineárnej pozitívnej závislosti cien od miezd. Takto odvodená krátkodobá lineárna krivka agregovanej ponuky je rastúca v prípade čiastočnej nepružnosti cien a miezd (v reakcii na zmeny v nezamestnanosti). V prípade úplnej rigidity cien a miezd sa získa Keynesov scenár úplne nepružných cien a miezd a horizontálna krátkodobá krivka (priamka) agregovanej ponuky, čo možno považovať za extrém a výsledok akceptovateľný len vo veľmi krátkej dobe (v modeli MAASTRICHTSK_0 je to jeden štvrťrok). J. Husár v [14], s. 180 ukazuje, ako sa dá z rovnice krátkodobej rastúcej agregovanej ponuky s cenovými očakávaniami a Okunovho zákona odvodiť o inflačné očakávania rozšírená Phillipsova krivka. Teda z krátkodobej Phillipsovej krivky sa dá odvodiť krátkodobá krivka agregovanej ponuky a opačne. Znamená to, že Phillipsova krivka a krivka agregovanej ponuky v krátkodobom horizonte sú natoľko podobné, že často dochádza k zámene týchto pojmov.

K tejto zámene došlo aj v pomenovaní rovnice (1) v Laxtonovom a Isardovom modeli z časti 2.3, rovnice (3.19) a rovnice (1) v modeli „MAASTRICHTSK_0“ a správne by mali byť pomenované ako modernizované dynamické rovnice agregovanej ponuky, v ktorých sú inflácia namiesto cenovej hladiny a medzera v outpute namiesto outputu.

Poznatky o Phillipsovej krivke vedú k dôležitým tvrdeniam, ktoré by sa mali stať teoretickou oporou modelu monetárnej politiky: v krátkodobom horizonte modernizovaná rastúca krivka agregovanej ponuky súvisí s modernizovanou modifikovanou Phillipsovou krivkou, s čiastočnou nepružnosťou nominálnych miezd a cien, s neplatnosťou klasickej dichotómie (monetárnou politikou možno ovplyvňovať reálny output a nezamestnanosť) a toto všetko je konzistentné s pozorovanou skutočnosťou, že existuje aj nedobrovoľná nezamestnanosť, trh práce môže byť v nerovnováhe, hospodárstvo krajiny sa môže nachádzať v stavoch odlišných od prirodzenej miery nezamestnanosti a teda v stavoch odlišných od plnej zamestnanosti, outputu na potenciálnej úrovni či v stavoch nenulovej medzery v outpute. V dlhodobej perspektíve sú ceny a nominálne mzdy pružné, modernizovaná krivka agregovanej ponuky vertikálna, (Friedmanova a Phelpsova) Phillipsova krivka vertikálna, hospodárstvo konverguje k v čase sa meniacemu rovnovážnemu stavu, ktorého hlavnými charakteristikami sú nulová medzera v outpute, plná zamestnanosť, rovnováha na trhu práce a stabilná inflácia rovná inflačným očakávaniam; monetárnou politikou nemožno ovplyvniť reálny output a nezamestnanosť a teda klasickú dichotómiu možno akceptovať. Na ceste hospodárstva k v čase sa meniacim rovnovážnym stavom napomáhajú samoliečiace trhové sily a múdra monetárna a fiškálna politika majúca za úlohu poopraviť krátkodobé imperfektné správanie trhu a redukciu či elimináciu šokov, ktoré zasahujú ekonomiku. Synonymom múdrej monetárnej a fiškálnej politiky je aplikácia politík odvodených optimalizačnými technikami z predchádzajúcich kapitol. Synonymom samoliečiacich síl sú sily vzniknuté motiváciou podnikateľov dosiahnuť maximálne zisky a sily vzniknuté motiváciou spotrebiteľov zvoliť optimálnu spotrebiteľskú stratégiu pri danom a avízovanom nastavení monetárnej a fiškálnej politiky.

Problémom súvisiacim s uplatnením takéhoto modelu v praxi sú odhady takých teoretických pojmov ako medzera v outpute, potenciálny output, plná zamestnanosť a prirodzená miera nezamestnanosti. Na odhad medzery v outpute a potenciálneho outputu je možné aplikovať SS (State Space) modely a Kalmanov filter. Takýmto spôsobom odhaduje medzeru v outpute aj NBS. Ak by odhad medzery v outpute v určitom čase bol nula, miera nezamestnanosti zodpovedajúca tomuto stavu by sa mohla považovať za odhad prirodzenej miery nezamestnanosti a zamestnanosť v tomto čase za odhad plnej zamestnanosti.

3.1.3 Rovnice modelu „MAASTRICHSK_0“

Rovnice modelu s významom premenných uvedeným v tabuľke 3.1 sú nasledovné**:**

(1) pi4 = c1_1 * pi4m + (1 - c1_1) * pi4e + c1_2 * y(-1) + epspi

(2) pi4e = ds + c2_1 * pi4(4) + c2_2 * pi4(-1) + (1 - c2_1 - c2_2) * pitarsk

(3) ds = c3_1 * ds(-1) + epsds

(4) y = c4_1 * epy + c4_2 * (g - g(-1) * (1 + greq)) + c4_3 * (tr - tr(-1) * (1 + greq)) -
- c4_4 * (td - td(-1) * (1 + greq)) - c4_5 * (ti - ti(-1) * (1 + greq)) - c4_6 * (rr4(-1) -
- rr4(-2)) - c4_7 * (rr12(-1) - rr12(-2)) - c4_8 * (zeu(-1) - zeu(-2)) + c4_9 * ((ygapeu(-1) +
+ ygapeu(-2) + ygapeu(-3) + ygapeu(-4)) / 4) + epsy

(5) epy = c5_1 * y(-1) + (1 - c5_1) * y(1)

(6) rr4 = rs4 - pi4e

(7) rr12 = rs12 - pi12e

(8) pi12e = c8_1 * (pi4(4) + pi4(8) + pi4(12)) / 3 + c8_2 * pi4(-1) + (1 - c8_1 - c8_2) *
* pitarsk(12)

(9) rs4 = c9_1 + c9_2 * (rs + rs(1) + rs(2) + rs(3)) / 4 + (1 - c9_2) * rs + epsrs4

(10) rs12 = c10_1 + c10_2 * (rs + rs(1) + rs(2) + rs(3) + rs(4) + rs(5) + rs(6) + rs(7) + rs(8) +
rs(9) + rs(10) + rs(11)) / 12 + (1 - c10_2) * rs + epsrs12

(11) rs = c11_1 * rs(-1) + (1 - c11_1) * (rseq + c11_2 * (pi4ma(4) - pitarsk(4))) + c11_3 * y+
+ epsrs

(12) pi4ma = (pi4 + pi4(-1) + pi4(-2) + pi4(-3)) / 4

(13) rseq = rreq + pitarsk(4)

(14) rreq = c14_1 * rreq(-1) + (1 - c14_1) * rreueq

(15) seu = epseu + (rs - rseu - premeu) / 4 + epsseu

(16) epseu = c16_1 * seu(1) + c16_2 * seu(-1) + (1 - c16_1 - c16_2) * seueq

(17) premeu = rreq - rreueq + zeueq - zeueq(-4) + epspremeu

(18) seueq = seueq(-4) + zeueq - zeueq(-4) + peu - peu(-4) - pcpi + pcpi(-4)

(19) zeu = zeu(-1) + seu - seu(-1) + pcpi - pcpi(-1) - peu + peu(-1)

(20) zeueq = c20_1 * zeueq(-1) + (1 - c20_1) * ztb

(21) pcpi = pi4 + pcpi(-4)

(22) pi4m = c22_1 * (peu - peu(-4) - seu + seu(-4)) + (1 - c22_1) * (poil - poil(-4) - susd +
+ susd(-4))

(23) u = ueq - ugap

(24) ugap = c24_1 * ugap(-1) + c24_2 * y + epsugap

(25) ueq = c25_1 * ueq(-1) + (1 - c25_1) * nru

(26) rgdp = rgdpeq * (1 + y)

(27) rgdpeq = rgdpeq(-1) * (1 + greq)

(28) g = c28_1 * (g(-1) * (1 + greq) - c28_2 * y(-1) * rgdpeq(-1)) + (1 - c28_1) * geq

(29) geq = c29_1 * geq(-1) * (1 + greq) + (1 - c29_1) * gtar

(30) gtar = grtar * rgdpeq

(31) tr = c31_1 * (tr(-1) * (1 + greq) - c31_2 * y(-1) * rgdpeq(-1)) + (1 - c31_1) * treq

(32) treq = c32_1 * treq(-1) * (1 + greq) + (1 - c32_1) * trtar

(33) trtar = trrtar * rgdpeq

(34) ti = c34_1 * (ti(-1) * (1 + greq) + c34_2 * y(-1) * rgdpeq(-1)) + (1 - c34_1) * tieq

(35) tieq = c35_1 * tieq(-1) * (1 + greq) + (1 - c35_1) * titar

(36) titar = tirtar * rgdpeq

(37) td = c37_1 * (td(-1) * (1 + greq) + c37_2 * y(-1) * rgdpeq(-1)) + (1 - c37_1) * tdeq

(38) tdeq = c38_1 * tdeq(-1) + (1 - c38_1) * tdtar

(39) tdtar = tdrtar * rgdpeq

(40) tdrtar = gdrtar + grtar + trrtar - tirtar

(41) gd = td + ti - g - tr

(42) gdeq = tdeq + tieq - geq - treq

(43) gb = (1 + rirgb(-1)) * gb(-1) - gd - goni

(44) gbeq = c44_1 * gbeq(-1) + (1 - c44_1) * gbtar

(45) gbtar = 4 * gbrtar * rgdpeq

(46) goni = c46_1 * goni(-1) * (1 + greq) + (1-c46_1) * (gonieq + c46_2* (gb(-1)-gbeq(-1)))

(47) gonieq = (1 + rirgbeq(-1)) * gbeq(-1) - gdeq - gbeq

(48) rirgbeq = rirgb

3.1.4 Deterministické a stochastické simulácie

Súbežne s riešením modelu pomocou deterministickej a stochastickej EP metódy budú nižšie uvedené aj poznámky k rovniciam modelu „MAASTRICHTSK_0“. Všetky simulácie začínajú od konca prvého štvrťroku 2003 (2003:1) a sú realizované väčšinou s dátami uvedenými v tabuľke 3.2 a parametrami modelu uvedenými v tabuľke 3.3. Pri niektorých simuláciách nižšie sú niektoré dáta z tabuľky 3.2 alebo parametre z tabuľky 3.3 zmenené. Na túto skutočnosť je vždy upozornené. Dáta sú skôr cvičné ako presné, aj keď snaha priblížiť sa realite je zjavná. Parametre modelu boli zvolené a možno ich považovať za správne určené len čo do znamienka. Hodnoty niektorých parametrov boli nastavené podľa podobných odhadnutých alebo kalibrovaných modelov malých otvorených ekonomík. Parametre reakčných funkcií monetárnej a fiškálnej autority neboli kalibrované pomocou optimalizačných techník z druhej kapitoly. Optimalizácia parametrov reakčných funkcií nie je ani tak zložitá ako výpočtovo náročná a preto boli parametre nastavené metódou pokusov a omylov. Deterministické simulácie sú vykonané dynamicky na 40 štvrťrokov do 2012:4. Stochastické simulácie vzhľadom na ich výpočtovú náročnosť sú vykonané dynamicky na 20 kvartálov do 2007:4, kedy predpokladám vstup Slovenska do EMÚ. Základné riešenie modelu deterministickou a stochastickou simuláciou pre najdôležitejšie premenné je uvedené na grafoch 3.1.1, 3.2 a zodpovedajú hodnotám parametrov modelu uvedeným v tabuľke 3.3 a dátam v tabuľke 3.2. Základné riešenie modelu deterministickou simuláciou pre ostatné endogénne premenné zodpovedajúce hodnotám parametrov uvedeným v tabuľke 3.3 a dátam v tabuľke 3.2 zobrazujú grafy 3.1.2 až 3.1.9. Pri stochastickej simulácii bola zvolená variančno-kovariančná matica šokov s nulovými kovarianciami a rozptylom 0.0001 pre všetkých 9 šokov a vykonalo sa 30 simulácií. Rovnice (1) až (22) modelu MAASTRICHTSK_0 opisujú monetárny transmisný mechanizmus zobrazený na obr. 2.1 podobným spôsobom ako v Laxtonovom a Isardovom modeli, ktorý je uvedený v časti 2.3. Modifikované sú rovnice formovania inflačných očakávaní (2) a (8). Rovnica (2) na pravej strane obsahuje príspevok k inflačným očakávaniam z avízovaného administratívneho zásahu do cien. Predpokladá sa, že tento efekt v čase bude slabnúť podľa rovnice (3). Rovnica (2) a (8) má na pravej strane príspevok k inflačným očakávaniam v podobe cieľa kredibilnej a transparentnej centrálnej banky. Vysvetliť sa to môže tak, že určitá (malá) dobre informovaná časť verejnosti sa pozerá dopredu a pridržiava sa modelovej inflačnej prognózy. Ďalšia pomerne významná dozadu hľadiaca časť verejnosti sa pridržiava oneskorenej inflácie. Podiel zvyšnej časti verejnosti bude tým významnejší, čím bude centrálna banka kredibilnejšia a transparentnejšia v súvislosti s oboznamovaním verejnosti o svojich strednodobých cieľov. Priemerne vzdelaný a informovaný ekonomický subjekt by sa mohol pri svojich ekonomických zámeroch v strednodobom horizonte skutočne pridržiavať inflačných očakávaní formovaných pomocou centrálnou bankou hlásanej postupnosti inflačných cieľov. Transparentná politika nakoniec centrálnej banke pomôže pri dosahovaní jej cieľov. Túto situáciu zobrazuje graf 3.6, kde inflačná trajektória naľavo „kopíruje" koncoročnú postupnosť cieľov oveľa lepšie ako inflačná trajektória napravo, ktorá zodpovedá menej transparentnej (alebo netransparentnej) politike vyjadrenej zmenou parametrov c2_2 a c8_2. Významnejšie je modifikovaná rovnica (4) pre medzeru v outpute. Obsahuje privátne

Tabuľka 3.1 Význam premenných modelu MAASTRICHTSK_0

Premenná	***Význam***
endogénne premenné	
ds	komponent inflačných privátnych očakávaní zodpovedajúci cenovým dereguláciam
epseu	privátne očakávania nominálneho výmenného kurzu v čase t na čas t+1 (počet EURO za 1 SK)
epy	privátne očakávania medzery v outpute v čase t na čas t+1 v reálnom vyjadrení
g	vládne výdavky v reálnom vyjadrení
gb	čistý verejný dlh v reálnom vyjadrení
gd	deficit verejných financií v reálnom vyjadrení
gdeq	rovnovážny deficit verejných financií v reálnom vyjadrení
gbeq	čistý rovnovážny verejný dlh v reálnom vyjadrení
gbtar	cieľový čistý verejný dlh v reálnom vyjadrení
geq	rovnovážne vládne výdavky v reálnom vyjadrení
goni	iné verejné čisté príjmy v reálnom vyjadrení
gonieq	rovnovážne iné verejné čisté príjmy v reálnom vyjadrení
gtar	cieľové vládne výdavky v reálnom vyjadrení
pcpi	logaritmus CPI
pi12e	privátne inflačné očakávania v čase t na čas t+12
pi4	zmena v logaritme CPI od t-4 po t
pi4e	privátne inflačné očakávania v čase t na čas t+4
pi4m	importovaná inflácia od t-4 po t
pi4ma	kĺzavý inflačný priemer
premeu	reálna riziková prémia vo vzťahu k EURO
rgdp	HDP v reálnom vyjadrení
rgdpeq	rovnovážny (potencionálny) HDP v reálnom vyjadrení
rirgbeq	rovnovážna reálna úroková miera verejného dlhu za jeden štvrťrok
rr4	reálna úroková miera na ročné dlhopisy
rr12	reálna úroková miera na trojročné dlhopisy
rreq	rovnovážna reálna úroková miera
rs4	nominálna úroková miera na ročné dlhopisy
rs12	nominálna úroková miera na trojročné dlhopisy
rs	krátkodobá (štvrťročná) nominálna úroková miera - nástroj centrálnej banky
rseq	rovnovážna nominálna úroková miera
seu	logaritmus nominálneho výmenného kurzu (počet EURO za 1 SK)
seueq	logaritmus rovnovážneho nominálneho výmenného kurzu (počet EURO za 1 SK)

Tabuľka 3.1 Význam premennných modelu MAASTRICHTSK_0, pokračovanie

td	priame dane v reálnom vyjadrení
tdeq	rovnovážne priame dane v reálnom vyjadrení
tdrtar	cieľový pomer priamych daní v reálnom vyjadrení k reálnemu HDP
tdtar	cieľové priame dane v reálnom vyjadrení
ti	nepriame dane v reálnom vyjadrení
tieq	rovnovážne nepriame dane v reálnom vyjadrení
titar	cieľové nepriame dane v reálnom vyjadrení
tr	čisté transferové platby vlády privátnemu sektoru v reálnom vyjadrení
treq	rovnovážne čisté transferové platby vlády privátnemu sektoru v reálnom vyjadrení
trtar	cieľové čisté transferové platby vlády privátnemu sektoru v reálnom vyjadrení
u	miera nezamestnanosti
ueq	rovnovážna miera nezamestnanosti
ugap	medzera v miere nezamestnanosti
y	medzera v outpute v reálnom vyjadrení
zeu	logaritmus reálneho výmenného kurzu (SK-EÚ)
zeueq	logaritmus rovnovážneho reálneho výmenného kurzu (SK-EÚ)
exogénne premenné	
gbrtar	cieľový pomer verejného dlhu v reálnom vyjadrení k reálnemu HDP
gdrtar	cieľový pomer deficitu verejného rozpočtu v reálnom vyjadrení k reálnemu HDP
greq	rovnovážna štvrťročná miera rastu reálneho HDP
grtar	cieľový pomer vládnych výdavkov v reálnom vyjadrení k reálnemu HDP
nru	stacionárna prirodzená miera nezamestnanosti v stredno-dlhodobom horizonte
peu	logaritmus CPI v EÚ
pitarsk	cieľ pre infláciu v čase t pre NBS
poil	logaritmus ceny ropy
rirgb	reálna úroková miera verejného dlhu za jeden štvrťrok
rreueq	rovnovážna reálna úroková miera v EÚ
rseu	krátkodobá (štvrťročná) nominálna úroková miera EÚ
susd	logaritmus nominálneho výmenného kurzu (počet USD za 1SK)
tirtar	cieľový pomer nepriamych daní v reálnom vyjadrení k reálnemu HDP
trrtar	cieľový pomer reálnych čistých transferových platieb vlády k reálnemu HDP
ygapeu	medzera v outpute pre EÚ
ztb	logaritmus reálneho kurzu zabezpečujúceho udržateľnú obchodnú a platobnú bilanciu v stredno-dlhodobom horizonte
šoky	
epsds	deregulačný šok

Tabuľka 3.1 Význam premennných modelu MAASTRICHTSK_0, pokračovanie

epspi	inflačný šok vo Phillipsovej krivke
epspremeu	šok v rovnici pre rizikovú prémiu
epsrs	monetárny šok
epsrs12	šok v rovnici pre stanovenie úrokovej miery na trojročné dlhopisy
epsrs4	šok v rovnici pre stanovenie nominálnej úrokovej miery na ročné dlhopisy
epsseu	šok v rovnici vyjadrujúcej podmienku parity úrokovej miery
epsugap	šok v Okunovom pravidle
epsy	dopytový šok

Tabuľka 3.2 Hodnoty premenných použité v základných simuláciách

Obdobie	**Hodnoty premenných**					
	ds	g	geq	gb	gbeq	gd	gdeq
2002:1	0	0	0	0	0	0	0
2002:2	0	0	0	0	0	0	0
2002:3	0	0	0	0	0	0	0
2002:4	0.06	50	50	457	457	-12.5	-12.5
	goni	gonieq	pcpi	peu *	pi4	rgdpeq	rirgbeq
2002:1	0	0	0.005	0.005	0	0	0.01
2002:2	0	0	0.015	0.01	0.04	0	0.01
2002:3	0	0	0.025	0.015	0.04	0	0.01
2002:4	5	5	0.035	0.02	0.04	250	0.01
	rr4	rr12	rreq	rs	seu	seueq	td
2002:1	0	0	0	0	log(1/42)	log(1/42)	0
2002:2	0	0	0	0	log(1/42)	log(1/42)	0
2002:3	0.02	0.02	0	0	log(1/42)	log(1/42)	0
2002:4	0.02	0.02	0.02	0.06	log(1/42)	log(1/42)	25
	tdeq	ti	tieq	tr	treq	ueq	ugap
2002:1	0	0	0	0	0	0	0
2002:2	0	0	0	0	0	0	0
2002:3	0	0	0	0	0	0	0
2002:4	25	30	30	17.5	17.5	0.17	0.01
	y	zeu	zeueq				
2002:1	0	-3.67767	-3.67767				
2002:2	0	-3.67767	-3.67767				
2002:3	0	-3.67767	-3.67767				
2002:4	-0.005	-3.67767	-3.67767				
	pitarsk						
2002:1-2002:4	0.04						
2003:1-2003:4	0.08						
2004:1-2004:4	0.065						
2005:1-2005:4	0.05						
2006:1-2006:4	0.04						
2007:1-2007:4	0.035						
2008:1-2010:4	0.03						
2011:1-2050:4	0.02						
	gbrtar	gdrtar	greq	grtar	nru	poil	rirgb
2000:1-2050:4	0.45	-0.03	0.01	0.2	0.06	0	0.01
	rreueq	rseu	susd	tirtar	trrtar	ygapeu	ztb
2000:1-2050:4	0.01	0.03	log(1/41)	0.14	0.05	0	log(1/40)

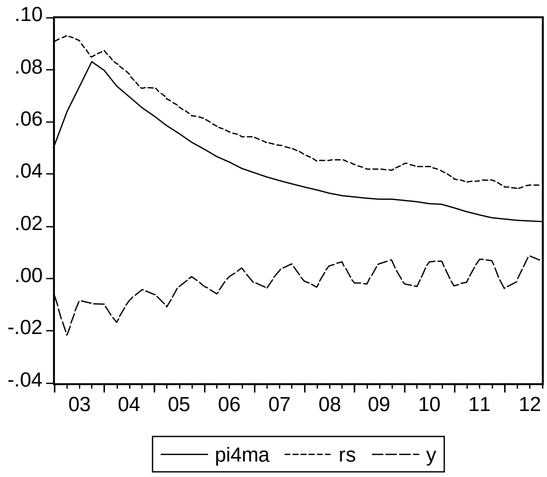
* peu sa v ďalších obdobiach počíta tak, aby medziročná inflácia v EÚ bola 0.02 až do 2050:4

očakávania medzery v outpute, ktoré sú modelované v rovnici (5). Tieto očakávania majú aj dopredu hľadiacu zložku za účelom získania modelovej prognózy o medzere v outpute a jej prípadného využitia monetárnou a fiškálnou autoritou. Oproti rovnici pre medzeru v outpute v Laxtonovom a Isardovom modeli z časti 2.3 sa na pravej strane objavujú v diferencii aj dane, čisté transfery a vládne výdavky. Zmeny v daniach a transferoch ovplyvňujú disponibilný príjem, čo vplýva na spotrebu a medzeru v outpute, lebo spotreba je významnou zložkou dopytu. Zmeny vo vládnych výdavkoch vplývajú na medzeru v outpute priamo.

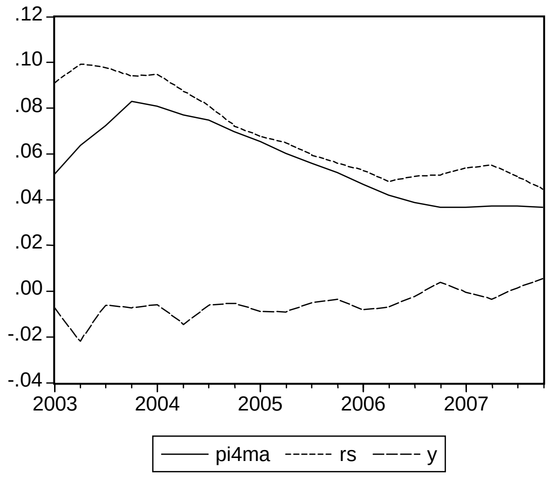
Tabuľka 3.3 Parametre modelu MAASTRICHTSK_0

Rovnica	Hodnota parametrov						
(1)	c1_1=0.25	c1_2=0.6					
(2)	c2_1=0.1	c2_2=0.4					
(3)	c3_1= 0.8						
(4)	c4_1=0.9	c4_2=0.001	c4_3=0.001	c4_4=0.001	c4_5= 0.001	c4_6=0.075	c4_7=0.22
(4)	c4_8=0.3	c4_9=0.5					
(5)	c5_1=0.9						
(8)	c8_1=0.1	c8_2=0.4					
(9)	c9_1=0	c9_2=0.4					
(10)	c10_1=0	c10_2=0.4					
(11)	c11_1=0.4	c11_2=2	c11_3=0.2				
(14)	c14_1=0.95						
(16)	c16_1=0.25	c16_1=0.5					
(20)	c20_1=0.85						
(22)	c22_1=0.75						
(24)	c24_1=0.5	c24_2=0.5					
(25)	c25_1=0.95						
(28)	c28_1=0.2	c28_2=4					
(29)	c29_1=0.2						
(31)	c31_1=0.2	c31_2=1					
(32)	c32_1=0.2						
(34)	c34_1=0.2	c34_2=3					
(35)	c35_1=0.2						
(37)	c37_1=0.2	c37_2=2					
(38)	c38_1=0.2						
(44)	c44_1=0.2						
(46)	c46_1=0.2	c46_2=0.2					

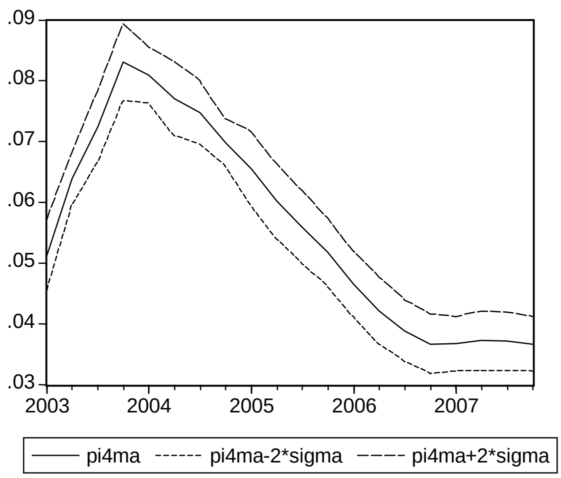
Graf 3.1.1 Základné riešenie modelu dynamickou deterministickou simuláciou



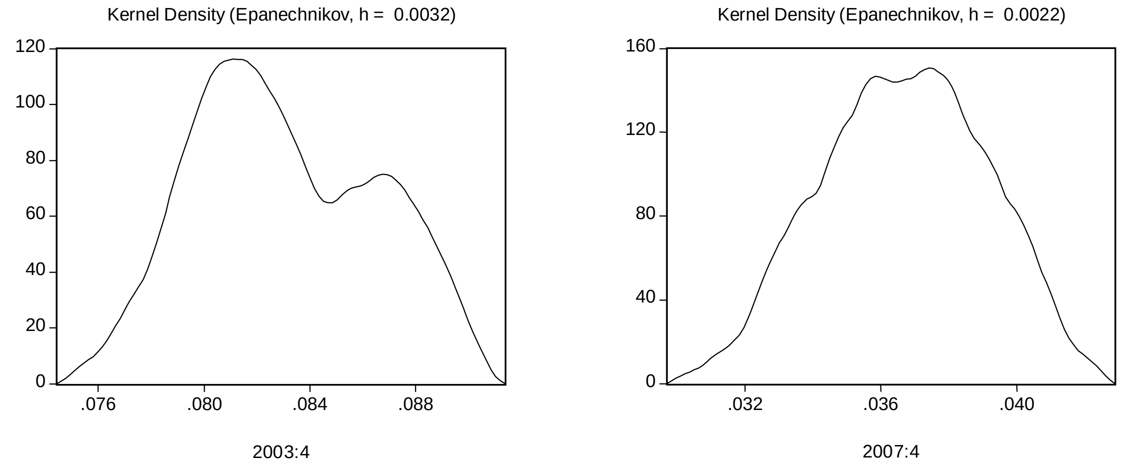
Graf 3.2 Základné riešenie modelu dynamickou stochastickou simuláciou



Graf 3.3 Konfidenčný interval pre infláciu, pravidlo dvoch sigma – stochastická simulácia



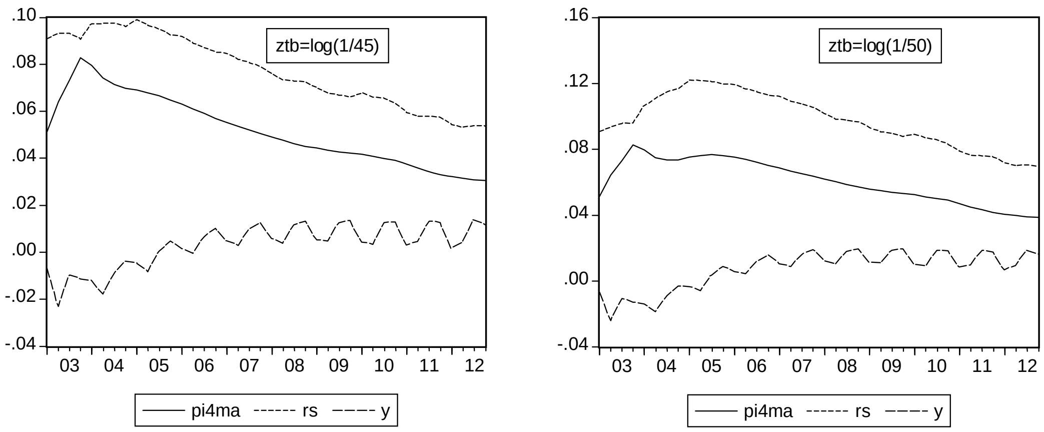
Graf 3.4 Odhad funkcie hustoty rozdelenia pravdepodobnosti inflácie na 2003:4 a 2007:4



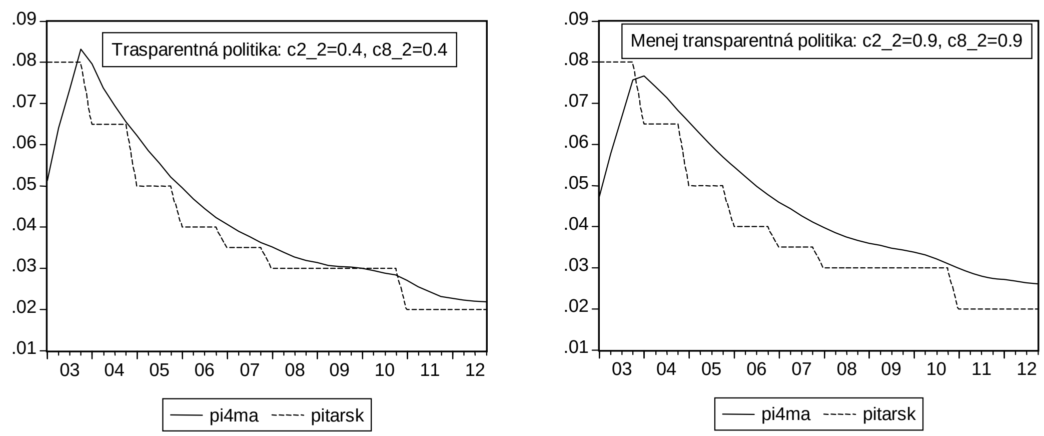
V blízkosti monetárneho a fiškálneho equilibria, kedy sú dane a transfery takmer rovné svojim cieľovým hodnotám (vyjadrené ako podiel z HDP), by prvá diferencia daní a transferov generovala medzeru v outpute. Preto sú oneskorené dane a transfery násobené rastovou korekciou (1+greq). Medzera v outpute by mala závisieť aj od medzery v outpute takého významného exportno-importného partnera, akým je EÚ. Modifikovaná je aj reakčná funkcia centrálnej banky, ktorú predstavuje rovnica (11). Nástroj centrálnej banky – krátkodobá úroková miera rs reaguje na odchýlky medziročného inflačného priemeru za posledné štyri štvrťroky od cieľa. V blízkosti monetárneho a fiškálneho equilibria, kedy sú inflačný cieľ a nulová medzera v outpute takmer dosiahnuté, krátkodobá úroková miera konverguje k hodnote rseq, ktorá je definovaná rovnicou (13) a (14). Rovnica (14) korešponduje s predpokladom malej otvorenej ekonomiky.

Výmennými kurzami sa zaoberajú rovnice (15) až (20). Zmena v rovnici (15) je vysvetlená v časti 3.1.1. V rovnici (16) je do formovania očakávaní o nominálnom kurze zatiahnutá aj premenná seueq, ktorá korešponduje s rovnovážnou hodnotou reálneho výmenného kurzu (zeueq). Tento rovnovážny reálny výmenný kurz konverguje k hodnote ztb, ktorá je stanovená exogénne a ktorá zabezpečuje dlhodobo udržateľnú obchodnú a platobnú bilanciu, čo je vyjadrené v rovnici (20). Centrálna banka cez toto prepojenie vnáša do formovania očakávaní ekonomický fundament. Výkon tohto prepojenia môže centrálna banka robiť prostredníctvom verbálnych a skutočných intervencií. Účastníci devízového trhu budú takto transparentnou kurzovou politikou neustále informovaní o predstavách centrálnej banky o nominálnom kurze, ktorý zodpovedá ekonomickej realite. Po septembrových voľbách v roku 2002 kurz slovenskej meny voči EURO začal apreciovať pod vplyvom apreciačných očakávaní v budúcnosti. Apreciácia kurzu bola však vyvolaná psychologickými faktormi a nezodpovedala ekonomickým fundamentom. Proti tomu zasiahla NBS intervenciami a nakoniec výrazným poklesom kľúčových úrokových mier. V tomto procese boja o kurz boli účastníci trhu viackrát dezorientovaní a vyzývali NBS, aby vyjadrila presnejšie svoje predstavy o hodnote kurzu. Dá sa očakávať, že apreciačné tlaky na kurz môžu naďalej pokračovať. Preto som otestoval schopnosť reakcie modelu pri jednorázovom apreciačnom šoku v období 2003:4. Ako ukazuje graf 3.7, model navrhuje tiež drastické zníženie úrokových sadzieb. Graf 3.5 zobrazuje riešenie modelu deterministickou simuláciou pri iných zvolených hodnotách exogénnej premennej ztb. Rovnica (22) bola modifikovaná tak, aby zreteľne vyjadrovala závislosť cien v malej otvorenej ekonomike od ceny ropy obchodovanej v dolároch. Rovnica (23) rozkladá mieru nezamestnanosti na cyklickú časť a zložku, ktorá reprezentuje frikčnú a štrukturálnu nezamestnanosť. Rovnica (24) popisuje perzistenciu medzery v nezamestnanosti a vzťah k medzere v outpute. Rovnica (25) popisuje trajektóriu slovenského NAIRU, ktoré by malo v stredno-dlhodobom horizonte konvergovať k exogénnemu nru.

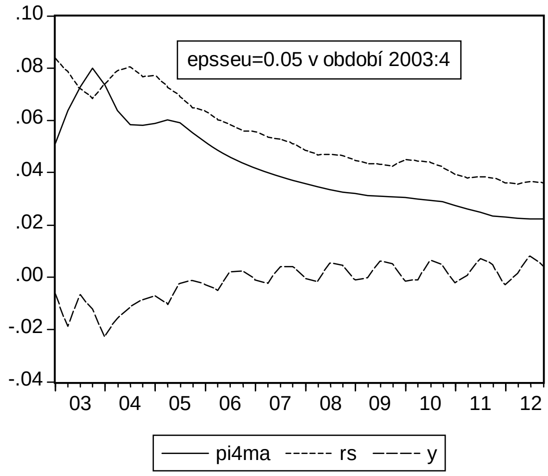
Graf 3.5 Reálny kurz ztb=log(1/45) a ztb=log(1/50) – deterministická simulácia



Graf 3.6 Transparentná a menej transparentná politika NBS – deterministická simulácia



Graf 3.7 Jednorázový šok v rovnici výmeného kurzu – deterministická simulácia

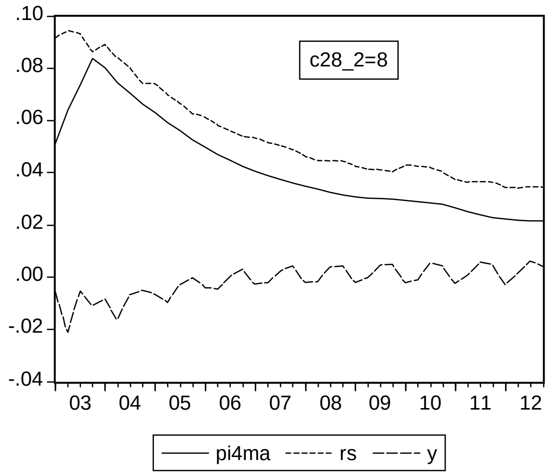


Rovnica (26) je vlastne definíciou medzery v outpute. Rovnica (27) popisuje vývoj potenciálneho outputu. Predpokladal som, že potenciálny output bude rásť exogénnou mierou greq. Rovnice (28) až (47) sa týkajú fiškálnej politiky a rovnica (48) vyjadruje len snahu zachovať eq-štruktúru modelu, ktorá je vysvetlená v časti 2.4 vyššie.

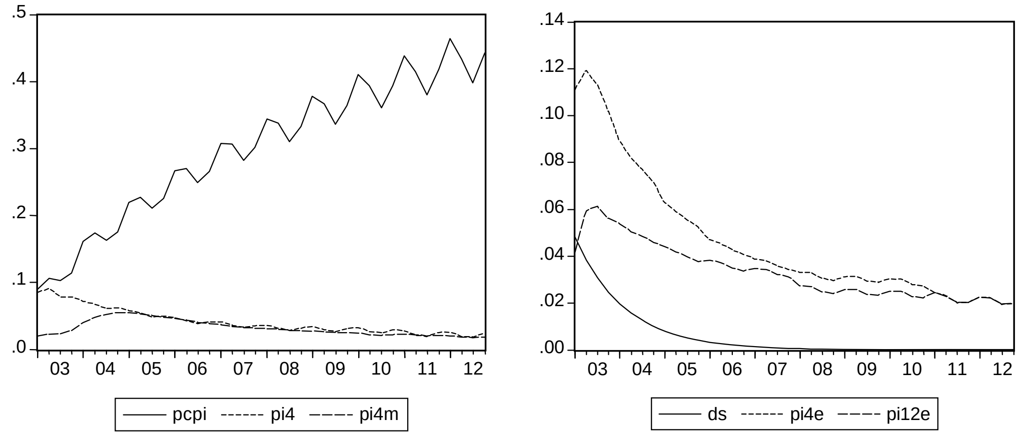
Konštrukcia skrytá v rovniciach (28) až (47) funguje nasledovne:
Najskôr sa zvolia cieľové pomery deficitu verejných financií gdrtar a vládneho dlhu k HDP gbrtar, ktoré sa majú dosiahnuť v určitom časovom horizonte. V simuláciách uvedených v tejto práci boli zvolené hodnoty gdrtar = - 0.03 a gbrtar = 0.45, ktoré by vyhovovali maastrichtským kritériám. Potom nasleduje voľba cieľového pomeru nepriamych daní k HDP tirtar. Táto hodnota bola nastavená na 0.14 a ilustruje zámer fiškálnej autority presúvať daňové bremeno na nepriame dane, lebo nepriame dane činili na začiatku simulácie 12% HDP. Ďalej sa zvolí cieľový pomer netto transferov k HDP trrtar, ktorý bol nastavený na 0.05. Na začiatku simulácie bol tento pomer 7%. Aby sa z rovnice (40) mohol vypočítať cieľový pomer priamych daní k HDP tdrtar, treba zvoliť ešte cieľový pomer vládnych výdavkov k HDP grtar. Tento pomer bol nastavený na grtar = 0.2 a zhoduje sa s pomerom na začiatku simulácie. Všetky tieto pomery predstavujú kotvy, ku ktorým aktuálne a equilibriálne pomery (napr. td/rgdp a tdeq/rgdpeq) konvergujú. Kľúčovú úlohu v tejto konštrukcii zohráva dynamické rozpočtové ohraničenie vyjadrené rovnicou (43) a jej eq-verzia (47). Rovnica (47) vymedzuje hodnotu eq-premennej (premenná s príponou eq) gonieq, ku ktorej premenná goni konverguje. Rýchlosť priblíženia sa eq-trajektórií k cieľovým trajektóriám sa dá nastaviť pomocou koeficientov v eq-rovniciach. Rýchlosť konvergencie aktuálnych premenných (bez prípony eq) k eq-premenným sa dá nastaviť pomocou koeficientov c28_1, c31_1, c34_1, c37_1 a c46_1. Silu proticyklického pôsobenia fiškálnej politiky možno regulovať

koeficientom c28_2, čo zobrazuje graf 3.8. Hodnoty koeficientov c31_2, c34_2 a c37_2 by mohli zodpovedať sile automatickej stabilizačnej funkcie transferov a daní.

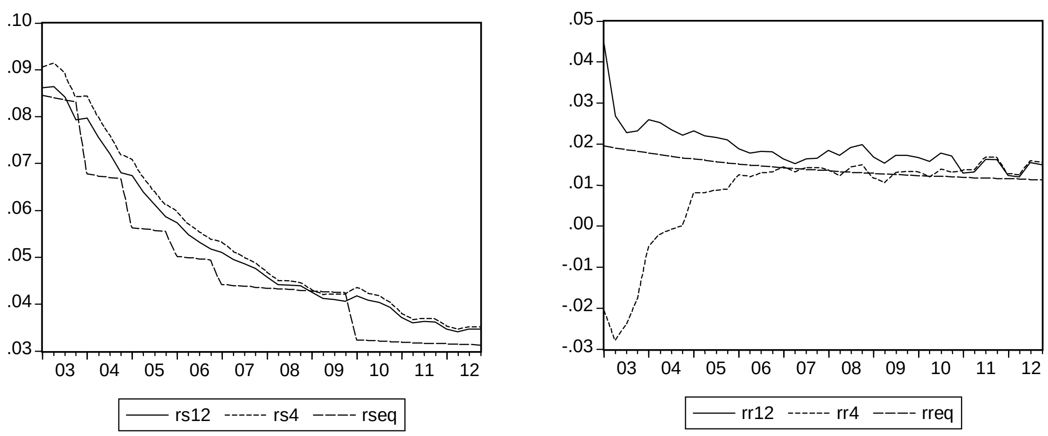
Graf 3.8 Proticyklická fiškálna politika – deterministická simulácia



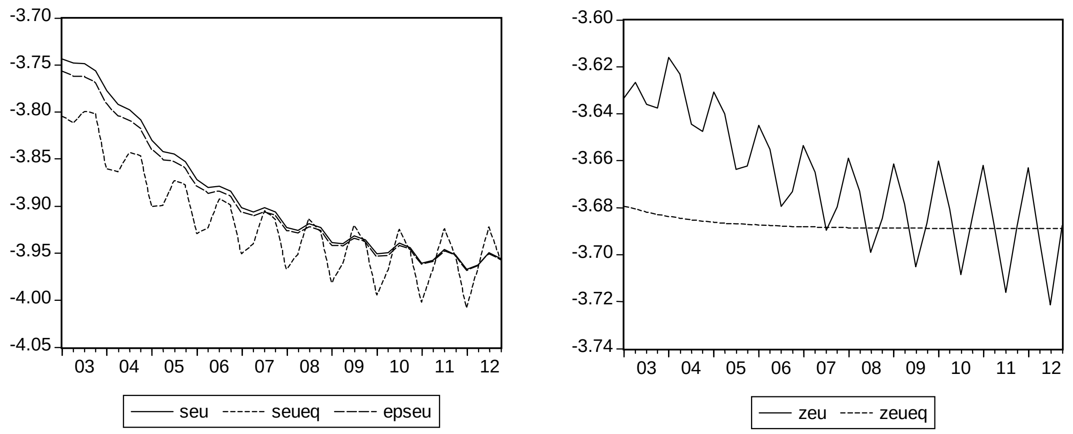
Graf 3.1.2 Základné riešenie modelu – deterministická simulácia



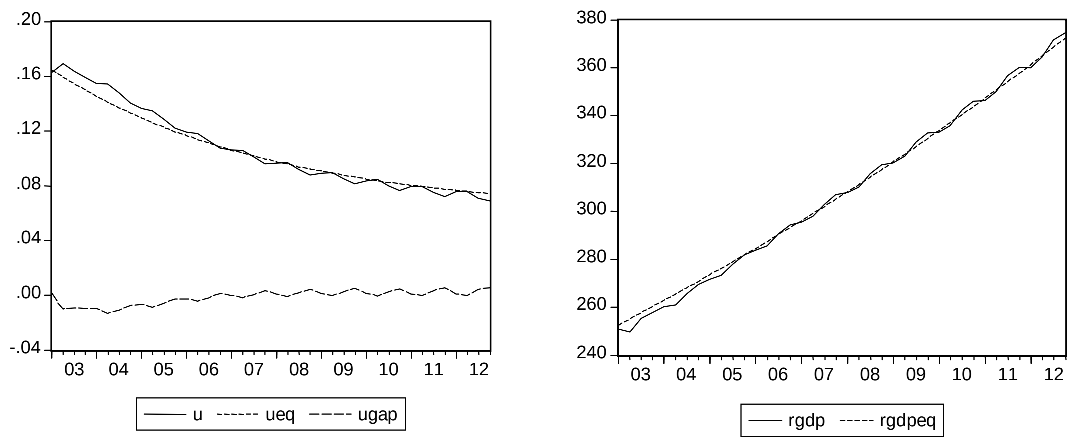
Graf 3.1.3 Základné riešenie modelu – deterministická simulácia



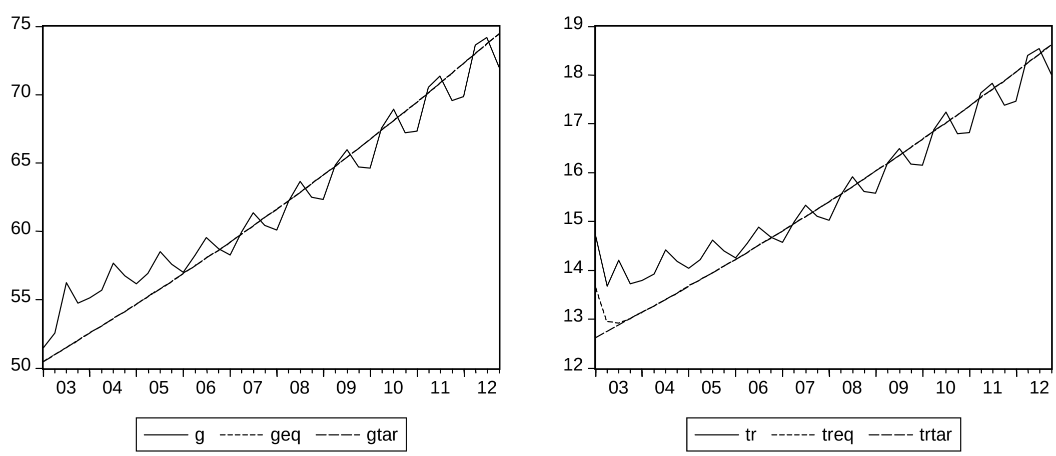
Graf 3.1.4 Základné riešenie modelu – deterministická simulácia



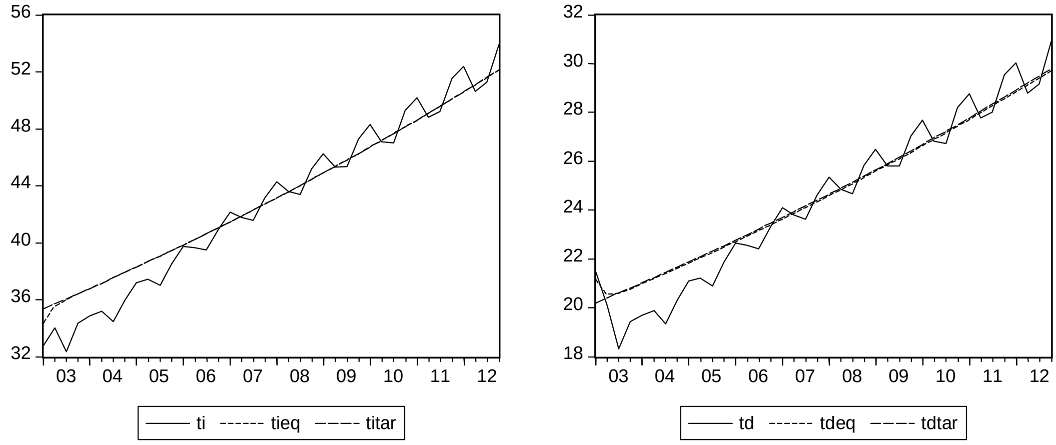
Graf 3.1.5 Základné riešenie modelu – deterministická simulácia



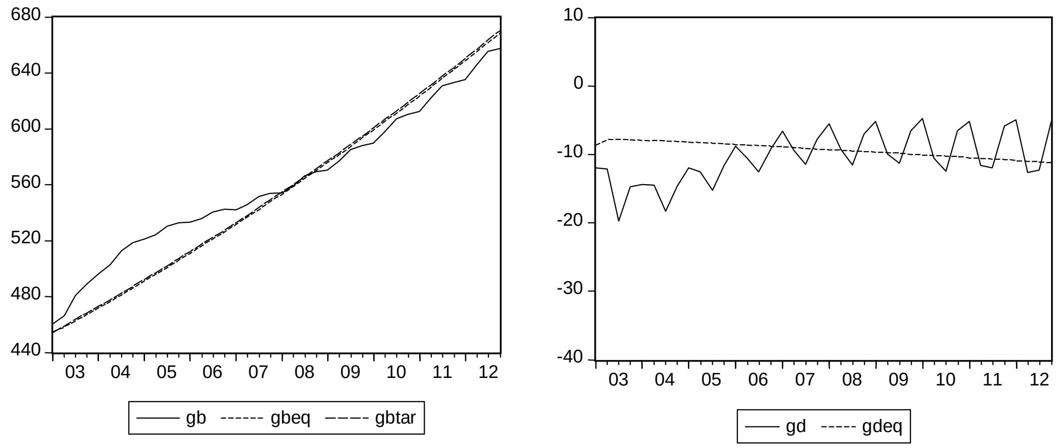
Graf 3.1.6 Základné riešenie modelu – deterministická simulácia



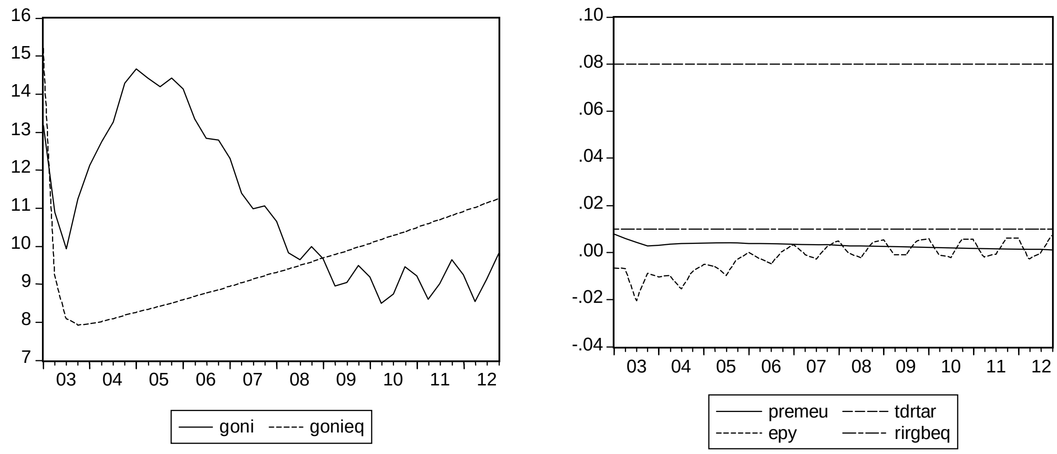
Graf 3.1.7 Základné riešenie modelu – deterministická simulácia



Graf 3.1.8 Základné riešenie modelu – deterministická simulácia



Graf 3.1.9 Základné riešenie modelu – deterministická simulácia



4 Záver

Cenová úroveň na Slovensku je v súčasnosti v porovnaní s priemernou cenovou úrovňou krajín EÚ relatívne nízka. Z toho vyplýva, že slovenská cenová úroveň musí rásť rýchlejšie ako v EÚ. Na druhej strane musí Slovensko v dobe vstupu do EMÚ dosiahnuť na naše pomery nízku mieru inflácie. Splnenie tohto záväzku sťažuje perzistentnejší cenový šok v podobe administratívnych cenových úprav, ktoré mieru inflácie koncom roka 2003 pravdepodobne zdvihnú až na cca 8.75%, ako očakáva aj NBS. V tejto situácii si zrejme treba zobrať príklad z ČNB, ktorá transparentne presadzovala strednodobý dezinflačný plán v podobe lineárne klesajúcich inflačných cieľov. V tejto práci bol preto tiež zvolený strednodobý dezinflačný plán (odlišný od inflačných očakávaní NBS v strednodobom horizonte, ktoré sú uvedené v Menovom programe na rok 2003) a v práci sa predpokladá transparentný výkon monetárnej politiky spolu s kredibilitou našej centrálnej banky. Ďalšia charakteristická vlastnosť inflačného cielenia - inflačno-prognostická procedúra je v modeli „MAASTRICHTSK_0“ jasne zastúpená a modelové výstupy ukazujú, že želané a požadované inflačné ciele by bolo možné za istých predpokladov týmto spôsobom dosiahnuť. Z charakteristických vlastností režimu inflačného cielenia chýba už len verejný záväzok NBS vytýčené ciele dosiahnuť. To už je však záležitosť samotnej NBS.

Slovensko je malou silne otvorenou ekonomikou. V takýchto ekonomikách zohráva dôležitú úlohu výmenný kurz. Otázkou je, aký reálny kurz voči EÚ má NBS v strednodobom horizonte podporovať. Ak by pretrvávala súčasná nepriaznivá slovenská obchodná bilancia, NBS by mala podporovať slabší reálny kurz, teda taký, že naše tovary by boli relatívne lacnejšie v porovnaní s EÚ. Vyžadovalo by to slovne a skutočne intervenovať v neprospech slovenskej koruny, teda za depreciáciu (alebo aspoň brániť apreciácii) nominálneho kurzu slovenskej koruny voči EURO, čo v súčasnosti aj NBS vykonáva. Zo strednodobého pohľadu naša cenová hladina bude rásť rýchlejšie ako cenová hladina v EÚ. Naše tovary budú teda relatívne drahšie a reálny kurz bude rásť, čo je vo vzťahu k obchodnej bilancii nežiadúce. Hypoteticky, platnosť parity kúpnej sily voči EÚ, teda reálny kurz by v strednodobom horizonte zostal konštantný, by vyžadovala depreciáciu slovenskej koruny a ak by obchodná bilancia pokračovala v nastúpenom trende zostala by nezmenená. Model „MAASTRICHTSK_0“ postrehol túto dôležitú strategickú otázku a reaguje na ňu radou, že NBS by mala v situácii bez vyhliadok na zlepšenie obchodnej bilancie presadzovať ešte slabší reálny kurz ako vyplýva s relatívnej parity kúpnej sily. V modeli je na tento účel vytvorený kanál spájajúci vhodnú stacionárnu hodnotu reálneho kurzu, ktorý korešponduje s dlhodobejšie udržateľnou obchodnou a platobnou bilanciou, s hodnotou nominálneho rovnovážneho kurzu voči referenčnému EURO. Táto hodnota nominálneho výmenného kurzu vplýva na kurzové očakávania privátneho sektora. Hodnotu stacionárneho reálneho kurzu možno zmeniť v prípade vyhliadok na priaznivejšiu obchodnú bilanciu, napr. za predpokladu silnejšieho prílivu priamych zahraničných investícií „na zelenej lúke“, čo možno v strednodobom horizonte aj očakávať.

Fiškálna autorita sa v modeli nemusí pri dosiahnutí svojich cieľov pridržiavať záväzných trajektórií. Teoreticky je možné dosiahnuť fiškálne equilibrium pre horizont vstupu do EMÚ, ktorý som predpokladal na 1.1. 2008, aj voľbou inej postupnosti nástrojov. Takže v tomto smere môže fiškálna autorita konať na báze modelom obmedzenej diskrécie. Nesmie voliť také trajektórie nástrojov, ktoré by sťažili splnenie cieľov monetárnej autorite, čo možno modelom otestovať a treba voliť také trajektórie, ktoré prispievajú k makroekonomickej stabilite a pôsobia proticyklicky. Dynamická reakčná funkcia fiškálnej autority v podobe výdavkovo-príjmovej identity spolu s fiškálnymi diferenčnými rovnicami je jasnou konštrukciou konvergujúcou k vytýčeným cieľom, v ktorej je umožnené voľbou príslušných parametrov nastaviť rýchlosť konvergencie a silu proticyklického pôsobenia. Iná definícia rozpočtu verejných financií vyžaduje len ľahkú modifikáciu fiškálnej časti modelu, ktorá konvergentnú konštrukciu nenaruší.

Celkovo možno konštatovať, že model skonštruovaný v tejto práci radí monetárnej autorite ako sa dajú dosiahnuť nominálne maastrichtské ciele týkajúce sa centrálnej banky. Model radí aj ako dosiahnuť nominálne maastrichtské kritériá týkajúce sa fiškálnej autority a taktiež ako má spolupracovať monetárna s fiškálnou autoritou. Takže v tomto smere model „MAASTRICHTSK_0“ svoj cieľ, vytýčený v úvode tejto práce, splnil.

Model je moderný v tom zmysle, že je dopredu hľadiaci a že opisuje správanie inflačno-cieliacej monetárnej autority. Model je moderný aj z pohľadu použitých prístupov k determinácii úrokových mier a výmenného kurzu. Snahu o rozlíšenie premenných na rovnovážne, ktoré reprezentujú strednodobý a dlhodobý horizont a premenné opisujúce dynamické správanie v krátkej dobe možno tiež považovať za modernú vlastnosť modelu.

To, že model je možné ďalej rozvíjať smerom k dynamickému stochastickému modelu všeobecnej rovnováhy, ktorý používajú moderné svetové centrálne banky, je v priebehu tretej kapitoly tejto práce jasne naznačené. Do modelu bude potrebné zabudovať hlavne výsledky riešenia optimalizačných problémov pre spotrebiteľov a podniky, ktoré sú spomenuté v závere druhej kapitoly v časti 2.4 a v tretej kapitole v časti 3.1.

Kompozícia tejto práce mohla byť aj iná. Mohol som sa viac zamerať na presnejšie modelové výstupy v podobe konkrétnych odporúčaní pri rôznych scenároch, ktoré sú pravdepodobné pre slovenskú ekonomiku. Vyžadovalo by to venovať väčšiu pozornosť zberu minulých dát a prognóz exogénnych premenných, aplikácii ekonometrických a optimalizačných techník a kalibrovaniu parametrov modelu. Avšak model MAASTRICHTSK_0 je len nultá verzia „Základného modelu monetárnej politiky NBS“. Táto jeho verzia je zjavne nekompletná. Nevyhnutné je namodelovať správanie slovenských spotrebiteľov a podnikov a zahraničný sektor v krátkodobom a stredno-dlhodobom horizonte. Bohatšia musí byť aj štruktúra úrokových mier, do ktorej sa potom „vloží“ monetárna autorita. Proces vývoja modelu bude vyžadovať meranie takých makroekonomických veličín ako produktívny kapitál, účtovný kapitál, priemerná odpisová sadzba, ľudské bohatstvo a pod. Bez ohľadu na to, či a kedy budeme v EÚ a v EMÚ a aká bude úloha našej centrálnej banky po vstupe do EMÚ je potrebné na Slovensku skonštruovať moderný základný model slovenskej ekonomiky, ktorý naučí ľudí riadiacich naše národné hospodárstvo hovoriť spoločným jazykom. Až keď bude model pôsobiť kompletnejším dojmom, možno začať v súlade s výrokom George Boxa: „Všetky modely sú zlé, ale niektoré sú užitočné“ testovať jeho užitočnosť a schopnosť presnejšej kvantifikácie.

Použitá literatúra

[1]	ARLT, J.: *Moderní metody modelování ekonomických časových řad*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1999. ISBN 80-7169-539-4
[2]	BLACK, R. – CASSINO, V. – DREW, A. – HANSEN, E. – HUNT, B. – ROSE, D.SCOTT, A.: *The Forecasting and Policy System: the core model.* Reserve Bank of New Zealand, Research Paper No. 43, August, 1997. http://www.rbnz.govt.nz/research/econresearch/rp43.pdf
[3]	BLACK, R. – CASSINO, V. – DREW, A. – HANSEN, E. – HUNT, B. – ROSE, D. – SCOTT, A.: *The Forecasting and Policy System: an introduction.* Reserve Bank of New Zealand, 1997. http://www.rbnz.govt.nz/research/bulletin/1997_2001/1997sep60_3Economics.pdf
[4]	ČIHÁK, M. – HOLUB, T.: Cílovaní inflace v ČR: staré víno v nových lahvích. In: *Finance a úvěr,* 48, 4/1998, s. 223-236.
[5]	DENNIS, R.: *Solving for optimal simple rules in rational expectations models*. Working papers series FRB-San Francisco, 2000. http://www.frbsf.org/econrsrch/ workingp/ 2000/wp00-14bk.pdf
[6]	DORNBUSCH, R. – FISCHER, S.: *Makroekonomie*. 1. vyd. Praha: SPN a Nadace Economics, 1994. ISBN 80-04-25556-6
[7]	DREW, A. – HUNT, B.: *The Forecasting and Policy System: preparing economic projections.* Reserve Bank of New Zealand, 1998. http://www.rbnz.govt.nz/research/discusspapers/g98_7.pdf
[8]	DREW, A. – HUNT, B.: *The Forecasting and Policy System: stochastic simulations of the core model.* Reserve Bank of New Zealand, 1998. http://www.rbnz.govt.nz/research/discusspapers/g98_6.pdf
[9]	FAIR, R.C.: *Optimal control and stochastic simulation of large nonlinear models with rational expectations*. May, 2001. http://fairmodel.econ.yale.edu/
[10]	FAIR, R.C. – TAYLOR, J.B.: Solution and maximum likelihood estimation of dynamic nonlinear rational expectations models. In: *Econometrica,* Vol. 51, No. 4, July, 1983, pp. 1169-1185.
[11]	GACHULINEC, F.: Súčasné trendy modelovania inflačného cielenia. In: *Participácia doktorandov na vedecko-výskumnej činnosti*. Zborník. Bratislava: 2001. ISBN 80-225-0171-9
[12]	GACHULINEC, F.: Monetárnopolitické pravidlá v režime inflačného cielenia. In: *Ekonomické rozhľady*, ročník 32, 1/2003, s. 17-39.

[13]	GONDA, V.: Cielenie inflácie ako nová stratégia menovej politiky. In: *Ekonomické rozhľady*, ročník 30, 1/2001, s. 68-77.
[14]	HUSÁR, J.: *Makroekonómia.* 1. vyd. Bratislava: Kartprint, 1998. ISBN 80-88870-08-9
[15]	ISARD, P. – LAXTON, D.: Inflation-forecast targeting and the role of macroeconomic models. In: *Inflation targeting in transition economies : the case of the Czech republic.* http://www.cnb.cz/_mpolitika/pdf/mmf-final.pdf
[16]	ISARD, P. – LAXTON, D. – ELIASSON, A.: Inflation targeting with NAIRU uncertainty and endogenous policy credibility. In: *Journal of Economic Dynamics & Control,* 25 (2001), pp. 115-148.
[17]	MANDEL, M.: Cílování inflace a penežní zásoby při exogénních šocích. In: *Finance a úvěr,* 48, 4/1998, s. 237-251.
[18]	MCCALLUM, B.T. – NELSON, E.: *Timeless perspective vs. discretionary monetary policy in forward-looking models.* Working paper NBER, No. 7915, 9/2000. http://papers.nber.org/papers/w7915.pdf
[19]	MCCALLUM, B.T.: *The present and future of monetary policy rules.* Working paper NBER, No. 7916, 9/2000. http://papers.nber.org/papers/w7916.pdf
[20]	MISHKIN, F.S. – POSEN, A.S.: Cílovaní inflace: zkušenosti čtyř zemí (zkrácený překlad). In: *Finance a úvěr,* 48, 4/1998, s. 252-294.
[21]	OUDIZ, G. – SACHS, J.: *International policy coordination in dynamic macroeconomic models*. Working paper NBER, No. 1417, 1984. http://papers.nber.org/papers/w1417.pdf
[22]	RUDEBUSH, G. D. – SVENSSON, L. E. O.: *Policy rules for inflation targeting*. Working paper NBER, No. 6512, 1998. http://papers.nber.org/papers/w6512.pdf
[23]	SODERLIND, P.: Solution and estimation of RE macromodels with optimal policy. In: *European economic review*, 43, 1999, pp. 813-823.
[24]	SVENSSON, L. E. O.: *Inflation forecast targeting: implementing and monitoring inflation targets*. Working paper NBER, No. 5797, 1997. http://papers.nber.org/papers/w5797.pdf
[25]	SVENSSON, L. E. O.: *Open-economy inflation targeting*. Working paper NBER, No. 6545, 2000. http://papers.nber.org/papers/w6545.pdf
[26]	SVENSSON, L. E. O.: *Optimal inflation targets, "conservative" central banks, and linear inflation contracts.* Working paper NBER, No. 5251, 9/1995. http://papers.nber.org/papers/w5251.pdf
[27]	SVENSSON, L. E. O.: *Inflation targeting as a monetary policy rule*. Working paper NBER, No. 6790, 1998. http://papers.nber.org/papers/w6790.pdf

[28]	ŠMÍDKOVÁ, K. – HRNČÍŘ, M.: Přechod na strategii cílování inflace. In: *Finance a úvěr,* 48, 4/1998, s. 205-222.
[29]	TAYLOR, J. B.: *An historical analysis of monetary policy rules*. Working paper NBER, No. 6768, 1998. http://www.stanford.edu/~johntayl/Papers/w6768.pdf
[30]	TŮMA, Z.: Je cílovaní inflace cestou k nižší inflaci?. In: *Finance a úvěr,* 48, 4/1998, s. 201-204.