

KRISTĪNE VĪTOLA
VIKTORS AJEVSKIS

NEKUSTAMĀ ĪPAŠUMA SEKTORS UN BANKAS MAZAS VALSTS AR ATVĒRTU TAUTSAIMNIECĪBU DSGE MODELĪ

PĒTĪJUMS

3 / 2011

SATURS

Kopsavilkums	2
Ievads	3
1. Modeļa uzbūve	6
1.1. Neierobežotās mājsaimniecības	6
1.2. Ierobežotās mājsaimniecības	7
1.3. Uzņēmēji	8
1.4. Nominālā noturība	9
1.5. Kapitālpreču ražotāji	11
1.6. Inflācijas, valūtas kursa un tirdzniecības nosacījumu identitātes	12
1.7. Monetārā politika	13
1.8. Bankas	14
1.8.1. Vairumtirdzniecības darījumu daļa	15
1.8.2. Mazumtirdzniecības darījumu daļa	17
1.9. Līdzsvars	20
2. Modeļa novērtējums	22
2.1. Metodika un dati	22
2.2. Kalibrētie parametri un aprioro vērtību sadalījums	22
2.3. Aposteriorie novērtējumi	24
2.4. Stabilitātes analīze	25
3. Modeļa iezīmes	27
3.1. Ārvalstu monetārās politikas šoks	27
3.2. Tehnoloģiskais šoks	29
3.3. Ārvalstu riska prēmijas šoks	30
3.4. LTV šoks	31
3.5. Banku kapitāla šoks	31
3.6. Stingrākas kapitāla prasības	32
Secinājumi	34
Pielikumi	36
Literatūra	62

SAĪSINĀJUMI

AR – autoregresija; autoregresīvs
 CSP – Latvijas Republikas Centrālā statistikas pārvalde
 DSGE – dinamiskais stohastiskais vispārējais līdzsvars (*dynamic stochastic general equilibrium*)
 ES25 valstis – valstis, kuras ietilpa ES no 2004. gada 1. maija līdz 2007. gada 1. janvārim
 EURIBOR – eiro starpbanku kredītu procentu likmju indekss (*Euro Interbank Offered Rate*)
 Eurostat – Eiropas Kopienų Statistikas birojs (*Statistical Office of European Communities*)
 FKTK – Finanšu un kapitāla tirgus komisija
 i.i.d. – identiski un neatkarīgi sadalīts (*identically and independently distributed*)
 IKP – iekšzemes kopprodukts
 KPR – kapitālpreču ražotājs (*capital goods producer; CGP*)
 LTV – aizdevuma summa pret nodrošinājuma vērtību (*loan-to-value*)
 NEK – nominālais efektīvais kurss (*nominal effective exchange rate; NEER*)
 OECD – Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācija (*Organisation for Economic Co-operation and Development*)
 PCI – patēriņa cenu indekss
 RIGIBOR – Latvijas starpbanku kredītu procentu likmju indekss (*Riga Interbank Offered Rate*)
 SPCI – saskaņotais patēriņa cenu indekss

KOPSAVILKUMS

Nesenās finanšu krīzes nopietnās atskaņas izgaismoja finanšu sektora lielo lomu ekonomisko un finanšu šoku izplatībā. Šajā pētījumā analizēta finanšu tirgu ierobežojumu nozīme ekonomiskās attīstības cikla svārstībās un monetārās politikas transmisijā mazā valstī ar atvērtu tautsaimniecību ar fiksēta valūtas kursa stratēģiju. Lai veiktu šādu analīzi, izstrādāts un novērtēts DSGE modelis Latvijai ar finansiāli ierobežotām mājsaimniecībām (*financially constrained households; impatient households or agents*) un uzņēmumiem, iekļaujot monopolistiski konkurētspējīgu banku sektoru ar kapitāla ierobežojumiem. Šāds vispārējā līdzsvara ietvars ir efektīvs, lai pētītu makrouzraudzības instrumentu potenciālu un to mijiedarbību ar citiem makroekonomiskajiem un monetārās politikas instrumentiem. Rezultāti liecina, ka banku sektors vājina banku procentu likmju reakciju uz ārvalstu monetārās politikas procentu likmju kāpumu, tādējādi palēninot reālo rādītāju sarukumu. Pastāvīgs banku kapitāla kritums ilgtermiņā samazina produkcijas izlaidi, patēriņu, investīcijas, iekšzemes kredītesānu un ārvalstu aizņēmumus. Īslaicīga banku kapitāla šoka gadījumā aktīvu cenas un investīcijas nekustamajā īpašumā atjaunojas pirmās, aizdevumu atjaunošanās prasīs vairākus gadus, bet produkcijas izlaidi, patēriņa un kapitālieguldījumu atveseļošanās temps būs lēnāks. Stingrāka kapitāla prasība ilgtermiņā veicinās produkcijas izlaidi, kapitālieguldījumus un iekšzemes kredītesānu, vienlaikus sarūkot mājsaimniecību noguldījumu apjomam un banku ārvalstu saistībām.

Atslēgvārdi: DSGE modelis, Beijesa novērtējums, banka, finanšu ierobežojums, makrofinansiālās sakarības, maza valsts ar atvērtu tautsaimniecību

JEL klasifikācija: C11, E32, E43, E44, F41, R21

IEVADS

Nesenās finanšu krīzes nopietnās atskaņas izgaismoja finanšu sektora lielo lomu ekonomisko un finanšu šoku izplatībā. Šajā pētījumā analizēta finanšu tirgu ierobežojumu nozīme ekonomiskās attīstības cikla svārstībās un monetārās politikas transmisijā mazā valstī ar atvērtu tautsaimniecību, kura īsteno fiksēta valūtas kursa stratēģiju. Banku milzīgie zaudējumi būtiski pasliktināja to likviditāti un kapitālu, ar laiku liekot daudzām bankām samazināt darbības apjomu un aktīvu pozīcijas. Parāda līmeņa pazemināšana (*deleveraging*) varēja būt šķērslis līdzekļu iegūšanai no ārējā finansējuma atkarīgiem aizņēmējiem, samazinot viņu patēriņa un ieguldījumu iespējas un galu galā pastiprinot ekonomisko lejupslīdi.

Lai gan finanšu starpniecības iespējamā loma ekonomiskās attīstības ciklā ar finanšu akseleratora mehānismu (*financial accelerator mechanism*) makroekonomiskajā literatūrā atzīta jau sen, banku nozīme makroekonomisko svārstību pastiprināšanā līdz šim, īpaši vispārējā līdzsvara modeļu vidē, galvenokārt atstāta bez ievērības. Vairākos nesen veiktos pētījumos mēģināts šo nepilnību mazināt, DSGE modelēšanas sistēmās iekļaujot banku sektoru un finanšu ierobežojumus, lai novērtētu finanšu starpniekus tieši skarošo šoku iespējamo pastiprinošo ietekmi uz tautsaimniecības svārstībām (sk. A. Džerali (*A. Gerali*), S. Neri (*S. Neri*), L. Sesa (*L. Sessa*) u.c. (6), M. Daraks Parī (*M. Darracq Pariès*), K. Koks Sērensens (*C. Kok Sørensen*) un D. Rodrigess Palensvela (*D. Rodriguez Palenzuela*) (5), M. Kolasa (*M. Kolasa*) un Dž. Lombardo (*G. Lombardo*) (9)). Turklāt finanšu krīze izvirzījusi priekšplānā atbilstošus politikas veidotāju lietotus makrouzraudzības rīkus un metodes, lai ierobežotu finanšu kāpuma un krituma ciklu riskus un tādējādi nodrošinātu ilgstošāku ekonomisko izaugsmi.

Šajā pētījumā analizēta finanšu tirgu ierobežojumu loma ekonomiskās attīstības cikla svārstībās un monetārās politikas transmisijā. Lai veiktu šādu analīzi, izveidots un novērtēts mazas valsts ar atvērtu tautsaimniecību DSGE modelis Latvijai ar finansiāli ierobežotām majsaimniecībām un uzņēmumiem, iekļaujot monopolistiski konkurētspējīgu banku sektoru ar kapitāla ierobežojumiem. Šādā vidē pētīta dažādo finanšu ierobežojumu ietekme uz kredītresursu piedāvājumu un pieprasījumu, pēc tam aplūkojot kapitāla prasību palielināšanas reālo ekonomisko ietekmi. Pētījumā sniegtais vispārējā līdzsvara ietvars šādā nozīmē ir noderīgs, analizējot makrouzraudzības rīku potenciālu un to mijiedarbību ar citiem makroekonomiskajiem un monetārās politikas instrumentiem.

Vispārpieņemts, ka, lai izveidotu datiem atbilstošu modeli, DSGE modelēšanā nepieciešams plašs nominālo un reālo ierobežojumu kopums (sk. L. Dž. Kristiāno (*L. J. Christiano*), R. Moto (*R. Motto*) un M. Rostanjo (*M. Rostagno*) (4), F. Smetss (*F. Smets*) un R. Vauterss (*R. Wouters*) (11)). Lai to panāktu, izmantots ietvars, kurā reālā tautsaimniecība ir pietiekami labi pārstāvēta tautsaimniecības dalībnieku skaita un ierobežojumu ziņā. Pieņemts, ka ir divu veidu majsaimniecības – t.s. pacietīgās (*patient*) un nepacietīgās (*impatient*) jeb attiecīgi kredītu neierobežotās un kredītu ierobežotās (tālāk tekstā – neierobežotās un ierobežotās), kā arī uzņēmēji. Ierobežotās majsaimniecības un uzņēmumi savos tēriņos un ieguldījumu lēmumos ir finansiāli ierobežoti, bet neierobežotās majsaimniecības ir neto uzkrājēji tautsaimniecībā. Dalībnieki atšķiras ierobežojumu līmeņa ziņā, ko nosaka pēc diskonta faktora, kuru tie piemēro nākotnes derīguma plūsmai. Dalībniekiem pieejami viena perioda divu veidu finanšu instrumenti –

noguldījumu iespēja un aizdevumi. Ņemot bankas aizdevumu, ierobežotajiem dalībniekiem rodas aizņemšanās ierobežojums, kas piesaistīts rīcībā esošā nodrošinājuma jeb ķīlas nākotnes vērtībai: mājsaimniecības var aizņemties pret sava mājokļa ķīlu, bet uzņēmēju aizņemšanās spēja saistīta ar to rīcībā esošā fiziskā kapitāla vērtību. Lai iekļautu cenu noturību (*price rigidity*) patēriņa sektorā, izmantots M. Jakovjello (*M. Iacoviello*) un S. Neri (8) ietvars, parādot atšķirību starp konkurētspējīgiem uzņēmējiem, kuri nosaka elastīgu cenu un ražo vairumtirdzniecības patēriņa preces un nekustamo īpašumu (mājokļus), izmantojot abas tehnoloģijas, un galaproduktus ražojošiem uzņēmumiem, kuri darbojas patēriņa sektorā monopolistiskas konkurences apstākļos. Lai iegūtu kapitāla tirgus cenas, kas nepieciešamas tās uzņēmēju ķīlas vērtības noteikšanai, pret kuru bankas izsniedz aizdevumus, iekļauti arī kapitāla preču ražotāji.

Runājot par modeļa finanšu pusi, banku sektors iekļauts atbilstoši A. Džerali, S. Neri, L. Sesas u.c. (6) piedāvātajam ietvaram, saskaņā ar kuru katra banka modelī sastāv no trim komponentiem – divām mazumtirdzniecības (*retail*) daļām un vienas vairumtirdzniecības (*wholesale*) daļas. Ārvalstu aizdevumi ir svarīgs daudzu attīstības valstu banku sektora finansējuma avots. Lai ietvertu šo iezīmi, banku bilancēs iekļauti ārvalstu aizņēmumi. To izmaksas vienādas ar ārvalstu starpbanku procentu likmi, ko reizina ar riska prēmiju, kas atkarīga no banku reālā ārējā parāda. Abas mazumtirdzniecības darījumu daļas nodrošina diferencētus aizdevumus ierobežotajām mājsaimniecībām un uzņēmējiem, kā arī ir atbildīgas par diferencētu noguldījumu piesaistīšanu no neierobežotajām mājsaimniecībām. Šīs daļas nosaka monopolistiski konkurētspējīgas procentu likmes atkarībā no korekcijas (*adjustment*) izmaksām. Vairumtirdzniecības darījumu daļa pārvalda grupas kapitāla pozīciju, piesaista vairumtirdzniecības noguldījumus no mazumtirdzniecības darījumu daļas un iegūst vairumtirdzniecības aizdevumus, aizņemoties gan ārvalstīs, gan starpbanku tirgū. Dolarizācija (eiroizācija) tautsaimniecībā ir vēl viena svarīga attīstības valstu iezīme, īpaši attiecībā uz aizdevumu un noguldījumu valūtām. Lai to atspoguļotu, pētījumā piedāvātajā ietvarā banku izsniegtie aizdevumi un daļa piesaistīto noguldījumu izteikti eiro.

Centrālā banka spēj noteikt precīzu procentu likmi, kas dominēs starpbanku tirgū. Monetāro politiku definē ar procentu likmes nosacījumu tā, ka centrālā banka nosaka monetārās politikas procentu likmi atbilstoši PCI inflācijas, produkcijas izlaides un valūtas kursa novirzēm no mērķa līmeņa. Tā kā Latvijas Banka īsteno fiksēta valūtas kursa politiku ar lata kursa attiecībā pret eiro pieļaujamām svārstībām $\pm 1\%$ koridorā, pētījumā izvēlēta atbilstoši augsta Teilora (*Taylor*) likuma valūtas kursa koeficienta apriorā vērtība. Atbilstoši nenodrošinātas procentu likmes paritātes (*uncovered interest parity*; UIP) nosacījumam fiksēts valūtas kurss nozīmē, ka iekšzemes procentu likmi nosaka ārvalstu monetārās politikas procentu likme, tāpēc šajā pētījumā analizēta tikai ārvalstu procentu likmju šoku ietekme, bet iekšzemes procentu likmju politikas ietekme nav tieši pētīta.

Modeļa novērtēšanā izmantota Beijesa (*Bayesian*) pieeja un 1999.–2010. gada dati par Latviju. Modeļa dinamika pētīta, balstoties uz impulsu reakcijām uz ārējiem monetārajiem šokiem, tehnoloģiskajām pārmaiņām, ārvalstu riska prēmijas šoku, LTV šokiem mājsaimniecībām un uzņēmumiem, banku kapitāla ilgstošiem un gadījuma šokiem, kā arī regulatīvā banku kapitāla pietiekamības rādītāja pārmaiņām. Pētījuma mērķis ir novērtēt, vai un cik lielā mērā šoku transmisijas mehānismu ietekmē finanšu ierobežojumi un finanšu starpniecība, un cik precīzi ir ar dažādām

modeļa specifikācijām gūtie rezultāti. Vienlaikus ar pētījumā novērtēto modeli iespējams analizēt šoku ietekmi uz iekšzemes banku peļnītspēju un kapitāla pozīciju.

Svarīgākie analīzes rezultāti ir šādi. Pirmkārt, monopolistiska konkurence banku sektorā vājina banku mazumtirdzniecības darījumu procentu likmju reakciju uz ārvalstu monetārās politikas procentu likmju kāpumu, tādējādi palēninot produkcijas izlaides, patēriņa un ieguldījumu sarukumu. Otrkārt, pastāvīgs banku kapitāla sarukums ilgtermiņā samazina produkcijas izlaidi, patēriņu, ieguldījumus, iekšzemes kreditēšanu un ārvalstu aizņēmumus, kā arī krītas banku kapitāla līmenis. Treškārt, augstāka kapitāla pietiekamības rādītāja prasība mudina bankas palielināt kapitālu, paaugstinot kredītu procentu likmes, kam savukārt ir negatīva ietekme uz aizdevumu ņemšanu, ieguldījumiem un privāto patēriņu. Kapitāla pietiekamības rādītājam tuvojoties mērķa līmenim, aizdevumu procentu likmes un aizdevumu un noguldījumu procentu likmju starpības pakāpeniski sarūk, kas galu galā samazinātu uzkrājumu dēļ palielina privāto aizņēmumu, patēriņa un ieguldījumu apjomu. Tādējādi stingrākas kapitāla prasības ietekmē ilgtermiņā pieaug produkcijas izlaide, kapitālieguldījumi un iekšzemes kreditēšana.

Pētījuma 1. nodaļā aplūkota modeļa uzbūve. 2. nodaļā ieskicēta novērtēšanas stratēģija, sniegti modeļa novērtējuma rezultāti un veikta to stabilitātes analīze. Savukārt 3. nodaļā pētītas modeļa dinamiskās īpašības, izmantojot plašu šoku spektru. Nobeigumā ietverti secinājumi.

1. MODEĻA UZBŪVE

Ir divas mājsaimniecību grupas – kredīta neierobežotie un ierobežotie dalībnieki, kā arī uzņēmēji. Katrai grupai ir vienības masa. Vienīgā šo dalībnieku atšķirība ir diskonta likme, kas neierobežotajiem dalībniekiem (β_P) ir augstāka nekā ierobežotajiem dalībniekiem (β_I) un uzņēmējiem (β_E).

1.1. Neierobežotās mājsaimniecības

Reprezentatīvā neierobežotā mājsaimniecība maksimizē savu gaidāmo derīgumu šādi:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_P^t \varepsilon_t^z \left[\ln(c_t^P - a^P c_{t-1}^P) + \varepsilon_t^h \ln h_t^P - \frac{(l_{pc,t}^{1+\xi^P} + l_{ph,t}^{1+\xi^P})^{\frac{1+\eta^P}{1+\xi^P}}}{1+\eta^P} \right] \quad [1],$$

kas atkarīgs no esošā patēriņa c_t^P , novēlotā patēriņa c_{t-1}^P , nekustamā īpašuma pakalpojumiem h_t^P , kā arī nostrādātajām stundām patēriņa preču ražošanas sektorā l_{pc} un nekustamā īpašuma ražošanas sektorā l_{ph} . Parametrs a^P ir patēriņa paradumu veidošanas mērs, ε_t^h atspoguļo mājokļu pieprasījuma eksogēnos šokus, bet ε_t^z ir starplaika izvēles šoks. Mājokļa izvēles šokam (*housing preference shock*) ε_t^h iespējamās vismaz divas interpretācijas. Saskaņā ar vienu interpretāciju šoks atspoguļo (reducētā veidā) mājokļa attiecībā pret citu preču iegādei nepieciešamo līdzekļu pieejamības ciklisko variāciju vai citas sociālās un institucionālās pārmaiņas, kas novirza izvēli par labu mājokļa iegādei. Atbilstoši otrajai interpretācijai šoka svārstības varētu atspoguļot esošā dzīvojamā fonda mājokļa pakalpojumu nodrošināšanai nepieciešamo faktoru kopuma gadījuma pārmaiņas. Gan ε_t^h , gan ε_t^z var izteikt ar AR(1) ar i.i.d. sadalītiem normāliem šokiem (*normal innovations*). Autoregresīvie koeficienti attiecīgi ir ρ_h un ρ_z , un standarta novirzes ir σ_h un σ_z . Darbaspēka derīguma zuduma specifikācija (*specification of the disutility of labour*) ($\xi^P, \eta^P \geq 0$) pieļauj nepilnīgu darbaspēka mobilitāti starp sektoriem. Ja ξ^P vienāds ar 0, darba stundas abos sektoros ir savstarpēji pilnībā aizvietošanas, bet pozitīvas vērtības pieļauj zināmu sektoru specifiku un norāda, ka relatīvās stundas mazāk reaģē uz sektoru darba samaksas atšķirībām.

Mājsaimniecībām jāpieņem lēmumi atbilstoši šādam budžeta ierobežojumam (reālajā izteiksmē):

$$c_t^P + q_t^h (h_t^P - (1-\delta^h)h_{t-1}^P) + d_t^{P,eu} + d_t^{P,lv} \leq \frac{w_{c,t}^P l_{pc,t}}{X_{wc,t}^P} + \frac{w_{h,t}^P l_{ph,t}}{X_{wh,t}^P} + \frac{(1+r_{t-1}^{d,eu})d_{t-1}^{P,eu}e_t}{\pi_t e_{t-1}} + \frac{(1+r_{t-1}^{d,lv})d_{t-1}^{P,lv}}{\pi_t} + T_t^P \quad [2].$$

Izdevumu plūsma ietver esošo patēriņu, nekustamā īpašuma uzkrāšanu par cenu q_t^h un šajā periodā veicamos noguldījumus eiro $d_t^{P,eu}$ un latos $d_t^{P,lv}$. Eiro veikto noguldījumu peļņu daļa ar nominālo valūtas kursu e_{t-1} laikā $t-1$ un reizina ar e_t , lai atspoguļotu guvumus (zaudējumus) saistībā ar eiro kursa kāpumu (kritumu) attiecībā

pret latu.¹ Resursus veido darba samaksa $w_{c,t}^P$ un $w_{h,t}^P$, kas attiecīgi nopelnīta patēriņa un nekustamā īpašuma sektorā (un ko daļa ar attiecīgiem uzcenojumiem $X_{wc,t}^P$ un $X_{wh,t}^P$, kas aplūkoti turpmāk), iepriekšējā perioda eiro un latos veikto noguldījumu bruto procentu ienākumi attiecīgi ar procentu likmi $r_{t-1}^{d,eu}$ un $r_{t-1}^{d,lv}$ (bruto inflācija π_t , kas definēta kā P_t/P_{t-1}) un noteikts skaits vienreizēju pārvedumu T_t^P , kas ietver mazumtirdzniecības uzņēmumu J_t^R dividendes.

Neierobežotie dalībnieki izvēlas patēriņu, mājokli, darba stundas un noguldījumu apjomu, lai maksimizētu derīgumu atbilstoši [1] vienādojumam, kas pakļauts [2] vienādojuma ierobežojumam.

1.2. Ierobežotās mājsaimniecības

Ierobežotajām mājsaimniecībām nav noguldījumu un nepieder mazumtirdzniecības uzņēmumi. Reprezentatīvā ierobežotā mājsaimniecība maksimizē gaidāmo derīgumu šādi:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_t^I \varepsilon_t^z \left[\ln(c_t^I - a^I c_{t-1}^I) + \varepsilon_t^h \ln h_t^I - \frac{(l_{Ic,t}^{1+\xi^I} + l_{Ih,t}^{1+\xi^I})^{\frac{1+\eta^I}{1+\xi^I}}}{1 + \eta^I} \right] \quad [3],$$

kas atkarīgs no patēriņa c_t^I , nekustamā īpašuma pakalpojumiem h_t^I , nostrādātajām stundām patēriņa sektorā l_{Ic} un nekustamā īpašuma sektorā l_{Ih} . Parametrs a^I ir patēriņa paradumu veidošanas mērs, ε_t^h un ε_t^z apzīmē tos pašus šokus, kas ietekmē neierobežoto mājsaimniecību derīgumu. Mājsaimniecībām jāpieņem lēmumi saskaņā ar šādu budžeta ierobežojumu (reālajā izteiksmē):

$$c_t^I + q_t^h (h_t^I - (1 - \delta^h) h_{t-1}^I) + \frac{(1 + r_{t-1}^{bH}) b_{t-1}^I e_t}{\pi_t e_{t-1}} \leq \frac{w_{c,t}^I l_{Ic,t}}{X_{wc,t}^I} + \frac{w_{h,t}^I l_{Ih,t}}{X_{wh,t}^I} + b_t^I \quad [4],$$

kur patēriņam, nekustamā īpašuma pakalpojumu akumulēšanai un iepriekš ņemto aizņēmumu atmaksāšanai izlietotie finanšu resursi jāgūst no algām un jauniem aizņēmumiem. Tā kā Latvijas banku aizdevumi mājsaimniecībām un uzņēmējiem galvenokārt izsniegti eiro, aizdevumu reizina ar nominālā valūtas kursa pārmaiņu lielumu.

Turklāt mājsaimniecībām jāievēro aizņemšanās ierobežojums: ieķīlātā dzīvojamā fonda gaidāmajai vērtībai periodā t jābūt pietiekamai, lai aizdevējam garantētu parāda atmaksu. Ierobežojumu izsaka šādi:

$$(1 + r_t^{bH}) b_t^I \leq m_t^I E_t (q_{t+1}^h \pi_{t+1} (1 - \delta^H) h_t^I) \quad [5],$$

¹ Nominālais valūtas kurss e_t atspoguļo latu daudzumu par vienu eiro.

kur m_t^I apzīmē (stohastisku) hipotēku LTV. Atbilstoši mikroekonomikas teorijai $(1 - m_t^I)$ var interpretēt kā proporcionālas bankas ķīlas pārņemšanas izmaksas maksātnespējas gadījumā. Pētījumā pausts pieņēmums par mājtsaimniecību diskonta faktoriem, ka, nepastāvot nenoteiktībai, ierobežoto mājtsaimniecību aizņemšanās ierobežojums ir saistošs stabila līdzsvara stāvokļa situācijā. Līdzīgi M. Jakovjello (7) uzskatam pieņemts, ka modeļa šoki ir "pietiekami mazi" (*small enough*), lai saglabātu šādu stāvokli. Tādējādi, pieņemot, ka aizņemšanās ierobežojums ir saistošs vienmēr, iespējams šo modeli atrisināt.

Saskaņā ar A. Džerali, S. Neri, L. Sesas u.c. pētījumu (6) pieņemts, ka LTV var izteikt kā šādu stohastisku AR(1) procesu:

$$m_t^I = (1 - \rho_{mI}) \bar{m}^I + \rho_{mI} m_{t-1}^I + \eta_t^{mI} \quad [6],$$

kur η_t^{mI} ir normāls gadījuma mainīgais ar vidējo vērtību 0 un vidējo standartnovirzi, kas vienāda ar σ_{mI} , un $\bar{m}^I$ ir (kalibrēta) stabila līdzsvara stāvokļa vērtība. Stohastiskais LTV tiek izmantots, pētot kredītu piedāvājuma ierobežojumu ietekmi uz reālo tautsaimniecību. Makro līmenī m_t^I vērtība norāda uz kredītlīdzekļu apjomu, kādu bankas piedāvā katram mājtsaimniecību veidam par viņu nekustamā īpašuma esošo (diskonta) vērtību.

1.3. Uzņēmēji

Lai iekļautu patēriņa sektora cenu noturību, izmantots M. Jakovjello un S. Neri (8) ietvars ar divu veidu uzņēmējiem. Pirmie ir konkurētspējīgi uzņēmēji, kuri nosaka elastīgu cenu un ražo vairumtirdzniecības patēriņa preces un nekustamo īpašumu, izmantojot abas tehnoloģijas. Savukārt otrie ražo galaproduktus (aplūkots tālāk) un darbojas patēriņa sektorā monopolistiskas konkurences apstākļos. Pirmie uzņēmēji nolīgst darbaspēku un izmanto kapitāla pakalpojumus, lai ražotu vairumtirdzniecības preces Y_t un jaunus mājokļus IH_t . Viņi gūst derīgumu tikai no pašu patēriņa c^E un maksimizē šādu derīguma funkciju:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_t^E \ln(c_t^E - a^E c_{t-1}^E) \quad [7],$$

kur a^E atspoguļo patēriņa paradumu veidošanu.

Uzņēmēji maksimizē derīgumu atkarībā no ražošanas tehnoloģijām:

$$Y_t = (A_{c,t} (l_{pc,t}^{\omega} l_{lc,t}^{1-\omega}))^{1-\mu_c} (k_{c,t-1})^{\mu_c} \quad [8],$$

$$IH_t = (A_{h,t} (l_{ph,t}^{\omega} l_{lh,t}^{1-\omega}))^{1-\mu_h} (k_{h,t-1})^{\mu_h} \quad [9]$$

un atkarībā no budžeta ierobežojuma:

$$\frac{Y_t}{X_t} + q_t^h IH_t + b_t = c_t^E + \sum_{i=c,h} w_{i,t}^p l_{pi,t} + \sum_{i=c,h} w_{i,t}^I l_{li,t} + \sum_{i=c,h} q_t^{ki} (k_{i,t} - (1 - \delta^{ki}) k_{i,t-1}) + \frac{(1 + r_{t-1}^{bE}) b_{t-1} e_t}{\pi_t e_{t-1}} \quad [10],$$

kur $k_{c,t}$ un $k_{h,t}$ attiecīgi ir patēriņa sektora un nekustamā īpašuma sektora kapitāls ar atbilstošām cenām q_t^{kc} un q_t^{kh} , b_t – reālā aizņēmuma summa (ar nominālo procentu likmi r_t^{bE}), bet X_t – galaprodukta uzskaites virs vairumtirdzniecības preču cenas.

Izmantojot darbu un kapitālu, [8] vienādojums atspoguļo nemājokļu sektora produkcijas izlaidi un [9] vienādojums – saražoto jauno nekustamo īpašumu. $A_{c,t}$ un $A_{h,t}$ attiecīgi atspoguļo produktivitāti nemājokļu un mājokļu sektorā.

[8] un [9] vienādojums atspoguļo, ka abu mājsaimniecību veidu darba stundas iekļautas abās ražošanas funkcijās, izmantojot Koba–Duglasa (*Cobb–Douglas*) pieeju. Šāds pieņēmums norāda uz abu grupu darbaspēka iemaņu savstarpējās papildināšanas (komplimentaritātes) iezīmi un ļauj iegūt modeļa stabila līdzsvara stāvokļa risinājumus slēgtā formā. Šādi formulēts, parametrs ω apzīmē neierobežoto mājsaimniecību darba ienākumu daļu.

To resursu daļu, kuru bankas gatavas aizdot uzņēmējiem, ierobežo uzņēmēju piedāvātā nodrošinājuma vērtība, kas atkarīga no viņu rīcībā esošā fiziskā kapitāla. Šis pieņēmums atšķiras no M. Jakovjello pētījuma (7), saskaņā ar kuru arī uzņēmēji aizņemas pret mājokļa (ko var interpretēt kā komercplātību) ķīlu. Savukārt šajā pētījumā izmantotā pieeja varētu būt reālāka modelēšanas izvēle, jo vispārējie bilances nosacījumi rada uzticību un drošību par uzņēmumu. Tādējādi aizņemšanās ierobežojumu izsaka šādi:

$$(1 + r_t^{bE})b_t \leq m_t^E E_t \left\{ \pi_{t+1} (q_{t+1}^{kc} (1 - \delta^{kc}) k_{c,t} + q_{t+1}^{kh} (1 - \delta^{kh}) k_{h,t}) \right\} \quad [11],$$

kur δ^{kc} un δ^{kh} ir attiecīgi patēriņa sektorā un nekustamā īpašuma sektorā izmantotā kapitāla amortizācijas likmes, m_t^E ir uzņēmēju LTV, ko līdzīgi mājsaimniecībām var izteikt ar stohastisku procesu:

$$m_t^E = (1 - \rho_{mE}) \bar{m}^E + \rho_{mE} m_{t-1}^E + \eta_t^{mE} \quad [12],$$

kur η_t^{mE} ir i.i.d. normāli sadalīts gadījuma mainīgais ar vidējo vērtību 0 un standartnovirzi, kas vienāda ar σ_{mE} . Pieņēmums par diskonta faktoru β_E un "nelielu nenoteiktību" (*small uncertainty*) ļauj rast modeļa risinājumu, piemērojot uzņēmējiem vienmēr saistošu aizņemšanās ierobežojumu. Šāda ierobežojuma klātbūtne liecina, ka kapitāla apjoms, kuru uzņēmēji spēs uzkrāt katrā periodā, būs atbilstošs viņu kumulatīvajai neto bagātībai.² Kapitāls ir apgriezti proporcionāls iemaksai, ko bankas pieprasa, lai izsniegtu vienu aizdevuma daļu (vienību), kas savukārt ir LTV, nākotnē gaidāmās kapitāla cenas un aizdevumu reālo procenta likmju funkcija. Tieši šī pazīme (modelī ar aizņemšanās ierobežojumu) rada finanšu akseleratoru, ar ko procentu likmju vai aktīvu cenu pārmaiņas modificē šoku transmisiju, pastiprinot, piemēram, monetārās politikas šoku.

1.4. Nominālā noturība

Tiek pieļauta patēriņa sektora cenu noturība ar pieņēmumu, ka mazumtirdzniecības darījumu līmenī pastāv monopolistiska konkurence un nominālo cenu pielāgošanas

² Tāds pats pamatojums ir ierobežoto mājsaimniecību nekustamā īpašuma uzkrāšanai.

implicitās izmaksas saskaņā ar G. A. Kalvo (*G. A. Calvo*) cenu veidošanās mehānismu. Mazumtirgotāji konkurētspējīgā tirgū pērk no uzņēmējiem vairumtirdzniecības preces Y_t par cenu P_t^w , bez izmaksām diferencē preces un pārdod tās ar uzcenojumu $X_t = P_t / P_t^w$ virs robežizmaksām. Šo konstantas savstarpējās aizvietojamības elastības (*constant elasticity of substitution*; CES) preču kopumu mājsaimniecības konvertē atpakaļ homogēnās patēriņa un ieguldījumu precēs. Katrā periodā mazumtirgotāju daļa $1 - \theta_\pi$ nosaka optimālās cenas, bet pārējā daļa θ_π to nevar izdarīt, tāpēc indeksē cenas atbilstoši iepriekšējā perioda inflācijai ar elastību, kas vienāda ar ι_π . Tādējādi veidojas šāda patēriņa sektora Filipsa līkne (*Phillips curve*):

$$\ln \pi_{H,t} - \iota_\pi \ln \pi_{H,t-1} = \beta_P (E_t \ln \pi_{H,t+1} - \iota_\pi \ln \pi_{H,t}) - \varepsilon_\pi \ln(X_t / X) + u_{\pi,t} \quad [13],$$

kur $\varepsilon_\pi = \frac{(1 - \theta_\pi)(1 - \beta_P \theta_\pi)}{\theta_\pi}$ un X ir stabila līdzsvara stāvokļa uzcenojums. I.i.d.

izmaksu šoki $u_{\pi,t}$ var ietekmēt inflāciju neatkarīgi no uzcenojuma pārmaiņām. Šo šoku vidējā vērtība ir 0, un to dispersija ir σ_π^2 .

Algu noteikšana modelēta līdzīgi cenu noteikšanas procesam. Gan neierobežotās, gan ierobežotās mājsaimniecības piegādā arodapvienībām homogēnus darbaspēka pakalpojumus. Arodapvienības darbaspēka pakalpojumus diferencē saskaņā ar F. Smetsa un R. Vautersa (11) pieeju, nosaka algas pēc G. A. Kalvo shēmas un piedāvā darbaspēka pakalpojumus darbā iekārtošanas firmām, kuras sakārto piedāvātos pakalpojumus homogēnās darbaspēka grupās l_{pc} , l_{ph} , l_{lc} , l_{lh} . Uzņēmēji līgst darbiniekus no šādām firmām.

Atbilstoši M. Jakovjello un S. Neri (8) uzskatam pieņemts, ka ir četras šādas arodapvienības – viena katram sektora un mājsaimniecības pārim. Lai gan arodapvienības katrā sektorā izvēlas citas algu likmes, tādējādi atspoguļojot abu mājsaimniecību veidu atšķirīgos patēriņa paradumus, pieņemts, ka algu pārmaiņu varbūtība ir kopīga gan ierobežotajām, gan neierobežotajām mājsaimniecībām. Saskaņā ar G. A. Kalvo cenu noteikšanas pieeju ar daļēju indeksāciju pēc iepriekšējā inflācijas līmeņa arodapvienību noteiktie cenu nosacījumi paredz šādas četras Filipsa cenu līknei identiskas Filipsa algu līknes:

$$\ln \omega_{c,t}^P - \iota_{wc} \ln \pi_{t-1} = \beta_P (E_t \ln \omega_{c,t+1}^P - \iota_{wc} \ln \pi_t) - \varepsilon_{wc}^P \ln(X_{wc,t}^P / X_{wc}^P) + u_{wc,t}^P$$

$$\ln \omega_{c,t}^I - \iota_{wc} \ln \pi_{t-1} = \beta_I (E_t \ln \omega_{c,t+1}^I - \iota_{wc} \ln \pi_t) - \varepsilon_{wc}^I \ln(X_{wc,t}^I / X_{wc}^I) + u_{wc,t}^I$$

$$\ln \omega_{h,t}^P - \iota_{wh} \ln \pi_{t-1} = \beta_P (E_t \ln \omega_{h,t+1}^P - \iota_{wh} \ln \pi_t) - \varepsilon_{wh}^P \ln(X_{wh,t}^P / X_{wh}^P) + u_{wh,t}^P$$

$$\ln \omega_{h,t}^I - \iota_{wh} \ln \pi_{t-1} = \beta_I (E_t \ln \omega_{h,t+1}^I - \iota_{wh} \ln \pi_t) - \varepsilon_{wh}^I \ln(X_{wh,t}^I / X_{wh}^I) + u_{wh,t}^I,$$

kur $\omega_{i,t} = \frac{w_{n,t}^i \pi_t}{w_{n,t-1}^i}$ ir katra sektora un mājsaimniecības pāra nominālās algas inflācija,

$i = P, I$ attiecīgi apzīmē neierobežotos un ierobežotos dalībniekus, $n = c, h$ attiecīgi ir

patēriņa un nekustamā īpašuma sektors, $X_{wn,t}^i$ ir katra sektora un mājsaimniecības pāra algas uzcenojums:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{wc}^p &= (1 - \theta_{wc})(1 - \beta_p \theta_{wc}) / \theta_{wc}, \quad \varepsilon_{wc}^l = (1 - \theta_{wc})(1 - \beta_l \theta_{wc}) / \theta_{wc}, \\ \varepsilon_{wh}^p &= (1 - \theta_{wh})(1 - \beta_p \theta_{wh}) / \theta_{wh}, \quad \varepsilon_{wh}^l = (1 - \theta_{wh})(1 - \beta_l \theta_{wh}) / \theta_{wh}.\end{aligned}$$

1.5. Kapitālpreču ražotāji

KPR izmantošana modelī ir paņēmieni, ar kuru iespējams iegūt kapitāla cenas q_t^{kc} un q_t^{kh} , kas nepieciešamas tās uzņēmēju nodrošinājuma vērtības noteikšanai, pret kuru bankas piekrīt izsniegt aizdevumus. Pieņemts, ka patēriņa un nekustamā īpašumā sektorā izmantotais jaunais kapitāls radīts vienādā veidā. Tas ļauj turpmāk pētījumā pievērsties tikai vienam no tiem – $n = c, h$, kas attiecīgi apzīmē patēriņa un nekustamā īpašuma sektoru. Katra perioda sākumā katrs kapitāla preču ražotājs no mazumtirgotājiem iegādājas galapreču apjomu i_t^n un no uzņēmējiem – vecā kapitāla krājumus atlikušajā (pēc nolietojuma atskaitīšanas) vērtībā $(1 - \delta^{kn})k_{n,t-1}$ (par nominālo cenu P_t). Veco kapitālu iespējams konvertēt jaunā kapitālā attiecībā viens pret vienu, bet galaprodukta transformācijai būs nepieciešamas kvadrātiskas pielāgošanas izmaksas (*quadratic adjustment cost*). Jaunā kapitāla daudzumu, ko var saražot KPR, izsaka šādi:

$$k_{n,t} = (1 - \delta^{kn})k_{n,t-1} + \left[1 - \frac{\kappa_{in}}{2} \left(\frac{i_t^n}{i_{t-1}^n} - 1 \right)^2 \right] i_t^n \quad [14],$$

kur κ_{in} ir parametrs, ar kuru mēra ieguldījumu pielāgošanas izmaksas. Pēc tam perioda beigās jauno kapitālu atkal pārdod atpakaļ uzņēmējiem par nominālo cenu P_t^n . Tādējādi KPR izvēlas tādu i_t^n līmeni, kas maksimizē peļņu, ko izsaka šādi:

$$\max P_t^n \left[1 - \frac{\kappa_{in}}{2} \left(\frac{i_t^n}{i_{t-1}^n} - 1 \right)^2 \right] i_t^n - P_t^n i_t^n \quad [15].$$

Pieņemts, ka jaunā kapitāla pārdošanas tirgus ir pilnībā konkurētspējīgs, tādējādi KPR peļņas maksimizēšanu var izteikt ar dinamisku vienādojumu ar kapitāla reālo cenu q_t^{kn} :

$$q_t^{kn} = \frac{1}{1 - \frac{\kappa_{in}}{2} \left(\frac{i_t^n}{i_{t-1}^n} - 1 \right)^2 \left(\frac{3i_t^n}{i_{t-1}^n} - 1 \right)} \quad [16],$$

kur $q_t^{kn} = P_t^n / P_t$ un $n = c, h$.

1.6. Inflācijas, valūtas kursa un tirdzniecības nosacījumu identitātes

Tālāk definētas vairākas identitātes, kas saista inflāciju, valūtas kursu un tirdzniecības nosacījumus. Valsts i un iekšzemes tautsaimniecības divpusējie tirdzniecības nosacījumi $S_{i,t}$ izteikti šādi:

$$S_{i,t} = \frac{P_{i,t}}{P_{H,t}},$$

kur $P_{i,t}$ un $P_{H,t}$ attiecīgi ir valsts i un iekšzemē ražoto preču cenu indeksi.

Tātad efektīvos tirdzniecības nosacījumus var definēt šādi:

$$S_t \equiv \frac{P_{F,t}}{P_{H,t}} = \left(\int_0^1 S_{i,t}^{1-\gamma} di \right)^{\frac{1}{1-\gamma}},$$

vai, izsakot logaritma veidā, šādi:

$$s_t \equiv \log S_t = p_{F,t} - p_{H,t}.$$

Turklāt tiek pieņemts, ka vienas cenas likums produktu līmenī ir spēkā gan importa, gan eksporta precēm, liecinot, ka $P_{i,t}(j) = \varepsilon_{i,t} P_{i,t}^i(j)$ visiem $i, j \in [0, 1]$. $\varepsilon_{i,t}$ ir divpusējais nominālais valūtas kurss, t.i., valsts i valūtas cena iekšzemes valūtas izteiksmē, bet $P_{i,t}^i(j)$ ir valsts i preces j cena šīs valsts nacionālajā valūtā. $P_{i,t}$ definīcijai piemērojot vienas cenas likuma pieņēmumu, iegūst $P_{i,t} = \varepsilon_{i,t} P_{i,t}^i$, kur

$$P_{i,t}^i \equiv \left(\int_0^1 P_{i,t}^i(j)^{1-\varepsilon} dj \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \text{ apzīmē valsts } i \text{ iekšzemes preču cenu indeksu.}$$

Šo pieņēmumu ievietojot $P_{F,t}$ izteiksmē, pēc d linearizēšanas logaritma veidā ap simetrisku stabilu līdzsvara stāvokli iegūst:

$$p_{F,t} = \int_0^1 (e_{i,t} + p_{i,t}^i) di = neer_t + p_t^*,$$

kur $p_{i,t}^i \equiv \int_0^1 p_{i,t}^i(j) dj$ apzīmē valsts i logaritmētu iekšzemes cenu indeksu nacionālajā valūtā, $neer_t \equiv \int_0^1 e_{i,t} di$ ir logaritmēts NEK un $p_t^* \equiv \int_0^1 p_{i,t}^i di$ – ārvalstu cenu indeksa logaritms.

Pēc efektīvu tirdzniecības nosacījumu definīcijas ievietošanas pēdējā sakarībā iegūst:

$$p_{H,t} = p_t^* + neer_t - s_t,$$

vai, pārrakstot starpībās:

$$\pi_{H,t} = \pi_t^* + \Delta neer_t - \Delta s_t \quad [17].$$

Iegūtais vienādojums saista iekšzemē ražoto preču cenu inflāciju $\pi_{H,t}$ ar ārvalstu inflācijas līmeni π_t^* , NEK pārmaiņām Δ_{NEERt} un tirdzniecības nosacījumiem Δs_t .

Lai aprēķinātu sakarību starp PCI inflāciju un iekšzemes preču inflāciju, tālāk definē PCI:

$$P_t \equiv \left[(1-\alpha)(P_{H,t})^{1-\eta} + \alpha(P_{F,t})^{1-\eta} \right]^{\frac{1}{1-\eta}}.$$

Pārrakstot izteiksmi un tās abas puses dalot ar $P_{H,t}^{1-\eta}$, iegūst:

$$\left(\frac{P_t}{P_{H,t}} \right)^{1-\eta} = (1-\alpha) + \alpha \left(\frac{P_{F,t}}{P_{H,t}} \right)^{1-\eta} = (1-\alpha) + \alpha S_t^{1-\eta}$$

vai

$$\frac{P_t}{P_{H,t}} = [(1-\alpha) + \alpha S_t^{1-\eta}]^{\frac{1}{1-\eta}}.$$

Pēdējo izteiksmi linearizējot logaritma veidā ap simetrisku līdzsvara stāvokli, aprēķina:

$$\begin{aligned} \log\left(\frac{P_t}{P_{H,t}}\right) &= \log P_t - \log P_{H,t} = p_t - p_{H,t} = \frac{1}{1-\eta} \log[(1-\alpha) + \alpha S_t^{1-\eta}] = \frac{1}{1-\eta} \log[1 + \alpha(S_t^{1-\eta} - 1)] \approx \\ &\approx \frac{1}{1-\eta} \alpha(S_t^{1-\eta} - 1) = \frac{1}{1-\eta} \alpha(e^{(1-\eta)\log S_t} - 1) \approx \frac{1}{1-\eta} \alpha(1 + (1-\eta)\log S_t - 1) = \alpha s_t, \end{aligned}$$

pēc tam iegūstot $p_t - p_{H,t} = \alpha s_t$.

Pārrakstot starpībās, iegūst:

$$\pi_{H,t} = \pi_t - \alpha \Delta s_t \quad [18].$$

[18] vienādojums rāda, ka inflācijas starpība ir proporcionāla tirdzniecības nosacījumu procentuālajām pārmaiņām, kur proporcionalitātes koeficients ietverts atvērtības pakāpē α .

1.7. Monetārā politika

Centrālā banka spēj noteikt precīzu procentu likmi, kas dominē starpbanku tirgū r_t . Monetāro politiku definē ar procentu likmes likumu tā, ka centrālā banka nosaka monetārās politikas bāzes likmi, lai koriģētu PCI inflācijas, produkcijas izlaides un nominālā valūtas kursa pārmaiņu novirzes no mērķa rādītājiem:

$$(1+r_t) = (1+r_{t-1})^{\rho_r} (1+\bar{r})^{(1-\rho_r)} \pi_t^{(1-\rho_r)\psi_1} \left(\frac{GDP_t}{GDP_{t-1}} \right)^{(1-\rho_r)\psi_2} \left(\frac{e_t}{e_{t-1}} \right)^{(1-\rho_r)\psi_3} \exp(\varepsilon_t^r) \quad [19],$$

kur monetārās politikas koeficienti $\psi_1, \psi_2, \psi_3 \geq 0$ un ε_t^r ir eksogēns monetārās politikas šoks. Lai atspoguļotu nominālo procentu likmju noturību, monetārās politikas likumā ietverts autoregresijas koeficients (*smoothing term*) $0 < \rho_r < 1$.

1.8. Bankas

Bankām modelī ir svarīga loma, jo tās darbojas kā modeļa dalībnieku visu finanšu darījumu starpnieki. Banku noguldījumi ir vienīgais neierobežotajām mājtsaimniecībām pieejamais uzkrāšanas instruments, savukārt ierobežoto dalībnieku un uzņēmēju vienīgā iespēja aizņemties ir pieprasīt bankas aizdevumu.

Banku modelēšanas procesa pirmais galvenais elements ir monopolistiska konkurence banku mazumtirdzniecības darījumu līmenī. Savās starpniecības darbībās bankas izmanto zināmu tirgus varu, kas sniedz tām iespēju koriģēt kredītu un noguldījumu procentu likmes, reaģējot uz šokiem vai citiem cikliskiem ekonomiskajiem apstākļiem. Monopolistiskas konkurences vide ļauj pētīt, kā dažāda stipruma procentu likmju transmisija ietekmē šoku, īpaši monetāro šoku, transmisiju.

Otra galvenā banku modeļa iezīme ir tā, ka tām jāatbilst bilances identitātei:

$$B_t = D_t^{lv} + D_t^{eu} + F_t + K_t^b,$$

kas nosaka, ka bankas var finansēt izsniegtos aizdevumus B_t ar latos izteiktiem noguldījumiem D_t^{lv} , eiro izteiktiem noguldījumiem D_t^{eu} , ārvalstu aizņēmumiem F_t vai pašu kapitālu K_t^b (tālāk tekstā – arī bankas kapitāls). Saistībā ar bilanci šie četri finansējuma avoti ir pilnībā savstarpēji aizvietojami. Lai noteiktu bankas izvēli, nepieciešams iekļaut zināmu nelinearitāti, t.i., nepilnīgas aizvietojamības faktoru. Pieņem, ka ir (eksogēns) "optimāls" banku kapitāla un aktīvu attiecības (t.i., parāda) rādītājs, par kuru var uzskatīt, ka tas atspoguļo kompromisus, kas strukturētākā modelī radīsies, pieņemot lēmumu par pašu finanšu resursu apjomu, vai citā variantā ir regulatīvo kapitāla prasību seku un izmaksu izpētes rīks. Atbilstoši šādam pieņēmumam banku kapitālam būs svarīga loma kredītu piedāvājuma nosacījumu definēšanā gan attiecībā uz daudzumu, gan cenu. Tā kā tiek uzskatīts, ka banku kapitāla veidošanas pamats ir nesadalītā peļņa, modelim piemīt iekšēja atgriezeniska saikne starp tautsaimniecības reālo un finanšu pusi. Ja makroekonomiskie nosacījumi pasliktinās, banku peļņa samazinās, un tas vājina banku spēju piesaistīt jaunu kapitālu. Atkarībā no tautsaimniecību skārušā šoka veida bankas uz tam sekojošo finanšu pozīcijas vājināšanos (t.i., parāda pieaugumu) var reaģēt ar izsniedzamo kredītu apjoma samazināšanu, tā pastiprinot sākotnējo kritumu. Tādējādi modelis potenciāli var izskaidrot "kreditēšanas cikla" veidu pēdējā laika recesijas gadījumos, kad reālā tautsaimniecība saruka, banku peļņa samazinājās, banku kapitāla pozīcija pasliktinājās un sekoja kreditēšanas ierobežošana.

Abu komponentu – banku kapitāla un banku spējas noteikt procentu likmes – klātbūtne ļauj aplūkot vairākus aizdevumu piedāvājuma puses šokus un arī pētīt to ietekmi un izplatību reālajā tautsaimniecībā. Īpaši iespējams pētīt banku sektora bilanču pozīcijas straujas pasliktināšanās gadījumu sekas vai aizdevumu procentu likmju eksogēna kāpuma ietekmi.

Lai labāk atklātu sektoram raksturīgās iezīmes un tās izskaidrotu, var uzskatīt, ka katra banka j modelī ($j \in [0, 1]$) faktiski sastāv no trim daļām – divām mazumtirdzniecības darījumu daļām un vienas vairumtirdzniecības darījumu daļas. Abas mazumtirdzniecības darījumu daļas attiecīgi nosaka diferencētu aizdevumu izsniegšanu uzņēmējiem un mājsaimniecībām un diferencētu noguldījumu piesaistīšanu no iedzīvotājiem. Šīs daļas nosaka procentu likmes monopolistiski konkurētspējīgā veidā, ņemot vērā korekcijas izmaksas. Vairumtirdzniecības darījumu daļa pārvalda grupas kapitāla pozīciju, piesaista vairumtirdzniecības noguldījumus no mazumtirdzniecības darījumu daļas un iegūst vairumtirdzniecības aizdevumus, aizņemoties gan ārvalstīs, gan starpbanku tirgū.

1.8.1. Vairumtirdzniecības darījumu daļa

Vairumtirdzniecības darījumu daļa apvieno tīro vērtību jeb bankas kapitālu (K_t^b), ārvalstu aizņēmumus (F_t) un vairumtirdzniecības noguldījumus (D_t) bilances pasīvu pusē. Attiecībā uz aktīvu pusi tā izsniedz vairumtirdzniecības aizdevumus (B_t). Bankas kapitāla pārvaldīšana saistīta ar noteiktām izmaksām. Banka maksā kvadrātiskas izmaksas visos gadījumos, kad kapitāla un aktīvu attiecības rādītājs (K_t^b / B_t) kļūst mazāks par "optimālo" vērtību v^b . Šā pētījuma skaitliskajos aprēķinos parametra vērtība noteikta 0.12, t.i., augstāka par minimālo regulatora noteikto kapitāla pietiekamības prasību 0.08 un atbilstoši Latvijas banku faktiskajiem datiem. Šis rādītājs cenšas rast līdzsvaru starp dažādiem kompromisiem, pieņemot lēmumu par bankas pašu resursu apjomu. Kvadrātiskas izmaksas noteiktas arī noguldījumiem un ārvalstu aizdevumiem.

Bankas kapitāls katrā periodā tiek uzkrāts no nesadalītās peļņas saskaņā ar šādu vienādojumu:

$$K_t^b(j) = (1 - \delta^b) K_{t-1}^b(j) + \omega^b J_{t-1}^b(j) \quad [20],$$

kur $K_t^b(j)$ ir bankas j kapitāls nominālajā izteiksmē, $J_t^b(j)$ – bankas j triju daļu gūtā kopējā peļņa nominālajā izteiksmē, $(1 - \omega^b)$ atspoguļo bankas dividenžu politiku, ar δ^b novērtē līdzekļu apjomu, ko tērē bankas kapitāla pārvaldīšanā un bankas vispārējās starpniecības darbību izpildē.

Pieņemts, ka dividenžu politika ir eksogēni fiksēta, tāpēc banku kapitāla apjoms nav bankas izvēles mainīgais. Tādējādi vairumtirdzniecības darījumus veicošas bankas problēma ir izvēlēties iekšzemes aizdevumu $B_t(j)$, ārvalstu aizņēmumu $F_t(j)$, noguldījumu $D_t^{lv}(j)$ un $D_t^{eu}(j)$ apjomu tā, lai maksimizētu peļņu, ievērojot bilances ierobežojumu³:

³ Saskaņā ar A. Džerali, S. Neri, L. Sesas u.c. pētījumu (6) pieņemts, ka bankas novērtē nākotnes peļņas plūsmu, izmantojot neierobežoto mājsaimniecību diskonta faktoru $\Lambda_{0,t}^P$. Tomēr pretstatā gadījumam, kad bankas pieder neierobežotajām mājsaimniecībām, šajā pētījumā banku dividendes nonāk ārvalstu bankās un tāpēc netiek iekļautas mājsaimniecību budžeta ierobežojumos.

$$\max E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_p^t \lambda_{0,t}^p \left[(1+r_t^b) B_t(j) \frac{e_{t+1}}{e_t} - (1+r_t^F) F_t(j) \frac{e_{t+1}}{e_t} - (1+r_t^{D,lv}) D_t^{lv}(j) - (1+r_t^{D,eu}) D_t^{eu}(j) \frac{e_{t+1}}{e_t} \right. \\ \left. - K_t^b(j) - \frac{\kappa_{kb}}{2} \left(\frac{K_t^b(j)}{B_t(j)} - \nu^b \right)^2 K_t^b(j) - \frac{\kappa_D}{2} \left((D_t^{lv}(j))^2 + (D_t^{eu}(j))^2 \right) - \frac{\kappa_F}{2} F_t(j)^2 \right] \quad [21],$$

ievērojot to, ka:

$$B_t(j) = D_t^{lv}(j) + D_t^{eu}(j) + F_t(j) + K_t^b(j) \quad [22],$$

kur neto vairumtirdzniecības aizdevumu procentu likme r_t^b , neto ārvalstu aizņēmumu procentu likme r_t^F un neto latos veikto noguldījumu procentu likme $r_t^{D,lv}$ un eiro veikto noguldījumu procentu likme $r_t^{D,eu}$ iekļautas kā iepriekš noteikti lielumi. Pieņemts, ka r_t^F ir vienāda ar ārvalstu starpbanku tirgus procentu likmi r_t^* , kas reizināta ar riska prēmiju Φ , kura atkarīga no katras bankas reālā ārējā parāda. Tādējādi katras bankas lēmums par ārējo parādu, kas nosaka procentu likmi ārvalstu valūtā, ir pilnībā individuāls (subjektīvs) un definēts šādi:

$$r_t^F = r_t^* \Phi \quad [23].$$

Riska prēmiju aprēķina šādi:

$$\Phi(f_t, \tilde{\phi}_t) = \exp(\tilde{\phi}_f f_t + \tilde{\phi}_t) \quad [24],$$

kur $f_t \equiv F_t / GDP_t$ un $\tilde{\phi}_t$ ir riska prēmijas šoks, kam ir šāda AR(1) izteiksme:

$$\tilde{\phi}_t = \rho_{\phi} \tilde{\phi}_{t-1} + \varepsilon_t^{\phi} \text{ ar i.i.d. normāli sadalītām kļūdām } \varepsilon_t^{\phi} \sim N(0, \sigma_{\phi}^2).$$

Izsakot $F_t(j)$ no bilances ierobežojuma vienādojuma un ievietojot peļņas maksimizēšanas aprēķinā, iegūst pirmās kārtas nosacījumus (*first order conditions*).

No $B_t(j)$, $D_t^{lv}(j)$ un $D_t^{eu}(j)$ atvasinājumiem attiecīgi iegūst:

$$r_t^b = r_t^F (1 + \tilde{\phi}_f f_t) - \kappa_{kb} \left(\frac{K_t^b(j)}{B_t(j)} - \nu^b \right) \left(\frac{K_t^b(j)}{B_t(j)} \right)^2 \frac{1}{E_t \left(\frac{e_{t+1}}{e_t} \right)} \quad [25],$$

$$r_t^{D,lv} = r_t^F (1 + \tilde{\phi}_f f_t) E_t \left(\frac{e_{t+1}}{e_t} \right) - \kappa_D D_t^{lv}(j) + \kappa_F F_t \quad [26],$$

$$r_t^{D,eu} = r_t^F (1 + \tilde{\phi}_f f_t) - \frac{1}{E_t \left(\frac{e_{t+1}}{e_t} \right)} (\kappa_D D_t^{eu}(j) + \kappa_F F_t) \quad [27].$$

Apvienojot divus pirmos vienādojumus, lai atbrīvotos no r_t^F , iegūst nosacījumu, kas saista aizdevumu un noguldījumu vairumtirdzniecības procentu likmju starpību ar bankas j parāda pakāpi $B_t(j)/K_t^b(j)$, ņemot vērā valūtas kursa pārmaiņas:

$$r_t^b = \left[r_t^{D,lv} - \kappa_{kb} \left(\frac{K_t^b(j)}{B_t(j)} - \nu^b \right) \left(\frac{K_t^b(j)}{B_t(j)} \right)^2 + \kappa_D D_t^{lv}(j) - \kappa_F F_t \right] \frac{1}{E_t \left(\frac{e_{t+1}}{e_t} \right)}.$$

Lai noslēgtu modeli, tiek pieņemts, ka bankas var veikt visu to rīcībā esošo brīvo līdzekļu noguldījumus centrālajā bankā ar procentu likmi r_t (vai pēc izvēles ar šādu procentu likmi iegādāties bezriskā obligācijas jebkurā daudzumā), tādējādi starpbanku tirgū $r_t^{D,lv} \equiv r_t$. Tā kā tajā darbojas liels skaits (vienādu) vairumtirdzniecības darījumu banku, simetriska līdzsvara apstākļos šis vienādojums liecina par nosacījumu, kas vieno starpbanku tirgū dominējošo vairumtirdzniecības aizdevumu procentu likmi r_t^b ar oficiālo procentu likmi r_t , no vienas puses, un banku sektora parāda (jeb aizņemto līdzekļu apjoma) rādītāju B_t/K_t^b , no otras puses:

$$r_t^b = \left[r_t - \kappa_{kb} \left(\frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right) \left(\frac{K_t^b}{B_t} \right)^2 + \kappa_D D_t^{lv} - \kappa_F F_t \right] \frac{1}{E_t \left(\frac{e_{t+1}}{e_t} \right)} \quad [28].$$

Šis vienādojums rāda kapitāla lomu aizdevumu piedāvājuma nosacījumu definēšanā. Tā kā pastāv atšķirība starp aizdevumu procentu likmi un monetārās politikas procentu likmi, banka vēlēšies izsniegt pēc iespējas vairāk aizdevumu, paaugstinot parāda rādītāju (aizņemto līdzekļu apjomu) un gūstot peļņu no katras kapitāla vienības (pašu kapitāla atdeve). Ja savukārt parādsaistības pieaug, kapitāla un aktīvu attiecība attālinās no ν^b un bankām rodas izmaksas, kas samazina peļņu. Tad banku optimālā (no pirmās kārtas nosacījuma izrietošā) izvēle būs tāds aizdevumu apjoma (un attiecīgi parāda pakāpes ar noteiktu kapitālu K_t^b) līmenis, atbilstoši kuram robežizmaksas par kapitāla un aktīvu attiecības samazināšanu būs precīzi vienādas ar noguldījumu un aizdevumu procentu likmju starpību, ņemot vērā valūtas kursa pārmaiņas. Lai uzskatāmāk atspoguļotu (vairumtirdzniecības) kredītu un noguldījumu procentu likmju starpību, [28] vienādojumu var pārrakstīt šādi:

$$S_t^w \equiv r_t^b E_t \left(\frac{e_{t+1}}{e_t} \right) - r_t = -\kappa_{kb} \left(\frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right) \left(\frac{K_t^b}{B_t} \right)^2 + \kappa_D D_t^{lv} - \kappa_F F_t.$$

Procentu likmju starpība ir pretēji saistīta ar banku sistēmas parādu pakāpi, īpaši gadījumos, kad banku kapitalizācijas līmenis ir zems un kapitāla ierobežojumi kļūst arvien saistošāki (t.i., kad pieaug parādu pakāpe), starpības samazinās.

1.8.2. Mazumtirdzniecības darījumu daļa

Banku mazumtirdzniecības darījumi notiek monopolistiskas konkurences režīmā.

Aizdevumu daļa. Aizdevumu mazumtirdzniecības darījumu daļa saņem aizdevumus $B_t(j)$ no vairumtirdzniecības daļas ar procentu likmi r_t^b , diferencē tos bez maksas un izsniedz tālāk mājāsaimniecībām un uzņēmumiem, piemērojot divus atšķirīgus uzcenojumus. Lai iekļautu noturīgumu un pētītu nepilnīgas banku procentu likmju transmisijas sekas, pieņemts, ka bankas, lai mainītu aizdevumiem piemērotās procentu likmes, saskaras ar kvadrātiskām korekcijas izmaksām κ_{bE} un κ_{bH} . Banku mazumtirdzniecības aizdevumu daļas uzdevums ir izvēlēties $\{r_t^{bH}(j), r_t^{bE}(j)\}$, lai maksimizētu:

$$\max_{\{r_t^{bH}(j), r_t^{bE}(j)\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_t^p \lambda_{0,t}^p \left\{ \left(r_t^{bH}(j) b_t^H(j) + r_t^{bE}(j) b_t^E(j) - r_t^b B_t(j) \right) \frac{e_{t+1}}{e_t} - \frac{\kappa_{bH}}{2} \left(\frac{r_t^{bH}(j)}{r_{t-1}^{bH}(j)} - 1 \right)^2 r_t^{bH} b_t^H - \frac{\kappa_{bE}}{2} \left(\frac{r_t^{bE}(j)}{r_{t-1}^{bE}(j)} - 1 \right)^2 r_t^{bE} b_t^E \right\} \quad [29],$$

ievērojot pieprasījuma ierobežojumus:

$$b_t^H(j) = \left(\frac{r_t^{bH}(j)}{r_t^{bH}} \right)^{-\varepsilon_t^{bH}} b_t^H \quad \text{un} \quad b_t^E(j) = \left(\frac{r_t^{bE}(j)}{r_t^{bE}} \right)^{-\varepsilon_t^{bE}} b_t^E$$

ar $b_t^H(j) + b_t^E(j) = B_t(j)$, kur ε_t^{bH} un ε_t^{bE} ir attiecīgi mājāsaimniecībām un uzņēmumiem izsniegto kredītu savstarpējās aizvietojamības elastības.

Izmantojot simetriska līdzsvara stāvokli, pirmās kārtas nosacījuma vienādojums ir šāds:

$$1 - \varepsilon_t^{bs} + \varepsilon_t^{bs} \frac{r_t^b}{r_t^{bs}} - \kappa_{bs} \left(\frac{r_t^{bs}}{r_{t-1}^{bs}} - 1 \right) \frac{r_t^{bs}}{r_{t-1}^{bs}} + \beta_p E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^p}{\lambda_t^p} \kappa_{bs} \left(\frac{r_{t+1}^{bs}}{r_t^{bs}} - 1 \right) \left(\frac{r_{t+1}^{bs}}{r_t^{bs}} \right)^2 \frac{b_{t+1}^s}{b_t^s} \right\} = 0 \quad [30],$$

kur $s = H, E$.

Noguldījumu daļa. Mazumtirdzniecības noguldījumu daļas veic tādu pašu, tikai pretēja virziena darbību ar noguldījumiem. Tās piesaista noguldījumus $d_t(j)$ no mājāsaimniecībām, pēc tam nododot piesaistītos līdzekļus tālāk vairumtirdzniecības daļai, kas par to maksā procentu likmi r_t . Tiek piesaistīti noguldījumi $d_t(j)$ gan latos $d_t^{lv}(j)$, gan eiro $d_t^{eu}(j)$, un par tiem tiek maksātas atbilstošas procentu likmes $r_t^{d,lv}(j)$ un $r_t^{d,eu}(j)$.

Noguldījumu daļas uzdevums ir izvēlēties mazumtirdzniecības noguldījumu procentu likmes $r_t^{d,lv}(j)$ un $r_t^{d,eu}(j)$, piemērojot monopolistiski konkurētspējīgu negatīvu piemaksu monetārās politikas procentu likmei r_t , lai maksimizētu:

$$\max_{\{r_t^{d,lv}(j), r_t^{d,eu}(j)\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_t^p \lambda_{0,t}^p \left[r_t D_t^{lv}(j) + r_t^{D,eu} D_t^{eu}(j) \frac{e_{t+1}}{e_t} - r_t^{d,lv}(j) d_t^{lv}(j) - r_t^{d,eu}(j) d_t^{eu}(j) \frac{e_{t+1}}{e_t} - \frac{\kappa_d^{lv}}{2} \left(\frac{r_t^{d,lv}(j)}{r_{t-1}^{d,lv}(j)} - 1 \right)^2 r_t^{d,lv} D_t^{lv} - \frac{\kappa_d^{eu}}{2} \left(\frac{r_t^{d,eu}(j)}{r_{t-1}^{d,eu}(j)} - 1 \right)^2 r_t^{d,eu} D_t^{eu} \right] \quad [31],$$

ievērojot noguldījumu pieprasījumu funkcijas:

$$d_t^{lv}(j) = \left(\frac{r_t^{d,lv}(j)}{r_t^{d,lv}} \right)^{\varepsilon_t^{d,lv}} D_t^{lv}, \quad d_t^{eu}(j) = \left(\frac{r_t^{d,eu}(j)}{r_t^{d,eu}} \right)^{\varepsilon_t^{d,eu}} D_t^{eu} \quad [32]$$

ar $d_t^{lv}(j) = D_t^{lv}(j)$ un $d_t^{eu}(j) = D_t^{eu}(j)$. $\varepsilon_t^{d,lv}$ un $\varepsilon_t^{d,eu}$ ir latos un eiro piesaistīto noguldījumu savstarpējās aizvietojamības elastības, bet locekļi ar κ_d^{lv} un κ_d^{eu} ir attiecīgās kvadrātiskas korekcijas izmaksas par latos un eiro piesaistīto noguldījumu procentu likmju maiņu. Izmantojot simetriska līdzsvara stāvokli, pirmās kārtas nosacījums optimālai latos piesaistīto noguldījumu procentu likmei ir:

$$\varepsilon_t^{d,lv} \frac{r_t}{r_t^{d,lv}} - 1 - \varepsilon_t^{d,lv} - \kappa_d^{lv} \left(\frac{r_t^{d,lv}}{r_{t-1}^{d,lv}} - 1 \right) \frac{r_t^{d,lv}}{r_{t-1}^{d,lv}} + \beta_p E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^p}{\lambda_t^p} \kappa_d^{lv} \left(\frac{r_{t+1}^{d,lv}}{r_t^{d,lv}} \right)^2 \left(\frac{r_{t+1}^{d,lv}}{r_t^{d,lv}} - 1 \right) \frac{d_{t+1}^{lv}}{d_t^{lv}} \right\} = 0 \quad [33].$$

$r_t^{d,eu}(j)$ optimālas izvēles rezultātā attiecīgi iegūst:

$$\begin{aligned} & \varepsilon_t^{d,eu} \frac{r_t^{D,eu}}{r_t^{d,eu}} E_t \left(\frac{e_{t+1}}{e_t} \right) - (1 + \varepsilon_t^{d,eu}) E_t \left(\frac{e_{t+1}}{e_t} \right) - \kappa_d^{eu} \left(\frac{r_t^{d,eu}}{r_{t-1}^{d,eu}} - 1 \right) \frac{r_t^{d,eu}}{r_{t-1}^{d,eu}} \\ & + \beta_p E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^p}{\lambda_t^p} \kappa_d^{eu} \left(\frac{r_{t+1}^{d,eu}}{r_t^{d,eu}} \right)^2 \left(\frac{r_{t+1}^{d,eu}}{r_t^{d,eu}} - 1 \right) \frac{d_{t+1}^{eu}}{d_t^{eu}} \right\} = 0 \end{aligned} \quad [34].$$

Pieņemts, ka aizdevumu un noguldījumu savstarpējās aizvietojamības elastības banku nozarē ir stohastiskas. Šāda izvēle ļauj pētīt, kā notiek banku sektora homogēno šoku transmisija reālajā tautsaimniecībā. ε_t^{bH} un ε_t^{bE} ($\varepsilon_t^{d,lv}$, $\varepsilon_t^{d,eu}$) ietekmē banku uzcenojuma (negatīvas piemaksas) vērtību, bankām aprēķinot procentu likmes, tādējādi arī nosakot monetārās politikas procentu likmes un mazumtirdzniecības aizdevumu (noguldījumu) procentu likmes starpības vērtību. Tātad šokus aizdevumu (noguldījumu) uzcenojumā (negatīvā piemaksā) var skaidrot kā šokus banku procentu likmju starpībās, kas rodas neatkarīgi no monetārās politikas, un to ietekmi uz reālo tautsaimniecību iespējams analizēt.

Visbeidzot, bankas j peļņu veido ienākumi no vairumtirdzniecības un mazumtirdzniecības darījumu daļu darbības. Izslēdzot savstarpējos iekšējos darījumus, peļņu var definēt šādi:

$$\begin{aligned} J_t^b(j) &= r_t^{bH}(j) b_t^H + r_t^{bE}(j) b_t^E - r_t^{d,lv}(j) d_t^{lv}(j) - r_t^{d,eu}(j) d_t^{eu}(j) \frac{e_{t+1}}{e_t} - \frac{\kappa_{Kb}}{2} \left(\frac{K_t^b(j)}{B_t(j)} - \nu^b \right)^2 K_t^b(j) \\ &- \frac{\kappa_D}{2} \left((D_t^{lv}(j))^2 + (D_t^{eu}(j))^2 \right) - \frac{\kappa_F}{2} F_t(j)^2 - \frac{\kappa_{bH}}{2} \left(\frac{r_t^{bH}(j)}{r_{t-1}^{bH}(j)} - 1 \right)^2 r_t^{bH} b_t^H - \frac{\kappa_{bE}}{2} \left(\frac{r_t^{bE}(j)}{r_{t-1}^{bE}(j)} - 1 \right)^2 r_t^{bE} b_t^E \\ &- \frac{\kappa_d}{2} \left(\frac{r_t^{d,lv}(j)}{r_{t-1}^{d,lv}(j)} - 1 \right)^2 r_t^{d,lv} D_t^{lv} - \frac{\kappa_d}{2} \left(\frac{r_t^{d,eu}(j)}{r_{t-1}^{d,eu}(j)} - 1 \right)^2 r_t^{d,eu} D_t^{eu} \end{aligned} \quad [35].$$

1.9. Līdzsvars

Preču tirgus rada patēriņu, ieguldījumus uzņēmējdarbībā un eksportu:

$$Y_t = C_t + i_t^c + i_t^h + Y_t^x \quad [36],$$

kur $C_t = c_t^P + c_t^I + c_t^E$ ir kopējais (agregētais) patēriņš, i_t^c un i_t^h – ieguldījumu uzņēmējdarbībā divas komponentes un Y_t^x – eksports.

Nekustamā īpašuma tirgus ražo jaunus mājokļus:

$$IH_t = H_t - (1 - \delta^H)H_{t-1} \quad [37],$$

kur $H_t = h_t^P + h_t^I$.

Tādējādi reālais IKP veidojas no iekšzemes produkcijas izlaidis Y_t un investīcijām nekustamajā īpašumā IH_t summas, no kuras atņemts imports Y_t^m :

$$GDP_t = Y_t + IH_t - Y_t^m.$$

Izmantojot [36] vienādojumu un $Y_t^m = \alpha C_t$ definīciju, iegūst:

$$GDP_t = (1 - \alpha)(c_t^P + c_t^I + c_t^E) + i_t^c + i_t^h + Y_t^x + IH_t \quad [38].$$

Pieņemts, ka eksports ir atkarīgs no ārējā pieprasījuma, ko izsaka kopējais ārvalstu imports Y_t^* un iekšzemes eksporta relatīvā cena:

$$Y_t^x = \alpha^* \left(\frac{P_{H,t}}{P_t^*} \right)^{-\gamma} Y_t^* \quad [39],$$

kur P_t^* ir ārvalstu cenu līmenis un α^* – iekšzemes eksporta daļa ārvalstu importā Y_t^* . Savukārt ārvalstu imports ir stohastisks AR(1) process:

$$Y_t^* = (1 - \rho_{Y^*})\bar{Y}^* + \rho_{Y^*}Y_{t-1}^* + \varepsilon_t^{Y^*} \quad [40],$$

kur $\varepsilon_t^{Y^*}$ ir i.i.d. normāls gadījuma šoks ar vidējo vērtību 0 un $\bar{Y}^*$ – (kalibrēts) stabila līdzsvara stāvokļa mainīgais.

Iekšzemes aizdevumu tirgus nosacījums paredz, ka ierobežoto mājstaimniecību un uzņēmumu kopējie aizņemtie līdzekļi vienādi ar to līdzekļu summu, kādu iekšzemes banku mazumtirdzniecības darījuma daļas izsniegušas aizdevumos:

$$B_t = b_t^H + b_t^E \quad [41],$$

kur bankas vienādojumā definētais nominālais aizņēmums un mājstaimniecību un uzņēmēju optimizācijas vienādojumā definētais reālais aizņēmums ir savstarpēji saistīti šādā veidā:

$$b_t^I = \frac{b_t^H}{P_t} \text{ un } b_t = \frac{b_t^E}{P_t}.$$

Noguldījumu tirgus līdzsvars nozīmē, ka no neierobežotajām mājsaimniecībām eiro piesaistīto noguldījumu kopsumma ir vienāda ar mazumtirdzniecības darījumu daļas piesaistīto noguldījumu summu, kas pēc tam pilnā apjomā nodota vairumtirdzniecības darījumu daļai. Tas pats attiecas arī uz latos piesaistītajiem noguldījumiem. Abi nosacījumi definēti šādi:

$$D_t^{eu} = d_t^{eu} = d_t^{P,eu} P_t \quad [42]$$

un

$$D_t^{lv} = d_t^{lv} = d_t^{P,lv} P_t \quad [43].$$

2. MODEĻA NOVĒRTĒJUMS

2.1. Metodika un dati

Vienādojumi netiek linearizēti ap stabilu līdzsvara stāvokli, bet tiek izmantoti mainīgo līmeņi. Lietota Beijesa pieeja, un modelis novērtēts ar Metropolā–Heistinga (*Metropolis–Hastings*) algoritmu. Analīzē izmantoti 14 mainīgie – reālais patēriņš, reālās nekustamā īpašuma cenas, latos un eiro piesaistītie noguldījumi, aizdevumi mājsaimniecībām un uzņēmumiem, 3 mēnešu RIGIBOR, 3 mēnešu EURIBOR, noguldījumu un aizdevumu procentu likmes mājsaimniecībām un uzņēmumiem, banku kapitāla un aizdevumu attiecība, iekšzemes un ārvalstu patēriņa cenu inflācija. Datu apraksts sniegts E pielikumā. Izlase attiecas uz periodu no 1999. gada 1. ceturkšņa līdz 2010. gada 3. ceturksnim, aptverot iespējami ilgāku laiku, par kuru novērtējuma brīdī bija pieejami visi dati.

Novērtēti parametri, kuri ietekmē modeļa dinamiku, un kalibrēti tie koeficienti, kuri nosaka stabilu līdzsvara stāvokli, ar mērķi iegūt galveno stabila līdzsvara stāvokļa mainīgo un pamatotas attiecību vērtības. Kalibrēto parametru vērtības sniegtas C pielikuma 1. tabulā.

2.2. Kalibrētie parametri un aprioro vērtību sadalījums

Kalibrētie parametri. Neierobežoto mājsaimniecību diskonta faktoru nosaka atbilstošu stabila līdzsvara stāvokļa gada procentu likmei noguldījumiem nedaudz virs 3% līdzīgi vidējai noguldījumu procentu likmei no 1999. gada janvāra līdz 2010. gada septembrim. Savukārt ierobežoto mājsaimniecību un uzņēmēju diskonta faktori noteikti līdzīgi vērtībām A. Džerali, S. Neri, L. Sesas u.c. pētījumā (6). Šo vērtību ietekme uz modeļa dinamiku ir ierobežota, tomēr tās garantē abu dalībnieku pietiekami augstu aizņemšanās motivāciju tuvu ierobežojumam, nodrošinot vēlmi aizņemties ar 6% un 4.5% stabila līdzsvara stāvokļa gada procentu likmēm.

Tālāk tiek noteiktas LTV vērtības. Šos parametrus grūti novērtēt bez datiem par ierobežoto mājsaimniecību un uzņēmumu parādu, nekustamo īpašumu un kapitāla turējumiem. Ar kalibrēšanu mēģināts noteikt ticamas LTV mājokļu pircējiem un uzņēmumiem tā, lai to vērtības būtu savietojamas ar stabila līdzsvara stāvokļa aizdevumu attiecību pret IKP un atbilstošajām stabila līdzsvara stāvokļa procentu likmēm. Tādējādi LTV vērtība mājsaimniecībām noteikta $\bar{m}^I = 0.68$ un uzņēmumiem $\bar{m}^E = 0.47$, kas atbilst stabila līdzsvara stāvokļa aizdevuma summas attiecībai pret IKP attiecīgi 60% un 70% apmērā.

Neierobežoto mājsaimniecību ienākumu daļa no darba noteikta 0.67. Kapitāla daļa preču ražošanā ir 0.36 un mājokļu ražošanā – 0.15. Noteikts, ka $X = 1.20$, paredzot 20% stabila līdzsvara stāvokļa uzcenojumu preču tirgū (šādu vērtību parasti izmanto literatūrā). Arī darba tirgū tiek paredzēts 20% stabila līdzsvara stāvokļa uzcenojums.

Patēriņa paradumu veidošanas vērtības noteiktas 0.98 un 0.85 attiecīgi neierobežotajām un ierobežotajām mājsaimniecībām un 0.5 – uzņēmumiem. Parametri, kas raksturo derīguma zudumu no darba piedāvājuma un darbaspēka aizvietojamību sektoros, izvēlēti tā, ka ir savietojami ar stabila līdzsvara stāvokļa nosacījumiem un attiecībām. Darba piedāvājuma derīguma zuduma parametri noteikti $\eta^P = 2.61$ un $\eta^I = 0.91$. ζ^P un ζ^I vērtības, t.i., aizvietojamības inverso elastību

raksturojošo parametru vērtības, attiecībā uz stundām abos sektoros noteiktas 1.3 un 1.0.

Runājot par banku parametriem, literatūrā nav atrodami Latvijai atbilstoši novērtējumi. Tāpēc banku parametri kalibrēti, lai atspoguļotu dažas banku procentu likmju statistiskās pazīmes. [30] vienādojums liecina, ka stabila līdzsvara stāvokļa procentu likme aizdevumiem mājsaimniecībām noteikta kā statisks uzcenojums vairumtirdzniecības aizdevumu likmei. Lai kalibrētu uzcenojumu $\bar{\varepsilon}^{bH}$, vispirms aprēķināta vidējā procentu likme mājsaimniecību aizņēmumiem no 2001. gada 1. ceturkšņa līdz 2010. gada 3. ceturksnim⁴, iegūstot $r^{bH} = 6\%$ gadā. Lai aprēķinātu vairumtirdzniecības procentu likmes vērtību r^b , tālāk tiek izmantota sakarība, kas r^b saista ar ārvalstu starpbanku tirgus procentu likmi r^* un ārvalstu parāda attiecību pret IKP f .⁵ Lai pēdējā vērtība būtu savietojama ar banku bilanču nosacījumu, noteikts, ka $r^* = 4\%$ un $\bar{f} = 0.34$. Nosakot, ka riska prēmijas elastība $\tilde{\phi}_f$ ir 0.01, iegūst stabila līdzsvara stāvokļa r^b vērtību, kas nedaudz augstāka par 4%, un $\bar{\varepsilon}^{bH} = 1.48$. Līdzīgi tiek kalibrēts $\bar{\varepsilon}^{bE}$. Noguldījumu procentu likmju negatīvās piemaksas $\bar{\varepsilon}^{d,lv}$ un $\bar{\varepsilon}^{d,eu}$ aprēķina, nosakot monetārās politikas procentu likmi $r = 4\%$ un latos un eiro veikto noguldījumu procentu likmes $r^{d,lv} = r^{d,eu} = 3.1$, kas atbilst izlases perioda vidējām vērtībām. Bankas kapitāla stabila līdzsvara stāvokļa attiecība pret kopējo aizdevumu apjomu v^b noteikta 0.12, t.i., līmenī, kas ir virs obligātās kapitāla pietiekamības prasības un atbilst Latvijas banku faktiskajiem datiem. Nosacījumi, ka banku kapitāla un starpniecības darbību vadības izmaksu daļa δ^b ir 0.02, bet reinvestētās banku peļņas daļa ω^b ir 0.85, nodrošina to, ka banku kapitāla un kopējā aizdevumu apjoma attiecība ir tieši 0.12.

Izlases perioda noguldījumu summas attiecības pret IKP vidējā vērtība ir diezgan zema (0.17) gan latos, gan eiro veiktajiem noguldījumiem. Lai gan laika gaitā šīs attiecības vērtības palielinājušās (2010. gadā līdz 28% un 35% attiecīgi latos un eiro veiktajiem noguldījumiem), tās salīdzinājumā ar aizdevumu attiecību pret IKP joprojām ir samērā zemas. Lai panāktu, ka bankas finansē aizdevumus galvenokārt no noguldījumiem un mazāk izmanto aizņemšanos ārvalstīs, gan latos, gan eiro veikto noguldījumu stabila līdzsvara stāvokļa attiecība pret IKP noteikta 0.4, kas kopā ar aizdevumu daļām savukārt nosaka, ka ārvalstu parāda attiecības pret IKP vērtība ir vienāda ar 0.34. Stabila līdzsvara stāvokļa attiecību un procentu likmju saraksts sniegts C pielikuma 2. tabulā.

Aprioro vērtību sadalījums. Pētījumā izmantotās apriorās vērtības dotas C pielikuma 3. tabulā. Kopumā tās atbilst citu agrāku pētījumu aprēķiniem vai arī tām ir samērā neliela informatīvā slodze. Noturības koeficientiem izvēlēts beta sadalījums ar vidējo aprioro vērtību 0.8 un standartnovirzi 0.1. Monetārās politikas specifikācijai pieņemts, ka ψ_1 , ψ_2 un ψ_3 apriorās vērtības attiecīgi ir 2.0, 0.2 un 40.0, kur pēdējā augstā vērtība atspoguļo fiksēta valūtas kursa režīmu. Tā kā par Latviju nav iepriekšēju novērtējumu, banku parāda un procentu likmju koriģēšanas izmaksu

⁴ Stabila līdzsvara stāvokļa procentu likmes aprēķinā nav iekļauti 1999. un 2000. gada vēsturiskie dati, jo šajā periodā aizņemšanās procentu likmes bija 12–17%, t.i., ievērojami augstākas par izlases vidējo procentu likmi.

⁵ Apvienojot B pielikuma [B31], [B32], [B35] un [B36] vienādojumu, iegūst $r^b = r^* \exp(\tilde{\phi}_f f) (1 + \tilde{\phi}_f f)$.

vidējā apriorā vērtība ir 10.0 un standartnovirze – 5.0, kas atbilst vidējām aposteriorajām vērtībām A. Džerali, S. Neri, L. Sesas u.c. pētījumā (6).

G. A. Kalvo cenu un algu parametru θ_{π} , θ_{wc} un θ_{wh} apriorā vidējā vērtība ir 0.5, bet cenu un algu standartnovirzes – attiecīgi 0.05 un 0.2. Indeksācijas parametru ι_{π} , ι_{wc} un ι_{wh} apriorās vērtības brīvi centrētas ap 0.5 līdzīgi kā M. Jakovjello un S. Neri pētījumā (8).

2.3. Aposteriorie novērtējumi

C pielikuma 3. tabulas 5.–7. aile sniedz 2. nodaļā raksturotā modeļa bāzes specifikācijas novērtējuma rezultātus. Papildus 90% aposterioro varbūtību intervāliem iekļautas arī aposteriorās vidējās vērtības punktteida novērtējumi. Aposteriorie sadalījumi aprēķināti, izmantojot aposterioru izlases algoritmu, pamatojoties uz 10 Markova ķēdēm (*Markov chain*) ar 50 000 iterācijām katrā.

Turpmāk aplūkoti būtiskākie novērtējuma rezultāti. Visi šoki ir samērā noturīgi, un AR(1) koeficientu novērtējums ir no 0.73 līdz 0.99. Runājot par monetāro politiku, reakcija uz inflāciju ir spēcīgāka, nekā minēts V. Ajevskā un K. Vītolas pētījumā (2), ko acīmredzot nosaka ilgāks novērtējuma periods ar zemākas inflācijas un deflācijas (2010) gadiem. Vidējā aposteriorā ψ_2 vērtība apstiprina vāji identificēto reakciju uz produkcijas apjoma starpību, bet valūtas kursa parametra samērā augstā vērtība ($\psi_3 = 37.8$) atspoguļo Latvijas Bankas īstenoto fiksēta valūtas kursa politiku. Redzams arī ļoti augsts procentu likmes noturīgums, kur $\rho_r = 0.88$. Attiecībā uz nominālajām noturības iezīmēm secināts, ka algas ir neelastīgākas patēriņa preču ražošanas sektorā, bet algas nekustamā īpašuma sektorā un iekšzemes cenas tiek koriģētas vidēji divas reizes gadā. Cenu un algu indeksācijas līmenis nekustamā īpašuma sektorā ir samērā augsts (vidējā vērtība – 0.46), bet algu indeksēšana patēriņa preču ražošanas sektorā – zemāka (0.31). Attiecībā uz banku procentu likmju noturības pakāpes parametriem secināts, ka procentu likmes aizdevumiem mājāsaimniecībām ātrāk nekā procentu likmes aizdevumiem uzņēmējiem piemērojas monetārās politikas procentu likmju pārmaiņām. Vienlaikus latos veikto noguldījumu procentu likmes ir noturīgākas pret monetārās politikas procentu likmju pārmaiņām nekā eiro veikto noguldījumu procentu likmes. Tas ir ticams rezultāts, ja ņem vērā, ka eiro veikto noguldījumu procentu likmes lielā mērā nosaka eiro zonas starpbanku procentu likmju dinamika. Kapitāla un aktīvu attiecības korekcijas izmaksas novērtētas virs to apriorās vidējās vērtības, norādot uz diezgan lielu noguldījumu un aizdevumu procentu likmju starpību, kas nepieciešama, lai kompensētu peļņas zaudējumu sakarā ar novirzi no līdzsvara rādītāja. Šķiet, ka ieguldījumu korekcijas izmaksu dati sniedz maz informācijas, jo aposteriorās vidējās vērtības ir tuvas apriorajām vērtībām.

Modeļa dinamika dažādu eksogēnu šoku apstākļos un banku loma šoku transmisijā padziļināti analizēta 3. nodaļā. Jāatzīst, ka empīriskie rezultāti lielā mērā atkarīgi no modeļa ietvariem. Tāpēc secinājumu patiesums tiek pārbaudīts bāzes struktūrai alternatīvu specifikāciju vidē. Tādējādi turpmāk īsumā izklāstītas alternatīvās modeļa specifikācijas, bet pēc tam pētītas impulsu reakcijas bāzes modelī un divos alternatīvajos (mainītajos) scenārijos.

2.4. Stabilitātes analīze

C pielikuma 4. tabulā sniegta informācija par pētījuma novērtējumu rezultātu stabilitāti vairāku bāzes specififikācijas pārmaiņu gadījumā. Salīdzinājums veikts, gan pamatojoties uz impulsu reakcijām, gan robežticamību, kas atspoguļo katras specififikācijas datu saskaņotību.

Vispirms modificē NEK dinamiku⁶, divās daļās definējot kopējo indeksu, kur pirmā daļa ir divpusējais eiro un lata kurss e_t (fiksēts), kura daļa indeksā ir ρ_e , un otrā daļa ir svārstīgākais NEK, kam atbilst AR process un kas uzskatīts par eksogēnu. Kopējais NEK indekss raksturots [44] vienādojumā, bet [45] vienādojums ir tā eksogēnās daļas atspoguļojums:

$$neer_t = \rho_e e_t + (1 - \rho_e) neer_t^{exo} \quad [44],$$

$$\Delta neer_t^{exo} = \rho_{neer} \Delta neer_{t-1}^{exo} + u_{neer,t}^{exo} \quad [45].$$

Otrkārt, papildus modificētajiem NEK [44] un [45] vienādojumā tiek izslēgts Teilora likuma [19] vienādojums.

Mainītās struktūras novērtētas ar Beijesa paņēmieni, kur aposteriorie sadalījumi pamatojas uz 10 Markova ķēdēm ar 50 000 iterācijām katrā. Izmantoti tie paši strukturālo parametru apriorie vidējie lielumi un standartnovirzes kā bāzes modelī, bet samazinātas šoku apriorās vidējās vērtības un standartnovirzes (attiecīgi no 0.05 uz 0.01 un no 1.0 uz 0.5). Aposterioro vidējo novērtējums abām alternatīvajām specififikācijām sniegts C pielikuma 4. tabulā.

Modificēta NEK scenārijā strukturālo parametru aposteriorās vidējās vērtības ir salīdzināmas ar bāzes modeļa ietvaru. Kopumā eksogēnie šoki ir ar augstu noturības pakāpi, autoregresijas parametriem atrodoties 0.69–0.99 amplitūdā. Runājot par nominālo noturību, algas nekustamā īpašuma sektorā un iekšzemes cenas ir elastīgākas nekā algas patēriņa preču ražošanas sektorā un tiek koriģētas vidēji divas reizes gadā. Samērā augstais cenu (0.80) un algu indeksācijas (0.74) līmenis patēriņa preču ražošanas sektorā ir vienīgā atšķirība no bāzes scenārija. Attiecībā uz bankām aizdevumu procentu likmes uzņēmējiem ir noturīgākas nekā aizdevumu procentu likmes mājtsaimniecībām, bet latos veikto noguldījumu procentu likmes – noturīgākas par eiro veikto noguldījumu procentu likmēm. Kapitāla attiecības pret aktīviem korekcijas izmaksas lielākas nekā bāzes modeļa aposteriorās vidējās vērtības rādītājs. Formāli pētot mainīto struktūru, secināts, ka modificēta NEK specififikācijas ieviešanu neapstiprina dati, ko rāda robežticamības sarukums vairāk nekā par 130 vienībām.

Turpretī Teilora likuma izslēgšanu, vienlaikus izmantojot modificētu NEK, apstiprina dati, par ko liecina ievērojami lielāka robežticamības vērtība. Attiecībā uz parametru novērtējumiem šoka gadījumos novērota mazāka noturība, visvairāk sarūkot riska prēmijai (no 0.81 līdz 0.51) un eiro veikto noguldījumu negatīvajai piemaksai (no 0.95 līdz 0.65). Attiecībā uz banku procentu likmēm novēro kvalitatīvas pārmaiņas – monetārās politikas procentu likmju pārmaiņu gadījumā eiro veikto noguldījumu procentu likmes kļūst noturīgākas par latos veikto

⁶ Bāzes modelī pieņemts, ka NEVK pārmaiņas ir AR(1) process $\Delta neer_t = \rho_{neer} \Delta neer_{t-1} + u_t^{neer}$.

noguldījumu procentu likmēm. Kapitāla un aktīvu attiecības korekcijas izmaksas diezgan ievērojami pārsniedz vidējās apriorās vērtības un ir gandrīz divas reizes augstākas nekā bāzes scenārijā. Savukārt ieguldījumu korekcijas izmaksu dati ir informatīvi, liecinot, ka jauna kapitāla iegūšana no investīcijām nekustamā īpašuma sektorā kļūst dārgāka (lēnāka) nekā patēriņa sektorā un tiek atspoguļota samērā augstākā cenā.

3. MODEĻA IEZĪMES

Šajā nodaļā pētīta modeļa dinamika, izmantojot impulsu reakcijas uz dažādiem šokiem, t.sk. ārvalstu monetārās politikas, tehnoloģisko pārmaiņu, ārvalstu riska prēmijas, mājsaimniecību un uzņēmumu LTV šokiem, kā arī pastāvīgiem un vienreizējiem banku kapitāla šokiem un regulatīvā banku kapitāla pietiekamības rādītāja pārmaiņām. Izvirzīts uzdevums novērtēt, vai un cik lielā mērā šo šoku transmisijas mehānismu ietekmē finanšu ierobežojumu klātbūtne un finanšu starpniecība, kā arī cik lielā mērā pētījuma rezultāti ir atkarīgi no modeļa specifiskajām. Vienlaikus modelis piemērots, lai analizētu arī šoku ietekmi uz iekšzemes banku pelnītspēju un kapitāla pozīciju.

3.1. Ārvalstu monetārās politikas šoks

Ārvalstu monetārās politikas šoku transmisija pētīta, analizējot impulsu reakcijas uz neparedzētu 50 bāzes punktu eksogēno šoku 3 mēnešu EURIBOR (sk. D pielikuma 1. att.). Iepriekšējā nodaļā analizētajai etalonstrukturai ir vairāki monetāro impulsu transmisijas kanāli. Pirmkārt, tas ir tradicionālais procentu likmju kanāls, kas modificēts ar heterogēnas ierobežotības pakāpes dalībnieku klātbūtni. Otrkārt, tas ir aizņemšanās ierobežojumu kanāls, caur kuru monetārās politikas procentu likmju šoks maina nodrošinājuma neto tagadnes vērtību, tādējādi nosakot, cik saistoši ir dalībnieka ierobežojumi. Treškārt, eksistē finanšu akseleratora efekts, ar kuru aktīvu cenu pārmaiņas maina dalībnieka sniegtā nodrošinājuma vērtību. Visbeidzot, ar pieņēmumu par aizdevumu un noguldījumu pamatsummas un procentu likmju nominālo izteiksmi tiek ieviests nominālā parāda kanāls, caur kuru inflācijas pārmaiņas ietekmē *ex post* resursu sadalījumu starp aizņēmējiem un aizdevējiem. Parādīts, ka trīs pēdējie minētie faktori palielina un izplata stingrākas monetārās politikas sākotnējo impulsu (sk. M. Jakovjello (7)). Papildus šo triju faktoru efektiem banku sektora klātbūtnei būtu jāietekmē monetārās transmisijas mehānisms, mazinot katra kanāla ietekmi. Īpaši kredītu tirgus spēks, banku procentu likmju noturība un banku kapitāla klātbūtne varētu radīt plaisu starp procentu likmēm, ko nosaka politikas veidotāji, un tām procentu likmēm, kuras svarīgas katra tautsaimniecības dalībnieka lēmumu pieņemšanai.

Lai parādītu, kā finanšu ierobežojumi un banku starpniecība ietekmē ārvalstu monetārās politikas šoku transmisiju, D pielikuma 1. attēlā salīdzināts etalonmodelis ar iepriekš raksturotajām alternatīvajām specifiskajām. Nepārtrauktās līnijas apzīmē trīs modeļus ar finanšu ierobežojumiem, bet pārtrauktās līnijas attiecas uz scenārijiem bez finanšu ierobežojumiem, t.i., banku procentu likmju noturība tiek atcelta, pieļaujot elastīgas procentu likmes. Praktiski tas nozīmē, ka procentu likmju pārmaiņu izmaksas κ_{bH} , κ_{bE} , κ_d^{lv} un κ_d^{eu} noteiktas vienādas ar 0.

Etalonmodelī (sarkanā nepārtrauktā līnija) ārējās monetārās politikas stingrības pieauguma gadījumā centrālā banka paaugstina monetārās politikas procentu likmi, un rezultātā palielinās iekšzemes starpbanku procentu likmes, samazinoties iekšzemes ražošanas apjomam, kopējam patēriņam un investīcijām. Sarūk aizdevumi gan mājsaimniecībām, gan uzņēmumiem, atspoguļojot aizdevumu procentu likmju kāpumu un aktīvu, t.i., aizdevuma nodrošinājumam izmantoto mājokļu un uzņēmumu kapitāla, cenu un vērtības samazināšanos. Zīmīgi, ka banku aizdevumu procentu likmes pieaug mazāk nekā ārvalstu monetārās politikas

procentu likmes, par ko liecina mājsaimniecību un uzņēmumu aizdevumu procentu likmju negatīvās starpības.⁷

Augošās aizdevumu procentu likmes palielina uzņēmējdarbības ražošanas robežizmaksas. Tā kā robežizmaksas caur uzcenojuma komponentu iekļautas Filipsa līknē, sākotnēji novēro inflācijas pieaugumu.

Sarūkot aktivitātei finanšu jomā, kas sākumā samazina banku kapitālu un peļņu, bankas finansējuma piesaistīšanas vajadzībām paaugstina latos veikto noguldījumu procentu likmes. Vidējā termiņā, kamēr saglabājas pozitīva aizdevumu un noguldījumu procentu likmju starpība un aizdevumu apjoms sarūk lēnāk nekā noguldījumu atlikums, banku peļņa palielinās un attiecīgi aug banku kapitāls. Ilgākā termiņā jeb aptuveni triju gadu laikā kredītportfeļa apjoms atgriežas sākotnējā pirmsšoka līmenī, un aizdevumu un noguldījumu procentu likmju pozitīvā marža, radot peļņu un kapitāla uzkrājumus, paaugstina bankas kapitāla attiecību pret aktīviem.

Modelī iekļaujot finanšu starpniecību un banku sektora konkurenci, tā dinamikā veidojas vairākas atšķirības. Ja nav ierobežojumu (sarkanā pārtrauktā līnija, bāzes struktūra), ārējā monetārā šoka transmisija uz banku procentu likmēm ir spēcīgāka, t.i., gan aizdevumu, gan noguldījumu procentu likmes pieaug straujāk. Faktiski banku sektors monetārajā transmisijā darbojas kā vājinātājs, t.i., korekcijas izmaksu dēļ monopolistiskā konkurence banku sektorā rada nepilnīgu transmisiju uz banku procentu likmēm, kas slāpē banku procentu likmju reakciju uz ārvalstu monetārās politikas procentu likmes kāpumu. Tādējādi korekcijas izmaksu izslēgšanas rezultātā pieaug aizņemšanās izmaksas, pastiprinot ražošanas, patēriņa un ieguldījumu sarukumu. Aktīvu cenas pazeminās daudz vairāk, tādējādi saasinoties aizņemšanās ierobežojumiem un notiekot straujākam aizdevumu apjoma kritumam. Noguldījumu procentu likmju kāpums nav pietiekams, lai piesaistītu noguldījumus, jo aktivitātes un ienākumu lejupslīde ir spēcīga. Tā kā saglabājas pozitīva aizdevumu un noguldījumu procentu likmju marža un aizdevumu apjoms sarūk lēnāk nekā noguldījumi, peļņa pieaug un pēc tam tiek uzkrāta kā bankas kapitāls.

Modelī bez Teilora likuma (zilā nepārtrauktā līnija) iekšzemes monetārās politikas procentu likme paaugstinās mazāk nekā ārvalstu procentu likme (ietekmes ziņā pieaugums ir aptuveni par pusi) un atbilst gandrīz vienai ceturtdaļai no etalonlīmeņa. Šajā scenārijā vājāku iekšzemes monetārās politikas procentu likmes reakciju nosaka tas, ka centrālā banka nereaģē uz inflācijas, produkcijas izlaides un valūtas kursa pārmaiņām. Tomēr ietekme uz aizdevumu uzņēmējiem procentu likmēm ir gluži tāda pati un uz aizdevumu mājsaimniecībām procentu likmēm – nedaudz mazāka nekā bāzes scenārijā, kas kopā ar noturīgāku ārvalstu starpbanku procentu likmes šoku izskaidro daudz negatīvākas aizdevumu procentu likmju starpības turpmākajos četros gados. Pozitīva aizdevumu un noguldījumu procentu likmju marža un mazāks aizdevumu apjoma sarukums salīdzinājumā ar noguldījumiem nosaka banku peļņu virs nulles līmeņa un kapitāla pieaugumu, kas abi pārsniedz etalonlīmeni (un pirmajā gadā ir negatīvi). Modelī bez Teilora likuma korekcijas nulles izmaksu sekas ir

⁷ Mājsaimniecību (uzņēmumu) aizņēmumu procentu likmju starpību aprēķina kā starpību starp mājsaimniecību (uzņēmumu) aizņēmumu procentu likmi un monetārās politikas procentu likmi (EURIBOR). Monetārās politikas procentu likmes starpība ir iekšzemes monetārās politikas procentu likmes (RIGIBOR) un ārvalstu monetārās politikas procentu likmes (EURIBOR) starpība.

līdzīgas bāzes modelim – produkcijas izlaide, patēriņš, aizdevumi, nekustamā īpašuma cenas un investīcijas sarūk straujāk nekā ierobežojumu gadījumā.

3.2. Tehnoloģiskais šoks

D pielikuma 2. attēlā redzama galveno makroekonomisko un finanšu mainīgo reakcijas simulācija uz 10% tehnoloģisko šoku patēriņa preču ražošanas sektorā. Produktivitātes šoka dēļ produkcijas izlaides pieaugums bāzes modelī ir 2.5%. Reaģējot uz pozitīvu ražošanas apjoma starpību un paaugstinoties lata kursam attiecībā pret eiro, 3 mēnešu RIGIBOR samazinās aptuveni par 5 procentu punktiem. Finanšu ierobežojumu dēļ kredītu procentu likmes pilnībā neatspoguļo starpbanku procentu likmju kāpumu – to reakcija ir novēlota un aizdevumu mājsaimniecībām procentu likmēm spēcīgāka: tās noslīd zem stabila līdzsvara stāvokļa, sasniedzot zemāko punktu pie –3 procentu punktiem, bet uzņēmumiem – pie –2 procentu punktiem aptuveni pusotra gada laikā. Zemākas aizņemšanās procentu likmes veicina mājokļu pieprasījumu, tādējādi palielinot nekustamā īpašuma cenu kāpumu un investīcijas. Augošās nekustamā īpašuma un kapitāla cenas ar lielākas nodrošinājuma vērtības un mazāku aizņemšanās ierobežojumu starpniecību veicina privāto patēriņu, kura kāpums ir spēcīgāks ierobežotajām mājsaimniecībām (20% gadā). Nekustamā īpašuma cenu pieaugums palielina krājēju bagātību, vienlaikus mazāk (sākotnēji par 0.15%, maksimāli par 0.8% piecu gadu laikā) paaugstinot patēriņa līmeni. Pozitīvā kredītu un noguldījumu procentu marža un straujš kredītportfeļa pieaugums palielina banku peļņu un kapitālu.

Sākumā produktivitātes šoks samazina darbaspēka pieprasījumu un palielina algas patēriņa preču ražošanas sektorā ar abu faktoru lielāku ietekmi uz ierobežotajām mājsaimniecībām (uz to algām daļēji zemāka stabila līdzsvara stāvokļa līmeņa dēļ). Nekustamā īpašuma tirgus paplašināšanās paaugstina darbaspēka pieprasījumu un palielina algas. Lai gan ierobežoto mājsaimniecību algu kāpums nekustamā īpašuma ražošanas sektorā ir spēcīgāks, ja salīdzinājumam izmanto stabila līdzsvara stāvokļa vērtību, kopējā līmeņa efekts abu veidu mājsaimniecībām ir aptuveni vienāds. Augstākam algu līmenim dažādās mājsaimniecībās ir atšķirīgas darbaspēka piedāvājuma līmeņa sekas, aizvietojamības efektam dominējot pār ieņēmumu efektu attiecībā uz neierobežotajiem dalībniekiem un ar pretēju efektu attiecībā uz ierobežotajiem dalībniekiem. Vidējā termiņā algu pieauguma efektu pastiprina aizņemšanās ierobežojumu kanāls, palielinoties nodrošinājuma vērtībai, ko atspoguļo ierobežoto mājsaimniecību darbaspēka piedāvājuma līmenis, kas ir zemāks par stabila līdzsvara stāvokļa līmeni gan nekustamā īpašuma, gan patēriņa preču ražošanas sektorā un kas turpinās pusotru gadu.

Modelī bez Teilora likuma sākotnējais produkcijas kāpums ir līdzīgs pieaugumam bāzes scenārijā, tomēr samazinoties ilgākā laika posmā. Tas notiek tāpēc, ka starpbanku tirgus procentu likmes nenosaka monetārās politikas procentu likme (kas reaģētu uz ražošanas apjoma starpības, inflācijas līmeņa un valūtas kursa pārmaiņām), bet gan norises finanšu sektorā. Līdzīgi bāzes modelim zemāki aizņemšanās izdevumi nosaka mājokļu pieprasījumu, cenas un investīcijas, palielinot kredītu pieprasījumu un privāto patēriņu. Tā kā patēriņa kāpums nav tik spēcīgs, bet investīcijas nekustamajā īpašumā pieaug, kopējo ražošanas paplašināšanos lielā mērā nosaka investīcijas. Salīdzinājumā ar bāzes modeli algu pieaugums patēriņa preču ražošanas sektorā ierobežotajām mājsaimniecībām ir lēnāks nekā neierobežotajām mājsaimniecībām īsākā un vidējā termiņā, bet

darbaspēka pieprasījums samazinās mazāk abu veidu mājstaimniecībām. Spēcīgs kāpums nekustamā īpašuma tirgū paaugstina algas, bet lielāks darbaspēka piedāvājums atspoguļo nozīmīgu aizvietojamības efektu gan attiecībā uz neierobežotajām, gan ierobežotajām mājstaimniecībām (salīdzinājumā ar bāzes scenāriju).

Visos modeļa variantos finanšu ierobežojumi vājina vairākuma makro un finanšu rādītāju reakciju mazāk spēcīgu procentu likmju pārmaiņu dēļ.

3.3. Ārvalstu riska prēmijas šoks

Impulsu reakcijas uz 100 bāzes punktu pozitīvu ārvalstu riska prēmijas šoku atspoguļotas D pielikuma 3. attēlā. Visos modeļos lielāka ārvalstu riska prēmija paaugstina iekšzemes monetārās politikas procentu likmi un banku aizdevumu un noguldījumu procentu likmes, samazina produkcijas izlaides, patēriņa un kredītu apjomu uzņēmumiem, kā arī īstermiņa kapitālu un nekustamā īpašuma cenas. Dažādās specifikācijās citu mainīgo reakcijas atšķiras, jo ārvalstu aizņemšanās procentu likmes noturība un riska prēmijas šoka ietekme uz iekšzemes monetārās politikas procentu likmi ir dažāda. Līdzīgi ārvalstu monetārajam šokam ārvalstu riska prēmijas šoka ietekmē augošās kredītu procentu likmes palielina uzņēmēju robežizmaksas, tādējādi sākumā paaugstinot arī inflācijas līmeni.

Bāzes modelī riska prēmija un arī ārvalstu aizdevumu procentu likme ir ļoti noturīga, veidojot augšupvērstu spiedienu uz monetārās politikas procentu likmi (sākotnējā ietekme – 8 procentu punkti). Ja pastāv finanšu ierobežojumi, banku aizdevumu mājstaimniecībām procentu likmes paaugstinās par 2 procentu punktiem, bet aizdevumu uzņēmumiem procentu likmes – par 1.5 procentu punktiem; savukārt efekts uz noguldījumu procentu likmēm ir nedaudz lielāks par 2 procentu punktiem. Tā kā eiro veiktajiem uzkrājumiem (noguldījumiem) ir mazliet augstākas procentu likmes, daļa latos veikto noguldījumu atlikuma krituma atspoguļojas eiro veikto noguldījumu atlikuma kāpumā. Salīdzinājumā ar uzņēmēju kredītu atlikuma sarukumu (1.7%) mājstaimniecību kredītēšana sašaurinās būtiski (par 32%). Negatīvas (zem stabila līdzsvara stāvokļa līmeņa) aizdevumu un noguldījumu procentu likmju starpības apstākļos un kredītēšanas apjomam sarūkot par 15.8%, banku peļņa sākumā krītas, attiecīgi samazinot arī banku kapitālu. Neliela nekustamā īpašuma pieprasījuma dēļ pazeminās mājokļu cenas (par 7.4%) un investīcijas (par 8.6%). Augstākas aizņemšanās izmaksas un mazāks pieprasījums lejupvērsti ietekmē kapitāla cenu, kuras kritums ir lielāks (4.1%) nekustamā īpašuma ražošanas sektorā un nedaudz mazāks (3.7%) patēriņa preču ražošanas sektorā. Zemāka nodrošinājuma vērtība un lielāki parāda apkalpošanas izdevumi ierobežo uzņēmumu patēriņu (sākotnējais sarukums 1.3%) un mājstaimniecību patēriņu (samazinājums pēc trim ceturkšņiem 3.4%).

Ja finanšu ierobežojumi tiek atcelti, banku procentu likmes nozīmīgi pieaug, veicinot lielāku peļņu, straujāku ražošanas apjoma un patēriņa sašaurināšanos, kā arī kredītportfeļa sarukumu, izraisot arī īstermiņa nekustamā īpašuma un kapitāla cenu un ieguldījumu mājokļos kritumu. Banku konkurence tādējādi samazina ārvalstu riska prēmijas šoka negatīvo ietekmi uz iekšzemes tautsaimniecību.

3.4. LTV šoks

Tālāk tiek novērtēts, kā LTV pieaugums par 10 bāzes punktiem ietekmē mājstaimniecības un uzņēmumus. Lai novērtētu divu LTV šoku vienlaicīgu ietekmi uz modeli, to korelācija noteikta 0.999. Simulācijas rezultāti sniegti D pielikuma 4. attēlā. Augstāka LTV vājina kredīta ierobežojumus, palielinot privāto aizņemšanos: sākotnējais rezultāts ir spēcīgāks mājstaimniecību kreditēšanā, bet noturīgāks uzņēmumu kreditēšanā. Kreditēšanas pastiprināšanās palielina nekustamā īpašuma (mājokļu) un kapitālpreču pieprasījumu; rezultātā aktīvi kļūst dārgāki, pieaug nodrošinājuma vērtība, un kredīti kļūst attiecīgi vieglāk pieejami. Produkcijas izlaides un ienākumu kāpums liecina par neierobežoto dalībnieku piesardzības darbībām, ko atspoguļo pastiprināta mājstaimniecību uzkrājumu veidošana samērā neliela patēriņa izdevumu pieauguma apstākļos.

Banku sektors vājina monetārās politikas procentu likmju transmisiju uz kredītu un noguldījumu procentu likmēm, ierobežojot banku peļņas un kapitāla uzkrāšanu.

3.5. Banku kapitāla šoks

Apzinoties, cik svarīgi saprast stingrāku banku kredītu nosacījumu sekas, šajā nodaļā analizēts, kas notiktu, ja banku kapitāls ciestu no spēcīga negatīva šoka. Veikts divējāds eksperiments. Vispirms tiek simulēts negaidīts un ilgstošs banku kapitāla sarukums. Pētījumā nav mēģināts konstruēt kvantitatīvi reālistisku scenāriju; tas patiešām būtu ļoti grūti, ievērojot nenoteiktību par jau pieredzētajiem un turpmāk iespējamiem efektiem. Šoks kalibrēts tā, lai radītu banku kapitāla sarukumu par 5%. Lai iegūtu kapitāla attiecības pret aktīviem pazemināšanos zem tās stabila līdzsvara stāvokļa vērtības, šoka noturība noteikta 0.99. Novērtēta ietekme, kāda ir banku kapitāla samazinājumam par 20%, ja šoka noturības vērtība ir 0, lai iegūtu vienreizēju efektu. Tāpat novērtēta arī kapitāla un aktīvu attiecības korekcijas izmaksu nozīme, aprēķinot impulsu reakcijas ar dažādi kalibrētiem parametriem κ_{kb} , kas jau novērtēti iepriekš modeļa trijās specifikācijās.

5% ilgstoša negatīva šoka ietekme uz banku kapitālu sniegta D pielikuma 5. attēlā. Lai kompensētu kapitāla zaudējumu, bankas paaugstina aizdevumu procentu likmes, lai tādējādi palielinātu peļņu. Paaugstinātās procentu likmes samazina mājstaimniecību un uzņēmumu kredītu pieprasījumu, galu galā sarūkot investīcijām un arī produkcijas izlaidei, ienākumiem un patēriņam. Ietekme ir spēcīgāka attiecībā uz kredītiem mājstaimniecībām un kapitālieguldījumiem nekustamā īpašuma ražošanas sektorā. Mazāks mājokļu un kapitāla pieprasījums liek sarukt to cenām un arī nodrošinājuma vērtībai, tā savukārt caur stingrākiem aizņemšanās nosacījumiem vēl vairāk samazinot privāto patēriņu un ieguldījumus. Sašaurinoties produkcijas izlaidei un ienākumiem, bankās samazinās noguldījumu atlikums, un līdzekļu piesaistīšanas nolūkā tās ir spiestas paaugstināt krājnoguldījumu procentu likmes. Taču ekonomiskā panīkuma un noguldījumu atlikuma tālāka sarūkuma dēļ iekšzemes finansēšana ir nepietiekama, tāpēc bankām rodas vajadzība paaugstināt ārvalstu parādsaistības.

Produkcijas izlaides sašaurināšanās ir daudz jūtāmāka, ja kapitāla attiecības pret aktīviem korekcijas izmaksas ir augstākas. To novēro, ja salīdzina bāzes scenāriju un modeli bez Teilora likuma, kuros κ_{kb} ir attiecīgi 19.3 un 36.2. Ja κ_{kb} vērtība ir lielāka, aizdevumu (noguldījumu) procentu likmes paaugstinās vairāk (mazāk),

palielinot peļņu un kompensējot pamatkapitāla sarukumu, bet banku kapitāls straujāk konverģē uz jaunu stabila līdzsvara stāvokli. Pastāvīgas banku kapitāla samazināšanās kopējais ilgtermiņa rezultāts ir produkcijas izlaides, patēriņa, ieguldījumu, iekšzemes kreditēšanas un ārvalstu aizņemšanās apjoma sašaurināšanās, un banku kapitāls, neraugoties uz lielāku peļņu, samazinās.

Ilgtermiņa ietekme uz tautsaimniecību ir nedaudz atšķirīga, ja banku kapitāla šoks ir īslaicīgs (sk. D pielikuma 6. att.). Vienreizējs negatīvs šoks, kas samazina kapitālu par 20%, liks bankai palielināt peļņu, paaugstinot aizdevumu procentu likmes. Lai piesaistītu noguldījumus, bankas palielinās arī krājnoguldījumu procentu likmes. Tā kā noguldījumu atlikums ir nepietiekams, pieaugs banku ārējo aizņēmumu apjoms. Sarukuša kredītu pieprasījuma dēļ palielinātās procentu likmes samazina investīcijas, produkcijas izlaidi, patēriņu un nodrošinājuma aktīvu cenas. Straujāka produkcijas izlaides un ieguldījumu mājokļos lejupslīde novērojama pirmajā gadā, ja kapitāla attiecības korekcijas izmaksas ir lielākas. Pēc tam straujākas aizdevumu procentu likmju samazināšanās dēļ notiek ātrāka atgriešanās iepriekšējā stāvoklī. Kopumā aktīvu cenas un ieguldījumi mājokļos atgriežas sākotnējā apjomā 1–1.5 gada laikā, aizdevumi – aptuveni piecu gadu laikā, bet attiecīgais produkcijas izlaides, patēriņa un kapitālieguldījumu temps ir lēnāks. Strauji uzkrājot īstermiņa peļņu, banku kapitāls atgriežas pirmsšoka perioda līmenī 4–5 gadu laikā; taču ilgākā termiņā, sarūkot aizdevumu procentu likmēm, peļņas uzkrāšanas ieguvumu ietekme izzūd.

3.6. Stingrākas kapitāla prasības

Tālāk novērtēts regulatora noteiktās kapitāla attiecības pret aktīviem jeb kapitāla pietiekamības prasības kāpuma par 2 procentu punktiem efekts. Simulācijā šāda prasības korekcija vērtēta kā neparedzēts šoks. Saskaņā ar S. Rodžera (*S. Roger*) un J. Vlčeka (*J. Vlček*) (10) atziņu gaidāmu regulatīvo prasību pārmaiņu gadījumā reālās tautsaimniecības nestabilitāte palielinātos, bet kopējās izmaksas produkcijas izlaides zaudējuma izteiksmē saglabātos gandrīz nemainīgas. Lielākas produkcijas izlaides svārstības rastos no spēcīgas patēriņa un ieguldījumu reakcijas uz gaidāmo aizņemšanās izmaksu kāpumu. Taču arī sekojošā patēriņa un investīciju lejupslīde būtu straujāka. Kopējām akumulētajām makroekonomiskajām izmaksām vajadzētu būt mazākām nekā neparedzētu norišu gadījumā, atspoguļojot dalībnieku augstāku informētības līmeni. Tomēr iespējams, ka ieguvums būs neliels, jo pieņēmums, ka dalībnieki ar lielu pārliecību varētu paredzēt banku rīcību un otrādi, arī šķiet nerealīgs. Pieņemts, ka monetārā politika reaģēs uz regulatīvajām pārmaiņām tikai tādā mērā, kādā tās attiecas uz inflācijas un aktivitātes perspektīvu. Tomēr nav paredzēts, ka centrālā banka un bankas varētu iepriekš iegūt informāciju par regulatīvo prasību pārmaiņām.

Kapitāla pietiekamības rādītāja pārmaiņu apmērs izvēlēts patvaļīgi. Modeļa atrisinājuma linearitāte liecina par simetriskiem efektiem, kas rodas no vienāda mēroga pozitīviem un negatīviem šokiem, tāpēc dažādu kapitāla scenāriju ietekmi var noteikt, vienkārši palielinot vai samazinot iegūtos rezultātus.

Simulāciju rezultāti sniegti D pielikuma 7. attēlā. Augstāka kapitāla pietiekamības rādītāja prasība mudina bankas palielināt kapitālu, uzkrājot peļņu. Šādā nolūkā bankas ceļ aizdevumu procentu likmes, tādējādi mazinot aizņemšanos, investīcijas un privāto patēriņu, ko daļēji kompensē ekspansīva monetārā politika inflācijas

spiediena vājināšanās un produkcijas izlaides sašaurināšanās apstākļos. Negatīvie pieprasījuma efekti pastiprinās, jo mazākas investīcijas un tēriņi nosaka zemākas aktīvu cenas, samazinot nodrošinājuma vērtību un kredītu pieejamību. Sarūkot aizdevumu pieprasījumam, bankas peļņas gūšanas nolūkā pazemina noguldījumu procentu likmes, tādējādi pozitīvā aizdevumu un noguldījumu procentu likmju starpība kopā ar straujāk sarūkošu noguldījumu atlikumu salīdzinājumā ar izsniegto aizdevumu atlikumu ļauj palielināt banku peļņas un kapitāla uzkrāšanu. Korekciju izmaksas mazina procentu likmju ietekmi uz banku pelnītspēju un kapitāla pieaugumu. Vienlaikus bankas var ātrāk īstenot jauno kapitāla pietiekamības prasību, ja kapitāla un aktīvu attiecības korekcijas izmaksas ir augstākas. Specifikācijā bez Teilora likuma (kur $\kappa_{kb} = 36.2$) jaunās kapitāla pietiekamības prasības tiek izpildītas aptuveni pēc pusotra gada, bet to izpildei nepieciešamais laiks bāzes scenārijā (kur $\kappa_{kb} = 19.3$) ir divi gadi. Tādējādi ar lielākām izmaksām saistīta novirze no kapitāla un aktīvu attiecības "optimālā" rādītāja piespiež bankas ātrāk sasniegt mērķa līmeni.

Bāzes modelī un modificētajā NEK ietvarā pieņemts, ka centrālā banka var reaģēt un patiešām reaģē uz inflācijas, produkcijas izlaides un valūtas kursa norisēm saskaņā ar Teilora likuma veida monetārās politikas likumu. Tā kā ar novērtētajiem regulatīvajiem pasākumiem mājsaimniecībām un uzņēmumiem tiek noteikti stingrāki finansēšanas nosacījumi, gan produkcijas izlaides, gan inflācijas tendence, reaģējot uz augstāku kapitāla pietiekamības prasību, ir lejupvērstā.

Kapitāla attiecības rādītājam sasniedzot mērķa līmeni, aizdevumu procentu likmes un aizdevumu un noguldījumu procentu likmju starpības pakāpeniski samazinās, veicinot privātās aizņemšanās, patēriņa un ieguldījumu kāpumu, sarūkot uzkrājumiem.

Tādējādi ilgākā perspektīvā stingrāku kapitāla pietiekamības prasību rezultātā pieaug produkcijas izlaide, kapitālieguldījumi un iekšzemes kreditešana, bet samazinās mājsaimniecību noguldījumu atlikums un banku ārējās parādsaistības.

SECINĀJUMI

Nesenā finanšu krīze izgaismoja finanšu faktoru un finanšu ierobežojumu lielo nozīmi makroekonomiskajās norisēs un finanšu šoku izplatībā. Lai gan vairāku pēdējo gadu desmitu laikā makroekonomiskajos pētījumos finanšu starpniecības lomai ekonomiskās attīstības cikla svārstībās pievērsta pienācīga uzmanība, banku lomas analīze, īpaši vispārējā līdzsvara modeļos, līdz šim bijusi nepilnīga.

Pētījumā izstrādātā struktūra papildina šo pētījumu līniju, novērtētajā DSGE modelī Latvijai ieviešot kredītu piedāvājuma un pieprasījuma ierobežojumus. Modelis ļauj analizēt ne tikai finanšu ierobežojumu ietekmi uz ekonomisko un finanšu šoku izplatību, bet arī finanšu sektora regulatīvo prasību pārmaiņas. Ievērojot arvien spēcīgāko makroekonomikas un finanšu sektora saikni, modeli var izmantot, pētot makrouzraudzības instrumentu potenciālu un mijiedarbību ar citiem makroekonomiskajiem un monetārās politikas instrumentiem.

Modelī ietvertas arī divas svarīgas iezīmes, kuras piemīt daudzu attīstības valstu finanšu sektoram. Pirmā iezīme saistīta ar ārējiem aizņēmumiem, kas veido būtisku attīstības valstu banku sektora saistību daļu, bieži vien filiālei aizņemoties līdzekļus no ārvalstu mātesbankas. Otrā iezīme attiecas uz finanšu dolarizāciju (eiroizāciju). Vairāk nekā 90% Latvijas banku izsniegto kredītu un aptuveni 50% veikto noguldījumu izteikti eiro. Lai ietvertu šos aspektus modelī, banku sistēmas darījumos ieviestas divas valūtas.

Šajā pētījumā veiktās analīzes rezultāti ļauj izdarīt vairākus secinājumus. Pirmkārt, konkurence banku sektorā, vājinot banku procentu likmju reakciju uz ierobežojošiem ārvalstu monetārajiem šokiem, mazina negatīvo ietekmi uz iekšzemes reālajiem rādītājiem. Otrkārt, pēc pastāvīga banku kapitāla sarūkuma seko ilgstošs produkcijas izlaidis, patēriņa, investīciju, iekšzemes kreditēšanas un ārvalstu aizņēmumu lejupslīdes posms. Produkcijas izlaidis apjoms sašaurinās daudz vairāk, ja kapitāla un aktīvu attiecības korekcijas izmaksas ir augstākas. Treškārt, ja banku kapitāla šoks ir īslaicīgs, aktīvu cenas un ieguldījumi mājokļos atgriežas sākotnējā līmenī aptuveni gada laikā, aizdevumi – vairākos gados, bet produkcijas izlaidis, patēriņa un kapitālieguldījumu atveseļošanās temps ir lēnāks. Bankas atgūst sākotnējo kapitāla līmeni vidējā termiņā, palielinot peļņu ar paaugstinātām aizdevumu procentu likmēm. Visbeidzot, stingrāka kapitāla pietiekamības prasība mudina bankas iegūt jaunu kapitālu, paaugstinot aizdevumu procentu likmes, tādējādi ierobežojot iekšzemes privātā sektora aizdevumu pieprasījumu, investīcijas un patēriņu. Korekcijas izmaksas mazina procentu likmju ietekmi uz banku pelnītspēju un kapitāla pieaugumu, bet bankas var izpildīt jaunās kapitāla pietiekamības prasības ātrāk, ja kapitāla attiecības korekcijas izmaksas ir augstākas. Kapitāla attiecībai tuvojoties regulatora noteiktajam līmenim, banku kredītu procentu likmes un procentu likmju starpības sarūk, veicinot aizņemšanos, patēriņu un investīcijas. Tādējādi stingrāka kapitāla pietiekamības prasība galu galā ilgtermiņā veicinās produkcijas izlaidis kāpumu, investīcijas un iekšzemes kreditēšanu, vienlaikus samazinot mājсаимniecību noguldījumu atlikumu un banku ārējās parādsaistības.

Taču jāmin daži brīdinājumi un ieteikumi turpmākai izpētei. Pirmkārt, modelis skaidri nerisina riska problēmu, t.i., portfeļos nav skaidra riska svērto aktīvu sadalījuma. Otrkārt, netiek analizēti maksātnespējas riski, ietekme uz bilanci un maksātnespējas transmisija vai aizdevumu vērtības samazināšanās. Trešais svarīgais

modeļa nepilnības aspekts attiecas uz finanšu norišu mijiedarbību ar valsts fiskālo situāciju. Vairāku Eiropas valstu pieredze liecina, ka iespējama valsts risku negatīva pārnese uz banku finansējuma nosacījumiem un otrādi – finanšu sektora stress var pāriet uz valsts sektoru ar procentu likmes riska prēmijas radītu spēcīgu atgriezenisko saikni. Visbeidzot, lai pētītu makrouzraudzības un monetārās politikas savstarpējo sakarību, varētu veikt monetārās politikas mikroekonomisko optimizāciju.

PIELIKUMI

A pielikums. Modeļa vienādojumi

Budžeta ierobežojums neierobežotajām mājsaimniecībām:

$$c_t^P + q_t^h (h_t^P - (1 - \delta^h) h_{t-1}^P) + d_t^{P,eu} + d_t^{P,lv} = \frac{w_{c,t}^P l_{pc,t}^P}{X_{wc,t}^P} + \frac{w_{h,t}^P l_{ph,t}^P}{X_{wh,t}^P} + \frac{(1 + r_{t-1}^{d,eu}) d_{t-1}^{P,eu} e_t}{\pi_t e_{t-1}} + \frac{(1 + r_{t-1}^{d,lv}) d_{t-1}^{P,lv}}{\pi_t} + T_t^P \quad [A1].$$

Pirmās kārtas nosacījumi neierobežotajām mājsaimniecībām:

$$\lambda_t^P = \frac{\varepsilon_t^z}{c_t^P - a^P c_{t-1}^P} - \frac{\beta_P \varepsilon_{t+1}^z a^P}{c_{t+1}^P - a^P c_t^P} \quad [A2],$$

$$\frac{\varepsilon_t^z \varepsilon_t^h}{h_t^P} = \lambda_t^P q_t^h - \beta_P \lambda_{t+1}^P q_{t+1}^h (1 - \delta^h) \quad [A3],$$

$$\varepsilon_t^z (l_{pc,t}^{1+\xi^P} + l_{ph,t}^{1+\xi^P})^{\frac{\eta^P - \xi^P}{1+\xi^P}} l_{pc,t}^{\xi^P} = \lambda_t^P \frac{w_{c,t}^P}{X_{wc,t}^P} \quad [A4],$$

$$\varepsilon_t^z (l_{pc,t}^{1+\xi^P} + l_{ph,t}^{1+\xi^P})^{\frac{\eta^P - \xi^P}{1+\xi^P}} l_{ph,t}^{\xi^P} = \lambda_t^P \frac{w_{h,t}^P}{X_{wh,t}^P} \quad [A5],$$

$$\lambda_t^P = \beta_P E_t \left\{ \lambda_{t+1}^P \frac{(1 + r_t^{d,eu}) e_{t+1}}{\pi_{t+1} e_t} \right\} \quad [A6],$$

$$\lambda_t^P = \beta_P E_t \left\{ \lambda_{t+1}^P \frac{(1 + r_t^{d,lv})}{\pi_{t+1}} \right\} \quad [A7].$$

Budžeta un aizņemšanās ierobežojumi ierobežotajām mājsaimniecībām:

$$c_t^I + q_t^h (h_t^I - (1 - \delta^h) h_{t-1}^I) + \frac{(1 + r_{t-1}^{bH}) b_{t-1}^I e_t}{\pi_t e_{t-1}} = \frac{w_{c,t}^I l_{lc,t}^I}{X_{wc,t}^I} + \frac{w_{h,t}^I l_{lh,t}^I}{X_{wh,t}^I} + b_t^I \quad [A8],$$

$$(1 + r_t^{bH}) b_t^I = m_t^I E_t (q_{t+1}^h \pi_{t+1} (1 - \delta^H) h_t^I) \quad [A9],$$

$$m_t^I = (1 - \rho_{ml}) \bar{m}^I + \rho_{ml} m_{t-1}^I + \eta_t^{ml} \quad [A10].$$

Pirmās kārtas nosacījumi ierobežotajām mājsaimniecībām:

$$\lambda_{1,t}^I = \frac{\varepsilon_t^z}{c_t^I - a^I c_{t-1}^I} - \frac{\beta_I \varepsilon_{t+1}^z a^I}{c_{t+1}^I - a^I c_t^I} \quad [A11],$$

$$\frac{\varepsilon_t^z \varepsilon_t^h}{h_t^I} = \lambda_{1,t}^I q_t^h - \beta_I E_t \{ \lambda_{1,t+1}^I q_{t+1}^h (1 - \delta^h) \} - \lambda_{2,t}^I m_t^I E_t \{ q_{t+1}^h \pi_{t+1} (1 - \delta^H) \} \quad [A12],$$

$$\varepsilon_t^z (l_{lc,t}^{1+\xi^I} + l_{lh,t}^{1+\xi^I})^{\frac{\eta^I - \xi^I}{1+\xi^I}} l_{lc,t}^{\xi^I} = \lambda_{1,t}^I \frac{w_{c,t}^I}{X_{wc,t}^I} \quad [\text{A13}],$$

$$\varepsilon_t^z (l_{lc,t}^{1+\xi^I} + l_{lh,t}^{1+\xi^I})^{\frac{\eta^I - \xi^I}{1+\xi^I}} l_{lh,t}^{\xi^I} = \lambda_{1,t}^I \frac{w_{h,t}^I}{X_{wh,t}^I} \quad [\text{A14}],$$

$$\lambda_{1,t}^I = \beta_I E_t \left\{ \lambda_{1,t+1}^I \frac{(1+r_t^{bH})e_{t+1}}{\pi_{t+1}e_t} \right\} + \lambda_{2,t}^I (1+r_t^{bH}) \quad [\text{A15}].$$

Ražošanas tehnoloģijas:

$$Y_t = \left(A_{c,t} (l_{pc,t}^\omega l_{lc,t}^{1-\omega}) \right)^{1-\mu_c} (k_{c,t-1})^{\mu_c} \quad [\text{A16}],$$

$$IH_t = \left(A_{h,t} (l_{ph,t}^\omega l_{lh,t}^{1-\omega}) \right)^{1-\mu_h} (k_{h,t-1})^{\mu_h} \quad [\text{A17}].$$

Budžeta un aizņemšanās ierobežojumi uzņēmējiem:

$$\frac{Y_t}{X_t} + q_t^h IH_t + b_t = c_t^E + \sum_{i=c,h} w_{i,t}^P l_{pi,t} + \sum_{i=c,h} w_{i,t}^I l_{li,t} + \sum_{i=c,h} q_t^{ki} (k_{i,t} - (1-\delta^{ki})k_{i,t-1}) + \frac{(1+r_{t-1}^{bE})b_{t-1}e_t}{\pi_t e_{t-1}} \quad [\text{A18}],$$

$$(1+r_t^{bE})b_t = m_t^E E_t \left\{ \pi_{t+1} (q_{t+1}^{kc} (1-\delta^{kc})k_{c,t} + q_{t+1}^{kh} (1-\delta^{kh})k_{h,t}) \right\} \quad [\text{A19}],$$

$$m_t^E = (1-\rho_{mE})\bar{m}^E + \rho_{mE}m_{t-1}^E + \eta_t^{mE} \quad [\text{A20}].$$

Pirmās kārtas nosacījumi uzņēmējiem:

$$\lambda_{1,t}^E = \frac{1}{c_t^E - a^E c_{t-1}^E} - \frac{\beta_E a^E}{c_{t+1}^E - a^E c_t^E} \quad [\text{A21}],$$

$$(1-\mu_c)\omega Y_t = X_t w_{c,t}^P l_{pc,t} \quad [\text{A22}],$$

$$(1-\mu_c)(1-\omega)Y_t = X_t w_{c,t}^I l_{lc,t} \quad [\text{A23}],$$

$$(1-\mu_h)\omega q_t^h IH_t = w_{h,t}^P l_{ph,t} \quad [\text{A24}],$$

$$(1-\mu_h)(1-\omega)q_t^h IH_t = w_{h,t}^I l_{lh,t} \quad [\text{A25}],$$

$$\beta_E \mu_c E_t \left\{ \frac{\lambda_{1,t+1}^E Y_{t+1}}{X_{t+1} k_{c,t}} \right\} - \lambda_{1,t}^E q_t^{kc} + \beta_E \lambda_{1,t+1}^E (1-\delta^{kc}) q_{t+1}^{kc} + \lambda_{2,t}^E m_t^E E_t \left\{ \pi_{t+1} q_{t+1}^{kc} (1-\delta^{kc}) \right\} = 0 \quad [\text{A26}],$$

$$\beta_E \mu_h E_t \left\{ \frac{\lambda_{1,t+1}^E q_{t+1}^h IH_{t+1}}{k_{h,t}} \right\} - \lambda_{1,t}^E q_t^{kh} + \beta_E \lambda_{1,t+1}^E (1-\delta^{kh}) q_{t+1}^{kh} + \lambda_{2,t}^E m_t^E E_t \left\{ \pi_{t+1} q_{t+1}^{kh} (1-\delta^{kh}) \right\} = 0 \quad [\text{A27}],$$

$$\lambda_{1,t}^E - \beta_E E_t \left\{ \frac{\lambda_{1,t+1}^E (1 + r_t^{bE}) e_{t+1}}{\pi_{t+1} e_t} \right\} - \lambda_{2,t}^E (1 + r_t^{bE}) = 0 \quad [\text{A28}].$$

Filipsa līkne:

$$\ln \pi_{H,t} - \iota_\pi \ln \pi_{H,t-1} = \beta_P (E_t \ln \pi_{H,t+1} - \iota_\pi \ln \pi_{H,t}) - \frac{(1 - \theta_\pi)(1 - \beta_P \theta_\pi)}{\theta_\pi} \ln \left(\frac{X_t}{X} \right) + u_{\pi,t} \quad [\text{A29}].$$

Algas vienādojumi:

$$\ln \omega_{c,t}^P - \iota_{wc} \ln \pi_{t-1} = \beta_P (E_t \ln \omega_{c,t+1}^P - \iota_{wc} \ln \pi_t) - \frac{(1 - \theta_{wc})(1 - \beta_P \theta_{wc})}{\theta_{wc}} \ln \left(\frac{X_{wc,t}^P}{X_{wc}^P} \right) \quad [\text{A30}],$$

$$\ln \omega_{c,t}^I - \iota_{wc} \ln \pi_{t-1} = \beta_I (E_t \ln \omega_{c,t+1}^I - \iota_{wc} \ln \pi_t) - \frac{(1 - \theta_{wc})(1 - \beta_I \theta_{wc})}{\theta_{wc}} \ln \left(\frac{X_{wc,t}^I}{X_{wc}^I} \right) \quad [\text{A31}],$$

$$\ln \omega_{h,t}^P - \iota_{wh} \ln \pi_{t-1} = \beta_P (E_t \ln \omega_{h,t+1}^P - \iota_{wh} \ln \pi_t) - \frac{(1 - \theta_{wh})(1 - \beta_P \theta_{wh})}{\theta_{wh}} \ln \left(\frac{X_{wh,t}^P}{X_{wh}^P} \right) \quad [\text{A32}],$$

$$\ln \omega_{h,t}^I - \iota_{wh} \ln \pi_{t-1} = \beta_I (E_t \ln \omega_{h,t+1}^I - \iota_{wh} \ln \pi_t) - \frac{(1 - \theta_{wh})(1 - \beta_I \theta_{wh})}{\theta_{wh}} \ln \left(\frac{X_{wh,t}^I}{X_{wh}^I} \right) \quad [\text{A33}].$$

Kapitāla veidošanas un cenu likums:

$$k_{c,t} = (1 - \delta^{kc}) k_{c,t-1} + \left[1 - \frac{\kappa_{ic}}{2} \left(\frac{i_t^c}{i_{t-1}^c} - 1 \right)^2 \right] i_t^c \quad [\text{A34}],$$

$$k_{h,t} = (1 - \delta^{kh}) k_{h,t-1} + \left[1 - \frac{\kappa_{ih}}{2} \left(\frac{i_t^h}{i_{t-1}^h} - 1 \right)^2 \right] i_t^h \quad [\text{A35}],$$

$$q_t^{kc} = \frac{1}{1 - \frac{\kappa_{ic}}{2} \left(\frac{i_t^c}{i_{t-1}^c} - 1 \right) \left(\frac{3i_t^c}{i_{t-1}^c} - 1 \right)} \quad [\text{A36}],$$

$$q_t^{kh} = \frac{1}{1 - \frac{\kappa_{ih}}{2} \left(\frac{i_t^h}{i_{t-1}^h} - 1 \right) \left(\frac{3i_t^h}{i_{t-1}^h} - 1 \right)} \quad [\text{A37}].$$

Monetārās politikas likums:

$$(1 + r_t) = (1 + r_{t-1})^{\rho_r} (1 + \bar{r})^{(1 - \rho_r)} \pi_t^{(1 - \rho_r) \psi_1} \left(\frac{GDP_t}{GDP_{t-1}} \right)^{(1 - \rho_r) \psi_2} \left(\frac{e_t}{e_{t-1}} \right)^{(1 - \rho_r) \psi_3} \exp(\varepsilon_t^r) \quad [\text{A38}].$$

Inflācijas, valūtas kursa un tirdzniecības nosacījumu identitātes:

$$\pi_{H,t} = \pi_t^* + \Delta neer_t - \Delta s_t \quad [\text{A39}],$$

$$\pi_{H,t} = \pi_t - \alpha \Delta s_t \quad [\text{A40}].$$

Ārvalstu procentu likme un riska prēmija:

$$r_t^F = r_t^* \Phi_t \quad [\text{A41}],$$

$$\Phi(f_t, \tilde{\phi}_t) = \exp(\tilde{\phi}_f f_t + \tilde{\phi}_t) \quad [\text{A42}].$$

Banku vairumtirdzniecības daļas bilances ierobežojums:

$$B_t = D_t^{lv} + D_t^{eu} + F_t + K_t^b \quad [\text{A43}].$$

Banku vairumtirdzniecības daļas pirmās kārtas nosacījumi:

$$r_t^{D,eu} = r_t^F (1 + \tilde{\phi}_f f_t) - \frac{1}{E_t \left(\frac{e_{t+1}}{e_t} \right)} (\kappa_D D_t^{eu} - \kappa_F F_t) \quad [\text{A44}],$$

$$r_t = r_t^F (1 + \tilde{\phi}_f f_t) E_t \left(\frac{e_{t+1}}{e_t} \right) - \kappa_D D_t^{lv} + \kappa_F F_t \quad [\text{A45}],$$

$$S_t^W \equiv r_t^b E_t \left(\frac{e_{t+1}}{e_t} \right) - r_t = -\kappa_{Kb} \left(\frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right) \left(\frac{K_t^b}{B_t} \right)^2 + \kappa_D D_t^{lv} - \kappa_F F_t \quad [\text{A46}].$$

Banku mazumtirdzniecības daļu pirmās kārtas nosacījumi:

$$1 - \varepsilon_t^{bH} + \varepsilon_t^{bH} \frac{r_t^b}{r_t^{bH}} - \kappa_{bH} \left(\frac{r_t^{bH}}{r_{t-1}^{bH}} - 1 \right) \frac{r_t^{bH}}{r_{t-1}^{bH}} + \beta_P E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^P}{\lambda_t^P} \kappa_{bH} \left(\frac{r_{t+1}^{bH}}{r_t^{bH}} - 1 \right) \left(\frac{r_{t+1}^{bH}}{r_t^{bH}} \right)^2 \frac{b_{t+1}^H}{b_t^H} \right\} = 0 \quad [\text{A47}],$$

$$1 - \varepsilon_t^{bE} + \varepsilon_t^{bE} \frac{r_t^b}{r_t^{bE}} - \kappa_{bE} \left(\frac{r_t^{bE}}{r_{t-1}^{bE}} - 1 \right) \frac{r_t^{bE}}{r_{t-1}^{bE}} + \beta_P E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^P}{\lambda_t^P} \kappa_{bE} \left(\frac{r_{t+1}^{bE}}{r_t^{bE}} - 1 \right) \left(\frac{r_{t+1}^{bE}}{r_t^{bE}} \right)^2 \frac{b_{t+1}^E}{b_t^E} \right\} = 0 \quad [\text{A48}],$$

$$\varepsilon_t^{d,lv} \frac{r_t}{r_t^{d,lv}} - 1 - \varepsilon_t^{d,lv} - \kappa_d^{lv} \left(\frac{r_t^{d,lv}}{r_{t-1}^{d,lv}} - 1 \right) \frac{r_t^{d,lv}}{r_{t-1}^{d,lv}} + \beta_P E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^P}{\lambda_t^P} \kappa_d^{lv} \left(\frac{r_{t+1}^{d,lv}}{r_t^{d,lv}} - 1 \right) \left(\frac{r_{t+1}^{d,lv}}{r_t^{d,lv}} \right)^2 \left(\frac{r_{t+1}^{d,lv}}{r_t^{d,lv}} - 1 \right) \frac{d_{t+1}^{lv}}{d_t^{lv}} \right\} = 0 \quad [\text{A49}],$$

$$\begin{aligned} & \varepsilon_t^{d,eu} \frac{r_t^{D,eu}}{r_t^{d,eu}} E_t \left(\frac{e_{t+1}}{e_t} \right) - (1 + \varepsilon_t^{d,eu}) E_t \left(\frac{e_{t+1}}{e_t} \right) - \kappa_d^{eu} \left(\frac{r_t^{d,eu}}{r_{t-1}^{d,eu}} - 1 \right) \frac{r_t^{d,eu}}{r_{t-1}^{d,eu}} \\ & + \beta_P E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^P}{\lambda_t^P} \kappa_d^{eu} \left(\frac{r_{t+1}^{d,eu}}{r_t^{d,eu}} - 1 \right) \left(\frac{r_{t+1}^{d,eu}}{r_t^{d,eu}} \right)^2 \left(\frac{r_{t+1}^{d,eu}}{r_t^{d,eu}} - 1 \right) \frac{d_{t+1}^{eu}}{d_t^{eu}} \right\} = 0 \end{aligned} \quad [\text{A50}].$$

Banku kapitāla veidošana:

$$K_t^b = (1 - \delta^b) K_{t-1}^b + \omega^b J_{t-1}^b \quad [\text{A51}],$$

$$J_t^b = r_t^{bH} b_t^H + r_t^{bE} b_t^E - r_t^{d,lv} d_t^{lv} - r_t^{d,eu} d_t^{eu} - r_t^F F_t - \frac{\kappa_{Kb}}{2} \left(\frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right)^2 K_t^b - \frac{\kappa_D}{2} \left((D_t^{lv})^2 + (D_t^{eu})^2 \right) - \frac{\kappa_F}{2} F_t^2 \\ - \frac{\kappa_{bH}}{2} \left(\frac{r_t^{bH}}{r_{t-1}^{bH}} - 1 \right)^2 r_t^{bH} b_t^H - \frac{\kappa_{bE}}{2} \left(\frac{r_t^{bE}}{r_{t-1}^{bE}} - 1 \right)^2 r_t^{bE} b_t^E - \frac{\kappa_d^{lv}}{2} \left(\frac{r_t^{d,lv}}{r_{t-1}^{d,lv}} - 1 \right)^2 r_t^{d,lv} D_t^{lv} - \frac{\kappa_d^{eu}}{2} \left(\frac{r_t^{d,eu}}{r_{t-1}^{d,eu}} - 1 \right)^2 r_t^{d,eu} D_t^{eu} \quad [\text{A52}].$$

Tirgus līdzsvara nosacījumi:

$$GDP_t = (1 - \alpha)(c_t^P + c_t^I + c_t^E) + i_t^c + i_t^h + IH_t + Y_t^x \quad [\text{A53}],$$

$$IH_t = h_t^P + h_t^I - (1 - \delta^H)(h_{t-1}^P + h_{t-1}^I) \quad [\text{A54}],$$

$$B_t = b_t^H + b_t^E \quad [\text{A55}].$$

Eksporta pieprasījums:

$$Y_t^x = \alpha^* \left(\frac{P_{H,t}}{P_t^*} \right)^{-\gamma} Y_t^* \quad [\text{A56}].$$

AR(1) procesi:

$$\ln A_{h,t} = \rho_{Ah} \ln A_{h,t-1} + \varepsilon_t^h \quad [\text{A57}],$$

$$\ln A_{c,t} = \rho_{Ac} \ln A_{c,t-1} + \varepsilon_t^c \quad [\text{A58}],$$

$$\ln \varepsilon_t^z = \rho_z \ln \varepsilon_{t-1}^z + u_t^z \quad [\text{A59}],$$

$$\ln \varepsilon_t^h = \rho_h \ln \varepsilon_{t-1}^h + u_t^h \quad [\text{A60}],$$

$$\tilde{\phi}_t = \rho_\phi \tilde{\phi}_{t-1} + \varepsilon_t^\phi \quad [\text{A61}],$$

$$\Delta neer_t = \rho_{neer} \Delta neer_{t-1} + u_t^{neer} \quad [\text{A62}],$$

$$\Delta s_t = \rho_s \Delta s_{t-1} + \varepsilon_t^s \quad [\text{A63}],$$

$$(1 - \pi_t^*) = \rho_{\pi^*} (1 - \pi_{t-1}^*) + \varepsilon_t^{\pi^*} \quad [\text{A64}],$$

$$r_t^* = (1 - \rho_{r^*}) \bar{r}^* + \rho_{r^*} r_{t-1}^* + \varepsilon_t^{r^*} \quad [\text{A65}],$$

$$Y_t^* = (1 - \rho_{Y^*}) \bar{Y}^* + \rho_{Y^*} Y_{t-1}^* + \varepsilon_t^{Y^*} \quad [\text{A66}],$$

$$\varepsilon_t^{bH} = (1 - \rho_{bH}) \varepsilon^{bH} + \rho_{bH} \varepsilon_{t-1}^{bH} + u_t^{bH} \quad [\text{A67}],$$

$$\varepsilon_t^{bE} = (1 - \rho_{bE})\varepsilon^{bE} + \rho_{bE}\varepsilon_{t-1}^{bE} + u_t^{bE} \quad [\text{A68}],$$

$$\varepsilon_t^{d,lv} = (1 - \rho_{d,lv})\varepsilon^{d,lv} + \rho_{d,lv}\varepsilon_{t-1}^{d,lv} + u_t^{d,lv} \quad [\text{A69}],$$

$$\varepsilon_t^{d,eu} = (1 - \rho_{d,eu})\varepsilon^{d,eu} + \rho_{d,eu}\varepsilon_{t-1}^{d,eu} + u_t^{d,eu} \quad [\text{A70}].$$

Definīcijas:

$$f_t = F_t / GDP_t \quad [\text{A71}],$$

$$\pi_t = P_t / P_{t-1} \quad [\text{A72}],$$

$$\pi_{H,t} = P_{H,t} / P_{H,t-1} \quad [\text{A73}],$$

$$\pi_t^* = P_t^* / P_{t-1}^* \quad [\text{A74}],$$

$$d_t^{P,lv} = D_t^{lv} / P_t \quad [\text{A75}],$$

$$d_t^{P,eu} = D_t^{eu} / P_t \quad [\text{A76}],$$

$$b_t^I = b_t^H / P_t \quad [\text{A77}],$$

$$b_t = b_t^E / P_t \quad [\text{A78}],$$

$$\omega_{c,t}^P = \frac{w_{c,t}^P \pi_t}{w_{c,t-1}^P} \quad [\text{A79}],$$

$$\omega_{c,t}^I = \frac{w_{c,t}^I \pi_t}{w_{c,t-1}^I} \quad [\text{A80}],$$

$$\omega_{h,t}^P = \frac{w_{h,t}^P \pi_t}{w_{h,t-1}^P} \quad [\text{A81}],$$

$$\omega_{h,t}^I = \frac{w_{h,t}^I \pi_t}{w_{h,t-1}^I} \quad [\text{A82}].$$

B pielikums. Stabils līdzsvara stāvoklis

$$c^P + q^h \delta^h h^P = \frac{w_c^P l_{pc}^P}{X_{wc}^P} + \frac{w_h^P l_{ph}^P}{X_{wh}^P} + r^{d,eu} d^{P,eu} + r^{d,lv} d^{P,lv} \quad [B1],$$

$$\lambda^P = \frac{(1 - \beta_P a^P)}{c^P (1 - a^P)} \quad [B2],$$

$$\frac{1}{h^P} = \lambda^P q^h (1 - \beta_P (1 - \delta^h)) \quad [B3],$$

$$(l_{pc}^{1+\xi^P} + l_{ph}^{1+\xi^P})^{\frac{\eta^P - \xi^P}{1+\xi^P}} l_{pc}^{\xi^P} = \lambda^P \frac{w_c^P}{X_{wc}^P} \quad [B4],$$

$$(l_{pc}^{1+\xi^P} + l_{ph}^{1+\xi^P})^{\frac{\eta^P - \xi^P}{1+\xi^P}} l_{ph}^{\xi^P} = \lambda^P \frac{w_h^P}{X_{wh}^P} \quad [B5],$$

$$\beta_P = \frac{1}{1 + r^{d,eu}} \quad [B6],$$

$$\beta_P = \frac{1}{1 + r^{d,lv}} \quad [B7],$$

$$c^I + q^h \delta^h h^I + r^{bH} b^I = \frac{w_c^I l_{Ic}^I}{X_{wc}^I} + \frac{w_h^I l_{Ih}^I}{X_{wh}^I} \quad [B8],$$

$$(1 + r^{bH}) b^I = m^I q^h (1 - \delta^H) h^I \quad [B9],$$

$$m^I = \bar{m}^I \quad [B10],$$

$$\lambda_1^I = \frac{1 - \beta_I a^I}{c^I (1 - a^I)} \quad [B11],$$

$$\frac{1}{h^I} = \lambda_1^I q^h - q^h (1 - \delta^h) (\beta_I \lambda_1^I + \lambda_2^I m^I) \quad [B12],$$

$$(l_{Ic}^{1+\xi^I} + l_{Ih}^{1+\xi^I})^{\frac{\eta^I - \xi^I}{1+\xi^I}} l_{Ic}^{\xi^I} = \lambda_1^I \frac{w_c^I}{X_{wc}^I} \quad [B13],$$

$$(l_{Ic}^{1+\xi^I} + l_{Ih}^{1+\xi^I})^{\frac{\eta^I - \xi^I}{1+\xi^I}} l_{Ih}^{\xi^I} = \lambda_1^I \frac{w_h^I}{X_{wh}^I} \quad [B14],$$

$$\lambda_1^I = (1 + r^{bH}) (\beta_I \lambda_1^I + \lambda_2^I) \quad [B15],$$

$$Y = \left(l_{pc}^{\omega} l_{lc}^{1-\omega} \right)^{1-\mu_c} (k_c)^{\mu_c} \quad [\text{B16}],$$

$$IH = \left(l_{ph}^{\omega} l_{lh}^{1-\omega} \right)^{1-\mu_h} (k_h)^{\mu_h} \quad [\text{B17}],$$

$$\frac{Y}{X} + q^h IH = c^E + \sum_{i=c,h} w_i^P l_{pi} + \sum_{i=c,h} w_i^I l_{li} + \sum_{i=c,h} \delta^{ki} k_i + r^{bE} b \quad [\text{B18}],$$

$$(1 + r^{bE})b = m^E \left((1 - \delta^{kc})k_c + (1 - \delta^{kh})k_h \right) \quad [\text{B19}],$$

$$m^E = \bar{m}^E \quad [\text{B20}],$$

$$\lambda_1^E = \frac{1 - \beta_E a^E}{c^E (1 - a^E)} \quad [\text{B21}],$$

$$(1 - \mu_c)\omega Y = X w_c^P l_{pc} \quad [\text{B22}],$$

$$(1 - \mu_c)(1 - \omega)Y = X w_c^I l_{lc} \quad [\text{B23}],$$

$$(1 - \mu_h)\omega q^h IH = w_h^P l_{ph} \quad [\text{B24}],$$

$$(1 - \mu_h)(1 - \omega)q^h IH = w_h^I l_{lh} \quad [\text{B25}],$$

$$\beta_E \mu_c \frac{\lambda_1^E Y}{X k_c} - \lambda_1^E + (1 - \delta^{kc})(\beta_E \lambda_1^E + \lambda_2^E m^E) = 0 \quad [\text{B26}],$$

$$\beta_E \mu_h \frac{\lambda_1^E q^h IH}{k_h} - \lambda_1^E + (1 - \delta^{kh})(\beta_E \lambda_1^E + \lambda_2^E m^E) = 0 \quad [\text{B27}],$$

$$\lambda_1^E - (1 + r^{bE})(\beta_E \lambda_1^E + \lambda_2^E) = 0 \quad [\text{B28}],$$

$$i^c = \delta^{kc} k_c \quad [\text{B29}],$$

$$i^h = \delta^{kh} k_h \quad [\text{B30}],$$

$$r^F = r^* \Phi \quad [\text{B31}],$$

$$\Phi = \exp(\tilde{\phi}_f f) \quad [\text{B32}],$$

$$B = D^{lv} + D^{eu} + F + K^b \quad [\text{B33}],$$

$$r^{D,eu} = r^F \left(1 + \tilde{\phi}_f f \right) - \kappa_D D^{eu} + \kappa_F F \quad [\text{B34}],$$

$$r = r^F \left(1 + \tilde{\phi}_f f \right) - \kappa_D D^{lv} + \kappa_F F \quad [\text{B35}],$$

$$r = r^b - \kappa_D D^{lv} + \kappa_F F \quad [\text{B36}],$$

$$\varepsilon^{bH} \left(1 - \frac{r^b}{r^{bH}} \right) = 1 \quad [\text{B37}],$$

$$\varepsilon^{bE} \left(1 - \frac{r^b}{r^{bE}} \right) = 1 \quad [\text{B38}],$$

$$\varepsilon^{d,lv} \left(\frac{r}{r^{d,lv}} - 1 \right) = 1 \quad [\text{B39}],$$

$$\varepsilon^{d,eu} \left(\frac{r^{D,eu}}{r^{d,eu}} - 1 \right) = 1 \quad [\text{B40}],$$

$$\delta^b K^b = \omega^b J^b \quad [\text{B41}],$$

$$J^b = r^{bH} b^H + r^{bE} b^E - r^{d,lv} d^{lv} - r^{d,eu} d^{eu} - r^F F - \frac{\kappa_D}{2} \left((D^{lv})^2 + (D^{eu})^2 \right) - \frac{\kappa_F}{2} F^2 \quad [\text{B42}],$$

$$GDP = (1 - \alpha) (c^P + c^I + c^E) + i^c + i^h + IH + Y^x \quad [\text{B43}],$$

$$IH = \delta^H (h^P + h^I) \quad [\text{B44}],$$

$$B = b^H + b^E \quad [\text{B45}],$$

$$Y^x = \alpha^* \left(\frac{P_H}{P^*} \right)^{-\gamma} Y^* \quad [\text{B46}],$$

$$f = F / GDP \quad [\text{B47}],$$

$$d^{P,lv} = D^{lv} / P = d^{lv} / P \quad [\text{B48}],$$

$$d^{P,eu} = D^{eu} / P = d^{eu} / P \quad [\text{B49}],$$

$$b^I = b^H / P \quad [\text{B50}],$$

$$b = b^E / P \quad [\text{B51}].$$

C pielikums

1. tabula

Kalibrētie parametri

Parametrs	Apraksts	Vērtība
δ^h	Nekustamā īpašuma amortizācijas likme	0.02
a^p	Neierobežoto mājsaimniecību patēriņa paradumu veidošana	0.98
ξ^p	Neierobežoto mājsaimniecību darbaspēka aizvietojamība sektoros	1.30
η^p	Neierobežoto mājsaimniecību darbaspēka piedāvājuma derīguma zudums	2.61
$\bar{m}^I$	Mājsaimniecību LTV	0.68
a^I	Ierobežoto mājsaimniecību patēriņa paradumu veidošana	0.85
ξ^I	Ierobežoto mājsaimniecību darbaspēka aizvietojamība sektoros	1.00
η^I	Ierobežoto mājsaimniecību darbaspēka piedāvājuma derīguma zudums	0.91
ω	Neierobežoto mājsaimniecību ienākumu no darba īpatsvars	0.67
μ_c	Kapitāla daļa preču ražošanas funkcijā	0.36
μ_h	Kapitāla daļa nekustamā īpašuma ražošanas funkcijā	0.15
δ^{kc}	Patēriņa sektora kapitāla amortizācijas likme	0.16
δ^{kh}	Nekustamā īpašuma sektora kapitāla amortizācijas likme	0.02
$\bar{m}^E$	Uzņēmēju LTV	0.47
a^E	Uzņēmēju patēriņa paradumu veidošana	0.50
α	Atvērtība, importa daļa IKP	0.40
κ_D	Vairumtirdzniecības noguldījumu korekcijas izmaksas	0.11
ν^b	Stabila līdzsvara stāvokļa kapitāla un aizdevumu attiecība	0.12
X	Preču tirgus uzcenojums	1.20
δ^b	Banku kapitāla un starpniecības darījumu vadības izmaksu daļa	0.02
ω^b	Reinvestētās banku peļņas daļa	0.85
$\tilde{\phi}_f$	Riska prēmijas elastība	0.01
$\bar{f}$	Ārējā parāda attiecība pret IKP	0.34
κ_F	Ārējā aizņēmuma korekcijas izmaksas	0.12
α^*	Iekšzemes eksporta daļa ārvalstu importā	0.001
γ	Iekšzemes un importēto preču aizvietojamība	1.00
X_{wc}^p	Neierobežoto mājsaimniecību algu uzcenojums patēriņa sektorā	1.20
X_{wc}^I	Ierobežoto mājsaimniecību algu uzcenojums patēriņa sektorā	1.20
X_{wh}^p	Neierobežoto mājsaimniecību algu uzcenojums mājokļu sektorā	1.20
X_{wh}^I	Ierobežoto mājsaimniecību algu uzcenojums mājokļu sektorā	1.20
$\bar{\varepsilon}^{bH}$	$\frac{\varepsilon^{bH}}{\varepsilon^{bH} - 1}$ aizdevumu mājsaimniecībām procentu likmes uzcenojums	1.48
$\bar{\varepsilon}^{bE}$	$\frac{\varepsilon^{bE}}{\varepsilon^{bE} - 1}$ aizdevumu mājsaimniecībām procentu likmes uzcenojums	1.12
$\bar{\varepsilon}^{d,lv}$	$\frac{\varepsilon^{d,lv}}{\varepsilon^{d,lv} + 1}$ latos veikto noguldījumu procentu likmes pazeminājums	0.78
$\bar{\varepsilon}^{d,eu}$	$\frac{\varepsilon^{d,eu}}{\varepsilon^{d,eu} + 1}$ eiro veikto noguldījumu procentu likmes pazeminājums	0.78

2. tabula

Stabila līdzsvara stāvokļa attiecības un procentu likmes

Mainīgais	Skaidrojums	Vērtība
C/GDP	Patēriņa attiecība pret IKP	0.74
B/GDP	Aizdevumu attiecība pret IKP	1.30
B^H/B	Mājsaimniecību aizdevumu attiecība pret kopējiem aizdevumiem	0.46
B^E/B	Uzņēmumu aizdevumu attiecība pret kopējiem aizdevumiem	0.54
K^b/B	Banku kapitāla attiecība pret aizdevumiem	0.12
D^{lv}/GDP	Latos veikto noguldījumu attiecība pret IKP	0.40
D^{eu}/GDP	Eiro veikto noguldījumu attiecība pret IKP	0.40
F/GDP	Ārējā parāda attiecība pret IKP	0.34
r	Uz gadu attiecināta monetārās politikas procentu likme (%)	4.0
r^*	Uz gadu attiecināta ārvalstu starpbanku procentu likme (%)	4.0
$r^{d,lv}$	Uz gadu attiecināta latos veikto noguldījumu procentu likme (%)	3.1
$r^{d,eu}$	Uz gadu attiecināta eiro veikto noguldījumu procentu likme (%)	3.1
r^{bH}	Uz gadu attiecināta aizdevumu mājsaimniecībām procentu likme (%)	6.0
r^{bE}	Uz gadu attiecināta aizdevumu uzņēmumiem procentu likme (%)	4.5

3. tabula

Strukturālo parametru aprioro un aposterioro vērtību sadalījums

Para- metrs	Apriorais sadalījums			Aposteriorais sadalījums		
	Blīvums	Vidējais	Standart- novirze	Vidējais	90% intervāls	
κ_{Kb}	Gamma	10	5	19.31	18.55	19.97
κ_{bH}	Gamma	10	5	4.42	3.44	5.32
κ_{bE}	Gamma	10	5	19.41	17.27	21.30
κ_d^{lv}	Gamma	10	5	11.40	9.55	13.24
κ_d^{eu}	Gamma	10	5	0.28	0.20	0.36
κ_{ic}	Gamma	2.5	1	2.65	2.20	3.24
κ_{ih}	Gamma	2.5	1	2.39	2.10	2.72
ψ_1	Gamma	2.0	0.5	2.38	2.16	2.52
ψ_2	Gamma	0.2	0.1	0.19	0.15	0.23
ψ_3	Gamma	40	5	37.78	36.11	40.06
θ_π	Beta	0.5	0.05	0.53	0.51	0.54
l_π	Beta	0.5	0.2	0.46	0.40	0.51
l_{wc}	Beta	0.5	0.2	0.31	0.21	0.40
θ_{wc}	Beta	0.5	0.2	0.76	0.73	0.78
l_{wh}	Beta	0.5	0.2	0.46	0.39	0.51
θ_{wh}	Beta	0.5	0.2	0.56	0.47	0.67
ρ_r	Beta	0.8	0.1	0.88	0.87	0.90
ρ_{mI}	Beta	0.8	0.1	0.89	0.85	0.93
ρ_{mE}	Beta	0.8	0.1	0.81	0.77	0.84
ρ_{Ac}	Beta	0.8	0.1	0.87	0.84	0.90
ρ_{Ah}	Beta	0.8	0.1	0.85	0.81	0.88
ρ_z	Beta	0.8	0.1	0.74	0.71	0.76
ρ_h	Beta	0.8	0.1	0.98	0.96	0.99
ρ_s	Beta	0.8	0.1	0.77	0.74	0.79
ρ_{π^*}	Beta	0.8	0.1	0.89	0.85	0.92
ρ_{r^*}	Beta	0.8	0.1	0.73	0.69	0.76
ρ_ϕ	Beta	0.8	0.1	0.81	0.78	0.84
ρ_{Y^*}	Beta	0.8	0.1	0.73	0.69	0.76
ρ_{bH}	Beta	0.8	0.1	0.83	0.80	0.86
ρ_{bE}	Beta	0.8	0.1	0.87	0.83	0.92
$\rho_{d,lv}$	Beta	0.8	0.1	0.85	0.81	0.89

3. tabula (turpinājums)

Para- metrs	Apriorais sadalījums			Aposteriorais sadalījums		
	Blīvums	Vidējais	Standart- novirze	Vidējais	90% intervāls	
$\rho_{d,eu}$	Beta	0.8	0.1	0.95	0.92	0.98
ρ_{neer}	Beta	0.8	0.1	0.993	0.987	0.999
σ_{ml}	InvGamma	0.05	1.0	0.613	0.505	0.716
σ_{mE}	InvGamma	0.05	1.0	0.059	0.044	0.074
σ_{π}	InvGamma	0.05	1.0	0.476	0.373	0.574
σ_r	InvGamma	0.05	1.0	0.084	0.010	0.223
σ_s	InvGamma	0.05	1.0	0.723	0.610	0.835
σ_{Ac}	InvGamma	0.05	1.0	0.665	0.516	0.841
σ_{Ah}	InvGamma	0.05	1.0	0.044	0.011	0.079
σ_z	InvGamma	0.05	1.0	5.838	5.321	6.360
σ_h	InvGamma	0.05	1.0	0.036	0.012	0.063
σ_{r^*}	InvGamma	0.05	1.0	0.009	0.008	0.011
σ_{ϕ}	InvGamma	0.05	1.0	0.420	0.349	0.489
σ_{Y^*}	InvGamma	0.05	1.0	0.046	0.012	0.090
σ_{π^*}	InvGamma	0.05	1.0	0.009	0.008	0.011
σ_{bH}	InvGamma	0.05	1.0	2.780	2.465	3.105
σ_{bE}	InvGamma	0.05	1.0	0.045	0.012	0.086
$\sigma_{d,lv}$	InvGamma	0.05	1.0	0.046	0.012	0.086
$\sigma_{d,eu}$	InvGamma	0.05	1.0	4.583	4.165	5.012
σ_{wc}^P	InvGamma	0.05	1.0	0.820	0.650	0.990
σ_{wc}^I	InvGamma	0.05	1.0	2.680	2.335	3.085
σ_{wh}^P	InvGamma	0.05	1.0	0.040	0.012	0.072
σ_{wh}^I	InvGamma	0.05	1.0	0.517	0.193	0.926
σ_{neer}	InvGamma	0.05	1.0	0.434	0.356	0.514

4. tabula

Parametru novērtējumu stabilitāte un robežticamības salīdzinājums

Parametrs	Bāze	Modificēts NEK	Modelis bez Teilora likuma
κ_{Kb}	19.31	25.73	36.20
κ_{bH}	4.42	3.45	2.30
κ_{bE}	19.41	19.30	15.92
κ_d^{lv}	11.40	16.34	0.33
κ_d^{eu}	0.28	1.13	23.97
κ_{ic}	2.65	2.95	0.60
κ_{ih}	2.39	3.71	3.55
ψ_1	2.38	2.78	—
ψ_2	0.19	0.19	—
ψ_3	37.78	31.75	—
θ_π	0.53	0.47	0.53
l_π	0.46	0.80	0.34
l_{wc}	0.31	0.74	0.12
θ_{wc}	0.76	0.80	0.69
l_{wh}	0.46	0.43	0.77
θ_{wh}	0.56	0.49	0.86
ρ_R	0.88	0.93	—
ρ_{ml}	0.89	0.69	0.69
ρ_{mE}	0.81	0.96	0.87
ρ_{Ac}	0.87	0.88	0.86
ρ_{Ah}	0.85	0.86	0.81
ρ_z	0.74	0.83	0.89
ρ_h	0.98	0.99	0.83
ρ_s	0.77	0.99	0.73
ρ_{π^*}	0.89	0.88	0.81
ρ_{r^*}	0.73	0.91	0.83
ρ_ϕ	0.81	0.71	0.51
ρ_{Y^*}	0.73	0.86	0.83
ρ_{bH}	0.83	0.78	0.87
ρ_{bE}	0.87	0.84	0.86
$\rho_{d,lv}$	0.85	0.76	0.86
$\rho_{d,eu}$	0.95	0.78	0.65

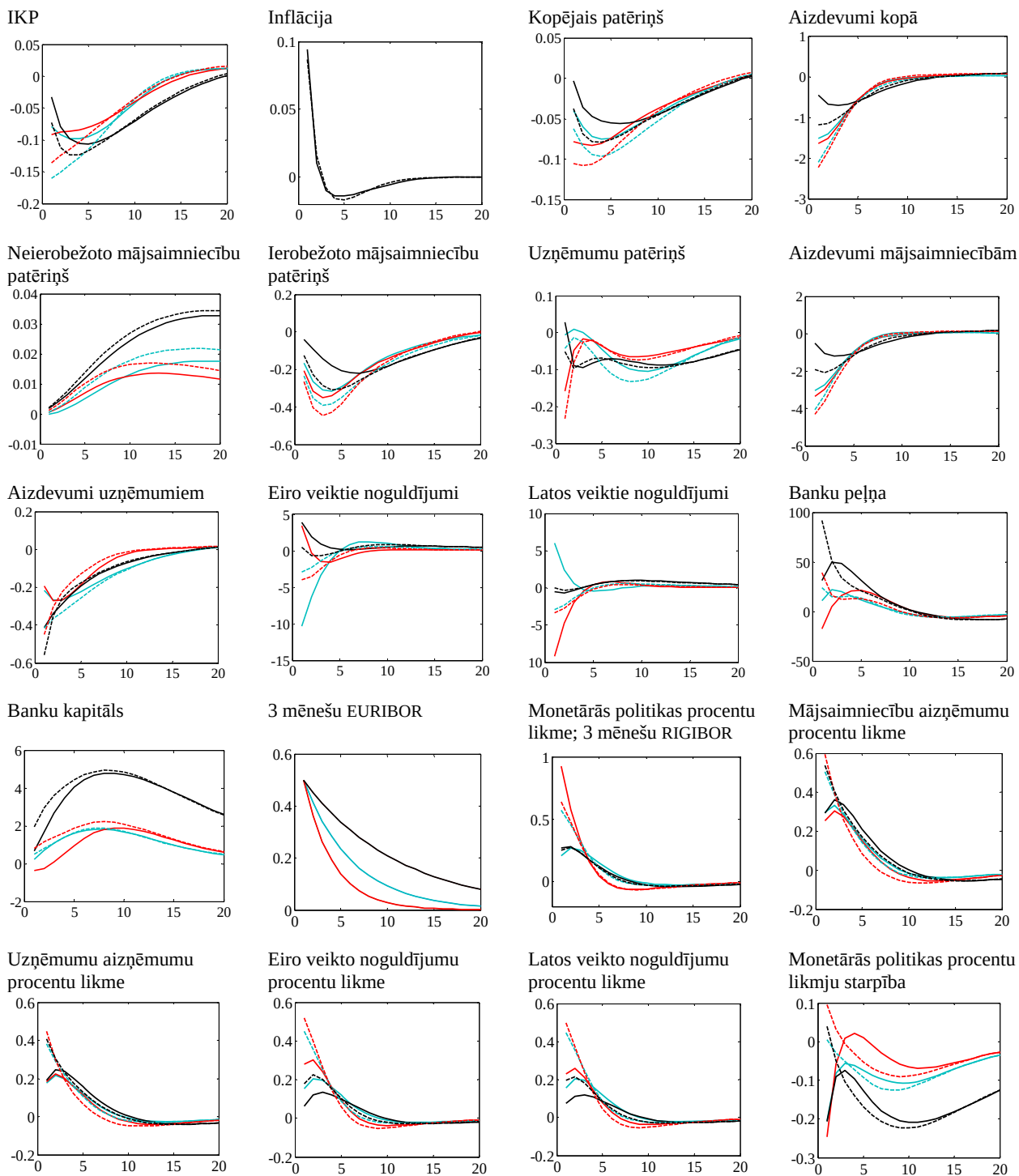
4. tabula (turpinājums)

Parametrs	Bāze	Modificēts NEK	Modelis bez Teilora likuma
ρ_{neer}	0.99	0.82	0.83
σ_{mI}	0.613	0.495	0.394
σ_{mE}	0.059	0.320	0.040
σ_{π}	0.476	1.003	0.098
σ_r	0.084	1.300	0.120
σ_s	0.723	0.528	0.016
σ_{Ac}	0.665	1.136	0.490
σ_{Ah}	0.044	0.007	0.009
σ_z	5.838	0.008	2.993
σ_h	0.036	2.026	0.108
σ_{r^*}	0.009	0.005	0.006
σ_{ϕ}	0.420	0.398	1.701
σ_{Y^*}	0.046	0.009	0.009
σ_{π^*}	0.009	0.007	0.007
σ_{bH}	2.780	2.053	2.068
σ_{bE}	0.045	0.008	0.009
$\sigma_{d,lv}$	0.046	0.009	0.008
$\sigma_{d,eu}$	4.583	1.089	0.009
σ_{wc}^P	0.820	0.773	0.710
σ_{wc}^I	2.680	1.773	1.071
σ_{wh}^P	0.040	0.012	0.009
σ_{wh}^I	0.517	0.008	0.009
σ_{neer}	0.434	0.209	0.013
Robežticamība	-145.092	-2 281.046	-1 859.248

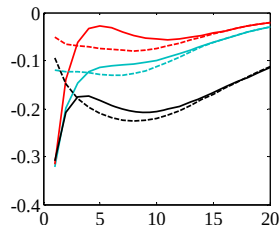
D pielikums. Impulsu reakcijas

1. attēls

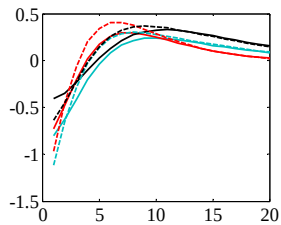
Impulsu reakcijas uz 50 bāzes punktu ierobežojošas ārvalstu monetārās politikas šoku



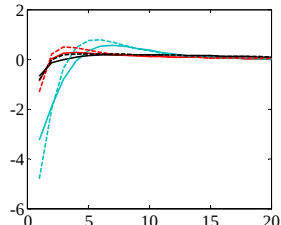
Aizdevumu mājsaimniecībām procentu likmju starpība



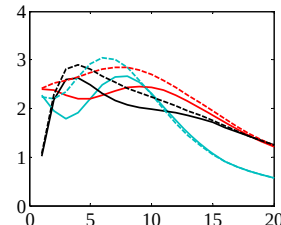
Uzņēmumu aizņēmumu procentu likmju starpība



Nekustamā īpašuma cenas



Investīcijas mājokļos



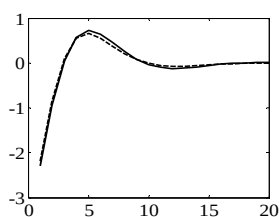
Piezīmes. Impulsu reakcijas aprēķinātas, izmantojot aposteriorā sadalījuma vidējās vērtības. Procentu likmes un banku procentu likmju starpības ir procentu punktos izteiktas absolūtās novirzes no stabila līdzsvara stāvokļa. Visi pārējie aprēķini ir procentuālās novirzes no stabila līdzsvara stāvokļa. Nepārtraukta līnija apzīmē trīs specififikācijas ar finanšu ierobežojumiem, pārtrauktas līnijas attiecas uz scenārijiem bez finanšu ierobežojumiem, t.i., procentu likmju pārmaiņu izmaksas κ_{bH} , κ_{bE} , κ_d^{lv} un κ_d^{eu} vienādas ar nulli.

Ar sarkano līniju apzīmēts bāzes modelis, melnā līnija ir modificēta NEK struktūra, zilā līnija ir modelis ar modificētu NEK, bet bez Teilora likuma.

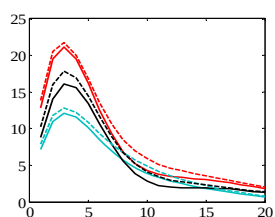
2. attēls

Impulsu reakcijas uz 10% pozitīvu tehnoloģisko šoku

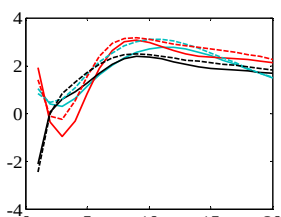
IKP



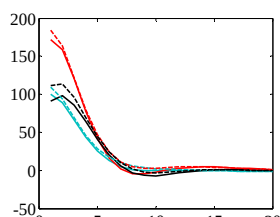
Inflācija



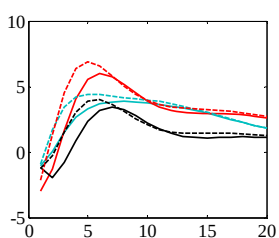
Ierobežoto mājsaimniecību patēriņš



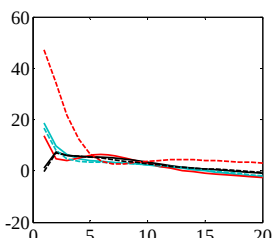
Uzņēmumu patēriņš



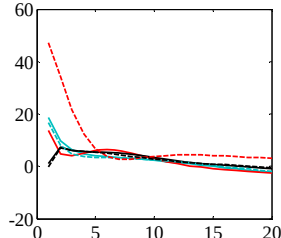
Aizdevumi mājsaimniecībām



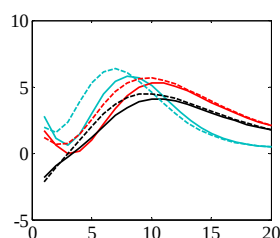
Aizdevumi uzņēmumiem



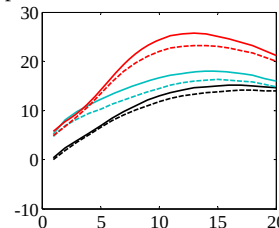
Kapitāla cena; nekustamā īpašuma sektors



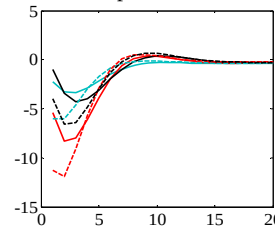
Kapitāla cena; patēriņa preču sektors



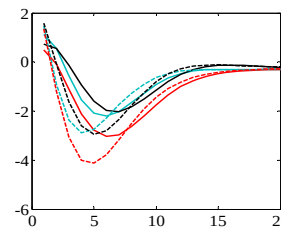
Kapitālieguldījumi; patēriņa preču sektors



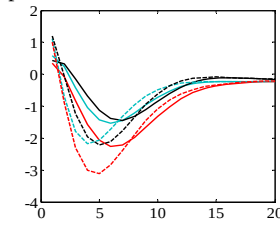
Kapitālieguldījumi; nekustamā īpašuma sektors



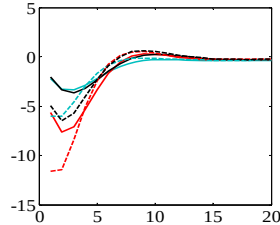
Monētārās politikas procentu likme; 3 mēnešu RIGIBOR



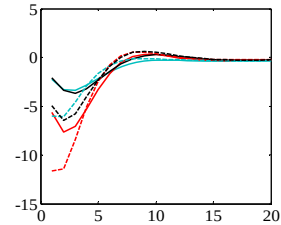
Aizdevumu mājsaimniecībām procentu likme



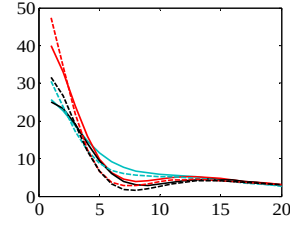
Aizdevumu uzņēmumiem procentu likme



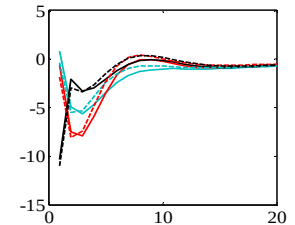
Eiro veikto noguldījumu procentu likme



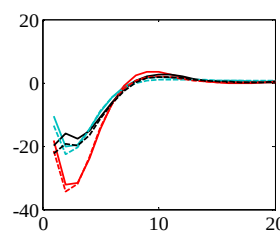
Latos veikto noguldījumu procentu likme



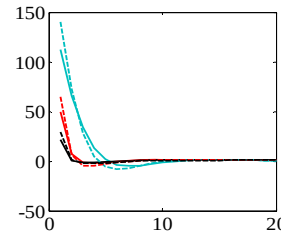
Nekustamā īpašuma cenas



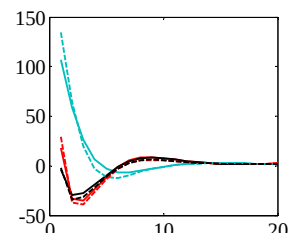
Darbaspēks; patēriņa preču sektors; neierobežotās mājsaimniecības



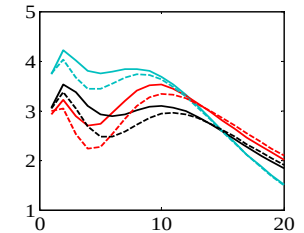
Darbaspēks; patēriņa preču sektors; ierobežotās mājsaimniecības



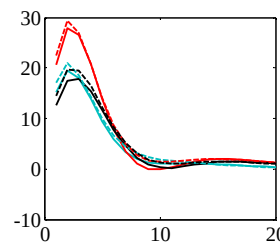
Darbaspēks; nekustamā īpašuma sektors; neierobežotās mājsaimniecības



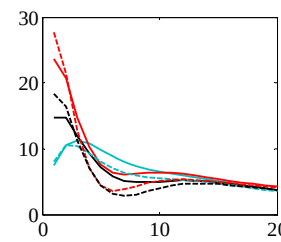
Darbaspēks; nekustamā īpašuma sektors; ierobežotās mājsaimniecības



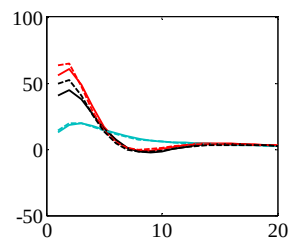
Algas; patēriņa preču sektors; neierobežotās mājsaimniecības



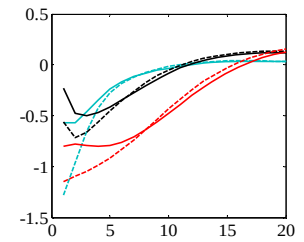
Algas; patēriņa preču sektors; ierobežotās mājsaimniecības



Algas; nekustamā īpašuma sektors; neierobežotās mājsaimniecības



Algas; nekustamā īpašuma sektors; ierobežotās mājsaimniecības

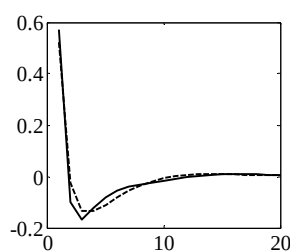


Piezīmes. Impulsu reakcijas aprēķinātas, izmantojot aposteriorā sadalījuma vidējās vērtības. Procentu likmes un banku procentu likmju starpības ir procentu punktos izteiktas absolūtās novirzes no stabila līdzsvara stāvokļa. Visi pārējie aprēķini ir procentuālās novirzes no stabila līdzsvara stāvokļa. Nepārtraukta līnija apzīmē trīs specifikācijas ar finanšu ierobežojumiem, pārtrauktas līnijas attiecas uz scenārijiem bez finanšu ierobežojumiem, t.i., procentu likmju pārmaiņu izmaksas κ_{bH}^{lv} , κ_{bE}^{lv} , κ_d^{lv} un κ_d^{eu} vienādas ar nulli. Ar sarkano līniju apzīmēts bāzes modelis, melnā līnija ir modificēta NEK struktūra, zilā līnija ir modelis ar modificētu NEK, bet bez Teilora likuma.

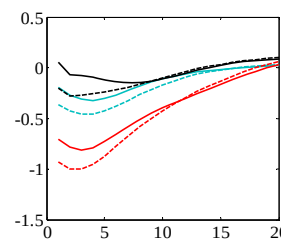
3. attēls

Impulsu reakcijas uz 100 bāzes punktu pozitīvu ārvalstu riska prēmijas šoku

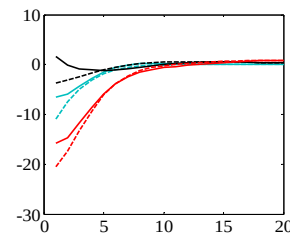
IKP



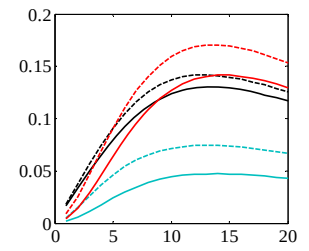
Inflācija

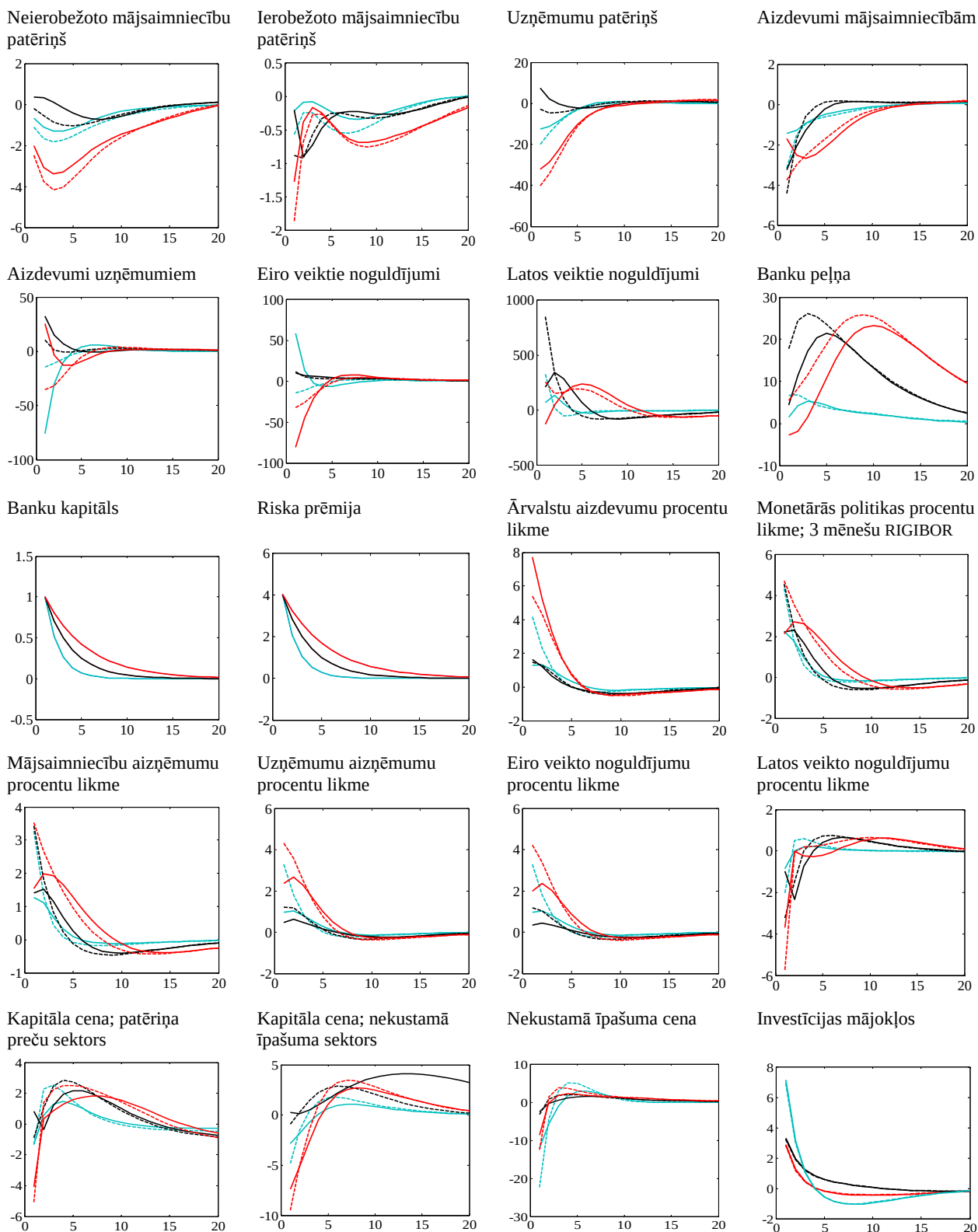


Kopējais patēriņš



Aizdevumi kopā



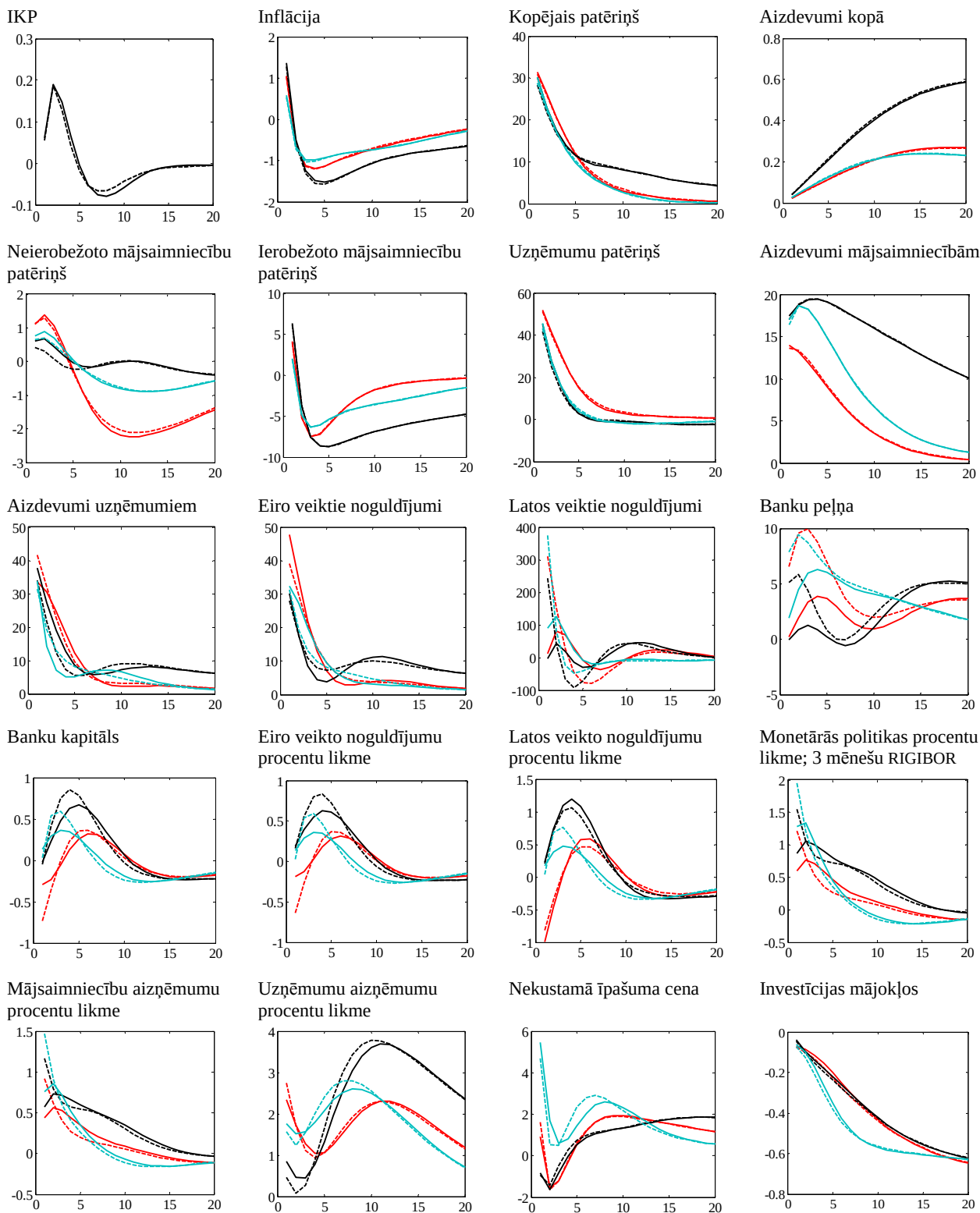


Piezīmes. Impulsu reakcijas aprēķinātas, izmantojot aposteriorā sadalījuma vidējās vērtības. Procentu likmes un banku procentu likmju starpības ir procentu punktos izteiktas absolūtās novirzes no stabila līdzsvara stāvokļa. Visi pārējie aprēķini ir procentuālās novirzes no stabila līdzsvara stāvokļa. Nepārtraukta līnija apzīmē trīs specifiskācijas ar finanšu ierobežojumiem, pārtrauktas līnijas attiecas uz scenārijiem bez finanšu ierobežojumiem, t.i., procentu likmju pārmaiņu izmaksas κ_{bH}^iv , κ_{bE}^iv , κ_d^{iv} un κ_d^{eu} vienādas ar nulli.

Ar sarkano līniju apzīmēts bāzes modelis, melnā līnija ir modificēta NEK struktūra, zilā līnija ir modelis ar modificētu NEK, bet bez Teilora likuma.

4. attēls

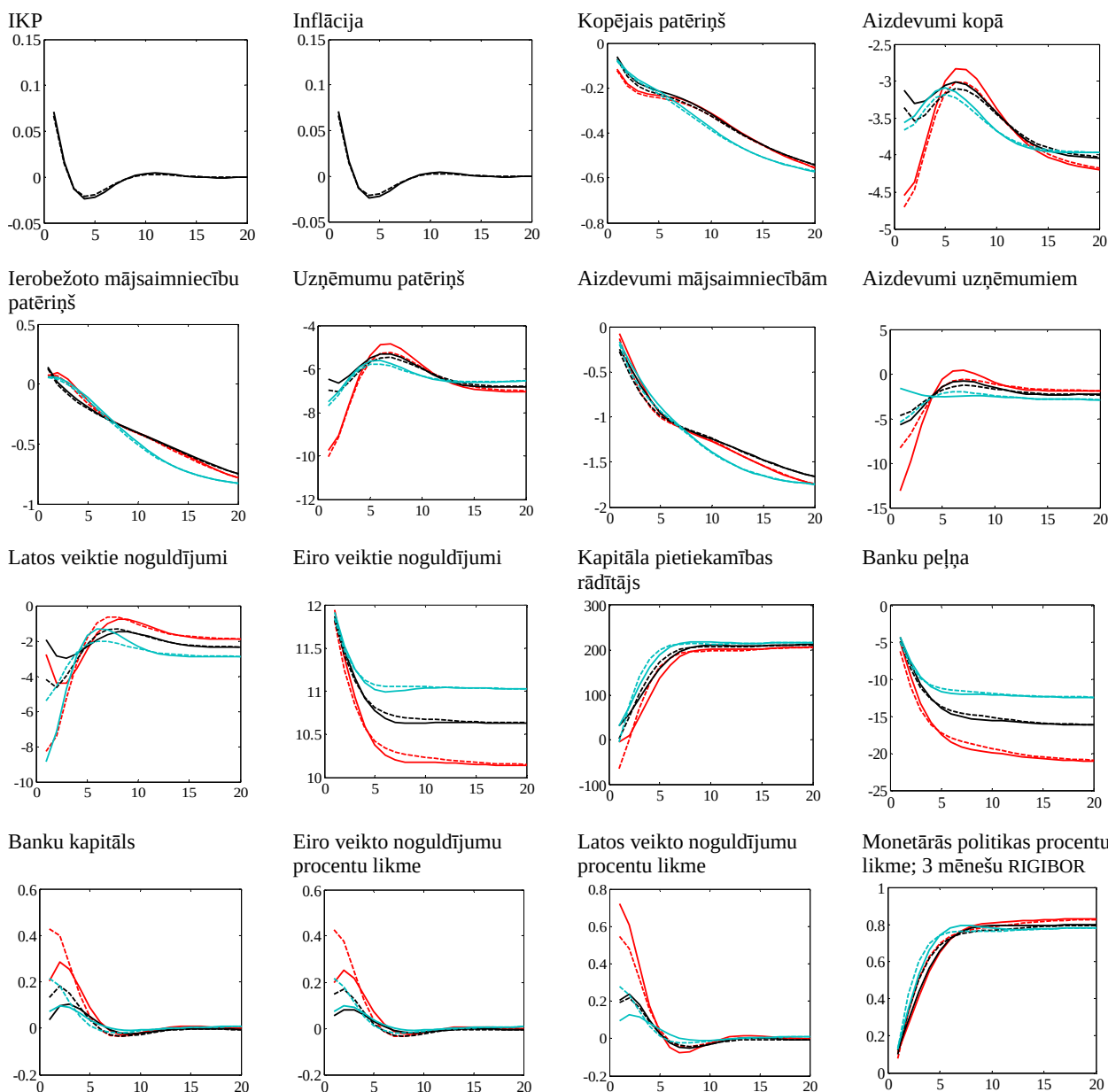
Impulsu reakcijas uz 10 bāzes punktu pozitīvu LTV šoku



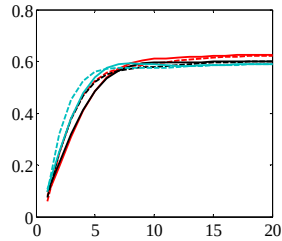
Piezīmes. Impulsa reakcijas aprēķinātas, izmantojot aposteriorā sadalījuma vidējās vērtības. Procentu likmes un banku procentu likmju starpības ir procentu punktos izteiktas absolūtās novirzes no stabila līdzsvara stāvokļa. Visi pārējie aprēķini ir procentuālās novirzes no stabila līdzsvara stāvokļa. Nepārtraukta līnija apzīmē trīs specifiskācijas ar finanšu ierobežojumiem, pārtrauktas līnijas attiecas uz scenārijiem bez finanšu ierobežojumiem, t.i., procentu likmju pārmaiņu izmaksas κ_{bH} , κ_{bE} , κ_d^{lv} un κ_d^{eu} vienādas ar nulli. Ar sarkano līniju apzīmēts bāzes modelis, melnā līnija ir modificēta NEK struktūra, zilā līnija ir modelis ar modificētu NEK, bet bez Teilora likuma.

5. attēls

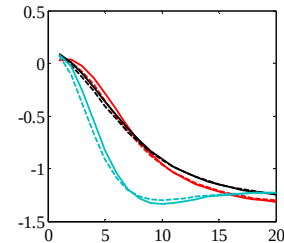
Impulsu reakcijas uz 5% ilgstošu negatīvu banku kapitāla šoku



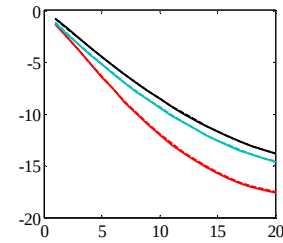
Mājsaimniecību aizņēmumu procentu likme



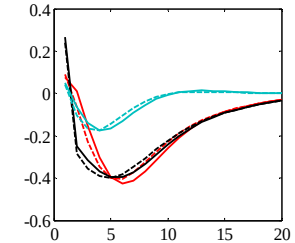
Uzņēmumu aizņēmumu procentu likme



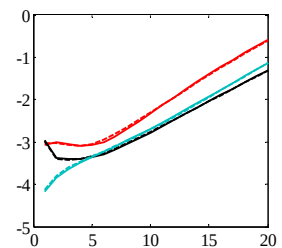
Kapitālieguldījumi; patēriņa preču sektors



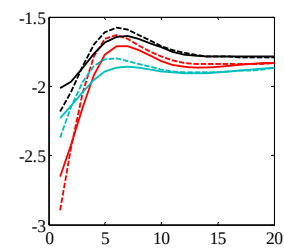
Kapitālieguldījumi; nekustamā īpašuma sektors



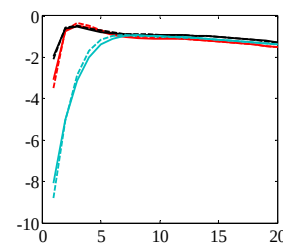
Kapitāla cena; patēriņa preču sektors



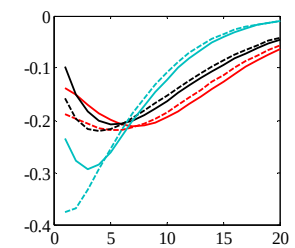
Kapitāla cena; nekustamā īpašuma sektors



Nekustamā īpašuma cena



Investīcijas nekustamajā īpašumā



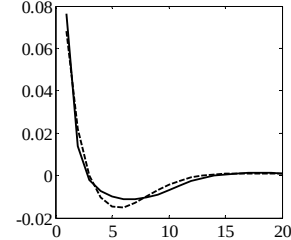
Piezīmes. Impulsu reakcijas aprēķinātas, izmantojot aposteriorā sadalījuma vidējās vērtības. Procentu likmes un banku procentu likmju starpības ir procentu punktos izteiktas absolūtās novirzes no stabila līdzsvara stāvokļa. Visi pārējie aprēķini ir procentuālās novirzes no stabila līdzsvara stāvokļa. Nepārtraukta līnija apzīmē trīs specifikācijas ar finanšu ierobežojumiem, pārtrauktas līnijas attiecas uz scenārijiem bez finanšu ierobežojumiem, t.i., procentu likmju pārmaiņu izmaksas κ_{bH}^{iv} , κ_{bE}^{iv} , κ_d^{iv} un κ_d^{eu} vienādas ar nulli.

Ar sarkano līniju apzīmēts bāzes modelis, melnā līnija ir modificēta NEK struktūra, zilā līnija ir modelis ar modificētu NEK, bet bez Teilora likuma.

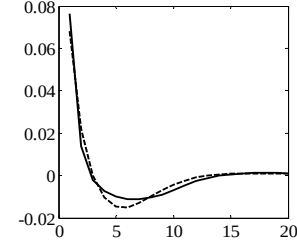
6. attēls

Impulsu reakcija uz 20% vienreizēju negatīvu banku kapitāla šoku

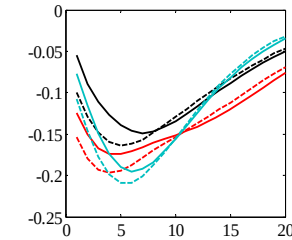
IKP



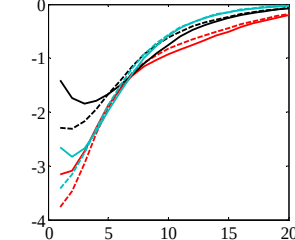
Inflācija



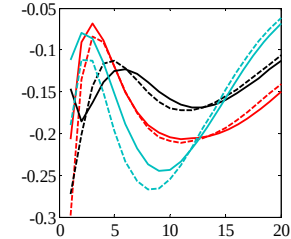
Kopējais patēriņš



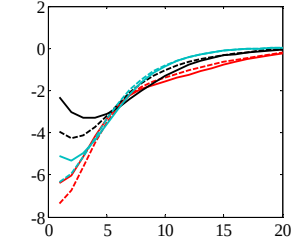
Aizdevumi kopā



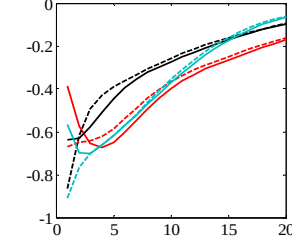
Ierobežoto mājsaimniecību patēriņš



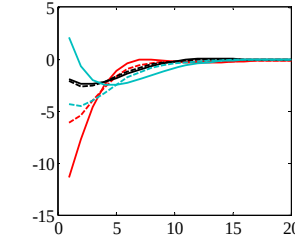
Uzņēmumu patēriņš



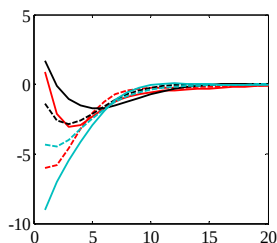
Aizdevumi mājsaimniecībām



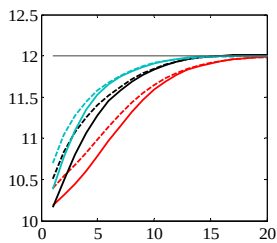
Aizdevumi uzņēmumiem



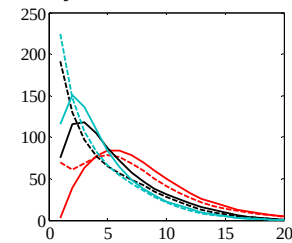
Latos veiktie noguldījumi



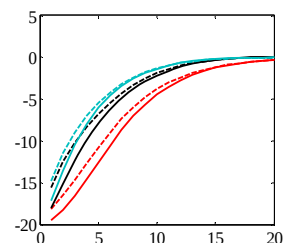
Eiro veiktie noguldījumi



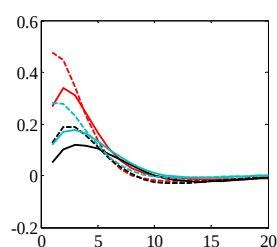
Kapitāla pietiekamības rādītājs



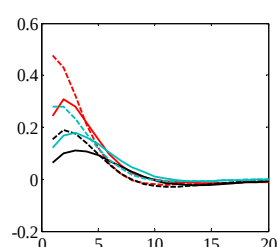
Banku peļņa



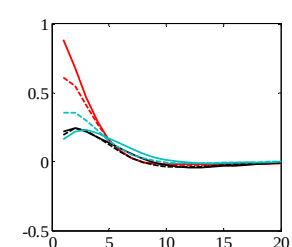
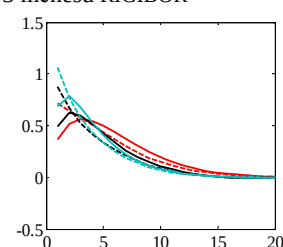
Banku kapitāls



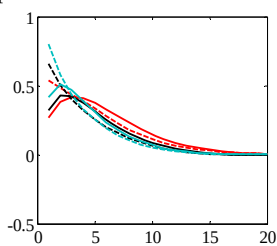
Eiro veikto noguldījumu procentu likmes



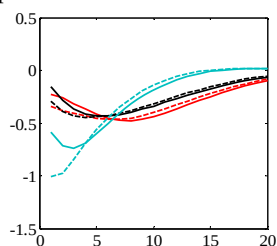
Latos veikto noguldījumu procentu likmes

Monetārās politikas procentu likme;
3 mēnešu RIGIBOR

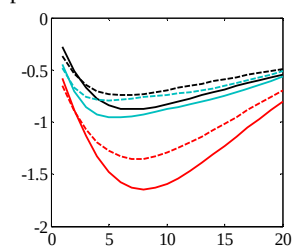
Mājsaimniecību aizņēmumu procentu likmes



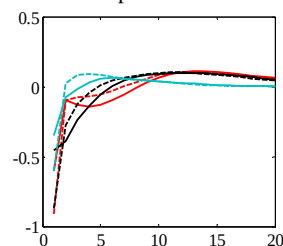
Uzņēmumu aizņēmumu procentu likmes



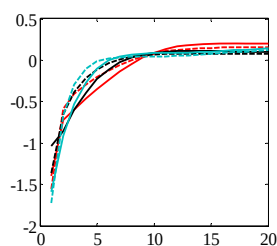
Kapitālieguldījumi; patēriņa preču sektors



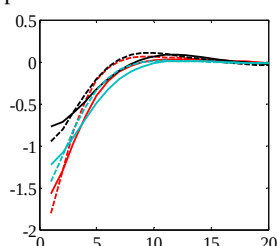
Kapitālieguldījumi; nekustamā īpašuma sektors



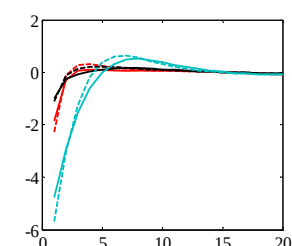
Kapitāla cena; patēriņa preču sektors



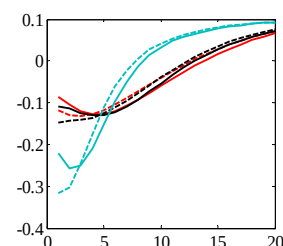
Kapitāla cena; nekustamā īpašuma sektors



Nekustamā īpašuma cena



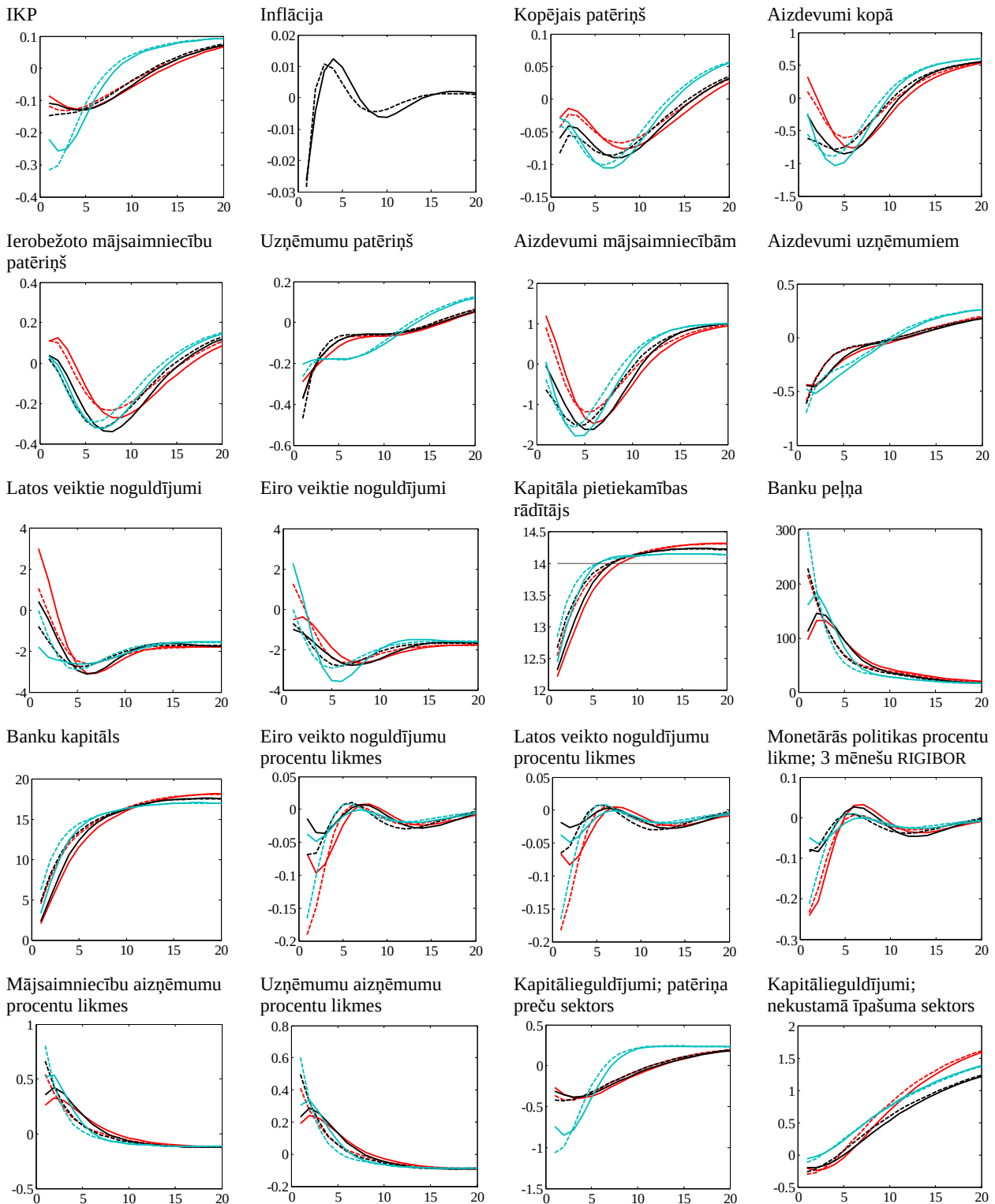
Ieguldījumi mājokļos

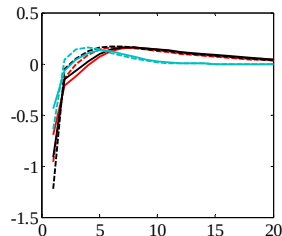
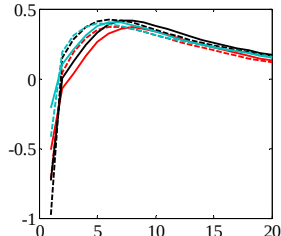


Piezīmes. Impulsu reakcijas aprēķinātas, izmantojot aposteriorā sadalījuma vidējās vērtības. Procentu likmes un banku procentu likmju starpības ir procentu punktos izteiktas absolūtās novirzes no stabila līdzsvara stāvokļa. Visi pārējie aprēķini ir procentuālās novirzes no stabila līdzsvara stāvokļa. Nepārtraukta līnija apzīmē trīs specifikācijas ar finanšu ierobežojumiem, pārtraukta līnijas attiecas uz scenārijiem bez finanšu ierobežojumiem, t.i., procentu likmju pārmaiņu izmaksas κ_{bH} , κ_{bE} , κ_d^{lv} un κ_d^{eu} vienādas ar nulli. Ar sarkano līniju apzīmēts bāzes modelis, melnā līnija ir modificēta NEK struktūra, zilā līnija ir modelis ar modificētu NEK, bet bez Teilora likuma.

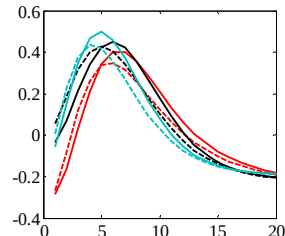
7. attēls

Impulsu reakcijas uz kapitāla pietiekamības rādītāja pieaugumu par 2 procentu punktiem

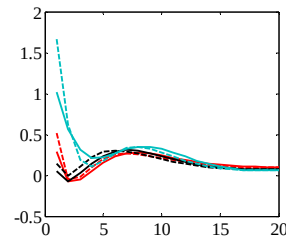


Kapitāla cena; patēriņa
preču sektorsKapitāla cena; nekustamā
īpašuma sektors

Nekustamā īpašuma cena



Ieguldījumi mājokļos



Piezīmes. Impulsu reakcijas aprēķinātas, izmantojot aposteriorā sadalījuma vidējās vērtības. Procentu likmes un banku procentu likmju starpības ir procentu punktos izteiktas absolūtās novirzes no stabila līdzsvara stāvokļa. Visi pārējie aprēķini ir procentuālās novirzes no stabila stāvokļa. Nepārtraukta līnija apzīmē trīs specififikācijas ar finanšu ierobežojumiem, pārtrauktas līnijas attiecas uz scenārijiem bez finanšu ierobežojumiem, t.i., procentu likmju pārmaiņu izmaksas κ_{bH} , κ_{bE} , κ_d^{lv} un κ_d^{eu} vienādas ar nulli. Ar sarkano līniju apzīmēts bāzes modelis, melnā līnija ir modificēta NEK struktūra, zilā līnija ir modelis ar modificētu NEK, bet bez Teilora likuma.

E pielikums. Dati un avoti

Reālais patēriņš: sezonāli izlīdzināti mājsaimniecību un mājsaimniecības apkalpojošo bezpeļņas organizāciju galapatēriņa izdevumi salīdzināmajās cenās. Avots: CSP.

Reālās nekustamā īpašuma cenas: ar SPCI deflēta sērijveida dzīvokļa 1 m² cena Rīgas mikrorajonos. Avoti: SIA "Latio" un CSP.

Latos veiktie noguldījumi: mājsaimniecību un privāto nefinanšu sabiedrību noguldījumu atlikums latos. Avots: FKTK.

Eiro veiktie noguldījumi: mājsaimniecību un privāto nefinanšu sabiedrību noguldījumu atlikums OECD dalībvalstu valūtās. Avots: FKTK.

Aizdevumi mājsaimniecībām: aizdevumu mājokļa iegādei atlikums OECD dalībvalstu valūtās. Avots: FKTK.

Aizdevumi uzņēmumiem: aizdevumu privātajām nefinanšu sabiedrībām atlikums OECD dalībvalstu valūtās. Avots: FKTK.

Nominālā iekšzemes monetārās politikas procentu likme: 3 mēnešu RIGIBOR ceturkšņa vidējā procentu likme. Avots: Latvijas Banka.

Nominālā ārvalstu monetārās politikas procentu likme: 3 mēnešu EURIBOR ceturkšņa vidējā procentu likme. Avots: *Bloomberg*.

Noguldījumu nominālā procentu likme: mājsaimniecību un privāto nefinanšu sabiedrību veikto jauno noguldījumu procentu likme OECD dalībvalstu valūtās. Avots: FKTK.

Aizdevumu uzņēmumiem nominālā procentu likme: privāto nefinanšu sabiedrību jauno aizņēmumu procentu likme OECD dalībvalstu valūtās. Avots: FKTK.

Aizdevumu mājsaimniecībām nominālā procentu likme: procentu likmes jaunajiem aizdevumiem mājokļa iegādei OECD dalībvalstu valūtās (līdz 2003. gada beigām – kopējais aizdevumu atlikums, ar 2004. gadu – aizdevumu mājokļa iegādei atlikums). Avots: FKTK.

Banku kapitāla attiecība pret aizdevumu summu: apmaksātais bankas pamatkapitāls (akciju kapitāls), kas dalīts ar aizdevumu privātajām nefinanšu sabiedrībām atlikumu un aizdevumu mājokļa iegādei summu. Avots: FKTK.

Iekšzemes inflācija: SPCI pieauguma temps salīdzinājumā ar iepriekšējo ceturksni. Latvijas kopējais sezonāli izlīdzinātais indekss. Avots: CSP.

Ārvalstu inflācija: SPCI pieauguma temps salīdzinājumā ar iepriekšējo ceturksni. ES25 valstu kopējais sezonāli izlīdzinātais indekss. Avots: *Eurostat*.

LITERATŪRA

1. ADOLFSON, Malin, LASÉEN, Stefan, LINDÉ, Jesper, VILLANI, Mattias. *Evaluating an Estimated New Keynesian Small Open Economy Model*. Sveriges Riksbank Working Paper Series, No. 203, February 2007.
2. AJEVSKIS, Viktors, VĪTOLA, Kristīne. *Fiksēta valūtas kursa režīma priekšrocības vispārējā līdzsvara stāvokļa apstākļos*. Rīga : Latvijas Banka, 2009. Pētījums 4/2009.
3. CHRISTENSEN, Ian, CORRIGAN, Paul, MENDICINO, Caterina, NISHIYAMA, Shin-Ichi. *Consumption, Housing Collateral, and the Canadian Business Cycle*. Bank of Canada Working Paper Series, No. 26, October 2009.
4. CHRISTIANO, Lawrence J., MOTTO, Roberto, ROSTAGNO, Massimo. *Financial Factors in Economic Fluctuations*. European Central Bank Working Paper Series, No. 1192, May 2010.
5. DARRACQ PARIÈS, Matthieu, KOK SØRENSEN, Christoffer, RODRIGUEZ PALENZUELA, Diego. *Macroeconomic Propagation under Different Regulatory Regimes: Evidence from an Estimated DSGE Model for the Euro Area*. European Central Bank Working Paper Series, No. 1251, October 2010.
6. GERALI, Andrea, NERI, Stefano, SESSA, Luca, SIGNORETTI, Federico M. *Credit and Banking in a DSGE Model of the Euro Area*. Banca d'Italia Working Paper Series, No. 740, January 2010.
7. IACOVIELLO, Matteo. House Prices, Borrowing Constraints, and Monetary Policy in the Business Cycle. *American Economic Review*, vol. 95, No. 3, June 2005, pp. 739–764.
8. IACOVIELLO, Matteo, NERI, Stefano. Housing Market Spillovers: Evidence from an Estimated DSGE Model. *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 2, No. 2, April 2010, pp.125–164.
9. KOLASA, Marcin, LOMBARDO, Giovanni. *Financial Frictions and Optimal Monetary Policy in an Open Economy*. European Central Bank Working Paper Series, No. 1338, May 2011.
10. ROGER, Scott, VLČEK, Jan. *Macroeconomic Costs of Higher Bank Capital and Liquidity Requirements*. International Monetary Fund Working Paper Series, vol. 11, No. 103, May 2011.
11. SMETS, Frank, WOUTERS, Rafael. Shocks and Frictions in U.S. Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach. *American Economic Review*, vol. 97, No. 3, June 2007, pp. 586–606.