ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2006 – 2013«

Prejeto: 16-04-2012 012
63113-6/2008 31

I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta

1. Naziv težišča v okviru CRP:

KONKURENČNO GOSPODARSTVO IN HITREJŠA RAST

2. Šifra projekta:

V5-0402

3. Naslov projekta:

Anatomija gospodarskih ciklov in šokov ter optimalni odziv fiskalne politike: diskrecijska politika, avtomatični stabilizatorji ali fiskalna pravila?

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Anatomija gospodarskih ciklov in šokov ter optimalni odziv fiskalne politike: diskrecijska politika, avtomatični stabilizatorji ali fiskalna pravila?

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

The anatomy of business cycles and economic shocks and the optimal fiscal policy response: discretion, automatic stabilizers or fiscal rules?

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

fiskalna politika; fiskalne institucije; gospodarski cikli

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

fiscal policy; fiscal institutions; business cycle

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

0510 Univerza v Ljubljani (0584 - članica Ekonomska fakulteta)

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

7079 - Univerza na Primorskem, Fakulteta za management Koper

6. Sofinancer/sofinancerji:

Urad za makroekonomske analize in razvoj

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

18937	Sašo Polanec

Datum: 15.3.2011

Podpis vodje projekta:

doc. dr. Sašo Polanec

UNIVERZA V LJUBLJANI

14

Podpis in žig izvajalca:

prof. dr. Radovan Stanislav Pejovnik, rektor

zanj po pooblastilu

prof. dr. Dušan Mramor, dekan

II. Vsebinska struktura zaključnega poročila o rezultatih raziskovalnega projekta v okviru CRP

1. Cilji projekta:

1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

- [x] a) v celoti
- [ ] b) delno
- [ ] c) ne

Če b) in c), je potrebna utemeljitev.

1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

- [ ] a) da
- [x] b) ne

Če so se, je potrebna utemeljitev:

2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela[1]:

V podaljšanem obdobju smo pripravili prvo verzijo teoretičnega dvosektorskega modela splošnega ravnotežja, ki omogoča eksterne šoke v povpraševanju in v cenah nafte ter fiskalno politiko. Posebnost modela je, da omogoča nestacionarne šoke, kar pomeni, da so spremenljivke integrirane vsaj prvega reda. Model dopušča diskrecijsko fiskalno politiko na strani: transferov, državnih izdatkov in pa trošarin.

V prvem delu poročila so prikazane časovne serije šokov, ki omogočajo vpogled v statistične značilnosti šokov. Statistični testi kažejo, da so spremenljivke kot je izvoz v tujino in cene različnih energentov integrirane, kar pomeni, da so šoki popolnoma persistentni.

V drugem delu poročila prikazujemo teoretičen model. Le-ta ima razdelano stran potrošnje, kjer je zadovoljstvo gospodinjstev odvisno od i) nafte in ii) ostalih dobrin. Ostale dobrine nadalje delimo na trgovane in netrgovane, pri čemer so trgovane proizvedene doma bodisi v tujini. Zadovoljstvo gospodinjstev je odvisno tudi od količine denarja ter od dela. Več dela pomeni manjše zadovoljstvo. Na strani proizvodnje imamo prav tako dva sektorja: trgovanih in netrgovanih dobrin. Proizvajalci znotraj sektorjev so monopolistični konkurenti. Cene, ki jih postavljajo proizvajalci so pribitki nad mejne stroške, pri čemer so mejni stroški odraz cene dela in cene nafte. Dinamika mejnih stroškov je odvisna tudi od persistentnih stohastičnih šokov v tehnologiji. Kapital je v tej inačici modela zanemarjen. Delavci so sicer heterogeni, a podjetja najemajo vse delavce v enakih razmerjih. Določanje cen je podvrženo rigidnostim, zato je prilagajanje počasnejše in omogoča izpeljavo nove Phillipsove krivulje.

Model vključuje fiskalno politiko, ki ima več instrumentov na strani davkov in izdatkov. Davkov je več vrst: i) davki na potrošnjo (DDV), ii) davki na plače (prispevki in davki) ter iii) davki na kapital. Poleg teh davkov je v modelu trošarina, ki je pravi instrument, ki se lahko odziva na inflacijo in proračunski primanjkljaj. Na strani državnih izdatkov je v modelu: i) državna potrošnja, ii) transferi gospodinjtvom (pokojnine, socialni prispevki) in iii) obrestni na javni dolg.

Monetarna politika je v modelu eksogena, saj je določena enotno za evrsko območje. Višina obrestne mere v domačem gospodarstvu in tujini pa je odvisna od neto zunanje investicijske pozicije, ki se razvija v odvisnosti od izvoza in uvoza. Na eksterne šoke v povpraševanju se tako lahko odziva zgolj s fiskalno politiko.

[1] Potrebno je napisati vsebinsko raziskovalno poročilo, kjer mora biti na kratko predstavljen program dela z raziskovalno hipotezo in metodološko-teoretičen opis raziskovanja pri njenem preverjanju ali zavračanju vključno s pridobljenimi rezultati projekta.

3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen[2] rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

- ☐ a) odkritje novih znanstvenih spoznanj;
- ☒ b) izpopolnitev oziroma razširitev metodološkega instrumentarija;
- ☒ c) razvoj svojega temeljnega raziskovanja;
- ☐ d) razvoj drugih temeljnih znanosti;
- ☐ e) razvoj novih tehnologij in drugih razvojnih raziskav.

3.2. Označite s katerimi družbeno-ekonomskimi cilji (po metodologiji OECD-ja) sovpadajo rezultati vašega raziskovalnega projekta:

☐ a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;

☐ b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvom, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;

☐ c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vodnih virov in nuklearne energije;

☐ d) razvoj infrastrukture - Ta skupina vključuje dve podskupini:

- transport in telekomunikacije - Vključen je RR, ki je usmerjen v izboljšavo in povečanje varnosti prometnih sistemov, vključno z varnostjo v prometu;
- prostorsko planiranje mest in podeželja - Vključen je RR, ki se nanaša na skupno načrtovanje mest in podeželja, boljše pogoje bivanja in izboljšave v okolju;

☐ e) nadzor in skrb za okolje - Vključuje RR, ki je usmerjen v ohranjevanje fizičnega okolja. Zajema onesnaževanje zraka, voda, zemlje in spodnjih slojev, onesnaženje zaradi hrupa, odlaganja trdnih odpadkov in sevanja. Razdeljen je v dve skupini:

☐ f) zdravstveno varstvo (z izjemo onesnaževanja) - Vključuje RR - programe, ki so usmerjeni v varstvo in izboljšanje človekovega zdravja;

☒ g) družbeni razvoj in storitve - Vključuje RR, ki se nanaša na družbene in kulturne probleme;

☐ h) splošni napredek znanja - Ta skupina zajema RR, ki prispeva k splošnemu napredku znanja in ga ne moremo pripisati določenim ciljem;

☐ i) obramba - Vključuje RR, ki se v osnovi izvaja v vojaške namene, ne glede na njegovo vsebino, ali na možnost posredne civilne uporabe. Vključuje tudi varstvo (obrambo) pred naravnimi nesrečami.

---

[2] Označite lahko več odgovorov.

3.3. Kateri so **neposredni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Neposredni rezultati raziskovalnega projekta so naslednji: i) razvoj analitičnega orodja za ocenjevanje stohastičnih modelov splošnega ravnotežja s permanentnimi šoki v dvosektorskem kontekstu, ii) analiza učinkov različnih fiskalnih politik v kontekstu tega modela in iii) možnost uporabe modela za različne eksperimente politike.

3.4. Kakšni so lahko **dolgoročni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Dolgoročni rezultati raziskovalnega dela so lahko izbira boljše mešanice ukrepov fiskalne politike.

3.5. Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- ☐ a) v domačih znanstvenih krogih;
- ☒ b) v mednarodnih znanstvenih krogih;
- ☐ c) pri domačih uporabnikih;
- ☐ d) pri mednarodnih uporabnikih.

3.6. Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

Ni še interesentov.

3.7. Število diplomantov, magistrov in doktorjev, ki so zaključili študij z vključenostjo v raziskovalni projekt?

En magistrski študent: Črt Lenarčič.

4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

4.1. Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi inštitucijami.

Neposrednega sodelovanja ni bilo.

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

5. Bibliografski rezultati[3] :

Za vodjo projekta in ostale raziskovalce v projektni skupini priložite bibliografske izpise za obdobje zadnjih treh let iz COBISS-a) oz. za medicinske vede iz Inštituta za biomedicinsko informatiko. Na bibliografskih izpisih označite tista dela, ki so nastala v okviru pričujočega projekta.

6. Druge reference[4] vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:

Rezultatov projekta še nismo objavili. Na tej podlagi še niso nastale nove reference.

[3] Bibliografijo raziskovalcev si lahko natisnete sami iz spletne strani:http:/www.izum.si/

[4] Navedite tudi druge raziskovalne rezultate iz obdobja financiranja vašega projekta, ki niso zajeti v bibliografske izpise, zlasti pa tiste, ki se nanašajo na prenos znanja in tehnologije.
Navedite tudi podatke o vseh javnih in drugih predstavitvah projekta in njegovih rezultatov vključno s predstavitvami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.

Dvosektorski stohastični dinamični model splošnega ravnovetežja Slovenije

CRP V5-0402

Anatomija gospodarskih ciklov in šokov ter optimalni odziv fiskalne politike: diskrecijska politika, avtomatični stabilizatorji ali fiskalna pravila?

Prof. dr. Igor Masten
Doc. dr. Sašo Polanec
Prof. dr. Janez Šušteršič

Ekonomska fakulteta
Univerze v Ljubljani

Fakulteta za management
Univerza na Primorskem

Končno poročilo projekta CRP V5-0402

Avgust 2010

Kazalo

Tabele

Slike

1 Uvod

Slovensko gospodarstvo je majhno odprto gospodarstvo, ki je močno odvisno od zunanjih dejavnikov. Najpomembnejši zunanji dejavniki so spremembe svetovnih cen različnih dobrin in na drugi strani spremembe na strani tujega povpraševanja po domačih dobrinah. Spreminjanje cen naftnih derivatov je v Sloveniji povzročalo pomembne premike tako v indeksu cen življenjskih potrebščin, kot tudi v indeksih cen proizvajalcev ter posledično obseg povpraševanja po nafti in obseg proizvodnje. Na drugi strani je Slovenija močno podvržena zunanjim šokom, kar se je izkazalo tudi v zadnjem času ob znižanju tujega povpraševanja in posledičnemu upadu gospodarske aktivnosti.

Cilj projekta je izgradnja dvosektorskega modela gospodarstva, ki temelji na modelu SLODSGE, ki ga je razvil Masten (2010) za Slovenijo in pa modelih, ki so jih razvili Adolfson et al. (2007), Christiano et al. (2005) in Altig et al. (2003). Za namene analize vplivov eksternih šokov je model prilagojen tako, da nafta vstopa tako v potrošnjo kot tudi v proizvodnjo. Na ta način je struktura gospodarstva v nekaterih aspektih bolj kompleksna, zato so drugi deli modela Adolfsona et al. (2010) poenostavljeni. Model vsebuje nominalne in realne frikcije kot so lepljive cene in nominalne plače. Pomembna lastnost modela iz Adolfson et al. (2007), ki je ohranjena tudi v pričujočem modelu, je tudi prisotnost stohastičnega tehnološkega trenda, ki pa se v tem primeru razlikuje med sektorjema. Na ta način je model bolje sposoben pojasniti persistentnost oz. nestacionarnost v podatkih. Predpostavka majhnega odprtega gospodarstva pomeni, da se gospodarski blok preostalega sveta, ki ga v konkretnem primeru predpostavlja Evro območje, modelira kot eksogen. Država se lahko na šoke odziva s fiskalno politiko na enak podoben način kot v Masten (2010), vendar pa je dopolnjena tako, da se država lahko odziva s spreminjanjem trošarin. Tako lahko v modelu analiziramo vpliv šokov in optimalni odziv fiskalne politike.

Poročilo ima naslednjo strukturo. V drugem poglavju so dokumentirane časovne serije slovenskega izvoza in nafte ter njihove statistične značilnosti in pomen v trgovanem in netrgovanem sektorju.V tretjem poglavju je predstavljena teoretična struktura modela in izpeljane ključne relacije gospodarstva. V tretjem poglavju je predstavlje postopek kalibracije osnovnih parametrov modela, preslikava med modelskimi spremenljivkami in spremenljivkami, ki jih imamo na voljo, ter metoda reševanja in simulacije modela. V četrtem poglavju so prikazani rezultati simulacij modela in v dodatku je programska koda za paket Dynare.

2 Struktura slovenskega gospodarstva in empirične značilnosti šokov

V tem poglavju ugotavljamo odvisnost stroškov slovenskega gospodarstva od cen nafte kot pommebnega input. Osnova za izračun so podatki iz uradnih statističnih tabel za leti 2005 in (kot primerjava) 2001. Izhajamo iz podatkov, razčlenjenih na 60 gospodarskih sektorjev, ki pa jih za potrebe našega modela agregiramo v dve veliki skupini glede na izvozno usmerjenost, to je na menjalni in nemenjalni sektor gospodarstva. Kot približek za input nafte jemljemo input celotnega sektorja koks, naftni derivati in jedrsko gorivo.

Uporaba cen v input output modelih

Input output ali medsektorska analiza predstavlja pomembno teoretično področje in uporabno analitično orodje za temeljito analizo gospodarstva, katerega avtor je ameriški ekonomist ruskega rodu in Nobelov nagrajenec za ekonomijo leta 1974, Wassily Leontief. Input output analiza temelji na input-output tabelah, ki nudijo relativno enostaven prikaz sektorske strukture nekega ekonomskega sistema. Danes le-te predstavljajo pomemben analitičen pripomoček, ki raziskovalcu omogoča odgovoriti na številna vprašanja o delovanju in strukturi značilnostih proučevanega gospodarstva.

Input-output tabele so lahko izražene v fizičnih enotah ali pa v denarnih enotah. V kolikor so v input-output model vključene tudi cene in ne samo količine se input-output analizi odpirajo tudi široke možnosti proučevanja vpliva cen proizvodov posameznega sektorja na cene proizvodov ostalih sektorjev. Če so uporabljene fizične enote, nam na primer tehnični koeficient $a_{ij} = 4$ pomeni, da za enoto proizvoda sektorja j porabi 4 enote sektorja i. V primeru, da ne gre za denarne enote, je lahko vrednost tehničnih koeficientov večja od ena. Ker so elementi v matrikah merjeni v različnih enotah, jih ni smiselno seštevati. Zaradi primerljivosti je tako potrebno v model uvesti cene, ki omogočajo širšo analizo odvisnosti s pomočjo input-output tabel.

V input-output analizo cen so vključene naslednje predpostavke (Babić, 1990, str. 108):

- ponudba po spremembi cene ostane nespremenjena, kar ni povsem skladno z ekonomsko teorijo, ki pravi, da sprememba cene povzroči tudi spremembo ponudbe,
- naslednja izmed pomembnih predpostavk je tudi ta da so koeficienti parcialne elastičnosti enaki 0, kar pomeni, da ni substitucije dražjih proizvodov s cenejšimi, kar je na kratek rok še smiselno,
- proizvodi posameznega sektorja so homogeni.

Spremembe cen v tekočem obdobju glede na bazno obdobje merimo z indeksom cen, ki ga dobimo tako, da vrednost proizvodnje v tekočem obdobju delimo z vrednostjo proizvodnje v baznem obdobju (uporabimo prvo predpostavko). To lahko zapišemo kot:

$$p_j = \frac{x_j^{(1)}}{x_j}.$$

Indeks p_j pomeni merilo začetnega impulza rasti cen, ki je lahko posledica presežka povpraševanja nad ponudbo (demand-pull inflation) ali pa posledica eksogenega povečanja katerekoli stroškovne komponente (cost-push inflation) (Babić, 1990, str. 109).

Povišanje cen proizvodov posameznega sektorja povzroči rast stroškov vsem sektorjem, ki trošijo proizvode sektorja j. Višji stroški porabe proizvoda sektorja j v sektorju i tako znašajo:

$$p_j X_{ji}.$$

Sektor lahko višje stroške v celoti prenese na potrošnike, lahko pa tudi zniža svoj dohodek. Ali bo prenesel stroške na potrošnika in v kolikšni meri, je odvisno od elastičnosti povpraševanja. Bolj ko je neelastično, v večji meri bo lahko višje stroške prenesel na potrošnike, in obratno. V našem modelu bomo predpostavili, da je povpraševanje po proizvodih sektorja koks, naftni derivati in jedrsko gorivo popolnoma neelastično, tako da se lahko stroški v celoti prenesejo na porabnike proizvodov posameznih sektorjev.

Vrednost proizvodnje sektorja lahko zapišemo kot (Babić, 1990, str. 110):

$$p_j X_j = \sum_{i=1}^{n} p_i X_{ij}^d + \sum_{i=1}^{n} p_i^u X_{ij}^u + z_j D_j, j = 1, 2, ..., n,$$

če delimo zgornjo enačbo z X_j dobimo:

$$p_j = \sum_{i=1}^{n} p_i a_{ij}^d + \sum_{i=1}^{n} p_i^u a_{ij}^u + z_j d_j, j = 1, 2, ..., n.$$

V matrični obliki lahko enačbo zapišemo:

$$p = pA^d + p^u A^u + z\widehat{d},$$

kjer je:

- p vektor indeksov spremembe cen domačih proizvodov,

- p^u vektor indeksov spremembe cen uvoženih proizvodov,
- z vektor indeksov spremembe BDP,
- A^d domača komponenta tehnološke matrike,
- A^u uvozna komponenta tehnološke matrike,
- $\widehat{d}$ diagonalna matrika BDP.

Iz zgornje enačbe dobimo vektor domačih cen:

$$p = p^u A^u \left(I - A^d\right)^{-1} + z\widehat{d}\left(I - A^d\right)^{-1}.$$

Ker so vrednosti matrik A^u, A^d, I in $\widehat{d}$ konstantne lahko vrednosti njihovih produktov nadomestimo z G in H. Tako dobimo:

$$p = p^u G + zH.$$

Zgornja enačba jasno kaže, da je raven domačih cen odvisna od spremembe uvoznih cen in komponente spremembe koeficientov BDP.

Analiza odvisnosti od naftnih inputov glede na izvozno usmerjenost sektorja

V nadaljevanju smo nekoliko podrobneje analizirali tudi izvozno usmerjenost gospodarskih dejavnosti v Sloveniji, za kar smo uporabili AJPES-ove podatke iz zaključnih računov za leti 2001 in 2005, kjer smo za izvozne sektorje določili tiste dejavnosti, ki so imeli delež čistih prihodkov od prodaje v tujini glede na celotne čiste prihodke od prodaje višji od 50%.

Izvozna usmerjenost celotnega slovenskega gospodarstva se je v obdobju od leta 2001 do leta 2005 nekoliko okrepila. Delež čistih prihodkov od prodaje na tujih trgih v prihodkih od prodaje se je tako v tem obdobju okrepil za dobro odstotno točko in je tako bil skoraj 30%. V tem obdobju ni prišlo do bistvenih sprememb glede izvozne usmerjenosti posameznih dejavnosti. V letu 2005 je bilo tako v 60 sektorskem prikazu izvozno usmerjenih 18 dejavnosti, kar je za eno dejavnost manj kot v letu 2001. Tako le dejavnost koks, naftni derivati in jedrsko gorivo ni bila več izvozno usmerjena, kar je po naši oceni posledica zapiranja Rudnika urana Žirovski vrh. Z vidika analize vpliva cene prozvodov iz sektorja koks, naftni derivati in jedrsko gorivo na izvozno usmerjene dejavnosti je tako pomembno, da se v letih 2001 in 2005 sestavi dejavnosti nista bistveno spremenili[1], saj je s tem omogočena tudi konsistentnejša primerjava v različnih časovnih obdobjih.

Po tem ko se je v obdobju od leta 2001 do leta 2005 cena nafte vrste brent, merjena v evrih, okrepila za dobrih 60%, se je delež stroškov proizvodov sektorja koks, naftni derivati in jedrsko gorivo v vrednosti celotne proizvodnje izvoznih sektorjev okrepil za dobro desetino, na $0,59\%$. Med izvoznimi sektorji, pri katerih predstavljajo proizvodi sektorja koks, naftni derivati in jedrsko gorivo nekoliko pomembnejši strošek, sta le sektorja povezana s prevozi (zračni in vodni prevoz), medtem ko je v ostalih sektorjih ta strošek bistveno manjšega pomena. Povprečen delež stroškov proizvodov sektorja koks, naftni derivati v vrednosti proizvodnje izvozno usmerjenih dejavnosti je tako za dobro polovico nižji kot v dejavnostih, ki pretežen del svojih dohodkov ustvarijo na domačem trgu. Pri zadnjih se je delež tovrstnih stroškov v letu 2005 glede na 2001 okrepil za slabo tretjino, na $1,38\%$. Odvisnost izvoznih dejavnosti od proizvodov dejavnosti koks, naftni derivat in jedrsko gorivo je tako precej manjša od dejavnosti, ki so pretežno usmerjeni na domači trgi. Eden izmed razlogov za takšne razlike je lahko ta, da je proizvodnja proizvodov in storitev izvoznih dejavnosti manj energetsko intenzivna, obenem pa so se te dejavnosti zaradi okrepljene konkurence drugih ponudnikov, ki nastopajo na tujih trgih, primorane obnašati učinkoviteje in zato bolje obvladovati stroške, kar potrjuje tudi rast deleža stroškov za proizvode in storitve dejavnosti koks, naftni derivati in jedrsko gorivo, ki je bila v izvoznih dejavnostih na bistveno nižji ravni kot v dejavnostih, usmerjenih pretežno na domači trg.

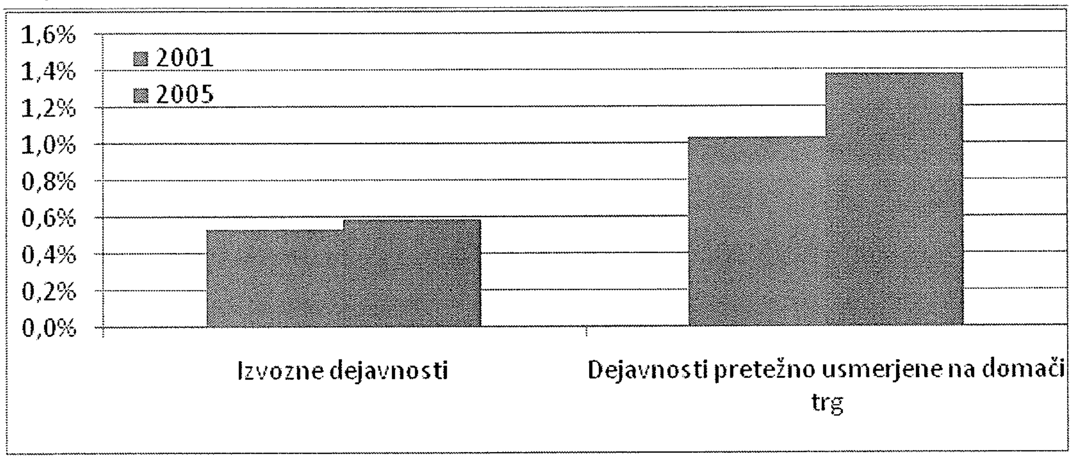
Analiza vpliva cene nafte na stroške posameznih sektorjev v slovenskem gopodarstvu

Analizo smo naredili na osnovi input output tabel za leto 2005[2]. Ob ocenjevanju učinka cen proizvodov sektorja koks, naftni derivati in jedrsko gorivo na proizvodne stroške posameznih sektorjev smo predpostavili, da se cene v tem sektorju povišajo za 20%. Rezultati po posameznih dejavnostih so se precej razlikovali, kar je posledica tega, da se tudi struktura stroškov med posameznimi dejavnostmi precej razlikuje, saj dejavnosti pri svoji proizvodnji niso enako odvisni od proizvodov dejavnosti koks, naftni derivati in jedrsko gorivo. Prirasti cen proizvodov in storitev posameznih dejavnosti ob predpostavljeni 20-odstotni rasti cen proizvodov v dejavnosti koksa, naftnih derivatov in jedrskega goriva so bili od $0,1\%$ pa vse do $4,3\%$. Poleg osnovne dejavnosti koks, naftni derivati in jedrsko gorivo, kjer bi se 20% povišanje cene nafte odrazilo v dodatno $4,3\%$ višjih cenah

[1] Obseg vrednosti proizvodnje izpadlega sektorja je predstavljal le $0,1\%$ vrednosti proizvodnje vseh izvoznih sektorjev.

[2] Za to leto so pripravljene dovolj podrobne input output tabele, ki so primerne za potrebe naše analize.

Slika 1: **Stroški prozvodov sektorja koks, naftni derivati in jedrsko gorivo v vrednosti proizvodnje izvozno usmerjenih sektorjev in pretežno na domači trg usmerjenih sektorjev**



proizvodov te dejavnosti, so večjo odzivnost na cene proizvodov dejavnosti koks, naftni derivati in jedrsko gorivo izkazale tudi dejavnosti povezane s transportom (kopenski, zračni in vodni), nekoliko višjo odzivnost so kazali tudi stroški v dejavnosti gozdni proizvodi in gozdarske storitve ter dejavnosti kmetijski pridelki in storitve, storitve za lovstvo.

Ker novejših dovolj podrobnih input output tabel ni na voljo, smo za primerjavo enako analizo naredili še na input output tabelah za leto 2001, da bi ocenili, ali je prišlo v tem obdobju do kakšnih večjih strukturnih sprememb, ki bi korenito vplivale na stroškovno strukturo posameznih dejavnosti. Primerjava podatkov pokaže, da je v tem obdobju prišlo do precej velikih relativnih sprememb, saj se je rast cen v letu 2005 glede na leto 2001 ob predpostavljeni 20-odstotni rasti cen proizvodov dejavnosti, koks, naftni derivati in jedrsko gorivo v povprečju spremenila za skoraj tretjino[3], absolutno pa so se prirasti cen v povprečju spremenili za $0,17$ odstotne točke. Kljub tem relativno velikim spremembam ugotavljamo, da so po odzivnosti na cene proizvodov dejavnosti koksa, naftnih derivatov in jedrskega goriva v ospredju še vedno precej podobne dejavnosti, tako so med prvimi petimi sektorji glede na velikost odzivnosti na spremembe cene nafte bili v obeh letih štiri iste dejavnosti. To so koks, naftni derivati, jedrsko gorivo ter tri transportne dejavnosti (kopenski, vodni in zračni transport).

V letih 2006 in 2007 je bilo slovensko gospodarstvo v močnem vzponu, ki pa se je v letu 2009 preobrnil v močan upad gospodarske aktivnosti. Ob teh dveh močnih dejavnikih domnevamo, da se

[3]Primerjamo absolutne razlike, saj bi se v nasprotnem primeru pozitivne in negativne razlike izničile.

je struktura slovenskega gospodarstva v tem obdobju spremenila, vendar pa menimo, da temeljna osnovna stroškovna razmerja s tem še niso bila porušena do te mere, da rezultatov za leto 2005 ne bi mogli uporabiti za analizo sedanjih razmerij v gospodarstvu. Kljub temu pa je dobljene rezultate potrebno jemati nekoliko z rezervo.

Tabela 1: Pomen inputa nafte za sektorje slovenskega gospodarstva - simulacija ucinka 20-odstotnega povisanja cen nafte; delez inputov sektorja koks, naftni derivati in jedrsko gorivo v vrednosti outputa sektorja; izvozna usmerjenost sektorja

	Odziv cen sektorja na 20-odstotno rast cen nafte (v odstotkih)				Delez sektorja koks, naftni derivati in jedrsko gorivo v outputu sektorja (v odstotkih)				Izvozna usmerjenost (delez prodaje na tuje trge(v odstotkih))		Vrednost proizvodnje (v tisocih evrov)	
Naziv	2001	2005	Razlika v odstotkih	Razlika v o.t.	2001	2005	Razlike v delezih v o.t.	Razlike v odstotkih	2001	2005	2001	2005
Kmetijski izd. in stor.; lovstvo	0.87	1.10	25.55	0.22	3.11	4.09	0.98	31.51	5.48	5.23	830.13	1,116.77
Gozdni proiz.i in gozd. stor.	0.55	1.90	245.06	1.35	1.63	7.74	6.11	373.90	17.85	26.06	136.58	163.43
Ribistvo in drug ribiski ulov	0.69	0.53	-23.39	-0.16	2.67	2.08	-0.59	-22.07	2.26	10.48	6.44	7.23
Premog in lignit; sota	0.16	0.16	3.30	0.01	0.27	0.45	0.18	67.11	0.75	0.00	119.03	136.30
Pridobivanje nafte in zem. plina	2.16	0.88	-59.37	-1.28	10.26	3.33	-6.93	-67.55	0.00	3.84	0.15	3.58
Uranova in torijeva ruda	-100.00	-100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	0.00	0.00	0.00
Rude	-100.00	-100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Druge rudnine in kamnine	0.92	0.72	-21.71	-0.20	3.21	2.12	-1.10	-34.15	14.44	18.86	91.07	125.73
Hrana in pijaca	0.38	0.48	26.67	0.10	0.60	0.78	0.18	29.03	18.26	16.89	1,783.30	1,808.86
Tobacni proizvodi	0.17	-100.00	-57,900.5	-100.17	0.24	0.00	-0.24	-100.00	35.22	0.00	64.69	0.00
Tekstil	0.16	0.17	5.51	0.01	0.34	0.32	-0.01	-4.03	52.67	72.43	700.49	693.16
Oblacila, krzno, krzneni izd.	0.10	0.14	33.15	0.03	0.26	0.36	0.10	38.79	55.58	51.61	494.29	378.54
Usnje, obutev in usnjeni izd.	0.07	0.21	212.13	0.14	0.19	0.35	0.16	86.58	67.67	63.54	222.43	229.56
Les, leseni, plutovin., pletarski izd.	0.35	0.36	1.95	0.01	0.83	0.30	-0.53	-64.29	56.26	52.44	510.89	600.04
Vlaknine, papir in papirni izd.	0.30	0.30	-1.61	0.00	0.95	0.76	-0.19	-19.90	62.28	64.96	598.73	672.50
Tisk. grad., nosilci zapisa, tisk. stor.	0.22	0.17	-22.50	-0.05	0.47	0.15	-0.32	-67.26	13.48	14.14	513.64	591.43
Koks, naftni derivati, jedrsko gorivo	2.89	4.35	50.40	1.46	14.10	21.20	7.10	50.33	71.66	21.35	11.35	28.04
Kemikal., kem. izd. in um. vlakna	0.17	0.20	20.33	0.03	0.51	0.59	0.09	16.95	70.09	76.32	1,269.07	1,927.11
Izd. iz gume in plasticnih mas	0.13	0.17	26.78	0.04	0.27	0.44	0.17	63.74	60.97	62.09	753.53	1,138.82
Drugi nekovinski in mineralni izd.	0.61	0.60	-2.52	-0.02	2.17	1.84	-0.33	-15.21	45.06	42.74	603.03	705.95
Kovine	0.21	0.48	124.84	0.26	0.56	1.65	1.09	195.68	70.46	73.09	988.24	1,500.69
Kovin. izd., razen strojev in naprav	0.19	0.16	-16.96	-0.03	0.36	0.19	-0.18	-49.12	55.51	54.55	1,270.62	1,740.38
Strojne naprave in oprema	0.16	0.15	-8.53	-0.01	0.30	0.26	-0.04	-13.20	73.28	71.99	1,522.20	2,320.78
Racunalniki in pisarniski stroji	0.44	0.09	-78.97	-0.35	1.53	0.06	-1.46	-95.83	13.86	14.70	98.99	78.79
Drugi elektr. stroji in naprave	0.17	0.13	-22.29	-0.04	0.34	0.21	-0.14	-39.77	73.21	67.76	873.40	1,155.45
Radij, TV in komunikac. napr. in opr.	0.07	0.07	-0.12	0.00	0.20	0.03	-0.17	-84.24	62.57	62.92	363.95	285.18
Medic. opr., finomehanika, optika, ure	0.10	0.08	-18.86	-0.02	0.21	0.14	-0.07	-32.71	67.44	66.20	212.53	310.19

Značilnosti časovnih serij

V tem poglavju analiziramo značilnosti časovnih serij podatkov za spremenljivke, ki nastopajo v našem modelu, pa tudi za nekatere druge sorodne ali povezane spremenljivke.

Tabela 2: Proučevane spremenljivke

Naziv spremenljivke	Časovna enota	Obdobje
Uvoz SLO	mesec	jan 2000- april 2010
Izvoz SLO	mesec	jan 2000- april 2010
Uvoz naftnih derivatov SLO	mesec	jan 2000- april 2010
Izvoz SLO v Nemcijo	mesec	jan 2000- april 2010
Cena bencina 95	mesec	jan 1997- junij 2010
Cena elektrike dnevna tarifa	mesec	jan 1997- junij 2010
Cena zemeljskega plina	mesec	jan 1997- junij 2010
Cena nafte WTI	mesec	jan 1995- junij 2010
Cena bencina Rotterdam	mesec	jan 1995- junij 2010
Cena nafte WTI	teden	jan 1995- junij 2010
Cena bencina Rotterdam	teden	jan 1995- junij 2010

Vir: SURS, EIA.

Glede na to, da se pri časovnih vrstah soočamo s problemom, da spremenljivke niso normalno porazdeljene, moramo vhodne podatke ustrezno transformirati, da to vsaj delno odpravimo. Za ta namen bomo vse spremenljivke logaritmirali z naravnim logaritmom in na ta način odpravili vsaj del asimetrije pri porazdelitvah.

V tabeli 2 so navedene najpomembnejše opisne statistike vseh proučevanih spremenljivk. Zanimivo je predvsem to, da je koeficient variacije pri izvozu v Nemčijo precej manjši od koeficienta variacije celotnega izvoza. To pomeni, da je Nemčija zelo stabilen in hkrati pomemben zunanje trgovinski partner Slovenije. Presenetljivo velik je tudi koeficient variacije uvoza naftnih derivatov, saj je 2-krat večji od koeficienta variacije celotnega uvoza. Glede na to, da je povpraševanje po naftnih derivatih običajno precej neelastično in da Slovenija

nima lastnih virov, je to verjetno posledica nihanja cen naftnih derivatov. Pričakovano pa je koeficient variacije 95-oktanskega bencina nižji od koeficienta variacije cene nafte in bencina v Rotterdamu, saj se le ta spreminja na 14-dnevni ravni.

S slike na naslenji strani je razvidno, da je pri vseh spremenljivkah prisoten trend, in sicer pri nekaterih bolj (npr. pri nafti in bencinu) in pri nekaterih nekoliko manj (npr. izvoz v Nemčijo ter uvoz naftnih derivatov).

Spodaj navajamo podrobne rezultate testiranja stacionarnosti navedenih spremenljivk. Najprej smo analizirali logaritmirane časovne serije (Tabela 7). Pri prvi spremenljivki (izvoz) ADF test pokaže, da je ta stacionarna samo pri odlogu nič, nato pa nič več, saj so potem vse kritične

Tabela 3: Opisne statistike proučevanih spremenljivk

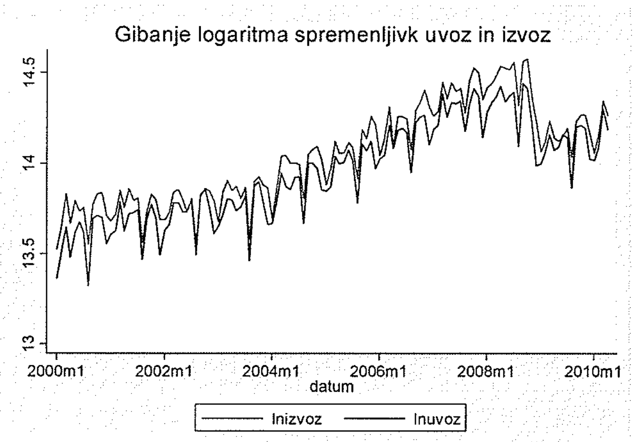
	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Minimum	Maksimum	Mediana	Koeficient variacije
Izvoz	1184613	321150.5	612138	1870158	1156455	0.2711017
Uvoz	1306979	364140.5	747922	2141348	1261724	0.2786123
Uvoz ND	91329.82	46265.85	34626	277220	82122.5	0.5065798
Izvoz NEM	251659.3	42793.24	167496	356970	244027	0.1700443
Bencin 95	0.7813827	0.2516501	0.327	1.215	0.781	0.3220574
Elektrika	0.0928044	0.018408	0.05354	0.12491	0.09331	0.1943955
Zemeljski plin	0.3959241	0.1680736	0.1556	0.7845	0.36575	0.4245097
Nafta WTI	41.72943	26.51502	11	142.52	30.31	0.6354033
Bencin Rott	78.29316	52.69818	21.48	300.9	57.7	0.673088

Vir: Lastni izračuni.

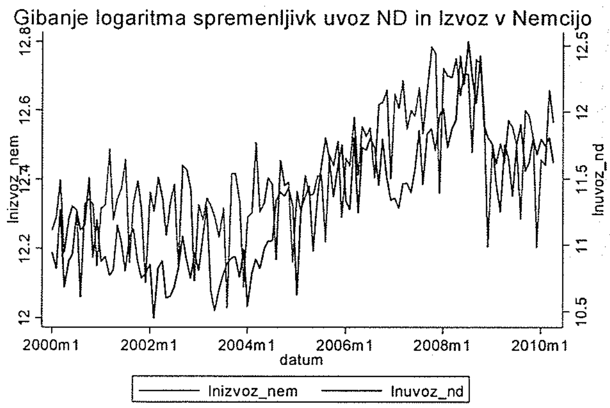
vrednosti testne statistike večje od zahtevane 5-odstotne stopnje značilnosti. Test je bil izveden še pri prvem, drugem, tretjem in desetem odlogu. Če pri ADF testu upoštevamo še komponento trenda, saj je ta pri spremenljivki izvoz prisoten, ugotovimo, da je spremenljivka stacionarna pri odlogu nič, ena in dva, nato pa nič več.

Povsem enako lahko ugotovimo tudi za spremenljivko uvoz. Edina razlika se pojavi, ko v ADF test vključimo trend, saj je spremenljivka v tem primeru stacionarna samo pri odlogu nič in ena. Rezultati ADF testa so zelo podobni tudi v primeru spremenljivk izvoz v Nemčijo in uvoz naftnih derivatov. Razlika je samo v tem, da je testna statistika statistično neznačilna pri enem dveh odlogih pozneje. Tudi v primeru spremenljivk 95-oktanski bencin, elektrika in zemeljski plin ADF test pokaže, da so vse spremenljivke nestacionarne. Rezultati so enaki tudi v primeru mesečnih ter tedenskih podatkov pri spremenljivkah nafta ter bencin na borzi v Rotterdamu. Iz tega sledi, da so vse logaritmirane spremenljivke nestacionarne v primeru testa ADF. Da se bomo o tem res 100-odstotno prepričali, bomo izvedli še DF-GLS test na vseh spremenljivkah (Tabela 5).

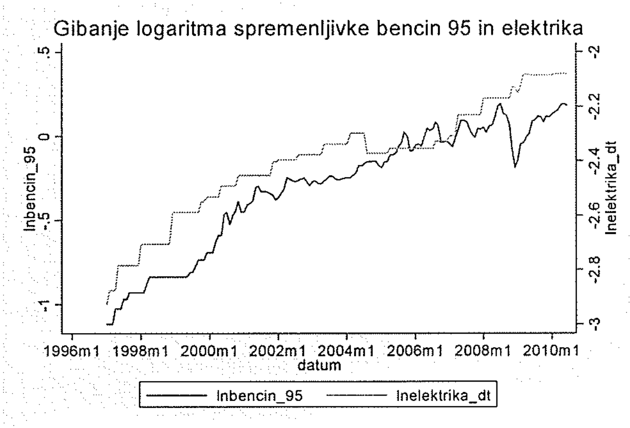
DF-GLS test v primeru spremenljivk izvoz in uvoz prikazuje zelo podobne rezultate kot ADF test, saj je testna statistika statistično značilna samo pri prvem odlogu, naprej pa ne več (Tabeli 5 in 6). Pri ostalih spremenljivkah je zgodba povsem identična, saj je testna statistika statistično značilna pri redko katerem odlogu. Test najboljši rezultat kaže v primeru tedenskih podatkov spremenljivke nafta, kjer je testna statistika statistično značilna pri 9-ih od 20-ih odlogov. Zaradi tega smo na tej spremenljivki izvedli tudi Phillips-Perronov test ali PP test, da smo izključili vsakršen dvom o stacionarnosti te spremenljivke. S slike 6 je razvidno, da znaša stopnja značilnosti 0, 72, kar pomeni, da ta spremenljivka ni statistično značilna, saj bi morala biti stopnja značilnosti manjša ali enaka 0, 05.



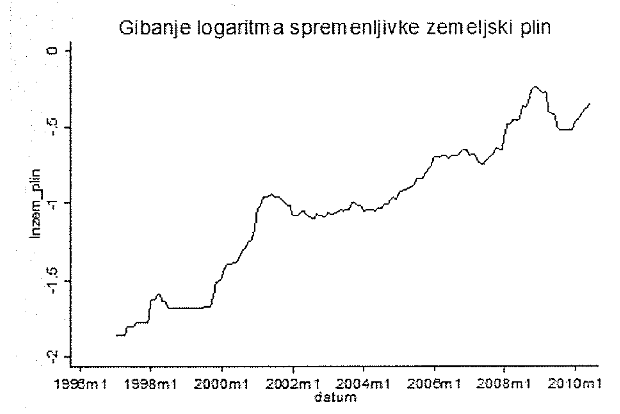
Slika 2: Dinamika uvoza in izvoza v Sloveniji, 2000-2010



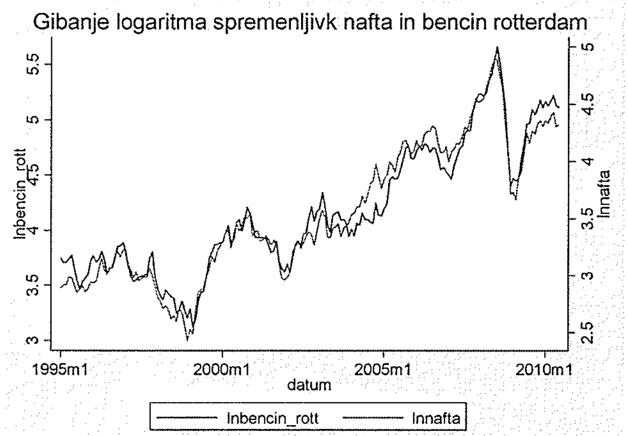
Slika 3: Dinamika mednarodne trgovine Slovenije z Nemčijo, 2000-2010



Slika 4: Dinamika cene bencina NMB-95, 1996-2010



Slika 5: Dinamika cene zemeljskega plina, 1996-2010



Slika 6: Dinamika cene bencina in nafte, 1995-2010

Glede na to, da so v logaritemski obliki vse spremenljivke nestacionarne, jih je potrebno diferencirati ter ponovno testirati. Razširjen Dickey-Fullerjev test ter Phillips-Perronov test nam kažeta, da so vse spremenljivke stacionarne že pri prvem diferenciranju, kar pomeni, da so vse spremenljivke prvega reda oziroma $I(1)$ (glej Tabeli ?? in Tabela 8). Rezultati tudi kažejo, da so vse testne statistike nahajajo celo znotraj 1-odstotne stopnje značilnosti, kar pomeni, da lahko brez težav zavrnemo ničelno domnevo in sprejmemo sklep, da so vse spremenljivke stacionarne. Povsem enako je tudi pri drugem testu oziroma Phillips-Perron testu. Test DF-GLS zaradi tako močne statistične značilnosti prvih dveh testov ni bil narejen, saj obstaja majhna verjetnost, da bi bili rezultati bistveno drugačni od prvih dveh.

3 Dvosektorski dinamični stohastični model majhnega odprtega gospodarstva

Model za analizo eksternih šokov je novo-keynezianski dinamični stohastični model splošnega ravnotežja majhnega odprtega gospodarstva. Takšni modeli so namenjeni za ocenjevanje sprememb v ekonomskih politikah na kratek in srednji rok. Utemeljeni so na mikroekonomskih temeljih, pri čemer so potrošniki in producenti racionalni; prvi zasledujejo čim večjo raven koristni ob danih proračunskih omejitvah, drugi pa zasledujejo cilj čim večje vrednosti podjetja oziroma čim večjega dobička. Gospodinjstva imajo na trgih dela tržno moč pri določanju plač, medtem ko imajo podjetja tržno moč pri postavljanju cen. Podjetja in gospodinjstva sodelujejo na domačih in tujih finančnih trgih, na katerih država deluje pod proračunskimi omejitvami in pravili (McCandless, 2008, str. 1).

Tabela 4: Dickey-Fullerjev test enotskega korena, 1996-2010

Spremenljivka	Št. odlogov	Št. opazovanj	Test. statistika	Kritična vred.	Zavrnitev H0
Uvoz naftnih derivatov	0	123	-3.307	-2.888	da
	1	122	-2.229	-2.889	ne
	2	121	-1.486	-2.889	ne
Uvoz naftnih derivatov, trend	0	123	-5.543	-3.447	da
	1	122	-3.785	-3.447	da
	2	121	-2.960	-3.447	ne
Izvoz SLO v Nemčijo	0	123	-6.099	-2.888	da
	1	122	-3.689	-2.888	da
	2	121	-2.799	-2.888	ne
	10	113	-1.579	-2.888	ne
Izvoz SLO v Nemčijo, trend	0	123	-8.770	-3.447	da
	1	122	-5.713	-3.447	da
	2	121	-4.733	-3.447	da
	3	120	-2.310	-3.447	ne
Cena bencina 95	0	161	-1.930	-2.886	ne
	1	160	-1.903	-2.886	ne
	10	151	-2.027	-2.887	ne
Cena bencina 95, trend	0	161	-2.363	-3.442	ne
	1	160	-2.837	-3.442	ne
	10	151	-1.559	-3.443	ne
Cena elektrike dnevna tarifa	0	161	-2.522	-2.886	ne
	1	160	-2.162	-2.886	ne
	10	151	-1.842	-2.887	ne
Cena elektrike dnevna tarifa, trend	0	161	-3.439	-3.442	ne
	1	160	-2.916	-3.442	ne
	10	151	-2.401	-3.443	ne
Cena zemeljskega plina	0	161	-1.119	-2.886	ne
	1	160	-1.134	-2.886	ne
	10	151	-1.232	-2.887	ne
Cena zemeljskega plina, trend	0	161	-1.726	-3.442	ne
	1	160	-2.103	-3.442	ne
	10	151	-2.831	-3.443	ne
Cena nafte WTI	0	185	-0.869	-2.884	ne
	1	184	-1.149	-2.884	ne
	10	171	-1.084	-2.885	ne
Cena nafte WTI, trend	0	185	-2.298	-3.439	ne
	1	184	-2.973	-3.439	ne
	10	171	-3.146	-3.440	ne
Cena bencina Rotterdam	0	185	-0.634	-2.884	ne
	1	184	-1.145	-2.884	ne
	10	171	-0.770	-2.885	ne
Cena bencina Rotterdam, trend	0	185	-2.677	-3.439	ne
	1	184	-3.397	-3.439	ne
	10	171	-3.233	-3.440	ne
Tedenska cena nafte WTI	0	810	-0.978	-2.860	ne
	1	809	-1.119	-2.860	ne
	10	800	-1.323	-2.860	ne
Tedenska cena nafte WTI, trend	0	810	-2.446	-3.410	ne
	1	809	-2.728	-3.410	ne
	10	800	-3.285	-3.410	ne
Tedenska cena bencina Rotterdam	0	810	-0.522	-2.860	ne
	1	809	-0.840	-2.860	ne
	10	800	-1.125	-2.860	ne
Tedenska cena bencina Rotterdam, trend	0	810	-2.547	-3.410	ne
	1	809	-3.045	-3.410	ne
	10	800	-3.464	-3.410	da

Vir: Lastni izračuni, SURS, EIA.

Svetovno gospodarstvo bomo obravnavali kot kontinuum majhnih odprtih gospodarstev (Galí, 2008, str. 151, Galí in Monacelli, 2005, str. 708). Ker je vsako posamezno gospodarstvo v primerjavi s svetom zanemarljivo majhno, njeno obnašanje nima vpliva na preostali svet ali povratnega učinka na lastno gospodarstvo. Čeprav takšna predpostavka ne drži za večino gospodarstev, pa je smiselna za Slovenijo. Gospodarstva so izpostavljena različnim šokom, obenem pa predpostavljamo enake preference, tehnologijo in tržno strukturo. Odprtost gospodarstva tujini povzroči, da je naravna obrestna mera poleg diskontne mere in domače rasti produktivnosti odvisna tudi od pričakovane rasti outputa svetovnega gospodarstva. Odprtost gospodarstva pa prav tako vpliva na senzitivnost vrzeli v outputu glede na spremembe v obrestnih merah (Galí, 2008, str. 165).

Tabela 5: DF-GLS test enotskega korena za uvoz naftnih derivator in slovenski izvoz v Nemčijo, 2000-2010

Spremenljivka	Št. odlogov	Št. opazovanj	Test. statistika	Kritična vred.	Zavrnitev H0
Uvoz naftnih derivatov	1	111	-3.385	-2.999	da
	2	111	-2.389	-2.985	ne
	3	111	-2.316	-2.970	ne
	4	111	-2.341	-2.953	ne
	5	111	-2.334	-2.935	ne
	6	111	-2.338	-2.916	ne
	7	111	-2.255	-2.895	ne
	8	111	-1.967	-2.874	ne
	9	111	-1.789	-2.852	ne
	10	111	-1.590	-2.829	ne
	11	111	-1.611	-2.806	ne
	12	111	-1.830	-2.782	ne
Izvoz SLO v Nemčijo	1	111	-5.288	-2.999	da
	2	111	-4.393	-2.985	da
	3	111	-2.232	-2.970	ne
	4	111	-2.210	-2.953	ne
	5	111	-1.558	-2.935	ne
	6	111	-1.667	-2.916	ne
	7	111	-1.159	-2.895	ne
	8	111	-1.772	-2.874	ne
	9	111	-2.389	-2.852	ne
	10	111	-2.460	-2.829	ne
	11	111	-1.106	-2.806	ne
	12	111	-1.762	-2.782	ne

Vir: Lastni izračuni, SURS, EIA.

V modelu bomo razlikovali med različnimi vrstami dobrin. Najprej razlikujemo med doma in v tujini proizvedenimi dobrinami. Doma proizvedene dobrine se delijo na trgovane in netrgovane dobrine, v tujini pa na trgovane dobrine in nafto. Nepopolno konkurenco na trgu dobrin predstavljajo podjetja, za katera predpostavljamo, da proizvajajo diferencirane dobrine. Izjema je nafta, ki je navkljub različnim vrstam nafte, v modelu homogena dobrina.

Kot je bilo omenjeno zgoraj, podjetja postavljajo cene lastnih dobrin, medtem ko cene dobrin konkurentov jemljejo kot dane in se na njih ne odzivajo, kar pomeni da gre za monopolistično konkurenco in ne za oligopolno tržno strukturo. Kljub možnosti postavljanja lastnih cen, je le to nepopolno. Sledeč Guillermu Calvu (1983, str. 383) lahko le določen del podjetij spreminja lastno ceno v določenem časovnem obdobju. In sicer, predpostavljali bomo, da vsako podjetje spremeni ceno inačice produkta šele takrat, ko prejme naključni signal za spremembo. Cene tako niso podvržene stalnim in sinhronim prilagoditvam spremembam na trgu.[4] Manjši kot je delež podjetij, ki lahko prilagajajo cene inačic v vsakem obdobju, večji učinek imajo šoki (npr. cen nafte ali zunanjega povpraševanja) ali spremembe v ekonomski politiki (monetarna in fiskalna politika) na realne spremenljivke. Predpostavljen način postavljanja cen povzroči, da so realne spremenljivke odvisne od monetarne politike (Galí, 2008, str. 49) in drugih politik, kar pomeni, da monetarna politika ni nevtralna. Kot je pokazal Woodford (2003), so impulzni odzivi modelskega gospodarstva bolj primerljivi dejanskim šele ob predpostavki takšne oblike cenovne rigidnosti, skupaj s plačno

[4]Predpostavljamo, da verjetnost sprožitve signala v naslednjih h obdobjih sledi geometrijski porazdelitvi, in je neodvisna od preteklih sprožitev signala, prav tako pa je signal tudi stohastičen in neodvisen preko podjetij.

Tabela 6: DF-GLS test enotskega korena za uvoz naftnih derivator in slovenski izvoz v Nemčijo, 2000-2010

Spremenljivka	Št. odlogov	Št. opazovanj	Test. statistika	Kritična vred.	Zavrnitev H0
Cena bencina 95	1	148	-1.737	-2.961	ne
	2	148	-1.368	-2.951	ne
	3	148	-1.554	-2.940	ne
	4	148	-1.472	-2.928	ne
	5	148	-1.040	-2.916	ne
	6	148	-0.886	-2.903	ne
	7	148	-0.786	-2.889	ne
	8	148	-0.713	-2.874	ne
	9	148	-0.594	-2.859	ne
	10	148	-0.747	-2.844	ne
	11	148	-0.945	-2.827	ne
	12	148	-0.905	-2.811	ne
	13	148	-0.922	-2.794	ne
Cena nafte WTI	1	171	-2.590	-2.945	ne
	2	171	-2.946	-2.936	da
	3	171	-2.913	-2.927	ne
	4	171	-2.783	-2.918	ne
	5	171	-2.878	-2.907	ne
	6	171	-2.574	-2.896	ne
	7	171	-2.409	-2.885	ne
	8	171	-2.387	-2.873	ne
	9	171	-2.332	-2.860	ne
	10	171	-2.707	-2.847	ne
	11	171	-2.838	-2.834	da
	12	171	-2.527	-2.820	ne
	13	171	-2.020	-2.806	ne
	14	171	-2.071	-2.792	ne
Cena bencina Rotterdam	1	171	-2.460	-2.945	ne
	2	171	-2.470	-2.936	ne
	3	171	-2.662	-2.927	ne
	4	171	-2.624	-2.918	ne
	5	171	-2.428	-2.907	ne
	6	171	-2.279	-2.896	ne
	7	171	-2.250	-2.885	ne
	8	171	-1.957	-2.873	ne
	9	171	-2.147	-2.860	ne
	10	171	-2.155	-2.847	ne
	11	171	-2.339	-2.834	ne
	12	171	-1.980	-2.820	ne
	13	171	-1.797	-2.806	ne
	14	171	-1.696	-2.792	ne
Cena elektrike dnevna tarifa	1	148	1.116	-2.961	ne
	2	148	-1.033	-2.951	ne
	3	148	-1.013	-2.940	ne
	4	148	-0.981	-2.928	ne
	5	148	-0.947	-2.916	ne
	6	148	-0.863	-2.903	ne
	7	148	-0.835	-2.889	ne
	8	148	-0.782	-2.874	ne
	9	148	-0.824	-2.859	ne
	10	148	-0.903	-2.844	ne
	11	148	-1.054	-2.827	ne
	12	148	-1.105	-2.811	ne
	13	148	-1.133	-2.794	ne
Cena zemeljskega plina	1	148	-1.872	-2.961	ne
	2	148	-2.174	-2.951	ne
	3	148	-2.995	-2.940	da
	4	148	-2.857	-2.928	ne
	5	148	-3.207	-2.916	da
	6	148	-2.824	-2.903	ne
	7	148	-2.731	-2.889	ne
	8	148	-2.837	-2.874	ne
	9	148	-2.570	-2.859	ne
	10	148	-2.506	-2.844	ne
	11	148	-2.793	-2.827	ne
	12	148	-2.332	-2.811	ne
	13	148	-2.507	-2.794	ne

Vir: Lastni izračuni, SURS, EIA.

rigidnostjo. Zato poleg rigidnosti plač predpostavljamo, da imajo gospodinjstva tržno moč in da določajo plače s pribitkom nad mejno koristnost prostega časa. Podobno kot za določanje cen podjetij tudi za določanje plač predpostavljamo, da lahko le določen del gospodinjstev prilagodi plače v vsakem obdobju, kar vnaša dodatno rigidnost v prilaganje gospodarstva.

Nafta vstopa v model kot končna in vmesna dobrina. Gospodinjstva trošijo nafto (za prevoz

Tabela 7: Dickey-Fullerjev test enotskega korena na diferenciranih spremenljivkah, 1996-2010

Spremenljivka	Št. odlogov	Št. opazovanj	Test. statistika	Kritična vred.	Zavrnitev H0
Uvoz naftnih derivatov	0	122	-16.738	-2.889	da
	1	121	-12.737	-2.889	da
	10	112	-4.464	-2.889	da
Izvoz SLO v Nemčijo	0	122	-18.848	-2.889	da
	1	121	-12.443	-2.889	da
	10	112	-6.020	-2.889	da
Cena bencina 95	0	160	-10.278	-2.886	da
	1	159	-9.521	-2.886	da
	10	150	-3.803	-2.886	da
Cena elektrike dnevna tarifa	0	160	-13.490	-2.886	da
	1	159	-9.954	-2.886	da
	10	150	-2.920	-2.886	da
Cena zemeljskega plina	0	160	-10.443	-2.886	da
	1	159	-7.114	-2.886	da
	10	150	-3.592	-2.886	da
Cena nafte WTI	0	184	-10.573	-2.884	da
	1	183	-7.490	-2.884	da
	10	174	-3.807	-2.884	da
Cena bencina Rotterdam	0	184	-10.209	-2.884	da
	1	183	-8.271	-2.884	da
	10	170	-3.994	-2.885	da
Tedenska cena nafte WTI	0	809	-25.411	-2.860	da
	1	808	-20.693	-2.860	da
	10	799	-7.546	-2.860	da
Tedenska cena bencina Rotterdam	0	809	-23.117	-2.860	da
	1	808	-17.679	-2.860	da
	10	799	-7.995	-2.860	da

Vir: Lastni izračuni, SURS, EIA.

Tabela 8: Phillips-Perronov test enotskega korena za relevantne spremenljivke, 2000-2010

Spremenljivka	Št. odlogov	Št. opazovanj	Test. statistika	Kritična vred.	Zavrnitev H0
Uvoz naftnih derivatov	4	122	-148.969	-13.744	da
			-19.270	-2.889	da
Izvoz SLO v Nemčijo	4	122	-149.582	-13.744	da
			-28.853	-2.889	da
Cena bencina 95	4	160	-119.647	-13.820	da
			-10.168	-2.886	da
Cena elektrike dnevna tarifa	4	160	-157.323	-2.886	da
			-13.615	-2.886	da
Cena zemeljskega plina	4	160	-150.107	-2.886	da
			-10.730	-2.886	da
Cena nafte WTI	4	184	-145.945	-13.868	da
			-10.665	-2.884	da
Cena bencina Rotterdam	4	184	-134.839	-2.884	da
			-10.224	-2.884	da
Tedenska cena nafte WTI	6	809	-715.415	-14.100	da
			-25.397	-2.860	da
Tedenska cena bencina Rotterdam	6	809	-671.608	-14.100	da
			-23.289	-2.860	da

Vir: Lastni izračuni, SURS, EIA.

in kurjavo), saj porabljena količina neposredno vstopa v funkcijo koristnosti, kar pomeni, da spremembe v ceni nafte izrivajo iz potrošnje druge dobrine. Na drugi strani nafta vstopa kot vmesna dobrina (poleg dela) v proizvodni proces mednarodno trgovanih in netrgovanih dobrin. Predpostavljena ponudba nafte je popolnoma elastična pri dani svetovni ceni, saj je Slovenija majhno gospodarstvo, ki s spremembo povpraševanja ne more spremeniti svetovne ravni cen. Z drugimi besedami, proizvajalci nafte so Sloveniji pripravljeni ponuditi poljubno količino nafte (v okviru mej, ki jih predstavlja gospodarstvo) ob za Slovenijo eksogenih danih cenah.

Izpostaviti velja, da podjetja proizvajajo output iz dela in nafte, pri čemer so preostale vmesne dobrine in kapital zanemarjene. Čeprav je taka predpostavka nerealistična (ker zanemarja fizični kapital), je za kratkoročno analizo dovolj dobra v primeru, ko je obseg fizičnega kapitala bolj ali manj eksogeno dan.

Delovanje države je opisano skozi delovanje fiskalne politike. Država ima na voljo tri vrste davkov, ki so proporcionalni davčnim osnovam: i) davek na dodano vrednost, ii) davek na delovni dohodek, ki vključuje tako dohodnino kot socialne prispevke, iii) davek na dohodek kapitala (obresti) in davek, ki je določen v fiksnem znesku - trošarina na nafto. Na drugi strani država troši za javne dobrine in zagotavlja transfere. Sooča se z dinamično proračunsko omejitvijo, pri čemer je višina obrestne mere na domačem ttgu odvisna od neto zunanje investicijske pozicije (angl. net foreign investment position).

Podjetja

V odprtem gospodarstvu je več vrst podjetij. Domača podjetja proizvajajo dve vrsti končnih dobrin: i) mednarodno trgovane dobrine (H) in mednarodno netrgovane dobrine (N). Domača podjetja izvažajo mednarodno trgovane končne dobrine, medtem ko uvažamo v tujini proizvedene dobrine. Končne dobrine, proizvedene doma in v tujini, so proizvedene iz kontinuuma vmesnih - diferenciranih inačic dobrine. Uvozna podjetja kupujejo v tujini proizvedeno inačico homogene dobrine F in jo pretvarjajo v diferencirano inačico dobrine (npr. prepakiranje). Prodajajo jo domačim gospodinjstvom. Izvozna podjetja pretvarjajo homogeno končno dobrino (H) v diferencirano dobrino.

Domača podjetja

Domača podjetja sestavljajo štiri vrste podjetij. Prva najemajo delo od gospodinjstev in jo pretvarjajo v homogeno končno dobrino L. Druga vrsta podjetij so proizvajalci vmesnih dobrin, ki nastajajo iz dela (L) in nafte (O), in jih prodajajo končnim proizvajalcem trgovanih dobrin ter proizvajalci vmesnih dobrin, ki so prav tako proizvedena iz vmesnih dobrin in jih prodajajo končnim proizvajalcem netrgovanih dobrin. Proizvajalci vmesnih dobrin so monopolistični konkurenti, ki imajo določeno tržno moč, na končnih trgih in popolni konkurenti na trgih produkcijskih faktorjev.

Proizvodnja funkcija končne trgovane (H) in netrgovane (N) dobrine ima naslednjo obliko:

$$Y_{i,t} = \left[\int_0^1 Y_{it}(j)^{\frac{1}{\lambda_{id,t}}} dj \right]^{\lambda_{id,t}}, 1 \leq \lambda_{Hd,t} \leq \infty,$$

kjer j označuje sektor trgovanih oziroma netrgovanih dobrin, $\lambda_{jd,t}$ je stohastični proces, ki določa v času spremenljivo maržo na trgih doma proizvedenih dobrin, ki se giblje v skladu z naslednjim pravilom:

$$\lambda_{id,t} = (1 - \rho_{\lambda_{id}})\lambda_{id} + \rho_{\lambda_{id}}\lambda_{id,t-1} + \varepsilon_{\lambda_{id,t}}.$$

Za simulacije dopuščamo, da je $\rho_{\lambda_{id}}$ bodisi enak 0 bodisi persistenten ($\rho_{\lambda_{id}} > 0$).

Podjetja, ki proizvajajo končne dobrine, sprejemajo cene končne dobrine P_{it} in cene vmesnih dobrin $P_{it}(j)$ kot eksogeno dane. Maksimizacija dobička podjetij v sektorju i, ki prodajajo končne dobrine, da naslednji pogoj za podjetje, ki proizvaja inačico j[5] :

$$\frac{Y_{it}(j)}{Y_{it}} = \left(\frac{P_{it}}{P_{it}(j)}\right)^{\frac{\lambda_{id,t}}{\lambda_{id,t}-1}}.$$

Z integriranjem lahko ta izraz preoblikujemo v cenovne indekse:

$$\begin{aligned} P_{N,t} &= \left[\int_0^1 P_{N,t}(j)^{\frac{1}{\lambda_{Nd,t}-1}} dj\right]^{\lambda_{Nd,t}-1}, \\ P_{H,t} &= \left[\int_0^1 P_{H,t}(j)^{\frac{1}{\lambda_{Hd,t}-1}} dj\right]^{\lambda_{Hd,t}-1}. \end{aligned}$$

Proizvajalci vmesnih dobrin so monopolistični konkurenti, ki imajo dostop do enake tehnologije, vendar pa proizvajajo diferencirane dobrine v skladu s standardno Cobb-Douglasovo produkcijsko funkcijo s konstantnimi donosi obsega in tehnološkim napredek, ki povečuje delovno produktivnost:

$$Y_{it}(j) = (A_{it}L_{it}(j))^{1-\vartheta_i} O_{it}(j)^{\vartheta_i}, \; i \epsilon \{H, N\}, \tag{1}$$

kjer je A_{it} tehnološki indeks, ki se v času spreminja, $L_{it}(j)$ je količina najetega dela in $O_{it}(j)$ je količina uporabljene nafte v proizvodnji. ϑ_i je elastičnost outputa na količino nafte, $1 - \vartheta_i$ pa je elastičnost outputa na količino dela. Nafta, ki predstavlja enega izmed proizvodnih faktorjev, vpliva na stroške podjetij, s tem pa tudi na postavljanje cen.

[5]Dobiček podjetja, ki proizvaja končno dobrino v sektorju i je:

$$\pi_{it} = P_{it}Y_{it} - \int_0^1 P_{it}(j)Y_{it}(j) = P_{it}\left[\int_0^1 Y_{it}(j)^{\frac{1}{\lambda_{id,t}}} dj\right]^{\lambda_{id,t}} - \int_0^1 P_{it}(j)Y_{it}(j)$$

Pogoj prvega reda za maksimum dobička je:

$$P_{it}\left[\int_0^1 Y_{it}(j)^{\frac{1}{\lambda_{id,t}}} dj\right]^{\lambda_{id,t}-1} Y_{it}(j)^{\frac{1}{\lambda_{id,t}}-1} - P_{it}(j) = 0,$$

kar s preoblikovanjem lahko prepišemo v izraz v glavnem tekstu.

Za tehnološki indeks predpostavljamo, da povečuje produktivnost dela, kar je prikazano tako, da je

$$A_{it} = \widetilde{A}_{it} A_t^{-\gamma_a}, i\epsilon \{H, N\}, \tag{2}$$

kjer A_t označuje agregatno tehnološko konstanto oziroma skupno faktorsko produktivnost. V tej specifikaciji tehnološkega napredka je implicitna predpostavka, da obstaja negativna specifična eksternalija, ki deluje preko stroškov proizvodnje. Če parameter γ_a zavzame vrednost 0, potem ima model standardno specifikacijo parametra produktivnosti, kjer povečanje $A_{i,t}$ deluje preko povečanja realnih stroškov proizvodnje. Težava, ki se pojavi pri takšni specifikaciji, je, da v odprtem gospodarstvu trajna izboljšanja v produktivnosti trgovanega sektorja vodijo v znižanje relativne cene trgovanih dobrin glede na svetovne cene ter tako v poslabšanje pogojev menjave. Posledično lahko devizni tečaj stagnira ali celo depreciira, kar ni v skladu z empiričnimi dokazi za nove članice EU. Če pa dopustimo negativno eksternalijo (torej, če je $\gamma_a > 0$), lahko simuliramo tip produktivnostnega izboljšanja, ki sovpada z uporabo dražjih komponent (domačih in tujih) ter najemanja bolj usposobljene delovne sile, ki je bolj plačana z namenom proizvodnje dobrin višje kvalitete. To pomeni, da se izboljšanje produktivnosti prenese v preostale dele gospodarstva. Z ustrezno izbiro vrednosti parametra γ_a lahko dobimo ravnotežno dinamiko, ki je konsistentna z osnovnimi značilnostmi Harrod-Balassa-Samuelsonovega učinka: povečanje razmerja cen med netrgovanimi in trgovanimi dobrinami ob nespremenjenih pogojih menjave (angl. *terms of trade*). Tako lahko analiziramo optimalno monetarno politiko v kontekstu permanentnih produktivnostnih šokov, ki vodi v apreciacijo realnega deviznega tečaja. Takšna specifikacija produkcijske funkcije na preprost način oziroma stiliziran način opiše razvoj v novih članicah EU: proces dohitevanja se odvija s hkratno rastjo ravni cen in pa realnih plač.

Specifični tehnološki napredek v vsakem od obeh sektorjev sledi avtoregresijskemu procesu drugega reda, $AR(2)$, z enotskim korenom (angl. *unit root*) in pozitivno konstanto[6]

$$a_{it} = \log \widetilde{A}_{it} = \ln A + (1 + \gamma_n) a_{it-1} - \gamma_n a_{it-2} + \eta_{it+1}, i\epsilon \{H, N\}. \tag{3}$$

Pri tem $\eta_{k,t+1}$ označuje stohastični produktivnostni šok s povprečjem enakim 0, parameter γ_n pa zavzema vrednosti v intervalu med 0 in 1. Takšna specifikacija omogoča simulacijo trajnih produktivnostnih povečanj, kjer se šoki v času kopičijo in le postopoma dosežejo novo ustaljeno stanje.

[6] Pozitivna konstanta je v avtoregresijskem modelu enaka tisti v tuji produktivnosti.

Za izpeljavo mejnih stroškov izhajamo iz minimizacije stroškov ob danem obsegu proizvodnje $Y_{it}(j)$ in danih cenah dela in nafte. Ker v stroškovni funkciji nimamo dinamičnih elementov, za rešitev tega problema zadošča, če rešimo problem za poljubno časovno obdobje t. Nastavimo Lagrangevo funkcijo za minimizacijo nominalnih celotnih proizvodnih stroškov za reprezentativno podjetje v sektorju i v obdobju t

$$\mathcal{L}(j) = W_t l_{it}(j) + P_{O,t}O_{it}(j) + \lambda_{it}(j)\left[Y_{it}(j) - (A_{it}l_{it}(j))^{1-\vartheta_i}O_{i,t}^{\vartheta_i}\right], \; i\epsilon\{H,N\}. \tag{4}$$

Pogoji prvega reda enačbe (4) so

$$\begin{aligned} P_{O,t} &= \lambda_{it}(j)\vartheta_i(A_{it}l_{it}(j))^{\vartheta_i}O_{it}(j)^{1-\vartheta_i} \\ &= \lambda_{it}(j)\frac{\vartheta_i Y_{it}(j)}{O_{it}(j)}, \\ W_t &= \lambda_{it}(j)A_{i,t}(1-\vartheta_i)(A_{it}l_{it}(j))^{-\vartheta_i}O_{it}(j)^{\vartheta_i} \\ &= \lambda_{it}(j)\frac{(1-\vartheta_i)Y_{it}(j)}{l_{it}(j)}. \end{aligned} \tag{5}$$

Iz pogoja prvega reda za nafto je povpraševanje po nafti podjetja j iz panoge i enako:

$$O_{it}(j) = \vartheta_i \frac{\lambda_{it}(j)}{P_{O,t}} Y_{it}(j),$$

kar lahko zapišemo kot

$$\begin{aligned} O_{N,t}(j) &= \vartheta_N \frac{Y_{N,t}(j)}{P_{O,t}} \left(\frac{W_t}{A_{N,t}(1-\vartheta_N)}\right)^{1-\vartheta_N} \left(\frac{P_{O,t}}{\vartheta_N}\right)^{\vartheta_N}, \\ O_{H,t}(j) &= \vartheta_H \frac{Y_{H,t}(j)}{P_{O,t}} \left(\frac{W_t}{A_{H,t}(1-\vartheta_H)}\right)^{1-\vartheta_H} \left(\frac{P_{O,t}}{\vartheta_H}\right)^{\vartheta_H}. \end{aligned}$$

Nominalni mejni stroški so enaki Lagrangevemu multiplikatorju:

$$MC_{it}(j) = \lambda_{it}(j) = \left(\frac{P_{O,t}}{\vartheta_i}\right)^{\vartheta_i} \left(\frac{W_t}{A_{it}(1-\vartheta_i)}\right)^{1-\vartheta_i}. \tag{6}$$

Ker smo predpostavili, da podjetja nimajo fiksnih stroškov s proizvodnjo, so celotni stroški proizvodnje Y_{it} enot proizvoda enaki:

$$C_{it}(j) = Y_{it}(j)\left(\frac{P_{O,t}}{\vartheta_i}\right)^{\vartheta_i}\left(\frac{W_t}{A_{it}(1-\vartheta_i)}\right)^{1-\vartheta_i}.$$

Realne mejne stroške izrazimo glede na ceno v sektorju:

$$mc_{it}(j) = \frac{MC_{it}(j)}{P_{it}(j)} = \frac{1}{\vartheta_i^{\vartheta_i}(1-\vartheta_i)^{1-\vartheta_i}}\left(\frac{P_{O,t}}{P_{it}(j)}\right)^{\vartheta_i}\left(\frac{W_t}{A_{it}P_{it}(j)}\right)^{1-\vartheta_i}.$$

Določanje cen producentov (vmesnih) dobrin v standardnem modelu monopolistične konkurence je standardno določanje cen s pribitkom nad mejne stroške, pri čemer je pribitek odvisen od križne elastičnosti med produkti ($\lambda_{id,t}$). Večja kot je elastičnost substitucije - večja je konkurenca med producenti - manjši je pribitek nad mejne stroške:

$$P_{it}(j) = MC_{it}(j)\frac{\lambda_{id,t}}{\lambda_{id,t}-1},$$

kar pomeni, da so realni mejni stroški v panogi enaki inverzu bruto marže in tako konstantni:

$$mc_{it} = \frac{\lambda_{id,t}-1}{\lambda_{id,t}}. \tag{7}$$

Proizvajalci pa ne ohranjajo konstantnih marž, kar pomeni, da realni mejni stroški lahko odstopajo od ravni, ki jo določa (7). Obvladljiv način vpeljave posledic cenovnih rigidnosti je, da jih podjetja ne morejo prilagajati v vsakem obdobju, kar je prvi vpeljal Guillermo Calvo (1983, str. 385-387) in kasneje v modelih splošnega ravnotežja uporabila Smets in Wouters (2003) ter Adolfson in ostali (2005). Podjetja so ex-ante enaka, kar pomeni, da imajo vsa enako verjetnost, da spremenijo cene. In sicer, predpostavljamo, da podjetje postavi novo ceno P_{it}^{new} v obdobju t z verjetnostjo $1-\xi_{id}$, in ohrani nespremenjeno ceno, kot v predhodnem obdobju, z verjetnostjo ξ_{id}, pri čemer dovolimo, da se verjetnosti med trgovanimi in netrgovanimi razlikujeta. Opozoriti velja, da zaradi tega, ker so podjetja v panogi enako produktivna, velja da bi vsa postavila enako ceno $P_{it}^{new} = P_t^{new}$. V kalibracijskem procesu pa bomo ξ_d postavili na enake vrednosti v obeh sektorjih. Čeprav je takšna predpostavka, da za katerokoli obdobje velja verjetnost $1-\xi_d$ za postavitev novih cen, nerealistična, pa povzroči poenostavitev analize inflacijske dinamike v ravnotežju, saj zmanjša velikost prostora stanj, ki so potrebni za določitev omenjene dinamike (Woodford, 2003, str. 177). V primeru, ko podjetje ne more ponovno izračunati optimalne cene, pa dopustimo, da se cena lahko prilagodi v skladu z naslednjo formulo:

$$P_{it+1} = \Pi_{it}^{\kappa_d}(\Pi_{t+1}^c)^{1-\kappa_d} P_{it},$$

pri čemer je $\Pi_{it} = P_{it}/P_{it-1}$ verižni cenovni indeks sektorja, Π_{t+1}^c je tekoči ciljni inflacijski indeks (P_{t+1}^c/P_t), κ_d je geometrična utež pretekle inflacije in $1-\kappa_d$ je utež inflacijskega cilja. Podjetje, ki se odloča o višini cene v obdobju t, in nima možnosti spremeniti cene v naslednjih s obdobjih, bo v obdobju $t+s$ postavila ceno na raven:

$$(\Pi_{it}\Pi_{it+1}...\Pi_{it+s-1})^{\kappa_d}(\Pi_{t+1}^c\Pi_{t+2}^c...\Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_d} P_{it}^{new}$$

Podjetje, ki ima možnost določanja cene, jo postavlja tako, da maksimizira naslednjo diskontirano vsoto prihodnjih dobičkov:

$$\max_{P_{it}^{new}(j)} E_t \left\{ \sum_{s=0}^{\infty} (\beta\xi_d)^s v_{t+s} \left[(\Pi_{it}\Pi_{it+1}...\Pi_{it+s-1})^{\kappa_d}(\Pi_{t+1}^c\Pi_{t+2}^c...\Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_d} P_{it}^{new}(j) - MC_{i,t+\tau}(j) \right] Y_{i,t+s}^d(j) \right\},$$

pri čemer je $\beta^s v_{t+s}$ stohastični diskontni faktor iz maksimizacije življenjske funkcije koristnosti, tako da je vrednost dobičkov odvisna od mejne koristnosti dohodka (v_{t+s}). Upoštevamo, da je povpraševanje po $j-ti$ inačici $Y_{it}(j)/Y_{it} = (P_{it}/P_{it}(j))^{\frac{\lambda_{id,t}}{\lambda_{id,t}-1}}$, lahko ciljno funkcijo zapišemo kot:

$$\max_{P_{it}^{new}(j)} E_t \left\{ \begin{array}{c} \sum_{s=0}^{\infty} (\beta\xi_d)^s v_{t+s} \left[(\frac{P_{it+s-1}}{P_{it-1}})^{\kappa_d}(\Pi_{t+1}^c\Pi_{t+2}^c...\Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_d} P_{it}^{new}(j) - MC_{i,t+\tau}(j) \right] Y_{it+s}^d \times \\ \left(\frac{P_{it+s}}{(\frac{P_{it+s-1}}{P_{it-1}})^{\kappa_d}(\Pi_{t+1}^c\Pi_{t+2}^c...\Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_d}} \right)^{\frac{\lambda_{id,t}}{\lambda_{id,t}-1}} P_{it}^{new}(j)^{\frac{\lambda_{id,t}}{1-\lambda_{id,t}}} \end{array} \right\}$$

Cena, ki maksimizira to pričakovano vrednost in jo postavi podjetje, $P_{it}^{new}(j)$, izpolnjuje naslednji pogoj prvega reda:

$$E_t \left[\begin{array}{c} \sum_{s=0}^{\infty} (\beta\xi_d)^s v_{t+s} \left(\frac{\frac{P_{it+s}}{P_{it}}}{(\frac{P_{it+s-1}}{P_{it-1}})^{\kappa_d}(\Pi_{t+1}^c\Pi_{t+2}^c...\Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_d}} \right)^{\frac{\lambda_{id,t}}{\lambda_{id,t}-1}} Y_{it+s}^d P_{it+s} \times \\ \{ \frac{(\frac{P_{it+s-1}}{P_{it-1}})^{\kappa_d}(\Pi_{t+1}^c\Pi_{t+2}^c...\Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_d}}{\frac{P_{it+s}}{P_{it}}} \frac{P_{it}^{new}(j)}{P_{it}} - \lambda_{id,t} \frac{MC_{i,t+s}}{P_{it+s}} \} \end{array} \right] = 0, \qquad (8)$$

Iz tega pogoja lahko izrazimo ceno, ki jo postavi podjetje j :

$$P_{it}^{new}(j) = \frac{E_t \sum_{s=0}^{\infty}(\beta\xi_d)^s v_{t+s} \left(\frac{\frac{P_{it+s}}{P_{it}}}{(\frac{P_{it+s-1}}{P_{it-1}})^{\kappa_d}(\Pi_{t+1}^c \Pi_{t+2}^c ... \Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_d}} \right)^{\frac{\lambda_{id,t}}{\lambda_{id,t}-1}} Y_{it+s}^d \lambda_{id,t} MC_{i,t+s}}{E_t \sum_{s=0}^{\infty}(\beta\xi_d)^s v_{t+s} \left(\frac{\frac{P_{it+s}}{P_{it}}}{(\frac{P_{it+s-1}}{P_{it-1}})^{\kappa_d}(\Pi_{t+1}^c \Pi_{t+2}^c ... \Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_d}} \right)^{\frac{\lambda_{id,t}}{\lambda_{id,t}-1}} Y_{it+s}^d (\frac{P_{it+s-1}}{P_{it-1}})^{\kappa_d} (\Pi_{t+1}^c \Pi_{t+2}^c ... \Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_d}}.$$

Optimalna cena tako odraža prihodnje pričakovane mejne stroške in prihodnje pričakovane ravni cen.

Agregatni cenovni indeks inačic proizvedenih v sektorju i v obdobju t je:

$$\begin{aligned} P_{it} &= \left[\left(\int_0^{\xi_d} (P_{it-1} \Pi_{it-1}^{\kappa_d} (\Pi_{t-1}^c)^{1-\kappa_d})^{\frac{1}{1-\lambda_{id}}} + \int_{\xi_d}^1 (P_{it}^{new})^{\frac{1}{1-\lambda_{id}}} \right) di \right]^{1-\lambda_{id}} \\ &= \left[\xi_d (P_{it-1} \Pi_{it-1}^{\kappa_d} (\Pi_{t-1}^c)^{1-\kappa_d})^{\frac{1}{1-\lambda_{id}}} + (1-\xi_d)(P_{it}^{new})^{\frac{1}{1-\lambda_{id}}} \right]^{1-\lambda_{id}}. \end{aligned} \tag{9}$$

Phillipsovo krivuljo na ravni panoge dobimo tako, da log-lineariziramo pogoj prvega reda (8) upoštevajoč (9). Log-lineariziran cenovni indeks je:

$$\pi_{it} = \xi_d((1+\kappa_d)\pi_{it-1} + (1-\kappa_d)\pi_{it-1}^c) + (1-\xi_d)\pi_{it}^{new},$$

pri čemer je $\pi_t = \frac{d \ln \Pi_t}{\Pi_t}$,kar nam omogoča izraziti π_{it}^{new}, ki je

$$\pi_{it}^{new} = \frac{\pi_{it} - \xi_d(1+\kappa_d)\pi_{it-1} - \xi_d(1-\kappa_d)\pi_{it-1}^c}{1-\xi_d}.$$

Z združitvijo log-lineariziranega pogoja prvega reda in log-lineariziranega cenovnega indeksa, dobimo Phillipsovi krivulji za proizvajalce vmesnih dobrin v trgovanem in netrgovanem sektorju:

$$\begin{aligned} \pi_{it} - \pi_t^c &= \frac{\beta}{1+\kappa_d\beta}[E_t\pi_{it+1} - \pi_{t+1}^c] + \frac{\kappa_d}{1+\kappa_d\beta}[\pi_{it-1} - \pi_t^c] - \\ &+ \frac{\kappa_d\beta}{1+\kappa_d\beta}(\pi_{t+1}^c - \pi_t^c) + \frac{(1-\xi_d)(1-\beta\xi_d)}{\xi_d(1+\kappa_d\beta)}\widehat{mc}_{it}, \end{aligned} \tag{10}$$

Phillipsovi krivulji povzemata naslednje napovedi: i) odstopanje tekoče inflacije v sektorju od ciljne inflacije je odvisno od deviacije realnih mejnih stroškov od ustaljenega stanja ($\widehat{mc}$), ii) preseganja pričakovane inflacije nad ciljno inflacijo monetarnih oblasti, iii) preseganja pretekle inflacije nad preteklo tekočo ciljno inflacijo in iv) od povečanja ciljne inflacije. Takšna Phillipsova krivulja vsebuje tako vpliv pričakovane inflacije $(E_t\pi_{it+1} - \pi^c_{t+1})$ kot tudi pretekle inflacije $(\pi_{it-1} - \pi^c_t)$. V primeru, ko je preteklost irrelevantna, $\kappa_d = 0$, so pomembna le pričakovanja glede prihodnje inflacije in mejni stroški, medtem ko je pri $\kappa_d = 1$, ni vpliva ciljne inflacije (π^c). Enačba je v kalibracijskem delu še dopolnjena s členom, ki odraža variacijo v λ_{id} v času, kar je aditivno dodan člen k mejnim stroškom $(\widehat{mc}_{it} + \lambda_{id,t})$.

Uvozna podjetja

Uvoz mednarodno trgovanih dobrin (F) izvajajo uvozna podjetja, ki na svetovnem trgu kupujejo homogene dobrine, ki so namenjene potrošnji. Za uvozna podjetja predpostavljamo, da imajo dostop do tehnologije diferenciranja dobrin. V panogi deluje kontinuum podjetij, ki prodajajo te diferencirane inačice dobrine gospodinjstvom.

Cena po kateri uvozna podjetja kupujejo homogeno dobrino je na svetovnih trgih enaka $P^*_{F,t}$. Uvozna podjetja kupujejo te dobrine in jih pretvarjajo v končne dobrine, za katere zaračunavajo ceno, npr. inačice j, $P_{F,t}(j)$. Uvozna podjetja so ex-ante enaka, vendar pa ex-post ne morejo postaviti enakih cen, saj je mehanizem določanja cen ponovno v skladu s Calvom, kar pomeni, da le določen del podjetij lahko postavlja cene prosto. Predpostavimo, da je delež teh podjetij, ki lahko ceno določi na novo enak $1 - \xi_F$ v vsakem obdobju, oziroma jih ξ_F cene ne more spremeniti. Označimo optimalno novo ceno s $P^{new}_{F,t}$, ki je za vsa uvozna podjetja enaka. Za podjetja, ki ne morejo postaviti optimalne cene, pa predpostavimo, da je cena določena na analogen način domačim proizvajalcem, kjer je κ_f utež pretekle inflacije uvoženih dobrin in $1 - \kappa_f$ utež pričakovane ciljne inflacije:

$$P_{F,t+1} = (\Pi_{F,t})^{\kappa_f} (\Pi^c_{t+1})^{1-\kappa_f} P_{F,t}.$$

Cena, ki jo podjetje zaračunava v obdobju $t + s$ v primeru, ko je od obdobja t ni moglo spremeniti, je $(\Pi_{F,t}\Pi_{F,t+1}\Pi_{F,t+s-1})^{\kappa_F}(\Pi^c_{t+1}\Pi^c_{t+2}...\Pi^c_{t+s})^{1-\kappa_F} P^{new}_{F,t}$. Uvozna podjetja tako v trenutku, ko imajo možnost spreminjanja cene, odločajo na podlagi rešitve naslednjega optimizacijskega problema:

$$\max_{P^{new}_{F,t}} E_t \sum_{s=0}^{\infty} (\beta\xi_F)^s v_{t+s} \left[(\Pi_{F,t}\Pi_{F,t+1}...\Pi_{F,t+s-1})^{\kappa_f} (\Pi^c_{t+1}\Pi^c_{t+2}...\Pi^c_{t+s})^{1-\kappa_d} P^{new}_{F,t}(j) - P^*_{F,t+s} \right] C_{F,t+s}(j),$$

kar pomeni, da so profiti diskontirani in odvisni od prodane količine inačice.

Končna uvožena dobrina je opredeljena kot sestavljena dobrina iz kontinuma vmesnih uvoženih dobrin, v skladu s CES agregatorjem:

$$C_{F,t} = \left[\int_0^1 C_{F,t}(j)^{\frac{1}{\lambda_{F,t}}} dj\right]^{\lambda_{F,t}}, 1 \leq \lambda_{F,t} < \infty.$$

Podobno kot pri domačih proizvajalcih, je povpraševanje po posamezni inačici enako:

$$C_{F,t}(j) = \left(\frac{P_{F,t}(j)}{P_{F,t}}\right)^{-\frac{\lambda_{F,t}}{\lambda_{F,t}-1}}.$$

V najbolj splošnem kontekstu je dopuščeno variiranje marž uvoznih podjetij v skladu z naslednjo funkcijo:

$$\lambda_{F,t} = \rho_F \lambda_{F,t-1} + (1 - \rho_F)\lambda_F + \varepsilon_{F,t},$$

kjer je ρ_F avtoregresijski koeficient, λ_F vrednost v ustaljenem stanju in $\varepsilon_{F,t}$ slučajni šok v bruto marži. Upoštevajoč te funkcije povpraševanja, lahko zapišemo analogno ciljno funkcijo

$$\max_{P_{Ft}^{new}(j)} E_t \left\{ \begin{array}{c} \sum_{s=0}^{\infty}(\beta\xi_F)^s v_{t+s} \left[(\frac{P_{Ft+s-1}}{P_{Ft-1}})^{\kappa_f}(\Pi_{t+1}^c \Pi_{t+2}^c ... \Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_f} P_{Ft}^{new}(j) - P_{F,t+\tau}^*(j)\right] C_{F,t+s} \times \\ \left(\frac{P_{Ft+s}}{(\frac{P_{Ft+s-1}}{P_{Ft-1}})^{\kappa_f}(\Pi_{t+1}^c \Pi_{t+2}^c ... \Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_f}}\right)^{\frac{\lambda_{F,t}}{\lambda_{F,t}-1}} P_{Ft}^{new}(j)^{\frac{\lambda_{F,t}}{1-\lambda_{F,t}}} \end{array} \right\},$$

ki da naslednji pogoj prvega reda za novo postavljeno ceno:

$$E_t \left[\begin{array}{c} \sum_{s=0}^{\infty}(\beta\xi_f)^s v_{t+s} \left(\frac{\frac{P_{F,t+s}}{P_{F,t}}}{(\frac{P_{Ft+s-1}}{P_{Ft-1}})^{\kappa_d}(\Pi_{t+1}^c \Pi_{t+2}^c ... \Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_d}}\right)^{\frac{\lambda_{F,t}}{\lambda_{F,t}-1}} C_{F,t+s} P_{F,t+s} \times \\ \{\frac{(\frac{P_{F,t+s-1}}{P_{F,t-1}})^{\kappa_d}(\Pi_{t+1}^c \Pi_{t+2}^c ... \Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_d}}{\frac{P_{F,t+s}}{P_{F,t}}} \frac{P_{F,t}^{new}(j)}{P_{F,t}} - \lambda_{F,t} \frac{P_{F,t+s}^*}{P_{F,t+s}}\} \end{array} \right] = 0,$$

Agregatni cenovni indeks uvoznih podjetij je:

$$\begin{aligned} P_{F,t} &= \left[\int_0^1 P_{F,t}(j)^{\frac{1}{1-\lambda_{F,t}}} dj\right]^{1-\lambda_{F,t}} \\ &= \left[\xi_f (P_{F,t-1} \Pi_{F,t-1}^{\kappa_d} (\Pi_{t-1}^c)^{1-\kappa_f})^{\frac{1}{1-\lambda_{F,t}}} + (1-\xi_f)(P_{F,t}^{new})^{\frac{1}{1-\lambda_{F,t}}}\right]^{1-\lambda_{F,t}}. \end{aligned}$$

Log-linearizacija cenovnih relacij nam omogoča zapis Phillipsove krivulje za uvožene potrošne dobrine:

$$\begin{aligned}\pi_{Ft} - \pi_t^c &= \frac{\beta}{1+\kappa_f\beta}[E_t\pi_{Ft+1} - \pi_{t+1}^c] + \frac{\kappa_f}{1+\kappa_f\beta}[\pi_{Ft-1} - \pi_t^c] - \\ &+ \frac{\kappa_f\beta}{1+\kappa_f\beta}(\pi_{t+1}^c - \pi_t^c) + \frac{(1-\xi_f)(1-\beta\xi_f)}{\xi_f(1+\kappa_f\beta)}\widehat{mc}_{Ft},\end{aligned} \tag{11}$$

kjer je mejni realni strošek razlika med uvoženimi cenami in domačimi prodajnimi cenami: $\widehat{mc}_{Ft} = p_{F,t}^* - p_{F,t}$. Pri spreminjajočih maržah se slednji člen spremeni v $\widehat{mc}_{F,t} + \lambda_{F,t}$. Phillipsova krivulja za uvoznike kaže, da je odstopanje inflacije od ciljne inflacije odvisno od odstopanja pričakovanj od ciljne inflacije, odstopanja preteklih pričakovanj od ciljne inflacije in pa mejnih stroškov.

Izvozna podjetja

Izvozna podjetja kupujejo končno domačo proizvodno trgovano dobrino Y_H in jo diferencirajo s poimenovanjem. Diferencirane dobrine prodajajo gospodinjstvom v tujini. Cena doma proizvedenih inačic, $P_{H,t}$, je hkrati mejni strošek izvoznih podjetij. Izvozno podjetje i se sooča z naslednjo funkcijo povpraševanja:

$$C_{H,t}^*(j) = \left(\frac{P_{H,t}^*(j)}{P_{H,t}^*}\right)^{-\frac{\lambda_{H,t}^*}{\lambda_{H,t}^*-1}} C_{H,t}^*,$$

pri čemer predpostavljamo, da je cena posamezne inačice na tujem trgu, $P_{H,t}^*(j)$, določena za lokalni trg in $\lambda_{H,t}^*$ je bruto marža na tujih trgih za domače dobrine in $C_{H,t}^*$ je agregatna količina trgovanih dobrin. Ponovno dopuščamo, da je marža na tujih trgih stohastična in se spreminja v skladu z naslednjim avtoregresijskim procesom:

$$\lambda_{H,t}^* = (1-\rho_{\lambda_H^*})\lambda_H^* + \rho_{\lambda_H^*}\lambda_{H,t-1} + \varepsilon_{\lambda_H^*,t},$$

pri čemer je λ_H^* marža v ustaljenem stanju, $\rho_{\lambda_H^*}$ je avtoregresijski parameter, ki meri vztrajnost marž in $\varepsilon_{\lambda_H^*,t}$ je stohastični šok na tujih trgih.

Analogno podjetjem, ki postavljajo cene na domačem trgu in na tujih trgih, so cene, ki jih podjetja postavljajo lepljive. To pomeni, da so določene v skladu s Calvovim modelom določanja cen. Predpostavimo, da je delež podjetij, ki lahko ceno določi na novo enak $1-\xi_H^*$ v vsakem obdobju, oziroma jih ξ_H^* cene ne more spremeniti. Označimo optimalno novo ceno s $P_{H,t}^{*,new}$, ki je za vsa izvozna podjetja enaka. Za podjetja, ki ne morejo postaviti optimalne cene, pa predpostavimo, da je cena določena na analogen način domačim proizvajalcem, kjer je κ_h^* utež pretekle inflacije uvoženih dobrin in $1-\kappa_h^*$ utež pričakovane ciljne inflacije:

$$P_{H,t+1}^* = (\Pi_{H,t}^*)^{\kappa_h^*}(\Pi_{t+1}^c)^{1-\kappa_h^*}P_{H,t}^*.$$

Izvozna podjetja maksimizirajo dobiček, ki ga ustvarijo na tujih trgih, upoštevajoč, da ne bo mogoče postaviti cene v skladu z optimalnim pravilom:

$$\max_{P_{H,t}^{*,new}(j)} E_t \left\{ \begin{array}{c} \sum_{s=0}^{\infty}(\beta\xi_H^*)^s v_{t+s}\left[(\frac{P_{H,t+s-1}^*}{P_{H,t-1}^*})^{\kappa_h^*}(\Pi_{t+1}^c\Pi_{t+2}^c...\Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_h^*}P_{H,t}^{*,new}(j) - P_{H,t+\tau}^*(j)\right] C_{H,t+s}^* \times \\ \left(\frac{P_{H,t+s}}{(\frac{P_{H,t+s-1}}{P_{H,t-1}})^{\kappa_f}(\Pi_{t+1}^c\Pi_{t+2}^c...\Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_h^*}}\right)^{\frac{\lambda_{H,t}^*}{\lambda_{H,t}^*-1}} P_{H,t}^{*,new}(j)^{\frac{\lambda_{H,t}^*}{1-\lambda_{H,t}^*}} \end{array} \right\},$$

ki da naslednji pogoj prvega reda za novo postavljeno ceno:

$$E_t\left[\begin{array}{c} \sum_{s=0}^{\infty}(\beta\xi_h^*)^s v_{t+s}\left(\frac{\frac{P_{H,t+s}^*}{P_{H,t}^*}}{(\frac{P_{H,t+s-1}^*}{P_{H,t-1}^*})^{\kappa_d}(\Pi_{t+1}^c\Pi_{t+2}^c...\Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_d}}\right)^{\frac{\lambda_{H,t}^*}{\lambda_{H,t}^*-1}} C_{H,t+s}^* P_{H,t+s}^* \times \\ \left\{\frac{(\frac{P_{H,,t+s-1}^*}{P_{H,t-1}^*})^{\kappa_d}(\Pi_{t+1}^c\Pi_{t+2}^c...\Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_d}}{\frac{P_{H,t+s}^*}{P_{H,t}^*}}\frac{P_{H,t}^{*,new}(j)}{P_{H,t}^*} - \lambda_{H,t}\frac{P_{H,t+s}^{*,new}}{P_{H,t+s}^*}\right\} \end{array} \right] = 0,$$

Log-lineariziran pogoj prvega reda določa agregatno inflacijo, ki je:

$$\begin{aligned} \pi_{H,t}^* - \pi_t^c &= \frac{\beta}{1+\kappa_h^*\beta}[E_t\pi_{H,t+1}^* - \pi_{t+1}^c] + \frac{\kappa_h^*}{1+\kappa_h^*\beta}[\pi_{H,t-1} - \pi_t^c] - \\ &+ \frac{\kappa_h^*\beta}{1+\kappa_h^*\beta}(\pi_{t+1}^c - \pi_t^c) + \frac{(1-\xi_h^*)(1-\beta\xi_h^*)}{\xi_h^*(1+\kappa_h^*\beta)}\widehat{mc}_{H,t}^*, \end{aligned} \tag{12}$$

kjer je deviacija mejnega stroška izvoznih podjetij od ustaljenega stanja enaka razliki v stopnji rasti cen doma in v tujini $\widehat{mc}_{H,t}^* = p_{H,t} - p_{H,t}^*$. Ponovno velja, da v primeru dopuščanja variacije v bruto maržah na izvoznih trgih dodamo k mejnim stroškom še člen $\hat{\lambda}_{h,t}^*$, ki je deviacija λ od ustaljenega stanja.

Gospodinjstva

Predpostavljamo, da je v gospodarstvu kontinuum gospodinjstev, ki jih indeksiramo s $h \in (0,1)$. Gospodinjstva črpajo korist iz potrošnje, prostega časa in količine držanega denarja. Reprezentativno gospodinjstvo zasleduje naslednjo življenjsko funkcijo koristnosti, ki je zapisana kot pričakovana vrednost v izhodiščnem obdobju 0 vsote trenutnih (obdobnih) ravni koristnosti[7],

$$\max_{\{C_t, l_t, M_t\}_{t=0}^{\infty}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\zeta_t^C \left(1 - \frac{1}{\sigma}\right)^{-1} \widehat{C}_t^{1-\frac{1}{\sigma}} - \zeta_t^L A_L \frac{1}{1+\varphi} l_t^{1+\varphi} + \zeta_t^M A_M \; f\left(\frac{M_t}{P_{C,t}}\right) \right], \tag{13}$$

pri čemer β označuje diskontni faktor.[8] Trenutna funkcija koristnosti predstavlja koristnost potrošnika v času t in je sestavljena iz treh aditivno ločljivih členov. Prvi člen predstavlja koristnost, ki jo prinaša potrošnja dobrin, drugi člen se nanaša na psihični strošek dela, zadnji, tretji člen pa se nanaša na koristnost povezano z realno količino denarja. Pojasnimo najprej na kratko drugi in tretji člen, nato pa se osredotočimo na razlago prvega člena trenutne funkcije koristnosti.

Drugi člen zajema psihični strošek dela, ki je odvisen od števila delovnih ur, ki jih ponuja gospodinjstvo (l_t). Parameter φ, ki je pozitiven, pove kako hitro se spreminja zadovoljstvo s številom delovnih ur. Večja vrednost φ pomeni, da mejni strošek dela narašča hitreje in gospodinjstvo zahteva večjo nagrado za delo. Konstanta A_L je zgolj raztezni faktor, ki je vključena z namenom prilagajanja enot funkcije koristnosti in količine ponujenega dela, medtem ko ζ_t^L zajema stohastično komponento, ki se v času spreminja v skladu z avtoregresivnim procesom:

$$\zeta_t^L = \rho_{\zeta^L} \zeta_{t-1}^L + \varepsilon_{\zeta^L,t}, \; E(\zeta_t^L) = 1.$$

Tretji člen zajema koristnost, ki izhaja iz držanja denarja. Funkcijska oblika ni določena, saj je zaradi predpostavke eksogene denarne politike, ki je določena z obrestno mero le-ta irelevantna. Kljub temu velja predpostaviti, da je mejna korist držanja denarja pozitivna, a pada s količino denarja, kar zajamemo s predpostavkama: $f' > 0$ in $f'' < 0$. Korist držanja denarja je odvisna od realne količine, zato nominalno količino M_t delimo z ravnjo cen, $P_{C,t}$. Konstanta A_M je ponovno raztezni faktor, medtem ko je ζ_t^M mera šokov v povpraševanju po denarju, ki prav tako sledi analognemu avtoregresivnemu procesu kot za ponudbo dela:

$$\zeta_t^M = \rho_{\zeta^M} \zeta_{t-1}^M + \varepsilon_{\zeta^M,t}, \; E(\zeta_t^M) = 1.$$

Prvi člen zajema koristnost, ki jo prinaša celotna potrošnja. S C_t bomo označili agregatni indeks

[7]Predpostavljamo, da agent živi neskončno časa in tvori načrte glede prihodnjih nizov potrošenj. Neskončno živečega agenta se lahko obravnava kot družinsko dinastijo, katere danes živeči člani dinastije načrtujejo prihodnjo potrošnjo in premoženje tudi za prihodnje člane dinastije, ki se še niso niti rodili (McCandless, 2008, str. 33).

[8]Manjšo vrednost, ki jo zavzame diskontni faktor, oziroma višjo vrednost, ki jo zavzame diskontna stopnja, manj je vredna prihodnja koristnost za reprezentantivnega potrošnika (Romer, 2006, str. 49). Vemo, da velja $\beta = 1/(1+\rho)$, kjer ρ označuje diskontno stopnjo.

celotne potrošnje. V primeru opredelitve življenjske koristnosti je lahko tak optimizacijski problem slabo opredeljen, če je dinamika C podvržena enotskemu korenu. V tem primeru je diskontirana vsota neskončna, kar pomeni, da ni mogoče rangirati različnih optimizacijskih poti. Zato smo funkcijo koristnosti opredelili relativno - glede na indeks $Z_{C,t}$, ki odraža tehnološke in cenovne naftne šoke. Normalizirana potrošnja, na kateri je opredeljena trenutna funkcija koristnosti od potrošnje, je $\widehat{C}_t = \frac{C_t}{Z_{C,t}}$. V funkciji $\left(1-\frac{1}{\sigma}\right)^{-1}\widehat{C}_t^{1-\frac{1}{\sigma}}$ parameter σ predstavlja medčasovno izmenljivost agregatnih indeksov potrošenj v različnih časovnih obdobjih.[9] Tipična vrednost za σ je med 0.3 in 0.7, kar kaže na precejšnjo stopnjo konkavnosti funkcije in tako omejene zamenljivosti potrošenj različnih obdobij. ζ_t^C je mera šokov v povpraševanju po dobrinah, ki sledi avtoregresivnemu procesu za ponudbo dela:

$$\zeta_t^C = \rho_{\zeta^C}\zeta_{t-1}^C + \varepsilon_{\zeta^C,t},\ E(\zeta_t^C) = 1$$

Gospodinjstva uporabljajo štiri vrste dobrin, in sicer mednarodno trgovane, ki jih bomo označili z indeksom T in se nadalje delijo na doma proizvedene mednarodno trgovane dobrine H in v tujini proizvedene mednarodno trgovane dobrine F. Gospodinjstva prav tako poznajo mednarodno netrgovane dobrine, ki jih bomo označili z indeksom N ter nafto, ki pa jo bomo označili z indeksom O. Predpostavljali bomo, da gospodinjstva kupujejo končne netrgovane in trgovane dobrine, ki jih proizvajajo popolno-konlkurenčni proizvajalci končnih dobrin iz inačic. Predpostavljamo, da je nafta v celoti v tujini proizvedena dobrina, kar je za Slovenijo realistična predpostavka. $\widehat{C}_t$ je torej sestavljeni indeks potrošenj štirih vrst dobrin: doma in v tujini proizvedenih trgovanih dobrin, doma proizvedenih netrgovanih dobrin ter nafte. Čeprav bi bila lahko hierarhija opredelitve bolj ali manj poljubna, dobrine razdelimo najprej na nafto in vse ostale dobrine, ki jih bomo označevali s TN (kar pomeni trgovane in netrgovane dobrine).[10] Nato indeks ostalih dobrin oblikujemo na indeksih netrgovanih in trgovanih dobrin. Indeks trgovanih dobrin opredelimo na indeksih domačih trgovanih in v tujini proizvedenih trgovanih dobrin. Navedeni trenutni indeksi agregatnih potrošenj

[9] Zapisana oblika funkcije imenovana CRRA funkcija (angl. *Constant Relative Risk Aversion*) ali funkcija s konstantno averzijo do tveganja. Parameter σ je inverz Arrow-Prattove mere za tveganje. Ob večjih vrednostih σ so gospodinjstva bolj naklonjena tveganju oziroma medčasovni zamenjavi potrošenj. Torej, ko gre σ proti neskončnosti, je trenutna funkcija linearna, potrošnje pa so med seboj popolnoma zamenljive. Če pa gre σ proti 0, pa se nenaklonjenost tveganju zmanjšuje, ravni potrošnje popolnoma nezamenljive.

[10] Vse uporabljene funkcije koristnosti bodo CES funkcije ali funkcije s konstantno elastičnostjo substitucije (angl. *Constant Elasticity Substitution*).

so:[11]

$$
\begin{aligned}
\widehat{C}_t &= \left[(1-\kappa)^{\frac{1}{\theta}}\,\widehat{C}_{TN,t}^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \kappa^{\frac{1}{\theta}}\widehat{O}_{C,t}^{\frac{\theta-1}{\theta}}\right]^{\frac{\theta}{\theta-1}}, \qquad (14)\\
\widehat{C}_{TN,t} &= \left[(1-\lambda)^{\frac{1}{\theta_{TN}}}\,\widehat{C}_{T,t}^{\frac{\theta_{TN}-1}{\theta_{TN}}} + \lambda^{\frac{1}{\theta_{TN}}}\widehat{C}_{N,t}^{\frac{\theta_{TN}-1}{\theta_{TN}}}\right]^{\frac{\theta_{TN}}{\theta_{TN}-1}},\\
\widehat{C}_{T,t} &= \left[(1-\omega)^{\frac{1}{\theta_T}}\,\widehat{C}_{H,t}^{\frac{\theta_T-1}{\theta_T}} + \omega^{\frac{1}{\theta_T}}\widehat{C}_{F,t}^{\frac{\theta_T-1}{\theta_T}}\right]^{\frac{\theta_T}{\theta_T-1}},
\end{aligned}
$$

$\widehat{C}_t$, ki je opredeljen za potrošnjo nafte in vseh ostalih dobrin. Parameter θ je elastičnost substitucije med nafto in indeksom ostalih dobrin, κ pa je delež nafte v indeksu HICP. Podatki Ankete o porabi gospodinjstev (APG) za leto 2008, ki jo izvaja statistični urad je ta delež okrog 2% za tekoče gorivo, 0.7% za plin, 0.7% za ogrevanje in toplo vodo in 0.3% za trdo gorivo celotnih izdatkov (SURS, Statistični letopisi, različna leta). Primerjava s predhodnimi leti pokaže majhne spremembe v deležih, ki niso povezani z gibanjem cen na svetovnih trgih, kar je delno posledica uporabe acikličnih trošarin. Podobno velja za sestavljeni indeks koristnosti $\widehat{C}_{TN,t}$, ki je opredeljen za trgovane in netrgovane dobrine, le da je elastičnost substitucije označena s θ_{TN}, delež netrgovanih dobrin pa z λ. $\widehat{C}_{T,t}$ je sestavljeni indeks koristnosti potrošenj doma in v tujini proizvedenih dobrin. Elastičnost substitucije med doma in v tujini proizvedenimi dobrinami predstavlja θ_T, ω pa je delež uvoza v celotnih izdatkih trgovanih dobrin. Za elastičnosti substitucij θ_T, θ_{TN} in θ predpostavljamo, da zavzemajo strogo pozitivne vrednosti, kar pomeni, da so domače in tuje dobrine, trgovane in netrgovane, ter nafta in vse ostale dobrine lahko bodisi bruto substituti bodisi bruto komplementarne dobrine. Na ta način dopuščamo tudi možnost, da je lahko nafta močno komplementarna dobrina ostalim dobrinam, kar pomeni, da dvig njene cene in posledično zmanjšanje njene potrošne zmanjša koristnost potrošnje tudi drugih dobrin.

Pripadajočim potrošnim indeksom je potrebno določiti še agregatne indekse cen. Določimo

[11] Funkcije povpraševanja po dobrinah lahko zapišemo tudi tako, da je, na primer, povpraševanje po nafti s strani potrošnikov enako:

$$\hat{O}_{C,t} = \kappa\left(\frac{P_{O,t}}{P_{C,t}}\right)^{-\frac{1}{\theta}}\hat{C}_t,$$

pri čemer je $P_{O,t}$ cena nafte in $P_{C,t}$ je raven vseh cen.

jih lahko tako, da minimiziramo stroške doseganja dane ravni koristnosti.[12],[13] Tako velja, da je agregatni indeks cen enak (to naj bi bil ekvivalent indeksu HICP):

$$\widehat{P}_{C,t} = \left[(1-\kappa)\,\widehat{P}_{TN,t}^{1-\theta} + \kappa \widehat{P}_{O,t}^{1-\theta}\right]^{\frac{1}{1-\theta}} = \widehat{P}_{TN,t}\left[(1-\kappa) + \kappa\left(\frac{\widehat{P}_{O,t}}{\widehat{P}_{TN,t}}\right)^{1-\theta}\right]^{\frac{1}{1-\theta}}, \qquad (15)$$

Indeks cen tako odraža spremembe cen trgovanih in netrgovanih cen ter spremembe relativnih cen nafte. Pri tem velja opozoriti, da je cena nafte brez posrednih davkov na domačem trgu enaka vsoti cene na svetovnem trgu in trošarin: $P_{O,t} = P_{O,t}^{W} + T_{O,t}$. Čeprav je v realnosti poleg te razlike prisotna še bruto marža trgovcev (ter prispevek za obvezne rezerve), pa bomo te elemente zanemarili. Lahko pa jih interpretiramo kot fiksni del trošarine. Na enak način, kot je opisano v predzadnji opombi, lahko izračunamo indeks cen za košarice trgovanih in netrgovanih cen

$$\widehat{P}_{TN,t} = \left[(1-\lambda)\,\widehat{P}_{T,t}^{1-\theta_{TN}} + \lambda \widehat{P}_{N,t}^{1-\theta_{TN}}\right]^{\frac{1}{1-\theta_{TN}}} = \widehat{P}_{T,t}\left[(1-\lambda) + \lambda\left(\frac{\widehat{P}_{N,t}}{\widehat{P}_{T,t}}\right)^{1-\theta_{TN}}\right]^{\frac{1}{1-\theta_{TN}}}, \qquad (16)$$

[12] Pokažimo rešitev tega problema za vrhnjo raven gnezdene funkcije koristnosti. Ker trenutna funkcija koristnosti $U(\widehat{C}_t) = (1-\frac{1}{\sigma})^{-1}(\widehat{C}_t)^{1-\frac{1}{\sigma}}$ ne vpliva na indeks cen znotraj posameznega obdobja, problem minimizacije stroškov dane košarice dobrin postavimo v naslednji obliki:

$$\mathcal{L} = \widehat{P}_{TN}\widehat{C}_{TN} + \widehat{P}_O\widehat{O}_C - \mu\left\{\left[(1-\kappa)^{\frac{1}{\theta}}\,\widehat{C}_{TN}^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \kappa^{\frac{1}{\theta}}\widehat{O}_C^{\frac{\theta-1}{\theta}}\right]^{\frac{\theta}{\theta-1}} - 1\right\}.$$

Pogoja prvega reda sta

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial \widehat{C}_{TN}} &= \widehat{P}_{TN} - \mu\left[(1-\kappa)^{\frac{1}{\theta}}\,\widehat{C}_{TN}^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \kappa^{\frac{1}{\theta}}\widehat{O}_C^{\frac{\theta-1}{\theta}}\right]^{\frac{1}{\theta-1}}(1-\kappa)^{\frac{1}{\theta}}\widehat{C}_{TN}^{-\frac{1}{\theta}} = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial \widehat{O}_C} &= \widehat{P}_O - \mu\left[(1-\kappa)^{\frac{1}{\theta}}\,\widehat{C}_{TN}^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \kappa^{\frac{1}{\theta}}\widehat{O}_C^{\frac{\theta-1}{\theta}}\right]^{\frac{1}{\theta-1}}\kappa^{\frac{1}{\theta}}\widehat{O}_C^{-\frac{1}{\theta}} = 0. \end{aligned}$$

Iz teh dveh pogojev dobimo s potenciranjem na θ naslednji dve enačbi

$$\begin{aligned} \hat{P}_{TN}^{\theta} &= \mu^{\theta}(1-\kappa)\widehat{C}_{TN}^{-1}, \\ \hat{P}_{O}^{\theta} &= \mu^{\theta}\kappa\widehat{O}_C^{-1}, \end{aligned}$$

iz katerih izrazimo Lagrangev multiplikator μ, ki je hkrati pravi indeks cen te košarice, pri tem pa še enkrat upoštevamo, da je $\widehat{C} = \left[(1-\kappa)^{\frac{1}{\theta}}\,\widehat{C}_{TN}^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \kappa^{\frac{1}{\theta}}\widehat{O}_C^{\frac{\theta-1}{\theta}}\right]^{\frac{1}{\theta-1}} = 1$. Tako je $\widehat{P}_C = \mu = \left[(1-\kappa)\,\widehat{P}_{TN}^{1-\theta} + \kappa\widehat{P}_O^{1-\theta}\right]^{\frac{1}{1-\theta}}$.

[13] Ker so vse komponente potrošnje transformirane z ustreznim razteznim faktorjem, velja $\widehat{P}_C = P_C Z_C$. Analogne relacije veljajo za vse ostale spremenljivke.

pa tudi indeks cen za košarice trgovanih dobrin:

$$\widehat{P}_{T,t} = \left[(1-\omega)\,\widehat{P}_{H,t}^{1-\theta_T} + \omega \widehat{P}_{F,t}^{1-\theta_T}\right]^{\frac{1}{1-\theta_T}} = \widehat{P}_{H,t}\left[(1-\omega) + \omega\left(\frac{\widehat{P}_{F,t}}{\widehat{P}_{H,t}}\right)^{1-\theta_T}\right]^{\frac{1}{1-\theta_T}}. \quad (17)$$

V nadaljevanju bomo uporabljali različna razmerja med indeksi cen in tremi vrstami razmerij, v katerih je denominator indeks cen trgovanih, doma proizvedenih dobrin. In sicer, notranje razmerje mednarodno netrgovanih in trgovanih cen, je $Q_t = P_{N,t}/P_{H,t}$, medtem ko sta mednarodni menjalni razmerji (angl. *terms of trade*) $S_{F,t} = P_{F,t}/P_{H,t}$ in $S_{O,t} = P_{O,t}/P_{H,t}$. Prvo mednarodno menjalno razmerje se nanaša na razmerje med agregatnimi indeksi cen doma in v tujini proizvedenih dobrin, drugo pa na menjalno razmerje med ceno nafte in pa agregatnim indeksom cen doma proizvedenih trgovanih dobrin.

Za opis obnašanja modela v deviacijah od ustaljenega stanja, bomo uporabljali metodo log-linearizacije, s katero bomo nelinearen sistem enačb prevedli v sistem linearnih enačb. Log-linearizirana oblike agregatnih indeksov cen so $\widehat{p}_{C,t} = (1-\kappa)\,\widehat{p}_{TN,t} + \kappa\widehat{p}_{O,t}$, $\widehat{p}_{TN,t} = (1-\lambda)\,\widehat{p}_{T,t} + \lambda\widehat{p}_{N,t}$ in $\widehat{p}_{T,t} = (1-\omega)\,\widehat{p}_{F,t} + \omega\widehat{p}_{H,t}$, pri čemer z malimi črkami generično označujemo odvod logaritma spremenljivke po času, torej $x = d\log X$. Zapisani izrazi veljajo z enakostjo (niso zgolj aproksimacije) v primeru, ko so elastičnosti substitucije enake 1 ($\theta = \theta_{TN} = \theta_T = 1$), saj gre v tem primeru za gnezdene Cobb-Douglasove funkcije koristnosti.[14] Če pa ne naredimo te predpostavke, gre za aproksimacije okrog $\widehat{P}_H = \widehat{P}_F = \widehat{P}_N = \widehat{P}_O = 1$. Log-linearizirano obliko indeksa cen življenjskih potrebščin lahko zapišemo v naslednji obliki:

$$\widehat{p}_{C,t} = (1-\kappa)(1-\lambda)(1-\omega)\,\widehat{p}_{H,t} + \omega(1-\kappa)(1-\lambda)\,\widehat{p}_{F,t} + \lambda(1-\kappa)\,\widehat{p}_{N,t} + \kappa\widehat{p}_{O,t}, \quad (18)$$

Notranje in mednarodni menjalni razmerji lahko zapišemov log-linearizirani obliki kot: $\widehat{q}_t = \widehat{p}_{N,t} - \widehat{p}_{H,t}$, $\widehat{\mu}_{F,t} = \widehat{p}_{F,t} - \widehat{p}_{H,t}$ in $\widehat{\mu}_{O,t} = \widehat{p}_{O,t} - \widehat{p}_{H,t}$. Ker so vsi logaritmirani cenovni indeksi transformirani s pripradajočim razteznim faktorjem, so vsa opredeljena razmerja odkloni od ustaljenega stanja. Indeks cen življenjskih potrebščin lahko izrazimo v teh cenah kot:

$$\widehat{p}_{C,t} - \widehat{p}_{H,t} = \omega(1-\kappa)(1-\lambda)\,\widehat{\mu}_{F,t} + \lambda(1-\kappa)\,\widehat{q}_t + \kappa\widehat{\mu}_{O,t}, \quad (19)$$

[14] Takšna restriktivna relacija pa je običajna v literaturi, saj so Cobb-Douglasovo funkcijo koristnosti uporabili Parrado in Velasco (2002, str. 5), Obstfeld in Rogoff (1998, str. 5), Corsetti in Pesenti (2001, str. 5) in Svensson (1998, str. 30). Običajni razlog za takšno predpostavko je, da lahko predpostavimo uravnoteženo mednarodno trgovino in izrazimo rešitev modela eksplicitno.

kar pomeni, da je razliko med $\widehat{p}_{C,t}$ in $\widehat{p}_{H,t}$ moč izraziti zgolj z deviacijami mednarodnih in notranjih razmerij. V nadaljevanju bomo uporabljali tudi še več deviacij cen od vrednosti v ustaljenem stanju, ki jih bomo za lažje branje zapisali:

$$\begin{aligned}\widehat{p}_{O,t} - \widehat{p}_{C,t} &= (1-\kappa)\left[\widehat{\mu}_{O,t} - \omega(1-\lambda)\widehat{\mu}_{F,t} - \lambda\widehat{q}_t\right], \\ \widehat{p}_{TN,t} - \widehat{p}_{C,t} &= \kappa\left[-\widehat{\mu}_{O,t} + \omega(1-\lambda)\widehat{\mu}_{F,t} + \lambda\widehat{q}_t\right].\end{aligned}$$

Nadaljujmo z optimizacijskim problemom gospodinjstva. Gospodinjstva maksimizirajo pričakovano življenjsko koristnost, povzeto v enačbi (13), pri tem pa se soočajo z neskončim številom obdobnih proračunskih omejitev. Obdobne proračunske omejitve so pogojene z naborom odločitev, ki jih dopuščamo agentom. Predpostavljamo, da imajo gospodinjstva na voljo tri hranilce vrednosti: i) denar (M), ii) domačih vrednostnih papirjih (B) in iii) tujih vrednostnih papirjih (B^*), ki pa so denominirani v enaki valuti kot v Sloveniji, tako da ni potrebno upoštevati deviznega tečaja. Domači in tuji vrednostni papirji prinašajo nek donos, medtem ko denar ne prinaša nikakršnega donosa. Nominalni donos na domače vrednostne papirje je v bruto znesku $R_t = 1 + r_t$, pri čemer je r_t nominalna obrestna mera, medtem ko je nominalni donos na tuje vrednostne papirje $R^*_{t+1}\Phi(\frac{A_{t-1}}{Z_{C,t-1}}, \tilde{\phi})$. Obresti na tuje vrednostne papirje vključujejo premijo za tveganje, pri čemer je zaradi nepreklicno fiksnega tečaja, le ta ne vpliva na domači donos tujih vrednostnih papirjev. Premija za tveganje je odvisna od eksogenega dela $\tilde{\phi}_t$ in realne neto zunanje investicijske pozicije države:

$$A_t = \frac{B^*_{t+1}}{P_{C,t}} = \frac{P_{H,t}C^*_{H,t} - P_{F,t}C_{F,t} - P_{O,t}O_t + B^*_t R^*_{t-1}\Phi(\frac{A_{t-1}}{Z_{C,t-1}}, \tilde{\phi})}{P_{C,t}}.$$

$\Phi(\frac{A_{t-1}}{Z_{C,t-1}}, \tilde{\phi})$ je padajoča funkcija s prvim argumentom. Pri tem je $C^*_{H,t}$ izvoz domačih trgovanih dobrin in $C_{F,t}$ uvoz tujih trgovanih dobrin. V ravnovesju zadošča pogoju $\Phi(0,0) = 1$. Na ta način je upoštevana popolna integracija mednarodnih finančnih trgov. V kolikor je neto zunanja investicijska pozicija negativna, $B^*_{t+1} < 0$, morajo domači subjekti plačevati pribitek na tveganje pri izposojanju v tujini in obratno. Kot sta pokazala Schmitt-Grohe in Uribe (2003) je uporaba tega pribitka za tveganje potrebna tudi za zagotavljanje stacionarnosti ustaljenega stanja v modelu majhnega odprtega gospodarstva.

Gospodinjstva povečujejo finančno premoženje z dohodki od dela in kapitala. Dohodek od dela je rezultat ponudbe dela v obliki neto plače, ki jo prejme gospodinjstvo. Pri tem se gospodinjstva soočajo z negotovostjo, saj predpostavljamo, da so monopolni ponudniki lastnih delovnih storitev in tako določevalci lastnih plač. Povsem enako kot pri cenah končnih dobrin predpostavljamo, da lahko zgolj določen del gospodinjstev poveča plačo (Erceg in ostali, 2000). Nadalje predpostavljamo, da se lahko gospodinjstva zavarujejo pred tveganji na trgih dela z nakupom ustreznih vrednostnih papirjev. Na ta način frikcije na trgu dela ne povzročajo heterogenosti med gospodinjstvi in posledično ni potrebno spremljati premoženja gospodinjstev. Gospodinjstva so *ex-ante* enaka in so zato pripravljena vstopiti v takšne 'zavarovalne pogodbe'. Dohodki od dela so obdavčeni z linearno davčno stopnjo τ^w. To pomeni, da je aplicirana povprečna davčna stopnja, tako da se zanemarjajo razlike glede davčnih bremen. Poleg dohodkov od dela, gospodinjstva ustvarjajo pozitivne dobičke, ki so obdavčeni po enaki (povprečni) davčni stopnji τ^k. Gospodinjstva od države prejemajo transfere, ki jih bomo označevali s TR. Za davčne stopnje, τ^c, τ^k in τ^w bomo predpostavljali, da so fiksne, ker jih ni mogoče učinkovito uporabljati za kratkoročno ciklično odzivanje, medtem ko bomo dopuščali spreminjanje trošarin (T). Ob navedenih predpostavkah je proračunska omejitev za gospodinjstvo h v obdobju t enaka:

$$\begin{aligned} & M_{h,t+1} + B_{h,t+1} + B^*_{h,t+1} + (1+\tau^c)P_{C,t}C_t \qquad (20) \\ = \; & M_{h,t} + R_{t-1}B_{h,t} + R^*_{t-1}\Phi(\frac{A_{t-1}}{Z_{C,t-1}}, \tilde{\phi})B^*_{h,t} - \tau^k[(R^*_{t-1}\Phi(\frac{A_{t-1}}{Z_{C,t-1}}, \tilde{\phi}) - 1)B^*_{h,t} + (R_{t-1}-1)]B_{h,t} \\ & +(1-\tau^w)W_{h,t}l_{h,t} + (1-\tau^k)\Pi_{h,t} + D_{h,t} + TR_{h,t}, \forall t, k \end{aligned}$$

pri čemer leva stran prikazuje uporabo dohodka za potrošnjo in finančne naložbe, desna pa vire dohodkov in naložb. $D_{h,t}$ označuje neto gotovinske blagajne.

Na podlagi zapisane funkcije koristnosti in nabora proračunskih omejitev, lahko zapišemo optimizacijski problem reprezentativnega gospodinjstva na naslednji način:

$$\max_{\{C_{k,t}, M_{k,t}, l_{k,t}, B_{k,t}\}_{t=0}^{\infty}} E_0\left(\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \tilde{L}_{k,t}\right), \qquad (21)$$

kjer je

$$\tilde{L}_{k,t} = \begin{bmatrix} (\zeta_t^C \left(1-\frac{1}{\sigma}\right)^{-1} \widehat{C}_t^{1-\frac{1}{\sigma}} - \zeta_t^L A_L \frac{1}{1+\varphi} l_t^{1+\varphi} + \zeta_t^M A_M \; f\left(\frac{M_t}{P_{C,t}}\right)) + \\ v_t \begin{Bmatrix} M_{k,t} + R_{t-1}B_{k,t} + R^*_{t-1}\Phi(\frac{A_{t-1}}{Z_{C,t-1}}, \tilde{\phi})B^*_{k,t} \\ -\tau_t^k[(R^*_{t-1}\Phi(\frac{A_{t-1}}{Z_{C,t-1}}, \tilde{\phi}) - 1)B^*_{k,t} + (R_{t-1}-1)]B_{k,t} \\ +(1-\tau^w)W_{k,t}l_{k,t} + (1-\tau^k)\Pi_{k,t} + D_{k,t} + TR_{k,t} \\ -(M_{k,t+1} + B_{k,t+1} + B^*_{k,t+1} + (1+\tau^c)P_{C,t}C_t) \end{Bmatrix} \end{bmatrix} \qquad (22)$$

Sedaj lahko izpeljemo pogoje prvega reda za vse spremenljivke o katerih se gospodinjstva odločajo.

Ker so vsa gospodinjstva ex-ante enaka, lahko opustimo indeks k.

Pogoj prvega reda za optimalno raven potrošnje je:

$$
\begin{aligned}
\beta^t[\zeta_t^C\left(\frac{C_t}{Z_{C,t}}\right)^{-\frac{1}{\sigma}}\frac{1}{Z_{C,t}}-v_t(1+\tau^c)P_{C,t}] &= 0, \forall t \\
[\zeta_t^C\hat{C}_t^{-\frac{1}{\sigma}}\frac{1}{Z_{C,t}}-v_t(1+\tau^c)P_{C,t}] &= 0.
\end{aligned}
$$

Iz razmerij časovno zaporednih pogojev prvega reda dobimo

$$
\begin{aligned}
\frac{\zeta_t^C\left(\frac{C_t}{Z_{C,t}}\right)^{-\frac{1}{\sigma}}}{\zeta_{t+1}^C\left(\frac{C_{t+1}}{Z_{C,t+1}}\right)^{-\frac{1}{\sigma}}} &= \frac{v_t}{v_{t+1}}\frac{P_{C,t}Z_{C,t}}{P_{C,t+1}Z_{C,t+1}}, \\
\frac{\zeta_t^C\hat{C}_t^{-\frac{1}{\sigma}}}{\zeta_{t+1}^C\hat{C}_{t+1}^{-\frac{1}{\sigma}}} &= \frac{v_t}{v_{t+1}}\frac{P_{C,t}Z_{C,t}}{P_{C,t+1}Z_{C,t+1}}.
\end{aligned}
\tag{23}
$$

V nadaljevanju bomo uporabljali stacionarne spremenljivke, ki so normalizirane z ravnjo tehnoloških in naftnih šokov, ki so povzeti v spremenljivki $Z_{C,t}$. Zato bomo preoblikovali realni Lagrangev multiplikator v_t v nominalnega $\psi_t \equiv v_tP_{C,t}$ in nato v multiplizator, ki vključuje tehnološke in šoke v cenah nafte $\psi_{Z,t} = z_t\psi_t$

$$
\frac{\zeta_t^C\hat{C}_t^{-\frac{1}{\sigma}}}{\zeta_{t+1}^C\hat{C}_{t+1}^{-\frac{1}{\sigma}}} = \frac{\psi_{Z,t}}{\psi_{Z,t+1}}.
$$

Analogne pogoje prvega reda bomo prikazali v nadaljevanju, saj so delavci monopolni ponudniki dela, tako da se odločajo o plačah in ne o količinah dela oziroma so le te izvedene.

Pogoj prvega reda za obseg domačih vrednostnih papirjev je:

$$
\beta^{t+1}v_{t+1}[R_t-\tau^k(R_t-1)]-\beta^tv_t=0, \tag{24}
$$

kar lahko preoblikujemo v:

$$
\frac{v_{t+1}}{v_t}=\frac{\psi_{Z,t}}{\psi_{Z,t+1}}\frac{Z_{C,t+1}P_{C,t+1}}{Z_{C,t}P_{C,t}}=\frac{1}{\beta[R_t-\tau^k(R_t-1)]}.
$$

Povsem analogno lahko zapišemo obseg tujih vrednostnih papirjev:

$$
\beta^{t+1}v_{t+1}[R_t^*\Phi(\frac{A_t}{Z_{C,t}},\tilde{\phi})-\tau^k[(R_t^*\Phi(\frac{A_t}{Z_{C,t}},\tilde{\phi})-1)]-\beta^tv_t=0, \tag{25}
$$

ki ga preoblikujemo v:

$$\frac{v_{t+1}}{v_t} = \frac{\psi_{Z,t}}{\psi_{Z,t+1}} \frac{z_{t+1} P_{C,t+1}}{z_t P_{C,t}} = \frac{1}{\beta[R_t^* \Phi(\frac{A_t}{Z_{C,t}}, \tilde{\phi}) - \tau^k (R_t^* \Phi(\frac{A_t}{Z_{C,t}}, \tilde{\phi}) - 1)]}$$

Na koncu opredelimo še pogoj prvega reda za optimalno količino denarja v obtoku:

$$\zeta_t^M A_M \; f'\left(\frac{M_t}{P_{C,t}}\right) \frac{1}{P_{C,t}} + v_t - v_{t-1} = 0.$$

Z združevanjem pogojev prvega reda za potrošnjo in obseg domačih vrednostnih papirjev dobimo:

$$\frac{\zeta_t^C \hat{C}_t^{-\frac{1}{\sigma}}}{\beta \zeta_{t+1}^C \hat{C}_{t+1}^{-\frac{1}{\sigma}}} = [R_t - \tau_{t+1}^k (R_t - 1)] \frac{P_{C,t} Z_{C,t}}{P_{C,t+1} Z_{C,t+1}}.$$

Ta pogoj mora držati v vseh stanjih narave:

$$E_0[R_t - \tau^k (R_t - 1)] = \frac{1}{\beta} E_0 \left[\frac{\zeta_t^C}{\zeta_{t+1}^C} \left(\frac{\widehat{C}_t}{\widehat{C}_{t+1}} \right)^{-\frac{1}{\sigma}} \frac{Z_{C,t+1}}{Z_{C,t}} \frac{P_{C,t+1}}{P_{C,t}} \right]. \tag{26}$$

Zapisana enačba je inačica Fischerjeve enačbe, ki povezuje realne in nominalne obrestne mere. Če preoblikujemo to enačbo s pomočjo log-linearizacije, lahko potem izrazimo rast potrošnje v odvisnosti od obrestne mere, inflacije in stohastičnih šokov. Z log-linearizacijo sicer zanemarimo člene višjega reda (npr. varianco), ki pa je manjšega reda velikosti. Enačba (26) je v preoblikovani obliki enaka

$$\begin{aligned} \log[R_t - \tau^k (R_t - 1)] + \log \beta &= -\frac{1}{\sigma} \left(\log \widehat{C}_{t|t} - \log \widehat{C}_{t+1|t} \right) - d \log \zeta_{t+1}^C \\ &\quad + d \log P_{C,t+1|t} + d \log Z_{C,t+1|t}, \end{aligned}$$

kar ob upoštevanju $E_t x_{t+1} \equiv x_{t+1|t}$, označevanju logaritmov z malimi črkami dobimo, in upoštevanju $d \ln[R_t - \tau^k (R_t - 1)] \approx \hat{R}_t (1 - \tau_k)$, pri čemer je $\hat{R}_t$ deviacija obrestne mere od dolgoroče povprečne obrestne mere ($\log \beta = -\rho$) ter $-\gamma_{\zeta_C, t+1|t} = \log \zeta_t^C - \log \zeta_{t+1}^C$:

$$[\hat{R}_t (1 - \tau^k)] = -\frac{1}{\sigma} (\widehat{c}_{t|t} - \widehat{c}_{t+1|t}) + \pi_{C,t+1|t} + \Delta z_{C,t+1|t} - \gamma_{\zeta_C, t+1|t},$$

kar nam da končno obliko Eulerjeve enačbe, ki povezuje potrošnjo v različnih obdobjih:

$$\widehat{c}_{t|t} = \widehat{c}_{t+1|t} - \sigma[\hat{R}_t(1-\tau^k) - \pi_{C,t+1|t} + \gamma_{\zeta_C,t+1|t} - \Delta z_{C,t+1|t}]. \tag{27}$$

$\Delta z_{C,t+1|t}$ je vir variacij v realni obrestni meri, ki je določena z dinamiko produktivnosti trgovanih in netrgovanih dobrin ter nafte.

Sedaj pa bomo prikazali še povezave med agregatnimi indeksi potrošnje za posamezne dobrine. Začnimo s povpraševanjem po nafti:

$$\widehat{O}_{C,t} = \kappa \left(\frac{\widehat{P}_{O,t}}{\widehat{P}_{C,t}}\right)^{-\theta} \widehat{C}_t. \tag{28}$$

To pomeni, da je obseg povpraševanja po nafti odvisen od relativnih cen nafte v primerjavi z agregatnim indeksom cen, od uteži nafte v agregatnem indeksu potrošnje (κ) ter od agregatnega povpraševanja. Povpraševanje po dobrinah ostalih dobrin lahko zapišemo po analogiji. Povpraševanje po trgovanih in netrgovanih dobrinah je

$$\widehat{C}_{TN,t} = (1-\kappa)\left(\frac{\widehat{P}_{TN,t}}{\widehat{P}_{C,t}}\right)^{-\theta} \widehat{C}_t,$$

in je odvisno od relativnih cen trgovanih in netrgovanih cen dobrin v primerjavi z agregatnim indeksom cen. Prav tako pa je odvisno od uteži nafte v agregatnem indeksu potrošnje (κ) ter od agregatnega povpraševanja. Podobno so funkcije povpraševanja po trgovanih, netrgovanih, v tujini in doma proizvedenih trgovanih dobrinah enake

$$\begin{aligned}
\widehat{C}_{T,t} &= (1-\lambda)\left(\frac{\widehat{P}_{T,t}}{\widehat{P}_{TN,t}}\right)^{-\theta_{TN}} \widehat{C}_{TN,t}, \\
\widehat{C}_{N,t} &= \lambda\left(\frac{\widehat{P}_{N,t}}{\widehat{P}_{TN,t}}\right)^{-\theta_{TN}} \widehat{C}_{TN,t}, \\
\widehat{C}_{F,t} &= \omega\left(\frac{\widehat{P}_{F,t}}{\widehat{P}_{T,t}}\right)^{-\theta_T} \widehat{C}_{T,t}, \\
\widehat{C}_{H,t} &= (1-\omega)\left(\frac{\widehat{P}_{H,t}}{\widehat{P}_{T,t}}\right)^{-\theta_T} \widehat{C}_{T,t}.
\end{aligned}$$

Povpraševanje po trgovanih dobrinah je odvisno relativnih cen trgovanih dobrin v primerjavi s cenami netrgovanih ter trgovanih dobrin, od deleža netrgovanih dobrin v agregatni potrošnji trgovanih in netrgovanih dobrin (λ), ter od agregatnega povpraševanja po trgovanih in netrgovanih dobrinah. Na podoben način lahko opišemo povpraševanje po netrgovanih dobrinah. Odvisno je od relativnih cen netrgovanih dobrin v primerjavi s cenami netrgovanih ter trgovanih dobrin, prav tako pa tudi od deleža v agregatni potrošnji trgovanih in netrgovanih dobrin (λ), ter od agregatnega povpraševanja po trgovanih in netrgovanih dobrinah. Povpraševanje po dobrinah proizvedenih v tujini je odvisno od relativnih cen v tujini proizvedenih dobrinah v primerjavi s cenami trgovanih dobrin, od deleža uvoza trgovanih dobrin v agregatni potrošnji trgovanih dobrin (ω), ter od agregatnega povpraševanja po trgovanih dobrinah. Na koncu lahko opišemo še povpraševanje po doma proizvedenih dobrinah, in sicer je povpraševanje odvisno od relativnih cen doma proizvedenih dobrin v primerjavi s cenami trgovanih dobrin, od deleža uvoza trgovanih dobrin v agregatni potrošnji trgovanih dobrin (ω), ter od agregatnega povpraševanja po trgovanih dobrinah.

V log-linearizirani obliki so funkcije povpraševanja:

$$
\begin{aligned}
\widehat{o}_{C,t} &= \log\kappa - \theta\left(\widehat{p}_{O,t} - \widehat{p}_{C,t}\right) + \widehat{c}_t = \log\kappa - \theta\left(\widehat{p}_{H,t} - \widehat{p}_{C,t} + \widehat{p}_{O,t} - \widehat{p}_{H,t}\right) + \widehat{c}_t \\
&= \log\kappa + \widehat{c}_t - \theta\left(1-\kappa\right)\left[\widehat{\mu}_{O,t} - \omega\left(1-\lambda\right)\widehat{\mu}_{F,t} - \lambda\widehat{q}_t\right],
\end{aligned} \tag{29}
$$

pri čemer smo uporabili izraz (19) za razliko $\widehat{p}_{H,t} - \widehat{p}_{C,t}$ in definicijo menjalnega razmerja za nafto. Log-linearizirana oblika povpraševanje po trgovanih in netrgovanih dobrinah je:

$$
\begin{aligned}
\widehat{c}_{TN,t} &= \log\left(1-\kappa\right) + \widehat{c}_t - \theta\left[\widehat{p}_{TN,t} - \widehat{p}_{C,t}\right] \\
&= \log\left(1-\kappa\right) + \widehat{c}_t - \theta\kappa\left[-\widehat{\mu}_{O,t} + \omega\left(1-\lambda\right)\widehat{\mu}_{F,t} + \lambda\widehat{q}_t\right].
\end{aligned} \tag{30}
$$

Povpraševanje po trgovanih dobrinah je:

$$
\begin{aligned}
\widehat{c}_{T,t} &= \log\left(1-\lambda\right) + \widehat{c}_{TN,t} - \theta_{TN}\left[\widehat{p}_{T,t} - \widehat{p}_{TN,t}\right] \\
&= \log\left(1-\kappa\right)\left(1-\lambda\right) + \widehat{c}_t - \theta\kappa\left[-\widehat{\mu}_{O,t} + \omega\left(1-\lambda\right)\widehat{\mu}_{F,t} + \lambda\widehat{q}_t\right] - \theta_{TN}\lambda(\omega\widehat{\mu}_{F,t} + \widehat{q}_t) \\
&= \log\left(1-\kappa\right)\left(1-\lambda\right) + \widehat{c}_t + \theta\kappa\widehat{\mu}_{O,t} - \omega(\theta\kappa\left(1-\lambda\right) + \theta_{TN}\lambda)\widehat{\mu}_{F,t} - \lambda(\theta\kappa + \theta_{TN})\widehat{q}_t.
\end{aligned} \tag{31}
$$

Povpraševanje po netrgovanih dobrinah je:

$$
\begin{aligned}
\widehat{c}_{N,t} &= \log\lambda + \widehat{c}_{TN,t} - \theta_{TN}\left[\widehat{p}_{N,t} - \widehat{p}_{TN,t}\right] \qquad (32)\\
&= \log(1-\kappa)\,\lambda + \widehat{c}_t - \theta\kappa\left[-\widehat{\mu}_{O,t} + \omega(1-\lambda)\,\widehat{\mu}_{F,t} + \lambda\widehat{q}_t\right] - \theta_{TN}(1-\lambda)(\omega\widehat{\mu}_{F,t} + \widehat{q}_t)\\
&= \log(1-\kappa)\,\lambda + \widehat{c}_t + \theta\kappa\widehat{\mu}_{O,t} - \omega(1-\lambda)(\theta\kappa - \theta_{TN})\widehat{\mu}_{F,t} - (\theta\kappa\lambda + \theta_{TN}(1-\lambda))\widehat{q}_t.
\end{aligned}
$$

Povpraševanje po v tujini proizvedenih inačicah je:

$$
\begin{aligned}
\widehat{c}_{F,t} &= \log\omega + \widehat{c}_{T,t} - \theta_T\left[\widehat{p}_{F,t} - \widehat{p}_{T,t}\right] \qquad (33)\\
&= \log(1-\kappa)(1-\lambda)\,\omega + \widehat{c}_t + \theta\kappa\widehat{\mu}_{O,t} - (\theta\kappa(1-\lambda) + \omega\theta_{TN}\lambda + \theta_T(1-\omega))\widehat{\mu}_{F,t} - \lambda(\theta\kappa + \theta_{TN})\widehat{q}_t,
\end{aligned}
$$

medtem ko je povpraševanje po doma proizvedenih inačicah:

$$
\begin{aligned}
\widehat{c}_{H,t} &= \log(1-\omega) + \widehat{c}_{T,t} - \theta_T\left[\widehat{p}_{H,t} - \widehat{p}_{T,t}\right] \qquad (34)\\
&= \log(1-\omega)(1-\kappa)(1-\lambda) + \widehat{c}_t + \theta\kappa\widehat{\mu}_{O,t} - \omega(\theta\kappa(1-\lambda) + \theta_{TN}\lambda + \theta_T)\widehat{\mu}_{F,t} - \lambda(\theta\kappa + \theta_{TN})\widehat{q}_t.
\end{aligned}
$$

Povpraševanje po poljubni inačici je torej odvisno od agregatnega povpraševanja $\widehat{c}_t$, deleža uvoza trgovanih dobrin v agregatni potrošnji ω, deleža netrgovanih dobrin v agregatni potrošnji λ, deleža nafte v indeksu HICP κ in pa od relativnih cen posameznih skupin dobrin ter elastičnosti substitucij med podskupinami dobrin (θ, θ_{TN}, θ_T, σ_N in σ_T).

Če vstavimo enačbe (29)-(34) v Eulerjevo enačbo (27), dobimo naslednje Eulerjeve enačbe za posamezne skupine proizvodov:

$$
\begin{aligned}
\widehat{o}_{C,t} &= \widehat{o}_{C,t+1|t} + (\theta-\sigma)(1-\kappa)\,\Delta\widehat{\mu}_{O,t+1|t}\\
&\quad - (\theta-\sigma)\,\omega(1-\lambda)(1-\kappa)\,\Delta\widehat{\mu}_{F,t+1|t} - (\theta-\sigma)\,\lambda(1-\kappa)\,\Delta\widehat{q}_{t+1|t}\\
&\quad - \sigma\left(\hat{R}_t(1-\tau^k) - \pi_{O,t+1|t} + \gamma_{\zeta_C,t+1|t}\right),
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\widehat{c}_{N,t} &= \widehat{c}_{N,t+1|t} + (\theta - \sigma)\,\kappa \Delta \widehat{\mu}_{O,t+1|t} \\
&\quad -\omega\,(1-\lambda)\,[\theta_{TN} - \theta\kappa - \sigma\,(1-\kappa)]\,\Delta \widehat{\mu}_{F,t+1|t} \\
&\quad +[\theta\kappa\lambda + \theta_{TN}\,(1-\lambda) + \sigma\,(\lambda\,(1-\kappa)-1)]\,\Delta \widehat{q}_{t+1|t} \\
&\quad -\sigma\left(\hat{R}_t(1-\tau^k) - \pi_{N,t+1|t} + \gamma_{\zeta_C,t+1|t} - \Delta z_{N,t+1|t}\right),
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\widehat{c}_{F,t} &= \widehat{c}_{F,t+1|t} - (\theta - \sigma)\,\kappa \Delta \widehat{\mu}_{O,t+1|t} \\
&\quad +[\theta\kappa\omega\,(1-\lambda) + \theta_{TN}\omega\lambda + \theta_T\,(1-\omega) + \sigma\,(\omega\,(1-\lambda)\,(1-\kappa)-1)]\,\Delta \widehat{\mu}_{F,t+1|t} \\
&\quad +\lambda\,[\theta\kappa - \theta_{TN} + \sigma\,(1-\kappa)]\,\Delta \widehat{q}_{t+1|t} \\
&\quad -\sigma\left(\hat{R}_t(1-\tau^k) - \pi_{F,t+1|t} + \gamma_{\zeta_C,t+1|t} - \Delta z_{F,t+1|t}\right),
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\widehat{c}_{H,t} &= \widehat{c}_{H,t+1|t} - (\theta - \sigma)\,\kappa \Delta \widehat{\mu}_{O,t+1|t} \\
&\quad +\omega\,[\theta\kappa\,(1-\lambda) + \theta_{TN}\lambda - \theta_T + \sigma\,(1-\lambda)\,(1-\kappa)]\,\Delta \widehat{\mu}_{F,t+1|t} \\
&\quad +\lambda\,[\theta\kappa - \theta_{TN} + \sigma\,(1-\kappa)]\,\Delta \widehat{q}_{t+1|t} \\
&\quad -\sigma\left(\hat{R}_t(1-\tau^k) - \pi_{H,t+1|t} + \gamma_{\zeta_C,t+1|t} - \Delta z_{H,t+1|t}\right).
\end{aligned}
$$

Določanje domače obrestne mere

Slovenija je članica Evropske monetarne unije (EMU), kar pomeni da Banka Slovenije (BS) ne more izvajati lastne monetarne politike. Domača obrestna mera je tako določena v odvisnosti od monetarnega pravila Evropske centralne banke in pa od razlike v tveganosti domačega gospodarstva. Na ta način upoštevamo nepopolno integriranost mednarodnih finančnih trgov. Z združitvijo pogojev prvega reda za držanje obveznic (24) in (25), dobimo:

$$
(1-\tau^k)R_t^*\Phi(\frac{A_t}{Z_{C,t}}, \tilde{\phi}) = (1-\tau^k)R_t,
$$

kar lahko s pomočjo log-linearizacije in upoštevanjem funkcije za premijo za tveganje v obliki

$$\Phi(a_t, \tilde{\phi}_t) = e^{-\tilde{\phi}_a(a_t - \bar{a}) + \tilde{\phi}_t}$$

preoblikujemo v:

$$\hat{R}_t = \hat{R}_t^* + \hat{\phi}_t - \hat{\phi}_a \hat{a}_t. \tag{35}$$

Ta izraz lahko uporabimo v Eulerjevih enačbah.

Izpeljava tujega povpraševanja po domačih dobrinah

Tuje povpraševanje po domačih izvoznih dobrinah izpeljemo ob predpostavki, da se tuja gospodinjstva obnašajo analogno slovenskim gospodinjstvom. To pomeni, da sta življenjska funkcija koristnosti in nabor proračunskih omejitev analogni, pri čemer bomo spremenljivke za tuje gospodarstvo bomo označevali z * (npr. C_t^* je tuj indeks agregatne potrošnje). Ker bo tuj indeks agregatne potrošnje z vidika slovenskega gospodarstva eksogeno dan, ga ne bomo izpeljevali, ampak predpostavili dejansko dinamiko. Z vidika vpliva na slovensko agregatno proizvodnjo je tako pomembno določiti obseg povpraševanja po slovenskih dobrinah, kar pomeni poiskati $C_{H,t}^*$ = oziroma $c_{H,t}^*(i)$. Opozoriti velja, da je H oznaka domačega (slovenskega gospodarstva). Ob predpostavki povsem enakih elastičnosti substitucije in različnih deležev (κ^*, λ^* in ω^*), lahko zapišemo, da je povpraševanje po trgovanih in netrgovanih dobrinah enako:

$$C_{TN,t}^* = (1-\kappa^*)\left(\frac{P_{TN,t}^*}{P_{C,t}^*}\right)^{-\theta} C_t^*,$$

povpraševanje po trgovanih dobrinah je:

$$\begin{aligned} C_{T,t}^* &= (1-\lambda^*)\left(\frac{P_{T,t}^*}{P_{TN,t}^*}\right)^{-\theta_{TN}} C_{TN,t}^* \\ &= (1-\lambda^*)(1-\kappa^*)\left(\frac{P_{T,t}^*}{P_{TN,t}^*}\right)^{-\theta_{TN}} \left(\frac{P_{TN,t}^*}{P_{C,t}^*}\right)^{-\theta} C_t^*, \end{aligned}$$

in povpraševanje po v Sloveniji proizvedenih dobrinah je:[15]

$$
\begin{aligned}
C^*_{H,t} &= \omega^* \left(\frac{P^*_{H,t}}{P^*_{T,t}}\right)^{-\theta_T} C^*_{T,t} \\
&= \omega^*(1-\lambda^*)(1-\kappa^*) \left(\frac{P^*_{H,t}}{P^*_{T,t}}\right)^{-\theta_T} \left(\frac{P^*_{T,t}}{P^*_{TN,t}}\right)^{-\theta_{TN}} \left(\frac{P^*_{TN,t}}{P^*_{C,t}}\right)^{-\theta} C^*_t.
\end{aligned}
$$

Pri tem ω^* predstavlja delež domačih dobrin v tuji potrošnji. Povpraševanje po i-ti inačici je:

$$
C^*_{H,t}(i) = \omega^*(1-\lambda^*)(1-\kappa^*) \left(\frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t}}\right)^{-\sigma_T} \left(\frac{P^*_{H,t}}{P^*_{T,t}}\right)^{-\theta_T} \left(\frac{P^*_{T,t}}{P^*_{TN,t}}\right)^{-\theta_{TN}} \left(\frac{P^*_{TN,t}}{P^*_{C,t}}\right)^{-\theta} C^*_t.
$$

V nadaljevanju bomo naredili več poenostavitvenih predpostavk, ki nam bodo omogočile, da se osredotočimo na permanentne šoke, ki vplivajo predvsem na domače gospodarstvo in da predpostavljamo, da je Slovenija majhno odprto gospodarstvo, ki ne vpliva preko tujine na domače gospodarstvo. Najprej bomo predpostavili, da je v tujini povpraševanje po nafti enako 0, kar bomo upoštevali tako, da je parameter, ki zajema delež povpraševanja enak 0 ($\kappa^* = 0$), kar pomeni, da je $P^*_{TN,t} = P^*_{C,t}$. Nadalje bomo predpostavili, da v tujini ni povpraševanja po mednarodno netrgovanih dobrinah, kar pomeni, da je delež λ^* enak 0 in posledično $P^*_{C,t} = P^*_{T,t} = P^*_{TN,t}$. Povpraševanje po $i-$ti inačici je tako:

$$
C^*_{H,t}(i) = \omega^* \left(\frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t}}\right)^{-\sigma_T} \left(\frac{P^*_{H,t}}{P^*_{C,t}}\right)^{-\theta_T} C^*_t.
$$

Zadnja predpostavka je, da je slovensko gospodarstvo majhno in da je posledično delež slovenskih dobrin uvoženih v tujino zanemarljivo majhen, kar pomeni, da je agregatna potrošnja tujine enaka kar agregatni tuji proizvodnji $C^*_t = Y^*_t$ ter da je cenovni indeks v tujini praktično enak cenam v tujini proizvedenih inačic mednarodno trgovanih dobrin: $P^*_{C,t} = P^*_{F,t}$. To pomeni, da je povpraševanje po $i-$ti inačici enako:

$$
C^*_{H,t}(i) = \omega^* \left(\frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t}}\right)^{-\sigma_T} \left(\frac{P^*_{H,t}}{P^*_{F,t}}\right)^{-\theta_T} C^*_t
$$

[15] Opozoriti je potrebno, da je H domači sektor, ki pa ima v tujini utež ω^* in ne $(1-\omega)$, saj gre za povpraševanje po tujih produktih.

oziroma agregatno tuje povpraševanje po doma proizvedenih inačicah:

$$\begin{aligned} C^*_{H,t} &= \omega^* \left(\frac{P^*_{H,t}}{P^*_{F,t}}\right)^{-\theta_T} C^*_t, \\ \widehat{C}^*_{H,t} &= \omega^* \left(\frac{\widehat{P}^*_{H,t}}{\widehat{P}^*_{F,t}}\right)^{-\theta_T} \widehat{C}^*_t \end{aligned}$$

V log-linearizirani obliki je deviacija tujega agregatnega povpraševanja po doma proizvedenih inačicah od ustaljenega stanja enaka:

$$\hat{c}^*_{H,t} = \widehat{c}^*_t + \theta_T \widehat{\mu}_{F,t} = \widehat{y}^*_t + \theta_T \widehat{\mu}_{F,t},$$

kjer $\widehat{c}^*_t$ predstavlja deviacijo tuje agregatne potrošnje od ustaljenega stanja (glede na normaliziracijo), ki je enaka deviaciji tujega agregatnega proizvoda od ustaljenega stanja, y^*_t. $\widehat{\mu}_{F,t}$ je opredeljen kot razlika med deviacijo tujih cen od ustaljenega stanja $\hat{p}^F_t$ in domačih cen $\hat{p}^H_t$, kar pomeni deviacijo pogojev menjave (angl. terms of trade) od naravnih stanj.

Navedene predpostavke pomenijo tudi, da se trgi netrgovanih dobrin uravnovesijo v vsakem obdobju, tako da velja $\hat{y}^N_t = \hat{c}^N_t$. Povpraševanje po doma proizvedenih inačicah je vsota povpraševanja iz domačih in tujih gospodinjstev (Masten, 2008, str.124):

$$\widehat{Y}_{H,t} = \left[\int_0^1 \left(\widehat{C}_{H,t}(i) + \widehat{C}^*_{H,t}(i)\right)^{\frac{\sigma_T - 1}{\sigma_T}} di\right]^{\frac{\sigma_T}{\sigma_T - 1}}$$

Spomnimo, da je domače povpraševanje po domačih trgovanih inačicah:

$$\hat{C}_{H,t}(i) = (1-\omega)(1-\lambda)(1-\kappa)\left(\frac{\hat{P}_{H,t}(i)}{\hat{P}_{H,t}}\right)^{-\sigma_T}\left(\frac{\hat{P}_{H,t}}{\hat{P}_{T,t}}\right)^{-\theta_T}\left(\frac{\hat{P}_{T,t}}{\hat{P}_{TN,t}}\right)^{-\theta_{TN}}\left(\frac{\hat{P}_{TN,t}}{\hat{P}_{C,t}}\right)^{-\theta}\hat{C}_t.$$

Cenovne indekse lahko aproksimiramo pod predpostavko, da gre za deviacije od naravnega stanja, kar je ekvivalentno predpostavki, da je med skupinami dobrin elastičnost substitucije enaka 1, kar

CES obliko cenovnih indeksov spremeni v Cobb-Douglasovo obliko:[16]

$$
\begin{aligned}
\hat{C}_{H,t}(i) &= (1-\omega)(1-\lambda)(1-\kappa)\hat{P}_{H,t}(i)^{-\vartheta_T}\,\hat{P}_{H,t}^{\vartheta_T-\theta_T}\hat{P}_{T,t}^{\theta_T-\theta_{TN}}\hat{P}_{TN,t}^{\theta_{TN}-\theta}\hat{P}_{C,t}^{\theta}\hat{C}_t \\
&= (1-\omega)(1-\lambda)(1-\kappa)\left(\frac{\hat{P}_{H,t}(i)}{\hat{P}_{H,t}}\right)^{-\vartheta_T}\hat{P}_{H,t}^{-\omega\theta_T-(1-\omega)\lambda\theta_{TN}-(1-\omega)(1-\lambda)\theta\kappa}\cdot \\
&\quad \hat{P}_{F,t}^{\omega(\theta_T-\lambda\theta_{TN}-(1-\lambda)\kappa\theta)}\hat{P}_{N,t}^{\lambda(\theta_{TN}-\theta\kappa)}\hat{P}_{O,t}^{\kappa\theta}\hat{C}_t \\
&= (1-\omega)(1-\lambda)(1-\kappa)\left(\frac{\hat{P}_{H,t}(i)}{\hat{P}_{H,t}}\right)^{-\vartheta_T}\hat{Q}_t^{\lambda(\theta_{TN}-\theta\kappa)}\hat{S}_{F,t}^{\omega(\theta_T-\lambda\theta_{TN}-(1-\lambda)\kappa\theta)}\hat{S}_{O,t}^{\theta\kappa}\hat{C}_t
\end{aligned}
$$

Tuje povpraševanje po $i-$ti inačici dobrine H pa je:

$$
\widehat{C}_{H,t}^{*}(i) = \omega^{*}\left(\frac{\widehat{P}_{H,t}(i)}{\widehat{P}_{H,t}}\right)^{-\sigma_T}\left(\frac{\widehat{P}_{H,t}^{*}}{\widehat{P}_{F,t}^{*}}\right)^{-\theta_T}\widehat{C}_t^{*}
$$

Enakost razmerij: $\frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t}} = \frac{P_{H,t}^{*}(i)}{\widehat{P}_{H,t}^{*}}$ omogoča, da agregatni indeks povpraševanje po doma proizvedenih trgovanih dobrinah zapišemo kot:

$$
\widehat{Y}_{H,t} = \left[\int_0^1\left(\widehat{C}_{H,t}(i)+\widehat{C}_{H,t}^{*}(i)\right)^{\frac{\sigma_T-1}{\sigma_T}}di\right]^{\frac{\sigma_T}{\sigma_T-1}}
$$

$$
\begin{aligned}
\widehat{Y}_{H,t} &= \left[\int_0^1\left(\widehat{C}_{H,t}(i)+\widehat{C}_{H,t}^{*}(i)\right)^{\frac{\sigma_T-1}{\sigma_T}}di\right]^{\frac{\sigma_T}{\sigma_T-1}} \qquad (36) \\
&= (1-\omega)(1-\lambda)(1-\kappa)\,\chi Y_t^{*}\left[\widehat{Q}_t^{-\lambda(1-\kappa)}\widehat{S}_{F,t}^{1-\omega(1-\lambda)(1-\kappa)}\widehat{S}_{O,t}^{-\kappa}\right]^{\sigma}\widehat{Q}_t^{\lambda(\theta_{TN}-\theta\kappa)}\widehat{S}_{F,t}^{\omega(\theta_T-\theta\kappa(1-\lambda)-\theta_{TN}\lambda)}\widehat{S}_{O,t}^{\theta\kappa} \\
&\quad +\omega^{*}\widehat{S}_{F,t}^{\theta_T}\widehat{Y}_t \\
&= \chi Y_t^{*}\widehat{S}_{F,t}^{\theta_T}\left[(1-\omega)(1-\lambda)(1-\kappa)\,\widehat{Q}_t^{\widetilde{\gamma}_q}\widehat{S}_{F,t}^{\widetilde{\gamma}_F-\theta_T}\widehat{S}_{O,t}^{\widetilde{\gamma}_O}+1-(1-\omega)(1-\lambda)(1-\kappa)\right],
\end{aligned}
$$

Pri drugem enačaju smo upoštevali, da lahko tako tuji kot domači investitorji vlagajo v domače gospodarstvo in dobijo enak nominalni donos (valuta je v obeg državah enaka). Zadnji enačaj pa upošteva pogoj $\frac{\omega^*}{\chi} = 1-(1-\omega)(1-\lambda)(1-\kappa)$, ki je potreben za zagotovitev uravnotežene mednarodne menjave v ustaljenem stanju. Potrebno je še log-linearizirati zgornjo enačbo in dobimo

$$
y_{H,t} = y_t^{*} + \gamma_q\widehat{q}_t + \gamma_F\widehat{\mu}_{F,t} + \gamma_O\widehat{\mu}_{O,t}, \qquad (37)
$$

[16] Indekse cen tako zapišemo kot $P_{C,t} = P_{TN}^{1-\kappa}P_O^{\kappa}$, $P_{TN} = P_T^{1-\lambda}P_N^{\lambda}$, $P_T = P_H^{1-\omega}P_F^{\omega}$.

kjer velja

$$
\begin{aligned}
\widetilde{\gamma}_q &= \lambda\left(\theta\kappa - \theta_{TN} + \sigma\left(1-\kappa\right)\right), \\
\widetilde{\gamma}_F &= \theta\kappa\omega\left(1-\lambda\right) + \theta_{TN}\omega\lambda + \theta_T\left(1-\omega\right) + \sigma\left(\omega\left(1-\lambda\right)\left(1-\kappa\right) - 1\right), \\
\widetilde{\gamma}_O &= \kappa\left(\theta - \sigma\right), \\
\gamma_q &= \left(1-\omega\right)\left(1-\lambda\right)\left(1-\kappa\right)\widetilde{\gamma}_q, \\
\gamma_F &= \left[1 - \left(1-\omega\right)\left(1-\lambda\right)\left(1-\kappa\right)\right]\theta_T + \left(1-\omega\right)\left(1-\lambda\right)\left(1-\kappa\right)\widetilde{\gamma}_F, \\
\gamma_O &= \left(1-\omega\right)\left(1-\lambda\right)\left(1-\kappa\right)\widetilde{\gamma}_O
\end{aligned}
$$

Končna oblika enačbe povpraševanja, ki upošteva relacijo med y_t^* in $\widehat{c}_{H,t}^*$ da:

$$
y_{H,t} = \widehat{c}_{H,t}^* + \overline{\gamma}_q\widehat{q}_t + \overline{\gamma}_F\widehat{\mu}_{F,t} + \overline{\gamma}_O\widehat{\mu}_{O,t} \tag{38}
$$

pri čemer so $\overline{\gamma}_q = \left[\left(1-\omega\right)\left(1-\lambda\right)\left(1-\kappa\right) - 1\right]\widetilde{\gamma}_q$, $\overline{\gamma}_F = \left[\left(1-\omega\right)\left(1-\lambda\right)\left(1-\kappa\right) - 1\right]\widetilde{\gamma}_F$ in $\overline{\gamma}_O = \left[\left(1-\omega\right)\left(1-\lambda\right)\left(1-\kappa\right) - 1\right]\widetilde{\gamma}_O$.

Z združitvijo dosedanjih rezultatov lahko zapišemo IS krivulje za vsak posamezen sektor gospodarstva. Da bi izpeljali IS krivuljo netrgovanega sektorja moramo pri ravnovesju netrgovanih dobrin upoštevati pogoj $\hat{y}_{N,t} = \frac{c_{N,ss}}{y_{N,ss}}\widehat{c}_{N,t} + (1 - \frac{c_{N,ss}}{y_{N,ss}})\hat{g}_{N,t}$.

$$
\begin{aligned}
\hat{y}_{N,t} = {} & \hat{y}_{N,t+1|t} - \sigma\left((\hat{R}_t^* + \hat{\phi}_t - \hat{\phi}_a\hat{a}_t)(1-\tau^k) - \pi_{N,t+1|t} + \gamma_{\zeta_C,t+1|t} - \Delta z_{N,t+1|t}\right) \\
& - \widetilde{\beta}_F^N\Delta\widehat{\mu}_{F,t+1|t} + \widetilde{\beta}_q^N\Delta\widehat{q}_{t+1|t} + \widetilde{\beta}_O^N\Delta\widehat{\mu}_{O,t+1|t},
\end{aligned}
$$

kjer upoštevamo, da so vrednosti parametrov funkcije definirane kot $\widetilde{\beta}_F^N = \omega\left(1-\lambda\right)\left[\theta_{TN} - \theta\kappa - \sigma\left(1-\kappa\right)\right]$, $\widetilde{\beta}_O^N = \left(\theta - \sigma\right)\kappa$ in $\widetilde{\beta}_q^N = \theta\kappa\lambda + \theta_{TN}\left(1-\lambda\right) + \sigma\left(\lambda\left(1-\kappa\right) - 1\right)$. S pomočjo dinamičnega zapisa za $\widehat{c}_{H,t}$ in relacije v enačbi (38) dobimo pripadajočo IS krivuljo v trgovanem sektorju

$$
\begin{aligned}
y_{H,t} = {} & y_{H,t+1|t} - \sigma\left((\hat{R}_t^* + \hat{\phi}_t - \hat{\phi}_a\hat{a}_t)(1-\tau^k) - \pi_{H,t+1|t} + \gamma_{\zeta_C,t+1|t} - \Delta z_{H,t+1|t}\right) \\
& - \widetilde{\beta}_F^H\Delta\widehat{\mu}_{F,t+1|t} - \widetilde{\beta}_q^H\Delta\widehat{q}_{t+1|t} + \widetilde{\beta}_O^H\Delta\widehat{\mu}_{O,t+1|t},
\end{aligned}
$$

pri čemer velja $\widetilde{\beta}_F^H = \omega\left[\theta_T - \theta\kappa\left(1-\lambda\right) - \theta_{TN}\lambda - \sigma\left(1-\lambda\right)\left(1-\kappa\right)\right] + \widetilde{\gamma}_F$, $\widetilde{\beta}_O^H = \left(\sigma + \theta\right)\kappa - \widetilde{\gamma}_O$ in

$\widetilde{\beta}_q^H = \lambda\left[\theta_{TN} - \theta\kappa - \sigma\left(1-\kappa\right)\right] + \widetilde{\gamma}_q.$

Vse spremenljivke so izražene kot odkloni od svojih naravnih ravni. To pomeni, da $y_{i,t}$ označuje sektorske proizvodne vrzeli, kjer $i\epsilon\{H,N\}$. Predpostavka delnega prilagajanja agregatnega povpraševanja pojasnjuje makroekonomsko dinamiko, ki jo lahko opazimo tudi v podatkih (Ireland, 2004). Teoretično lahko to predpostavko utemeljimo s stroški prilagajanja ali vztrajnostjo potrošnih navad (Giannoni & Woodford, 2003, str.).

$$\begin{aligned}
y_{H,t+1} &= \beta_y y_{H,t} + \left(1-\beta_y\right) y_{H,t+1|t} \qquad (39)\\
&= \beta_y y_{H,t} + \left(1-\beta_y\right) y_{H,t+2|t}\\
&\quad -\beta_r^H\left((\hat{R}_{t+1}^{*} + \hat{\phi}_{t+1} - \hat{\phi}_a\hat{a}_{t+1})(1-\tau^k) - \pi_{H,t+2|t} + \gamma_{\zeta_C,t+2|t} - \Delta z_{H,t+2|t}\right)\\
&\quad -\beta_F^H\Delta\widehat{\mu}_{F,t+2|t} + \beta_q^H\Delta\widehat{q}_{t+2|t} + \beta_O^H\Delta\widehat{\mu}_{O,t+2|t} + \eta_{H,t+1}^d,
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
y_{N,t+1} &= \beta_y y_{N,t} + \left(1-\beta_y\right) y_{N,t+2|t} \qquad (40)\\
&\quad -\beta_r^N\left((\hat{R}_{t+1}^{*} + \hat{\phi}_{t+1} - \hat{\phi}_a\hat{a}_{t+1})(1-\tau^k) - \pi_{N,t+2|t} + \gamma_{\zeta_C,t+2|t} - \Delta z_{N,t+2|t}\right)\\
&\quad -\beta_F^N\Delta\widehat{\mu}_{F,t+2|t} - \beta_q^N\Delta\widehat{q}_{t+2|t} + \beta_O^N\Delta\widehat{\mu}_{O,t+2|t},
\end{aligned}$$

kjer so parametri funkcije definirani kot $\beta_r^i = \left(1-\beta_y\right)\sigma$, $\beta_F^i = \left(1-\beta_y\right)\widetilde{\beta}_F^i$, $\beta_q^i = \left(1-\beta_y\right)\widetilde{\beta}_q^i$ in $\beta_O^i = \left(1-\beta_y\right)\widetilde{\beta}_O^i, i\epsilon\{H,N\}$.

Oblikovanje plač

Predpostavljamo kontinuum monopolistično konkurenčnih gospodinjstev na enotnem intervalu $h \in [0,1]$, ki ponujajo diferencirane storitve dela menjalnemu in nemenjalnemu sektorju (Erceg, Henderson & Levin, 2000, str. 286; Christiano, Eichenbaum & Evans, 2003, str. 9). Nadalje predpostavljamo, da je delo različnih gospodinjstev nepopoln substitut. Povpraševanje reprezentativnega podjetja po delu ima Dixit-Stiglitzev agregator:

$$l_t = \left[\int_0^1 l_t\left(h\right)^{\frac{1}{\lambda_w}} dh\right]^{\lambda_w}, \lambda_w \geq 1,$$

pri čemer je λ_w pribitek plač nad stroške dela gospodinjstva v obliki izgubljenega prostega časa, elastičnost substitucije med različnimi vrstami dela pa je $\sigma_l = \frac{\lambda_w}{\lambda_w+1}$. Predpostavljamo, da imajo vsa podjetja znotraj sektorjev H in N enako produkcijsko funkcijo (Woodford, 2003, str. 221), prav tako pa oba sektorja najemata enake storitve dela, tako da se soočajo v obeh sektorjih z enakimi plačami. Podjetja plače sprejemajo kot eksogeno dane. Povpraševanje po delu gospodinjstva h je:

$$l_t(h) = \left[\frac{W_t}{W_t(h)}\right]^{\frac{\lambda_w}{\lambda_w-1}} l_t, \tag{41}$$

kjer je W_t agregatni indeks plač, $W_t(h)$ pa je plača gospodinjstva h. Agregatni indeks plač je opredeljen kot (Christiano, Eichenbaum & Evans, 2003, str. 9-10)

$$W_t = \left[\int_0^1 W_t(h)^{\frac{1}{1-\lambda_w}} dh\right]^{1-\lambda_w}. \tag{42}$$

Predpostavljamo, da gospodinjstva določajo višino plače v skladu s Calvovim mehanizmom. Le-ta lahko postavijo plače na raven, ki je optimalna (W_t^{new}) zgolj z določeno verjetnostjo, ki je enaka $1-\xi_w$, oziroma z verjetnostjo ξ_w tega ne morejo narediti. Sledeč Adolfson in ostali (2005) predpostavljamo, da preostala gospodinjstva, ki v istem obdobju ne morejo reoptimizirati, plače indeksirajo glede na preteklo inflacijo ($\Pi_t = 1+\pi_t$) in ciljno inflacijo ($\Pi_t^c = 1+\pi_t^c$) ter rast agregatnega indeksa produktivnosti ($\frac{Z_{C,t+1}}{Z_{C,t}}$):

$$W_{t+1}(h) = (\Pi_t)^{\kappa_w}(\Pi_{t+1}^c)^{1-\kappa_w}\frac{Z_{C,t+1}}{Z_{C,t}}W_t. \tag{43}$$

To pomeni, da gospodinjstvo, ki v obdobju t spremeni plačo na W^{new}, in ne bo moglo spremeniti plače v naslednjih s obdobjih, bo plača po s obdobjih enaka

$$W_{t+s} = (\Pi_t...\Pi_{t+s-1})^{\kappa_w}(\Pi_t^c...\Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_w}\frac{Z_{C,t+s}}{Z_{C,t}}W_t^{new}.$$

Ob upoštevanju Calvovega mehanizma, lahko agregatni indeks plač v obdobju t zapišemo kot:

$$W_t = \left[\int_0^{\xi_w}\left(W_{t-1}(\Pi_t)^{\kappa_w}(\Pi_t^c)^{1-\kappa_w}\frac{Z_{C,t+1}}{Z_{C,t}}\right)^{\frac{1}{1-\lambda_w}} dh + \int_{\alpha_w}^1 (W_t^{new})^{\frac{1}{1-\lambda_w}} dh\right]^{1-\lambda_w},$$

$$W_t = \left[\xi_w\left(W_{t-1}(\Pi_t)^{\kappa_w}(\Pi_t^c)^{1-\kappa_w}\frac{Z_{C,t+1}}{Z_{C,t}}\right)^{\frac{1}{1-\lambda_w}} + (1-\xi_w)(W_t^{new})^{\frac{1}{1-\lambda_w}}\right]^{1-\lambda_w}. \tag{44}$$

Zadnjo enačbo lahko log-lineariziramo okrog ničelne (plačne) inflacije v ustaljenem stanju (Galí, 2008, str. 124), ter dobimo

$$w_t = (1 - \xi_w)\, w_{opt,t} + \xi_w(w_{t-1} + \kappa_w \pi_{C,t-1} + (1 - \kappa_w)\bar{\pi}_{C,t} + \Delta z_{C,t}) \tag{45}$$

Gospodinjstva, ki reoptimizirajo, se pri določanju nove optimalne plače, $W_{opt,t}$, ob upoštevanju omejitve v enačbi (41) soočajo z naslednjim optimizacijskim problemom

$$\max_{W_t^{new}(h)} E_t \sum_{s=0}^{\infty} (\beta\xi_w)^s \left[\begin{array}{c} -\frac{\zeta_{t+s}^L A_L}{1+\varphi} l_{t+s}\,(h)^{1+\varphi} + v_{t+s}(1 - \tau_{t+s}^w)\times \\ (\Pi_t ... \Pi_{t+s-1})^{\kappa_w} (\Pi_t^c ... \Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_w} \frac{Z_{C,t+s}}{Z_{C,t}} W_t^{new}(h) l_{t+s}(h) \end{array} \right]. \tag{46}$$

Življenjska funkcija koristnosti (46) je tokrat vsota pričakovanih koristnosti ustvarjenih v (negotovem) obdobju v katerem plača ves čas ostaja na nivoju W_t^{new}, ki je bila določena v obdobju t (Galí, 2008, str. 122). V prihodnosti ustvarjena koristnost pod drugim nivojem plače je tako irelevantna z vidika optimiziranja trenutne plače.

Pogoj prvega reda, upoštevajoč funkcijo povpraševanja (41), je enačba za določanje plače oziroma Eulerjeva enačba:

$$E_t[\sum_{s=0}^{\infty} (\beta\xi_w)^s\, l_{t+s}(h)[-\zeta_{t+s}^L A_L l_{t+s}\,(h)^{\varphi} + \frac{(1-\tau^w)W_t^{new}(h)}{Z_{C,t} P_{C,t}^{\kappa}} \frac{Z_{C,t+s} P_{C,t+s}^{\kappa} (\frac{P_{C,t+s-1}}{P_{C,t-1}})^{\kappa_w} (\Pi_t^c ... \Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_w}}{\lambda_w} v_{t+s}] = 0.$$

Upoštevajoč dejstvo, da je mejna stopnja substitucije razmerje med mejno koristnostjo prostega časa in potrošnje, $\frac{-\zeta_{t+s}^L A_L l_{t+s}(h)^{\varphi}}{v_{t+s}} = MRS_{t+s}$, lahko enačbo preoblikujemo v:

$$E_t \sum_{s=0}^{\infty} (\beta\xi_w)^s\, l_{t+s}\,(h) \left[\frac{(1-\tau^w)W_t^{new}}{Z_{C,t} P_{C,t}^{\kappa}} Z_{C,t+s} P_{C,t+s}^{\kappa} (\frac{P_{C,t+s-1}}{P_{C,t-1}})^{\kappa_w} (\Pi_t^c ... \Pi_{t+s}^c)^{1-\kappa_w} - \lambda_w MRS_{t+\tau}\,(h) \right] = 0, \tag{47}$$

rimeru popolnoma fleksibilnih plač velja $\xi_w = 0$. Realna plača bi bila v tem primeru:

$$(1-\tau^w)W_t^{new}(h) = (1-\tau^w)W_t(h) = \lambda_w MRS_t\,(h)\,, \forall t.$$

Z log-linearizacijo enačbe (47) dobimo naslednjo enačbo, ki določa dinamiko realne plače:

$$E_t\left[\begin{array}{c}-\left(1-\lambda_w\right)\widehat{\zeta}_t^L-\left(1-\lambda_w\right)\varphi\widehat{l}_t+\left(1-\lambda_w\right)\widehat{\psi}_{z_C,t}\\+b_w\xi_w\widehat{w}_{t-1}+\left(\varphi\lambda_w-b_w\left(1+\beta\xi_w^2\right)\right)\widehat{w}_t+b_w\beta\xi_w\widehat{w}_{t+1}\\+b_w\xi_w\kappa_w\left(\widehat{\pi}_{t-1}^c-\widehat{\pi}_t^c\right)-b_w\beta\xi_w\kappa_w\left(\widehat{\pi}_{t-1}^c-\widehat{\pi}_t^c\right)\end{array}\right]=0,$$

kjer je $b_w=\frac{\lambda_w\varphi-(1-\lambda_w)}{(1-\beta\xi_w)(1-\xi_w)}$ in $\psi_{z_C,t}=v_tZ_{C,t}P_{C,t}$.

Izpeljava mejnih stroškov

Za končno izpeljavo Phillipsove krivulje potrebujemo mejne stroške. Realni mejni stroški deflacionirani s ceno v sektorju so $mc_{i,t}=\frac{\lambda_{i,t}}{P_{i,t}}=\left(\frac{P_{O,t}}{P_{i,t}\vartheta_i}\right)^{\vartheta_i}\left(\frac{W_t}{P_{i,t}A_{i,t}(1-\vartheta_i)}\right)^{1-\vartheta_i}$. Realne mejne stroške lahko preoblikujemo tako, da upoštevamo realne plače:

$$\begin{aligned}mc_{i,t} &= \frac{1}{\vartheta_i^{\vartheta_i}(1-\vartheta_i)^{(1-\vartheta_i)}}\left(\frac{P_{O,t}}{P_{i,t}}\right)^{\vartheta_i}\left(\frac{W_t}{P_{i,t}A_{i,t}}\frac{P_{C,t}Z_{C,t}}{P_{C,t}Z_{C,t}}\right)^{1-\vartheta_i}\\ &= \Upsilon_i\left(\frac{P_{O,t}}{P_{i,t}}\right)^{\vartheta_i}\hat{w}_t^{1-\vartheta_i}\left(\frac{P_{C,t}Z_{C,t}}{P_{i,t}A_{i,t}}\right)^{1-\vartheta_i},\end{aligned}$$

kjer je $\hat{w}_t=W_t/P_CZ_C$ in $\Upsilon_i=\frac{1}{\vartheta_i^{\vartheta_i}(1-\vartheta_i)^{(1-\vartheta_i)}}$. Mejni stroški se med sektorjema razlikujejo, zato izpeljemo za vsakega posebej. Realni mejni stroški za podjetja v sektorju H so:

$$\begin{aligned}mc_{H,t} &= \Upsilon_H\hat{w}_t^{1-\vartheta_H}\left(\frac{P_{O,t}}{P_{H,t}}\right)^{\vartheta_H}\left(\frac{P_{C,t}Z_{C,t}}{P_{H,t}Z_{H,t}}\frac{Z_{H,t}}{A_{H,t}}\right)^{1-\vartheta_H}\\ &= \Upsilon_H\hat{w}^{1-\vartheta_H}\hat{S}_{O,t}^{\vartheta_H}(\hat{S}_{O,t}^{\kappa}\hat{S}_{F,t}^{\omega(1-\kappa)(1-\lambda)}\hat{Q}_t^{\lambda(1-\kappa)})^{1-\vartheta_H}(\frac{Z_{H,t}}{A_{H,t}})^{1-\vartheta_H}\left(\frac{Z_{H,t}}{Z_{O,t}}\right)^{\vartheta_H}\\ &= \Upsilon_H\hat{w}^{1-\vartheta_H}\hat{S}_{O,t}^{\vartheta_H}(\hat{S}_{O,t}^{\kappa}\hat{S}_{F,t}^{\omega(1-\kappa)(1-\lambda)}\hat{Q}_t^{\lambda(1-\kappa)})^{1-\vartheta_H},\end{aligned} \tag{48}$$

pri čemer smo upoštevali, da je razmerje $\frac{\hat{P}_{C,t}}{\hat{P}_{H,t}}$ približno enako $\hat{\mu}_{O,t}^{\kappa}\hat{\mu}_{F,t}^{\omega(1-\kappa)(1-\lambda)}\hat{q}_t^{\lambda(1-\kappa)}$, kar je dovolj dobra aproksimacija za log-linearizacijo okrog ustaljenega stanja in da je razmerje med $\frac{Z_{H,t}}{A_{H,t}}=(\frac{A_H}{P_{O,t}})^{\vartheta_H}$. Analogno lahko zapišemo funkcijo mejnih stroškov za netrgovani sektor, ki je

$$\begin{aligned}mc_{N,t} &= \Upsilon_N\hat{w}_t^{1-\vartheta_N}\left(\frac{P_{O,t}}{P_{N,t}}\right)^{\vartheta_N}\left(\frac{P_{C,t}Z_{C,t}}{P_{N,t}Z_{N,t}}\frac{Z_{N,t}}{A_{N,t}}\right)^{1-\vartheta_N}\\ &= \Upsilon_N\hat{w}_t^{1-\vartheta_N}\left(\frac{\hat{P}_{O,t}}{\hat{P}_{H,t}}\frac{\hat{P}_{H,t}}{\hat{P}_{N,t}}\frac{Z_{N,t}}{Z_{O,t}}\right)^{\vartheta_N}\left(\frac{\hat{P}_{C,t}}{\hat{P}_{H,t}}\frac{\hat{P}_{H,t}}{\hat{P}_{N,t}}\frac{Z_{N,t}}{A_{N,t}}\right)^{1-\vartheta_N}\\ &= \Upsilon_N\hat{w}_t^{1-\vartheta_N}\left(\hat{S}_{O,t}\hat{Q}_t^{-1}\right)^{\vartheta_N}(\hat{S}_{O,t}^{\kappa}\hat{S}_{F,t}^{\omega(1-\kappa)(1-\lambda)}\hat{Q}_t^{\lambda(1-\kappa)})^{1-\vartheta_N}.\end{aligned}$$

Log-linearizacija obeh izrazov za realne mejne stroške okrog ustaljenega stanja da naslednja izraza:

$$\widehat{mc}_{H,t} = [\vartheta_H + (1-\vartheta_H)\kappa]\hat{\mu}^{\kappa}_{O,t} + \omega(1-\kappa)(1-\lambda)(1-\vartheta_H)\hat{\mu}_{F,t} + \lambda(1-\kappa)(1-\vartheta_H)\hat{q}_t + (1-\vartheta_H)\hat{w}_t,$$

$$\widehat{mc}_{N,t} = [\vartheta_N + (1-\vartheta_N)\kappa]\hat{\mu}^{\kappa}_{O,t} + \omega(1-\kappa)(1-\lambda)(1-\vartheta_N)\hat{\mu}_{F,t} + [\lambda(1-\kappa)(1-\vartheta_N) - \vartheta_N]\hat{q}_t + (1-\vartheta_N)\hat{w}_t.$$

Dinamika realne neto zunanje investicijske pozicije

Dinamika realne neto zunanje investicijske pozicije bomo izpeljali v normirani obliki $a_t = \frac{A_t}{Z_{C,t}P_{C,t}}$, kjer je

$$\begin{aligned}
a_t &= \frac{P_{H,t}C^*_{H,t} - P_{F,t}C_{F,t} - P^W_{O,t}(O_t + O_{H,t} + O_{N,t})}{Z_{C,t}P_{C,t}} + (1+\gamma_{Z_{C,t}})(1+\pi_{C,t})a_{t-1}R^*_{t-1}\Phi(a_{t-1},\tilde{\phi}) \\
&= \frac{P_{H,t}C^*_{H,t} - P_{F,t}C_{F,t} - \frac{P^W_{O,t}}{P^W_{O,t}+T_{O,t}}P_{O,t}(O_t + O_{H,t} + O_{N,t})}{Z_{C,t}P_{C,t}} + \hat{\Pi}_{C,t}a_{t-1}R^*_{t-1}\Phi(a_{t-1},\tilde{\phi}) \\
&= \frac{Z_{H,t}P_{H,t}}{Z_{C,t}P_{C,t}}\frac{C^*_{H,t}}{Z_{H,t}} - \frac{Z_{F,t}P_{F,t}}{Z_{C,t}P_{C,t}}\frac{C_{F,t}}{Z_{F,t}} - \frac{P^W_{O,t}}{P^W_{O,t}+T_{O,t}}\frac{Z_{O,t}P_{O,t}}{Z_{C,t}P_{C,t}}\frac{(O_{C,t} + O_{H,t} + O_{N,t})}{Z_{O,t}} + \\
&\quad \hat{\Pi}_{C,t}a_{t-1}R^*_{t-1}\Phi(a_{t-1},\tilde{\phi}) \\
&= \frac{\hat{P}_{H,t}}{\hat{P}_{C,t}}\hat{C}^*_{H,t} - \frac{\hat{P}_{F,t}}{\hat{P}_{C,t}}\hat{C}_{F,t} - \frac{P^W_{O,t}}{P^W_{O,t}+T_{O,t}}\frac{\hat{P}_{O,t}}{\hat{P}_{C,t}}\frac{O_{C,t} + O_{H,t} + O_{N,t}}{Z_{O,t}} + \hat{\Pi}_{C,t}a_{t-1}R^*_{t-1}\Phi(a_{t-1},\tilde{\phi})
\end{aligned}$$

Pri tem upoštevamo dejstvo, da nafta vstopa tako v potrošnjo gospodinjstev kot v trgovane in netrgovane dobrine. Upoštevamo že znana cenovna razmerja:

$$\begin{aligned}
\frac{\hat{P}_{H,t}}{\hat{P}_{C,t}} &= \hat{S}^{-\kappa}_{O,t}\hat{S}^{-\omega(1-\lambda)(1-\kappa)}_{F,t}\hat{Q}^{-\lambda(1-\kappa)}_t, \\
\frac{\hat{P}_{F,t}}{\hat{P}_{C,t}} &= \hat{S}^{-\kappa}_{O,t}\hat{S}^{(1-\omega)(1-\lambda)(1-\kappa)}_{F,t}\hat{Q}^{-\lambda(1-\kappa)}_t, \\
\frac{\hat{P}_{O,t}}{\hat{P}_{C,t}} &= \hat{S}^{1-\kappa}_{O,t}\hat{S}^{-\omega(1-\lambda)(1-\kappa)}_{F,t}\hat{Q}^{-\lambda(1-\kappa)}_t,
\end{aligned}$$

in tuje povpraševanje po domačih inačicah (izvoz) ter domače povpraševanje po tujih inačicah trgovane dobrine in nafte (uvoz):

$$
\begin{aligned}
\hat{C}^*_{H,t} &= \omega^* \hat{S}^{\theta_T}_{F,t} \hat{C}^*_t \\
\widehat{C}_{F,t} &= \omega(1-\lambda)(1-\kappa)\hat{S}^{\theta\kappa}_{O,t}\hat{S}^{-[\omega(\kappa\theta(1-\lambda)+\theta_{TN}\lambda)+\theta_T(1-\omega)]}_{F,t} Q_t^{-\lambda[\theta\kappa-\theta_{TN}]}\widehat{C}_t, \\
\widehat{O}_{C,t} &= \kappa \hat{S}^{-(1-\kappa)\theta}_{O,t}\hat{S}^{\omega(1-\kappa)(1-\lambda)\theta}_{F,t}\hat{Q}_t^{\lambda(1-\kappa)\theta}\widehat{C}_t, \\
\widehat{O}_{N,t} &= \vartheta_N \frac{P_{N,t}Y_{N,t}}{P_{O,t}Z_{O,t}}\frac{MC_{N,t}}{P_{N,t}} = \vartheta_N \frac{\hat{P}_N \hat{Y}_{N,t}}{\hat{P}_{O,t}} mc_{N,t}, \\
\widehat{O}_{H,t} &= \vartheta_H \frac{Y_{H,t}}{P_{O,t}Z_{O,t}} MC_{H,t} = \vartheta_H \frac{\hat{P}_H \hat{Y}_{H,t}}{\hat{P}_{O,t}} mc_{H,t}
\end{aligned}
$$

in preoblikujemo dinamiko a_t z naslednjo enačbo, pri čemer naj bo $sh^W_{O,t} = \frac{P^W_{O,t}}{P^W_{O,t}+T_{O,t}}$:

$$
\begin{aligned}
a_t &= \frac{\hat{P}_{H,t}}{\hat{P}_{C,t}}\hat{C}^*_{H,t} - \frac{\hat{P}_{F,t}}{\hat{P}_{C,t}}\widehat{C}_{F,t} - \frac{P^W_{O,t}}{P^W_{O,t}+T_{O,t}}\frac{\hat{P}_{O,t}}{\hat{P}_{C,t}}(\widehat{O}_{C,t}+\widehat{O}_{N,t}+\widehat{O}_{H,t}) \\
&\quad +(1+\gamma_{Z_C,t})(1+\pi_{C,t})a_{t-1}R^*_{t-1}\Phi(a_{t-1},\tilde{\phi}) \\
&= \omega^*\hat{S}^{-\kappa}_{O,t}\hat{S}^{\theta_T-\omega(1-\lambda)(1-\kappa)}_{F,t}\hat{Q}_t^{-\lambda(1-\kappa)}\hat{C}^*_t - \\
&\quad -\{\omega(1-\lambda)(1-\kappa)\hat{S}^{\kappa(\theta-1)}_{O,t}\hat{S}^{(1-\omega)[(1-\lambda)(1-\kappa)-\theta_T]-\omega[\theta\kappa(1-\lambda)+\theta_{TN}\lambda]}_{F,t}\hat{Q}_t^{-\lambda[1-\kappa(1-\theta)-\theta_{TN}]} + \\
&\quad +\kappa sh^W_{O,t}\hat{S}^{(1-\kappa)(1-\theta)}_{O,t}\hat{S}^{-\omega(1-\kappa)(1-\theta)}_{F,t}\hat{Q}_t^{-\lambda(1-\kappa)(1-\theta)}\}\widehat{C}_t + \\
&\quad +\vartheta_N sh^W_{O,t}\hat{S}^{-\kappa}_{O,t}\hat{S}^{-\omega(1-\kappa)(1-\lambda)}_{F,t}\hat{Q}_t^{1-\lambda(1-\kappa)}\hat{Y}_{N,t}mc_{N,t} + \\
&\quad +\vartheta_H sh^W_{O,t}\hat{S}^{-\kappa}_{O,t}\hat{S}^{-\omega(1-\kappa)(1-\lambda)}_{F,t}\hat{Q}_t^{-\lambda(1-\kappa)}\hat{Y}_{H,t}mc_{H,t} + \\
&\quad +\hat{\Pi}_{C,t}a_{t-1}R^*_{t-1}\Phi(a_{t-1},\tilde{\phi}).
\end{aligned}
$$

Linearizirana enačba v odklonih spremenljivke a_t od ustaljenega stanja (torej $\hat{a}_t$) je tako:

$$
\begin{aligned}
\hat{a}_t \;=\;& \omega^* \hat{Y}^*_{ss} \hat{y}^*_t + \omega^* \hat{Y}^*_{ss} \left\{ -\kappa \hat{\mu}_{O,t} + (\theta_T - \omega(1-\lambda)(1-\kappa)) \hat{\mu}_{F,t} - \lambda(1-\kappa)\hat{q}_t \right\} + \\
& \{\kappa sh^W_{O,ss} - \omega(1-\lambda)(1-\kappa)\} \hat{c}_t - \omega(1-\lambda)(1-\kappa)\widehat{C}_{ss} \left\{ \begin{array}{c} \kappa(\theta-1)\hat{\mu}_{O,t} + \\ (1-\omega)([(1-\lambda)(1-\kappa)-\theta_T] - \omega[\theta\kappa(1-\lambda)+\theta_{TN} \\ -\lambda[1-\kappa(1-\theta)-\theta_{TN}]\hat{q}_t \end{array} \right. \\
& + \kappa sh^W_{O,ss} \widehat{C}_{ss} \left\{ (1-\kappa)(1-\theta)\hat{\mu}_{O,t} - \omega(1-\kappa)(1-\theta)\hat{\mu}_{F,t} - \lambda(1-\kappa)(1-\theta)\hat{q}_t \right\} \\
& + \kappa \widehat{C}_{ss} \widehat{sh}^W_{O,t} \\
& + \vartheta_N \left\{ sh^W_{O,ss} \left[\begin{array}{c} \hat{Y}_{N,ss} \widehat{mc}_{N,t} + mc_{N,ss} \hat{y}_{N,t} + \\ \hat{Y}_{N,ss} mc_{N,ss} (-\kappa\hat{\mu}_{O,t} - \omega(1-\kappa)(1-\lambda)\hat{\mu}_{F,t} + (1-\lambda(1-\kappa))\hat{q}_t) \end{array} \right] + \hat{Y}_{N,ss} mc_{N,ss} \widehat{sh}^W_{O,t} \right\} \\
& + \vartheta_H \left\{ sh^W_{O,ss} \left[\begin{array}{c} \hat{Y}_{H,ss} \widehat{mc}_{H,t} + mc_{H,ss} \hat{y}_{H,t} + \\ \hat{Y}_{H,ss} mc_{H,ss} (-\kappa\hat{\mu}_{O,t} - \omega(1-\kappa)(1-\lambda)\hat{\mu}_{F,t} - \lambda(1-\kappa)\hat{q}_t) \end{array} \right] + \hat{Y}_{H,ss} mc_{H,ss} \widehat{sh}^W_{O,t} \right\} \\
& + \hat{\Pi}^{-1}_{C,ss} R^*_{ss} \hat{a}_{t-1}
\end{aligned}
$$

kjer je $\hat{c}^*_t = \frac{\hat{C}^*_t - \hat{C}^*_{ss}}{\hat{C}^*_{ss}}$, $\widehat{sh}^W_{O,t} = \frac{sh^W_{O,t} - sh^W_{O,ss}}{sh^W_{O,ss}}$, $\hat{c}^*_t = \hat{y}^*_t$, $mc = \frac{mc_{N,t} - mc_{N,ss}}{mc_{N,ss}}$.

Država

Obnašanje države opisuje standardna enačba za dinamiko javnega dolga (D_t):

$$
\begin{aligned}
D_t &= D_{t-1}(1+R_t) + Def_t \qquad (49) \\
&= D_{t-1}(1+R_t) + Gex_t - T_t,
\end{aligned}
$$

pri čemer R_t označuje obrestno mero po kateri se zadolžuje država in je enaka obrestni meri državne potrošnje, Def_t je tekoči proračunski primanjkljaj, Gex_t so državni izdatki in T_t so celotni davki. Davčni prihodki države izhajajo iz obdavčitve agregatnega delovnega dohodka, dohodka od kapitala, ki vključuje obresti na držane domače in tuje vrednostne papirje ter dobičke podjetij, potrošnje in nafto:

$$T_t = T^w_t + T^k_t + T^y_t + T_{O,t}, \qquad (50)$$

kjer $T_{W,t}$ predstavlja obdavčitev dela v kateri so zajeti linearni socialni prispevki za zdravstveno in pokojninsko zavarovanje, kot tudi progresivna dohodnina. Predpostavljamo, da so delovni dohodki linearna funkcija nominalnih brut plač, $T_{W,t} = \tau^w W_t l_t$. Davčni dohodek od kapitala je enak vsoti $T_t^k = \tau^k(R_{t-1}-1)B_t + \tau^k(R_{t-1}^*-1)B_t^* + \tau^k \Pi_t$. Tretji davčni prihodek predstavlja davek na prihodke $T_t^y = \tau^y P_{C,t} C_t$, ki vključuje tudi davek na dodano vrednost na nafto. Davčni prihodek s strani prodaje nafte opredelimo na naslednji način $T_{O,t} = \tau_O O_t$. Davčni prihodki (50) so tako:

$$T_t = \tau^w W_t l_t + \tau^k(R_{t-1} - 1)B_t + \tau^k(R_{t-1}^* - 1)B_t^* + \tau^k \Pi_t + \tau^c P_{C,t} C_t + \tau_{O,t} O_t, \tag{51}$$

Državni izdatki Gex_t so opredeljeni kot vsota državne potrošnje in transferjev:

$$Gex_t = P_{N,t} G_{N,t} + TR_t. \tag{52}$$

Za državo predpostavljamo, da troši zgolj netrgovane dobrine, ki jo kupuje po ceni $P_{N,t}$, ki označuje nominalni indeks cen netrgovanih dobrin. Za transfere predpostavljamo, da so produkt nadomestitvenega razmerja transferov glede na povprečno nominalno plačo, rr_t, in prostovoljne delovne neaktivnosti (D'Auria in ostali, 2008):

$$TR_t = rr_t W_t (1 - l_t), \tag{53}$$

kjer je l_t agregatni obseg zaposlenosti. Na ta način modeliramo transfere upokojencem, nadomestila za brezposelne in ostale transfere, ki so vezana na povprečno plačo. Za nadomestitveno razmerje predpostavljamo, da se giblje v skladu z avtoregresijskim procesom AR(1) s stohastičnimi šoki:

$$rr_t = (1 - \rho_{rr})\overline{rr} + \rho_{rr} rr_{t-1} + \varepsilon_{rr,t}.$$

Potrošnja proračuna je določena z naslednjim fiskalnim pravilom:

$$g_t = \rho_G g_{t-1} - \rho_{\pi,t}(\pi_t - \pi^*) - \rho_{x,t}(x_t - x^*) - \rho_{d,t}(d_t - d^*), \tag{54}$$

kjer je razmerje med potrošnjo in Z_t enako: $g_t = \frac{G_t}{Z_t}$, π^* ciljna stopnja inflacije, $x_t - x^*$ proizvodna vrzel, d^* ciljna stopnja razmerja državnega dolga in nominalnega outputa, $\rho_{\pi,t}$, $\rho_{x,t}$ in $\rho_{d,t}$ pa so elastičnosti fiskalne politike.

V modelu smo uporabili tudi fiskalno pravilo za določanje višine $\tau_{O,t}$, ki je negativna funkcija splošne inflacije, rasti cen nafte ($\pi_{O,t}$) in deficita:

$$\tau_{O,t} = \rho_{\tau_O}\tau_{O,t-1} - \rho_{\pi,t}(\pi_t - \pi^*) - \rho_{\pi_O,t}(\pi_{O,t} - \pi^*_{O,t}) - \rho_{d,t}(d_t - d^*).$$

Eksogeni procesi

Ker velja predpostavka majhnega odprtega gospodarstva, ekonomsko dogajanje tega gospodarstva nima vpliva na dinamiko tujih spremenljivk. Zato so z vidika domačega gospodarstva tuje spremenljivke obravnavane eksogeno. Bolj natančno, predpostavljamo, da lahko dinamiki tuje inflacije in outputa opišemo s stacionarnima $AR(1)$ procesoma oblike

$$\pi^*_t = \gamma^*_\pi \pi^*_{t-1} + \varepsilon^*_t \tag{55}$$

$$y^*_t = \gamma^*_y y^*_{t-1} + \eta^*_t \tag{56}$$

pri tem pa sta ε^*_t in η^*_t bela šuma (angl. *white noise*). Nadalje predpostavljamo, da so tuje potrošniške cene enake cenam tujih trgovanih dobrin. Tuja centralna banka pa sledi Taylorjevemu pravilu oblike

$$\bar{i}^*_t = f^*_\pi \pi^*_t + f^*_y y^*_t + \xi^*_{i,t} \tag{57}$$

kjer je $\xi^*_{i,t}$ šok monetarne politike, ki ima matematično upanje enako 0 in je neodvisno in enako in neodvisno porazdeljen v času. Ključna je tudi predpostavka o procesu gibanja cen nafte.

Eksogeni blok spremenljivk, sestavljenega iz tujega outputa, tuje inflacije in tuje obrestne mere, modeliramo kot trivariatni vektorski avtoregresijski model (v nadaljevanju VAR). Uporabljene so časovne serije četrtletnih podatkov evroobmočja[17] v obdbobju 1996Q1-2010Q1[18], dolžina odloga v VAR pa sta dve četrtletji. Impulzni odziv endogenih spremenljivk na šok tuje monetarne politike je identificiran z uporabo Choleskyjeve dekompozicije. Predpostavljamo, da ima sprememba tuje monetarne politike takojšnji efekt na tujo obrestno mero, medtem ko na tujo inflacijo in output vpliva s časovnim zamikom.

[17]Dva pomembna vidika sta razlog za izbiro podatkov evroobmočja. Prvič, skupina držav iz evroobmočja predstavlja najpomembnejše gospodarske članice Slovenije. Drugič, omenjena skupina držav s skupaj s Slovenijo tvori monetarno unijo (EMU), zato trgovinski tokovi med Slovenijo in preostalimi državami članicami evroobmočja niso podvrženi vplivom nihanja deviznega tečaja.

[18]Podatki evroobmočja so črpani iz podatkovne baze Eurostat.

Tržna ravnovesja

Za dokončno rešitev modela, opredelimo še tržna ravnovesja. Gre za več trgov dobrin in faktorskih trgov, ki se morajo v vsakem obdobju uravnotežiti. Prva enačba, ki tvori ravnotežje je ravnovesje na trgih finančnih imetij, kjer mora biti plačilna bilanca izravnana, kar pomeni enakost tekočega računa in kapitalsko finančnega računa. Poleg zunanjega ravnotežja se morajo uravnotežiti trgi dobrin. Povpraševanje po končnih dobrinah se mora izenačiti s ponudbo. Doma proizvedene mednarodno trgovane dobrine so namenjene domačim in tujim kupcem, kar smo pokazali v enačbi (36):

$$Y_{H,t} = \left[\int_0^1 \left(C_{H,t}(i) + C^*_{H,t}(i) \right)^{\frac{\sigma_T - 1}{\sigma_T}} di \right]^{\frac{\sigma_T}{\sigma_T - 1}}.$$

Na trgih netrgovanih dobrin smo predpostavljali, da je proizvodnja enaka povpraševanju, pri čemer je povpraševanje vsota doma in v tujini proizvedenih dobrin:

$$Y^s_{N,t} = Y^d_{N,t} = C^d_{N,t} + G^d_{N,t}.$$

Zadnja enačba, ki označuje tržna ravnovesja uravnotežuje ponudbo in povpraševanje po delu, ki izhaja iz trgovanih in netrgovanih dobrin:

$$l^d_{N,t} + l^d_{H,t} = l^s_t.$$

Povpraševanje po delu v panogi trgovanih dobrin je

$$\begin{aligned} l^d_{H,t} &= \frac{1}{A_{H,t}} \left(\frac{1 - \vartheta_H}{\vartheta_H} \frac{P_{O,t}}{W_t} \right)^{\vartheta_H} Y^d_{H,t}, \\ l^d_{N,t} &= \frac{1}{A_{N,t}} \left(\frac{1 - \vartheta_N}{\vartheta_N} \frac{P_{O,t}}{W_t} \right)^{\vartheta_N} Y^d_{N,t}, \end{aligned}$$

kar lahko zapišemo kot

$$
\begin{aligned}
l_t &= \frac{1}{A_{H,t}}\left(\frac{1-\vartheta_H}{\vartheta_H}\frac{P_{O,t}}{W_t}\right)^{\vartheta_H}\left[\int_0^1 \left(C_{H,t}(i)+C^*_{H,t}(i)\right)^{\frac{\sigma_T-1}{\sigma_T}}di\right]^{\frac{\sigma_T}{\sigma_T-1}}+ \\
&\quad \frac{1}{A_{N,t}}\left(\frac{1-\vartheta_N}{\vartheta_N}\frac{P_{O,t}}{W_t}\right)^{\vartheta_N}\left(C^d_{N,t}+G^d_{N,t}\right) \\
&= \frac{Z_{H,t}}{A_{H,t}}\left(\frac{1-\vartheta_H}{\vartheta_H}\frac{P_{O,t}}{W_t}\right)^{\vartheta_H}\left[\int_0^1 \left(\hat{C}_{H,t}(i)+\hat{C}^*_{H,t}(i)\right)^{\frac{\sigma_T-1}{\sigma_T}}di\right]^{\frac{\sigma_T}{\sigma_T-1}} \\
&\quad +\frac{Z_{N,t}}{A_{N,t}}\left(\frac{1-\vartheta_N}{\vartheta_N}\frac{P_{O,t}}{W_t}\right)^{\vartheta_N}\left(\lambda(1-\kappa)\left(\frac{P_{N,t}}{P_{NT,t}}\right)^{-\theta_{TN}}\left(\frac{P_{N,t}}{P_{NT,t}}\right)^{-\theta}C_t+G^d_{N,t}\right) \\
&= \frac{Z_{H,t}}{A_{H,t}}\left(\frac{1-\vartheta_H}{\vartheta_H}\frac{P_{O,t}}{W_t}\right)^{\vartheta_H}\chi Y^*_t\widehat{S}^{\theta_T}_{F,t}\left[\begin{array}{c}(1-\omega)(1-\lambda)(1-\kappa)\,\widehat{Q}_t^{\lambda(\theta\kappa-\theta_{TN}+\sigma(1-\kappa))}\times \\ \widehat{S}_{F,t}^{\theta\kappa\omega(1-\lambda)+\theta_{TN}\omega\lambda+\theta_T(1-\omega)+\sigma(\omega(1-\lambda)(1-\kappa)-1)}\,\widehat{S}_{O,t}^{\kappa(\theta-\sigma)}+ \\ 1-(1-\omega)(1-\lambda)(1-\kappa)\end{array}\right]+ \\
&\quad +\frac{Z_{N,t}}{A_{N,t}}\left(\frac{1-\vartheta_N}{\vartheta_N}\frac{P_{O,t}}{W_t}\right)^{\vartheta_N}\left(\lambda(1-\kappa)\widehat{Q}_t^{-(\theta\kappa\lambda+\theta_{TN}(1-\lambda))}\widehat{S}_{F,t}^{-\omega(1-\lambda)[\theta\kappa-\theta_{TN}]}\hat{S}^{\theta\kappa}_{O,t}\hat{C}_t+\frac{G^d_{N,t}}{Z_{N,t}}\right) \\
&= \left(\frac{1-\vartheta_H}{\vartheta_H}\frac{A_H}{W_t}\right)^{\vartheta_H}\chi Y^*_t\widehat{S}^{\theta_T}_{F,t}\left[\begin{array}{c}(1-\omega)(1-\lambda)(1-\kappa)\,\widehat{Q}_t^{\lambda(\theta\kappa-\theta_{TN}+\sigma(1-\kappa))}\times \\ \widehat{S}_{F,t}^{\theta\kappa\omega(1-\lambda)+\theta_{TN}\omega\lambda+\theta_T(1-\omega)+\sigma(\omega(1-\lambda)(1-\kappa)-1)}\,\widehat{S}_{O,t}^{\kappa(\theta-\sigma)}+ \\ 1-(1-\omega)(1-\lambda)(1-\kappa)\end{array}\right] \\
&\quad +\left(\frac{1-\vartheta_N}{\vartheta_N}\frac{A_N}{W_t}\right)^{\vartheta_N}\left(\lambda(1-\kappa)\widehat{Q}_t^{-(\theta\kappa\lambda+\theta_{TN}(1-\lambda))}\widehat{S}_{F,t}^{-\omega(1-\lambda)[\theta\kappa-\theta_{TN}]}\hat{S}^{\theta\kappa}_{O,t}\hat{C}_t+\frac{G^d_{N,t}}{Z_{N,t}}\right)
\end{aligned}
$$

Pri tem smo upoštevali naslednje enačbe za stohastične šoke: $Z_{H,t} = A^{\vartheta_H}_{H,t}Z^{1-\vartheta_H}_{O,t}, Z_{N,t} = A^{\vartheta_N}_{N,t}Z^{1-\vartheta_N}_{O,t}$ in $Z_{O,t} = \frac{1}{P_{O,t}}$.

4 Kalibracija modela

Ker je model nerešljiv analitično, je potrebno omenjeno različico specificirati z danimi parametri. Kalibracija modela je metoda, s katero določimo vrednosti teh parametrov (McCandless, 2008, str. 89) in pa iz modela DSGESLO, ki ga je razvil Masten (2010). Ravnovesno stanje modela je v trenutni fazi razvoja modela v celoti kalibrirano. Kalibracija je potekal na podlagi podatkov Statističnega urada RS, Ministrstva za finance in razpoložljivih ocen v literaturi. Določene parametre modela, ki vplivajo na ustaljeno stanje je seveda mogoče tudi oceniti, kar je prepuščeno prihodnjemu razvoju. Ostali parametri modela so določeni na dva načina. Večina parametrov modela je bila ocenjena z Bayesianskimi metodami, izhajajoč iz začetnih porazdelitev modela, ki jih za Evro območje poročajo Adolfson et al. (2007). Pri ocenjevanju so bile uporabljene naslednje opazovane spremenljivke za Slovenijo v obdobju 1995q1 - 2010q1: rast BDP, rast zasebne potrošnje, rast investicijskega povpraševanja, rast izvoza, rast uvoza, rast državne potrošnje in inflacija merjena z BDP deflatorjem. Ker ocenjevanje modela ni bilo predmet projekta, so te ocene zgolj indikativne. Kjer v postopku ocenjevanja ni bilo mogoče identificirati vseh parametrov, so bile uporabljene ocene in kalibrirane vrednosti parametrov iz članka Adolfson et al. (2007). Celoten pregled vrednosti parametrov modela je podan v spodnji tabeli.

Tabela 9: Vrednosti parametrov modela

Parameter	Vrednost	Vir
μ_z	1.009	Jongen (2005)
π	1.006	-
μ	1.016	model
α	0.30	-
β	0.995	model
R	1.0147	-
δ	0.013	SURS, model
σ_L	1	Christiano et al. (2005)
A_L	7.5	Adolfson et al. (2007)
λ_w	1.05	Adolfson et al. (2007)
τ^y	0.48	MF
τ^c	0.178	MF
τ^k	0.22	MF
σ_a	1000000	Adolfson et al. (2007)
A_q	0.3776	Adolfson et al. (2007)
ω_c	0.67	SURS
ω_i	0.40	SURS
$\overline{rr}$	0.70	-
$\bar{b}$	0.00	-
Gex/Y	0.46	-
T/Y	0.46	-
G/Y	0.19	SURS
η^c	1.50	Adolfson et al. (2007)

η^i	1.669	Adolfson et al. (2007)
η^f	1.460	Adolfson et al. (2007)
$\overline{\nu}$	1.00	Adolfson et al. (2007)
$\rho_{\overline{\pi}}$	0.975	Adolfson et al. (2007)
λ^d	1.168	Adolfson et al. (2007)
$\lambda^{m,i}$	1.226	Adolfson et al. (2007)
$\lambda^{m,c}$	1.619	Adolfson et al. (2007)
γ^f	1	Adolfson et al. (2007)
b	0.877	ocenjeno
S''	11.132	ocenjeno
ϕ_a	0.251	ocenjeno
κ_d	0.08	ocenjeno
κ_w	0.469	ocenjeno
κ_x	0.157	ocenjeno
$\kappa_{m,i}$	0.168	ocenjeno
$\kappa_{m,c}$	0.125	ocenjeno
ξ_d	0.932	ocenjeno
$\xi_{m,c}$	9.780	ocenjeno
$\xi_{m,i}$	0.7443	ocenjeno
ξ_x	0.639	Adolfson et al. (2007)
ξ_e	0.792	Adolfson et al. (2007)
ξ_w	0.697	Adolfson et al. (2007)
ρ_π	0.25	-
ρ_y	0.25	-
ρ_b	0.138	ocenjeno
ρ_{μ_z}	0.595	ocenjeno
ρ_ε	0.792	ocenjeno
ρ_Υ	0.640	ocenjeno
ρ_ϕ	0.729	ocenjeno
ρ_{ζ^c}	0.728	ocenjeno
ρ_{ζ^L}	0.676	ocenjeno
$\rho_{\lambda^{m,c}}$	0.766	ocenjeno

$\rho_{\lambda^{m,i}}$	0.721	ocenjeno
ρ_{rr}	0.862	ocenjeno
ρ_{g}	0.867	ocenjeno
$\rho_{\lambda^{d}}$	0.00	Adolfson et al. (2007)
$\rho_{\lambda^{x}}$	0.894	Adolfson et al. (2007)
$\sigma_{\epsilon_{z}}$	0.030	ocenjeno
$\sigma_{\epsilon_{\varepsilon}}$	0.215	ocenjeno
$\sigma_{\epsilon_{\Upsilon}}$	0.152	ocenjeno
$\sigma_{\epsilon_{\zeta^{c}}}$	0.100	ocenjeno
$\sigma_{\epsilon_{\zeta^{L}}}$	0.065	ocenjeno
$\sigma_{\epsilon_{\phi}}$	0.071	ocenjeno
$\sigma_{\epsilon_{\lambda^{d}}}$	0.073	ocenjeno
$\sigma_{\epsilon_{\lambda^{m,c}}}$	0.770	ocenjeno
$\sigma_{\epsilon_{\lambda^{m,i}}}$	0.277	ocenjeno
$\sigma_{\epsilon_{\lambda^{x}}}$	0.195	ocenjeno
$\sigma_{\epsilon_{\pi}}$	0.021	ocenjeno
$\sigma_{\epsilon_{g}}$	0.038	ocenjeno
$\rho_{\tilde{z}}$	0.993	Adolfson et al. (2007)
$\sigma_{\epsilon_{\tilde{z}}}$	0.203	Adolfson et al. (2007)
$\sigma_{\epsilon_{rr}}$	0.200	-
$\sigma_{\epsilon_{\pi^*}}$	0.168	ocenjeno
$\sigma_{\epsilon_{y^*}}$	0.173	ocenjeno
$\sigma_{\epsilon_{R^*}}$	0.084	ocenjeno

Reševanje modela

Osnovni model, kot je predstavljen zgoraj, je nelinearen in bi ga načeloma lahko rešili z numeričnimi metodami, katerih uspešnost pa je v modelu tolikšnega obsega vprašljiva. Zato je običajno v tovrstni analizi, da model aproksimiramo z razvitjem dinamike modela okrog ustaljenega stanja v Taylorjevo vrsto prvega reda, v kateri vrednosti spremenljivk izražamo kot odstotna odstopanja od ustaljenega stanja. Pri tem se moramo zavedati, da gre zgolj za aproksimacijo, ki je natančna za relativno majhna odstopanja od ustaljenega stanja.

Če vektor aproksimiranih endogenih spremenljivk označimo z X_t, vektor eksogenih spremenljivk pa z θ_t, lahko osnovni sistem enačb modela zapišemo kot

$$E_t \{\alpha_0 X_{t+1} + \alpha_1 X_t + \alpha_2 X_{t-1} + \beta_0 \theta_{t+1} + \beta_1 \theta_t\} = 0.$$

Rešujemo ga z algoritmom, ki sta ga predstavila Anderson in Moore (1985), kar je tudi implementirano v programskem okolju Dynare, ki je bilo uporabljeno za reševanje in simulacijo tega modela. Predpostavka za proces eksogenih spremenljivk je, da sledijo avtoregresijskem procesu:

$$\theta_t = \rho\theta_{t-1} + \epsilon_t, \qquad \epsilon_t \sim N(0, \Sigma).$$

Rešitev model lahko nato zapišemo kot

$$X_t = AX_{t-1} + B\theta_t,$$

katerega bistvo je, da tekoče vrednosti spremenljivk izraža kot funkcijo lastnih odlogov (predeterminirane spremenljivke) in tekočih vrednosti eksogenih spremenljivk. Na podlagi te rešitve lahko zapišemo model v prostoru stanj za vektor neopazljivih spremenljivk modela ξ_t :[19]

$$\xi_{t+1} = F_\xi \xi_t + \nu_{t+1}, \quad E(\nu_t' \nu_t) = Q,$$

observacijske enačbe pa so

$$Y_t = A_z Z_t + H'\xi_t + \zeta_t,$$

kjer Y_t predstavlja vektor opazovanih spremenljivk, Z_t pa vektor eksogenih spremenljivk, merske napake ζ_t pa so normalno porazdeljene s sredino nič in variančno-kovariančno matriko $E_t\left\{\zeta_t\zeta_t'\right\} = R$. Na podlagi modela prostora stanj lahko uporabimo Kalmanov filter za oblikavanje funkcije verjetja modela, ki izraža porazdelitveno funkcijo opazljivih spremenljivk Y_t kot funkcijo parametrov modela in neopazljivih modelskih spremenljivk (Hamilton, 1994). Ta funkcija verjetja se uporablja pri ocenjevanju modela bodisi z metodo največjega verjetja bodi z Bayesianskimi metodami.

[19] Glede na to, da za praktično vse endogene spremenljivke ne ustrezajo merljivim spremenljivkam, ki jih objavlja uradna statistika, vektor ξ_t praviloma vsebuje vse endogene spremenljivke modela.

5 Rezultati simulacij in sklep

V tem delu prikazujemo izbrane impuzne odzive gospodarstva na različne šoke. V modelu je 13 šokov, vendar pa se pri prikazu rezultatov osredotočamo na dve vrsti šokov: eksterne šoke v tujem agregatnem povpraševanju in eksterne šoke v ceni nafte. Opazovali bomo odziv omejenega nabora endogenih spremenljivk, ki nas najbolj zanimajo: indeks cen življenjskih potrebščin, agregatna proizvodnja (BDP), obseg zaposlenosti in delež javnega dolga v BDP.

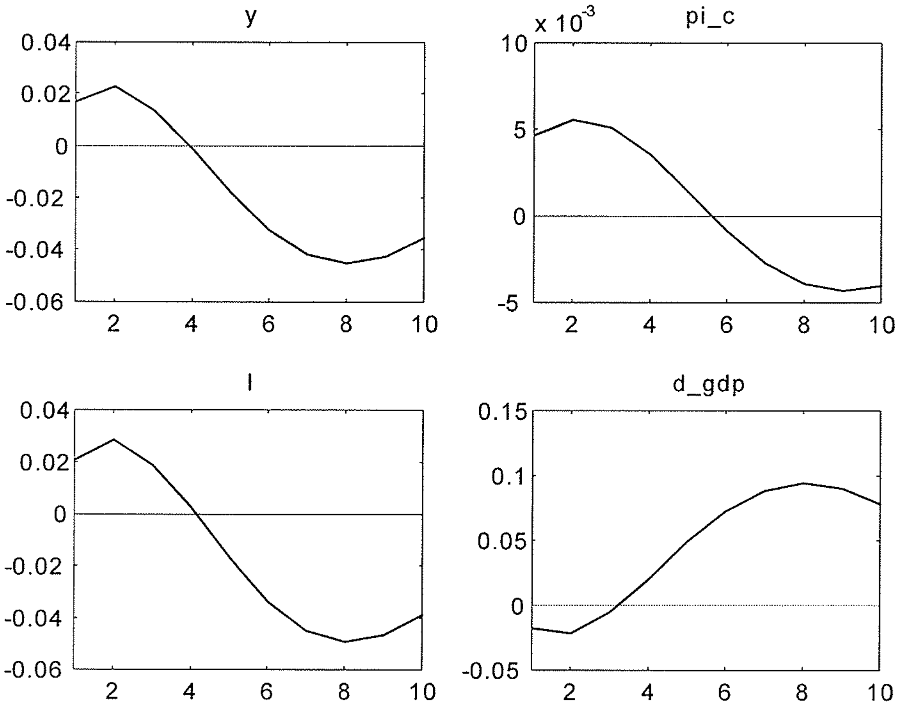
Najprej si poglejmo odziv na eksterni kratkotrajen šok v tujem agregatnem povpraševanju. Opozoriti je potrebno, da so vse spremenljivke prikazane glede na stohastične tehnološke šoke, kar pomeni, da lahko dejanske spremenljivke izkazuje dinamiko, ki odraža tako eksterni šok kot tudi dinamiko tehnološkega indeksa. V modelu je posledica tega šoka povečanje domače agregatne proizvodnje (na Sliki 7 je označena z y), ki je tesno povezana z obsegom zaposlenega dela (l) in inflacije (pi_c), zmanjša pa se tudi delež javnega dolga v BDP (d_gdp). Omeniti velja, da se država v modelu obnaša stabilizirajoče, saj se odzove na višji obseg proizvodnje, inflacije in zaposlenosti. Pozitivne učinke na šok je čutiti celotno leto, nato se prevesijo v negativne vrednosti. Te rezultate lahko interpretiramo tudi v nasprotni smeri: negativen šok povzroči zmanjšanje proizvodnje, zaposlenosti in zniža raven cen ter poveča zadolženost.

Drugi šok v gospodarstvu je cenovni naftni šok. Odziv gospodarstva na ta šok je prikazan v Sliki 5. Razvidno je, da je naftni šok, ki je v osnovnem modelu z zmerno persistentnostjo (0.6), ima negativen vpliv na agregatno proizvodnjo in zaposlenost. Zaradi naftnega šoka se poveča domača inflacija, ki pa se prične po enem letu umirjati. Delež javnega dolga se povečuje s padanjem agregatne proizvodnje v kolikor se davki ne prilagodijo bistveno na izpad dohodka. Pri tem smo uporabili nizke vrednosti za odzivanje države, ki lahko negativen vpliv na gospodarstvo bistveno ublaži z acikličnimi trošarinami, kar je prikazano v naslednji sliki. Razlika med slikama je v višini parametra odzivanja trošarin na cenovni naftni šok.[20]

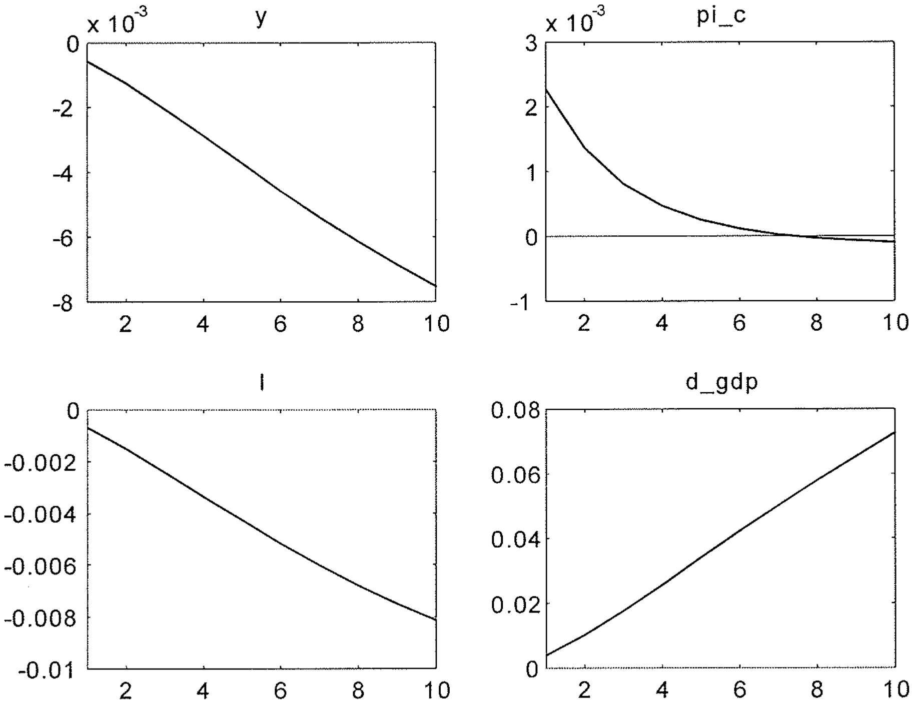
Za primer močnejšega odziva države na naftni šok z višino trošarine je dinamika prikazana v Sliki 8. Iz slike je razvidno, da uporaba acikličnih trošarin zmanjša vpliv na agregatno proizvodnjo in zaposlenost, prav tako pa je lahko rast cen bistveno nižja. V modelu pa se javni dolg v tem primeru povečuje počasneje.

Model je na analogen način moč uporabiti za analizo tudi drugih eksternih šokov - npr. cene

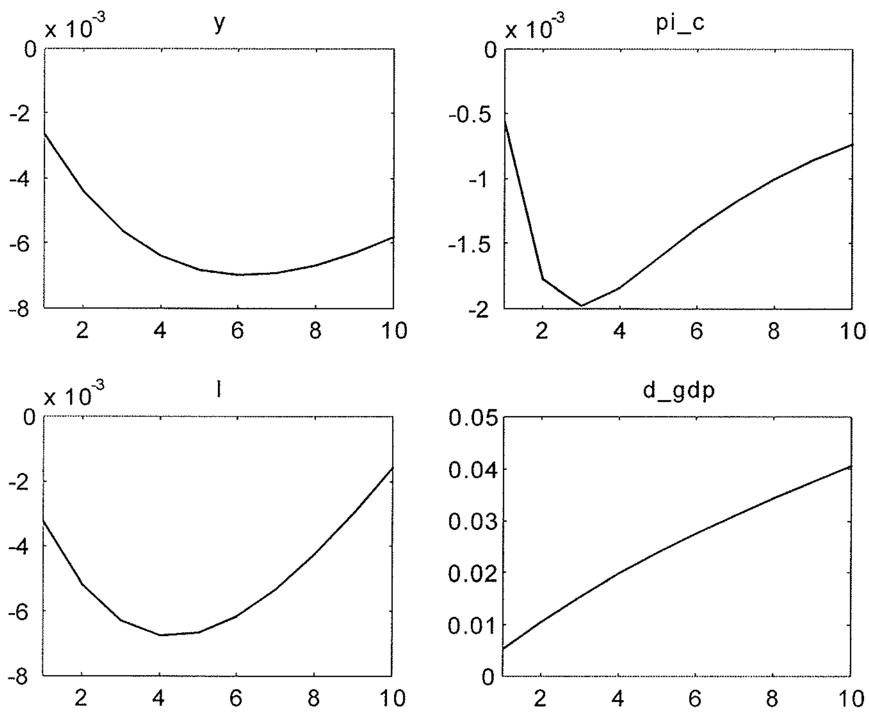
[20] Pravilo za trošarine je odvisno tudi od proračunskega primanjkljaja in inflacije. Država se že odziva tudi v tem osnovnem modelu.



Slika 7: Impulzni odziv na šok v agregatnem tujem povpraševanju



x 10^-3
y
0
-2
-4
-6
-8
2
4
6
8
10
x 10^-3
pi_c
3
2
1
0
-1
l
0
-0.002
-0.004
-0.006
-0.008
-0.01
d_gdp
0.08
0.06
0.04
0.02



Slika 8: Impulzni odziv na cenovni naftni šok v primeru večje odzivnosti acikličnih trošarin

uvoženih dobrin - in iskati optimalne odzive politike bodisi v obliki diskrecijskih sprememb bodisi v obliki fiskalnih pravil, ki določajo odzivanje spremenljivk na šoke.

6 Dodatek: Programska koda modela v Dynare-u

```
//*************************************************************************//
    // Dvosektorski model splošnega ravnotežja majhnega odprtega gospodarstva s permanentnimi
    // šoki v i) tehnologiji, ii) ceni nafte in iii) eksternem povpraševanju.
    //
    // Ustaljeno stanje je izracunano kot v Adolfson et al. (JIE, 2005).
    // Kalibracija modela na podlagi slovenskih podatkov. Kjer ni mogoce na podlagi kalibracij iz
ALLV in
    // ocenjenega benchmark modela v ALLV.
    // Fiskalni del modela:
    // - davcne stopnje so fiksne z izjemo trošarin
    // - transferi se prilagajajo šokom v gospodarstvu
    // - državni izdatki se prilagajajo šokom v gospodarstvu
    // - fiskalni deficit ni 0, to pomeni, da obstaja javni dolg
    // - fiksen devizni tecaj (monetarna unija): domaca obrestna mera niha zaradi premije za
tveganje
    // - endogenizirana fiskalna politika s ciljem stabilizacije inflacije, proizvodne vrzeli in javnega
dolga
    // Avtorji: Igor Masten in Sašo Polanec
    // Prva verzija: 28.2.2011

    //*************************************************************************//
    //-----------------------------------------------------------------------//
    // Deklaracija endogenih spremenljivk //
    //-----------------------------------------------------------------------//

    var zeta_c zeta_l c c_o c_tn c_t c_h c_f c_n
    pi_c pi_tn pi_t pi_n pi_h pi_f pi_o fi a pi_targ rr
    mu_o mu_f q dz_c dz_t dz_tn dz_o dz_n dz_h
```

```
r r_for y_f w
sh_ow dtau_o
lam_d_h lam_d_n
mc_h mc_n
y_n y_h y
l_h l_n l
dpow
g
psi_zc
da_n da_h
d_gdp pd ben gex def t ta tb tc td te tf ;

//-----------------------------------------------------------------------------//
// Deklaracija eksogenih spremenljivk //
//-----------------------------------------------------------------------------//

varexo eps_zetac eps_zetal
eps_fi
eps_dpow
eps_pi
eps_lamd
eps_rr eps_g
eps_pif eps_yf eps_rf
eps_an eps_ah;

//-----------------------------------------------------------------------------//
// Deklaracija parametrov //
//-----------------------------------------------------------------------------//

parameters rho_zetac rho_zetal
lambda kappa omega beta
tau_k tau_c tau_w sigma
theta theta_tn theta_t
rho_fi fi_a
```

```
omegaf mu_zc_ss r_ss yf_ss c_ss sh_ow_ss
rho_pi_c
rho_lamd
rr_ss
rho_rr
rho_g
rho_dpow
pd_targ def_targ gex_y t_y g_gex r_y r_gex ben_gex g_y cn_yn g_yn
yn_ss yh_ss
mc_n_ss mc_h_ss
gamma_q gamma_f gamma_o gamma_q_til gamma_f_til gamma_o_til
w_ss pi_ss
kappa_d kappa_w xi_d xi_w
varphi_n varphi_h
b_w eta0 eta1 eta2 eta3 eta4 eta5 eta6 eta7 eta8 eta9 eta10 eta11
rho_a_n rho_a_h
lh_l ln_l L_ss pd_ss g_ss gex_ss t_ss
ln_ss lh_ss
alfa_dtau_def alfa_dtau_dpow alfa_pi_c;

// Kalibrirani parametri

beta = 0.995; // kvartalna diskontna stopnja
rho_zetac = 0.692; // avtoregresijski koeficient za potrošne šoke iz Masten (2010)
rho_zetal = 0.589; // avtoregresijski koeficient za šoke ponudbe dela iz Masten (2010)
kappa = 0.04; // Delež nafte v potrošni košarici gospodinjstev
lambda = 0.650*(1-0.04); // Delež netrgovanih dobrin v košarici trgovanih in netrgovanih dobrin
omega = 0.5; // Delež izvoza v potrošni košarici
omegaf = 0.001; // Delež izvoza v tuji proizvodnji
varphi_n =0.015; // Delež nafte v proizvodnji netrgovanih dobrin
varphi_h =0.006; // Delež nafte v proizvodnji trgovanih dobrin
L_ss = 0.33; // Ponudba dela v ustaljenem stanju
lh_l = 0.5;
```

ln_l = 1-lh_l;

ln_ss =ln_l*L_ss;

lh_ss = lh_l*L_ss;

yf_ss = 700; // Obseg proizvodnje v tujini v ustaljenem stanju

c_ss=0.81; // Obseg potrošnje v ustaljenem stanju

y_ss=1;

yn_ss = lambda*y_ss;

yh_ss = (1-lambda)*y_ss;

w_ss = 2.7;

sigma = 0.333;

sh_ow_ss =0.25; // Delež trošarin v ceni brez davkov

theta = 1.500; // Ocena elastičnosti substitucije med nafto in ostalimi dobrinami v potrošnji

theta_tn = 1.500; // Ocena elastičnosti substitucije med trgovanimi in netrgovanimi dobrinami

theta_t = 1.500; // Ocena elastičnosti substitucije med domačimi in tujimi trgovanimi dobrinami

kappa_d = 0.158; // Parameter iz Phillipsove krivulje - zazrt v preteklost

xi_d = 0.872; // - Parameter iz Phillipsove krivulje - zazrt v prihodnost

kappa_w = 0.584; // Parameter iz enačbe za določanje plač - zazrt v preteklost

xi_w = 0.690; // Parameter iz enačbe za določanje plač - zazrt v prihodnost

rho_lamd = 0.645; // Parameter za persistentnost domačih podjetniških marž

rho_pi_c = 0.975; // Persistentnost inflacijske stopnje

pi_ss=1.005; // Inflacija ustaljenega stanja z 2% na leto

mu_zc_ss = 1.009; // Slovenski podatki z 3.5% na leto

mu_ss=pi_ss*mu_zc_ss;

r_ss = (pi_ss-tau_k*beta)/((1-tau_k)*beta);

rr_ss = 0.70; // Nadomestitvena stopnja v ustaljenem stanju

rho_rr = 0.533; // Persistentnost nadomestitvene stopnje socialnih transferov

rho_g = 0.724; // Persistentnost javnih izdatkov

pd_targ = 0; // Ciljni delež javnega dolga v BDP

def_targ = 0; // Ciljni delež proračunskega primanjkljaja v BDP

gex_y = 0.46;

```
t_y = 0.46;
g_gex = 0.19/0.46; // Delež javne potrošnje v javnih izdatkih
r_y = 0.02; // Delež obrestni na javni dolg v javnih izdatkih
r_gex = r_y/gex_y;
ben_gex = 0.46 - g_gex - r_gex;
g_y = 0.19;
g_yn = g_y/lambda;
cn_yn = 1 - g_yn;
g_ss = g_y*y_ss;
gex_ss = gex_y*y_ss;
t_ss = t_y*y_ss;
pd_ss = pd_targ*y_ss; // Delež javnega dolga v ustaljenem stanju
tau_k = 0.22; // Povprečna efektivna davčna stopnja na kapital
tau_w = (0.221+0.235)*(1.0885); // Celotna davčna stopnja na plače
tau_c = 0.178; // Povprečna davčna stopnja na dohodke
sigma_l = 1;
lam_w = 1.05;

// Parametri za določanje realne plače

lam_w = 1.05;
sigma_l = 1;
Al = 7.5;
//Aggregate resource constraint
//Estimated parameters
rho_a_n = 0.41;
rho_a_h = 0.41;
rho_dpow = 0.80;
fi_a = 0.0576;
rho_fi = 0.639;
// Enačba za določanje plač

b_w = (lam_w*sigma_l-(1-lam_w))/((1-beta*xi_w)*(1-xi_w));
```

```
eta0 = b_w*xi_w;
eta1 = sigma_l*lam_w-b_w*(1+beta*xi_w^2);
eta2 = b_w*beta*xi_w;
eta3 = -eta0;
eta4 = eta2;
eta5 = b_w*xi_w*kappa_w;
eta6 = -beta*eta5;
eta7 = 1-lam_w;
eta8 = -(1-lam_w)*sigma_l;
//eta9 = -(1-lam_w)*rr_ss/(1-tau_w-rr_ss);
eta9 = -(1-lam_w)*rr_ss/(1-tau_w);
eta10 = -(1-lam_w);
eta11 = -eta7;

// Mejni stroški v ustaljenem stanju

mc_n_ss=1.2^(-1); // Mejni stroški kot inverz mark-upa v netrgovanem sektorju
mc_h_ss=1.1^(-1); // Mejni stroški kot inverz mark-upa v trgovanem sektorju

// mc_n_ss=(1/varphi_n)^varphi_n*(1/(1-varphi_n))^(1-varphi_n)*w_ss
// mc_h_ss=(1/varphi_h)^varphi_h*(1/(1-varphi_h))^(1-varphi_h)*w_ss

// Parametri za enačbo za netrgovani sektor

gamma_q_til = lambda*(theta*kappa-theta_tn+sigma*(1-kappa));
gamma_q = (1-omega)*(1-lambda)*(1-kappa)*gamma_q_til;
gamma_f_til = theta*kappa*omega*(1-lambda)*theta_tn*omega*lambda+theta_t*(1-omega)+sigma*(omeg
lambda)*(1-kappa)-1);
gamma_f = (1-(1-omega)*(1-lambda)*(1-kappa))*theta_t + (1-omega)*(1-lambda)*(1-kappa)*gamma_f_til;
gamma_o_til = kappa*(theta-sigma);
gamma_o = (1-omega)*(1-lambda)*(1-kappa)*gamma_o_til;
// Parametri za trošarine
alfa_dtau_def = 0.1;
alfa_dtau_dpow = 0.1;
```

```
alfa_pi_c = 0.1;
r_ss = (pi_ss-tau_k*beta)/((1-tau_k)*beta);

// Model setup

model(linear);

// ---------------------------------------------------------------------------//
// Eksogeni procesi                                                           //
// ---------------------------------------------------------------------------//

// Funkcije koristnosti za gospodinjstva
zeta_c = rho_zetac*zeta_c(-1)+eps_zetac; // Dinamika preferenčnega šoka gospodinjstev
zeta_l = rho_zetal*zeta_l(-1)+eps_zetal; // Dinamika šokov dela

// Vektorska autoregresija za Euro območje

pi_f = 0.177*pi_f(-1)+0.378*pi_f(-2)+0.138*y_f(-1)-0.13*y_f(-2)+eps_pif;
y_f = 1.370*y_f(-1)-0.467*y_f(-2)-0.152*r_for(-1)+eps_yf;
r_for = 0.944*r_for(-1) -0.037*r_for(-2)+ 0.334*y_f + 0.365*y_f(-1) - 0.351*y_f(-2) - 0.146*pi_f(-
1)+ eps_rf;
// Šoki v domačih podjetniških maržah
lam_d_h = rho_lamd*lam_d_h(-1)+eps_lamd;
lam_d_n = rho_lamd*lam_d_n(-1)+eps_lamd;

// Dinamika svetovni cen nafte - AR(2) proces z enotskim korenom

dpow = rho_dpow*dpow(-1)+eps_dpow;
// Šoki v ciljni inflaciji
pi_targ = rho_pi_c*pi_targ(-1)+eps_pi;
// Dinamika nadomestitvene stopnje

rr = rho_rr*rr(-1) + eps_rr;

// ---------------------------------------------------------------------------//
// Endogeni del modela //
```

```
//-------------------------------------------------------------------------//

// Phillipsove krivulje
/
// Prve diference cen po panogah
pi_h=(beta/(1+kappa_d*beta))*pi_h(+1)+(kappa_d/(1+kappa_d*beta))*pi_h(-1)+
((1-xi_d)*(1-beta*xi_d)/(xi_d*(1+kappa_d*beta)))*
(mc_h+lam_d_h)+((1-rho_pi_c*beta)*(1-kappa_d)/(1+kappa_d*beta))*pi_targ;
pi_n=(beta/(1+kappa_d*beta))*pi_n(+1)+(kappa_d/(1+kappa_d*beta))*pi_n(-1)+
((1-xi_d)*(1-beta*xi_d)/(xi_d*(1+kappa_d*beta)))*
(mc_n+lam_d_n)+((1-rho_pi_c*beta)*(1-kappa_d)/(1+kappa_d*beta))*pi_targ;
pi_c=(1-kappa)*pi_tn+kappa*pi_o;
pi_tn=(1-lambda)*pi_t+lambda*pi_n;
pi_t=(1-omega)*pi_h+omega*pi_f;
pi_o=sh_ow_ss*dpow+(1-sh_ow_ss)*dtau_o;
sh_ow=sh_ow(-1) + (1-sh_ow_ss)*(dpow-dtau_o);
// Specifikacija mejnih stroškov
mc_h = (varphi_h+kappa*(1-varphi_h))*mu_o+
(omega*(1-lambda)*(1-kappa)*(1-varphi_h))*mu_f+
lambda*(1-kappa)*(1-varphi_h)*q+(1-varphi_h)*w;
mc_n = (varphi_n+kappa*(1-varphi_n))*mu_o+
(omega*(1-lambda)*(1-kappa)*(1-varphi_n))*mu_f+
(lambda*(1-kappa)*(1-varphi_n)-1)*q+(1-varphi_n)*w;
// Plačna enačba - pogoj prvega reda
eta0*w(-1)+eta1*w+eta2*w(+1)+eta3*(pi_c-pi_targ)+
eta4*(pi_c(+1)-rho_pi_c*pi_targ)+
eta5*(pi_c(-1)-pi_targ)+eta6*(pi_c-rho_pi_c*pi_targ)+
eta7*psi_z+eta8*l+eta11*zeta_l = 0;

// Eulerjeve enačbe

c = c(+1)-sigma*(r*(1-tau_k)-pi_c-(zeta_c(+1)-zeta_c)-dz_c);
c_o = c-theta*((1-kappa)*mu_o-omega*(1-lambda)*mu_f-lambda*(1-kappa)*q);
```

```
c_tn = c-theta*(-kappa*mu_o+omega*kappa*(1-lambda)*mu_f+kappa*lambda*q);
c_n = c +theta*kappa*mu_o - (omega*(1-lambda)*(theta*kappa-theta_tn))*mu_f
-(theta*kappa*lambda+theta_tn*(1-lambda))*q;
c_f= c + mu_o*theta*kappa-mu_f*(theta*omega*kappa*(1-lambda)+
theta_tn*omega*lambda+theta_t*(1-omega))-lambda*(theta*kappa-theta_tn)*q;
c_h = c + theta*kappa*mu_o-omega*(theta*kappa*(1-lambda)+theta_tn*lambda-theta_t)*mu_f-

lambda*(theta*kappa-theta_tn)*q;
c_t=(1-omega)*c_h+omega*c_f;

// Output trgovanih in netrgovanih dobrin

y_n = cn_yn*c_n + g_yn*g; // Yn = Cn + Gn
y_h = y_f + gamma_q*g + gamma_f*mu_f + gamma_o*mu_o;
y = (1-lambda)*y_h + lambda*y_n;
q=q(-1)+(pi_n-pi_h)+dz_n-dz_h;
mu_f=mu_f(-1)+pi_f-pi_h-dz_h;
mu_o=mu_o(-1)+pi_o-pi_h+dz_o-dz_h;

psi_zc-psi_zc(+1)+dz_c(+1)+pi_c(+1)=r*(1-tau_k);

// Definicije stohastičnih šokov

dz_c = kappa*dz_o+(1-kappa)*dz_tn;
dz_tn = lambda*dz_n+(1-lambda)*dz_t;
//dz_t = omega*dz_f+(1-omega)*dz_h;
dz_t = (1-omega)*dz_h;
dz_n = (1-varphi_n)*da_n+varphi_n*dz_o;
dz_h = (1-varphi_h)*da_h+varphi_h*dz_o;
dz_o = -dpow;
da_n = rho_a_n * da_n(-1)+ eps_an;
da_h = rho_a_h * da_h(-1)+ eps_ah;
// Obrestna pariteta

r=r_for-fi_a*a+fi;
```

```
// Neto zunanja investicijska pozicija
a = omegaf*yf_ss*y_f +omegaf*yf_ss*(-kappa*mu_o+(theta_t-omega*(1-lambda)*(1-kappa))*mu_f-
lambda*(1-kappa)*q)
+(kappa*sh_ow_ss-omega*(1-lambda)*(1-kappa))*c
-omega*(1-lambda)*(1-kappa)*c_ss*(kappa*(theta-1)*mu_o+(1-omega)*((1-lambda)*(1-kappa)-
theta_t-omega*(theta*kappa*
(1-lambda)+theta_tn*lambda))*mu_f-lambda*(1-kappa*(1-theta)-theta_tn)*q)
+kappa*sh_ow_ss*c_ss*((1-kappa)*(1-theta)*mu_o-omega*(1-kappa)*(1-theta)*mu_f-lambda*(1-
kappa)*(1-theta)*q)
+kappa*c_ss*sh_ow
+varphi_n*(sh_ow_ss*(yn_ss*mc_n+y_n*mc_n_ss+yn_ss*mc_n_ss*(-kappa*mu_o-omega*(1-
kappa)*(1-lambda)*mu_f+
(1-lambda*(1-kappa))*q))+yn_ss*mc_n_ss*sh_ow)
+varphi_h*(sh_ow_ss*(yh_ss*mc_h+mc_h_ss*y_h+yh_ss*mc_h_ss*(-kappa*mu_o-omega*(1-
kappa)*(1-lambda)*mu_f-
lambda*(1-kappa)*q)) +yh_ss*mc_h_ss*sh_ow) +(1+r_ss)*pi_ss*mu_zc_ss*a(-1);

// Enačbe za zaposlenost

l_h = varphi_h*((1-kappa)*mu_o - omega*(1-lambda)*(1-kappa)*mu_f - lambda*(1-kappa)*q
- w) + y_h;
l_n = varphi_n*((1-kappa)*mu_o - omega*(1-lambda)*(1-kappa)*mu_f - lambda*(1-kappa)*q
- w) + y_n;
l = ln_l*l_n + lh_l*l_h;

// Fiskalna politika

// Nadomestitveno razmerje za transfere

rr = rho_rr*rr(-1) + eps_rr;

// Delež javnega dolga v BDP

d_gdp = pd - y;

// Prejemki socialnega zavarovanja
```

```
ben = rr + w - (1/(1-L_ss))*l;

// Državni izdatki
gex = ben_gex*ben + g_gex*g + r_gex*r(-1)*pd; /

// Javni dolg

pd = (pd_ss*r_ss/(mu_zc_ss*pi_ss))*(r - dz_c - pi_c) + (r_ss/(mu_zc_ss*pi_ss))*pd(-
1)+ def;

// Davki
t = ta + tb + tau_k*(tc + te + tf) + td; // Opomba: davki so normirani z Pc*Zc
ta = tau_c*c_ss*c; // Obdavčitev potrošnje (davek na potrošnjo
tb = tau_w*w_ss*L_ss*(w+l); // Davki in prispevki na plače
tc = (r_ss-1)*pd + pd_ss*r_ss*r; // Obrestni izdatki
te = (r_ss-1)/(pi_ss*mu_zc_ss)*a(-1); // Obdavčitev obresti v tujini
tf = yh_ss/mc_h_ss*(y_h-mc_h)+yn_ss/mc_n_ss*(y_n-mc_n)- w_ss*L_ss*(w+l); // Ob-
davčitev dobička

// Trošarina na naftne derivate

td = (1-sh_ow_ss)*w_ss*(varphi_n/(1-varphi_n)*ln_ss*l_n + varphi_h/(1-varphi_h)*lh_ss*l_h)
+
(1-sh_ow_ss)*(varphi_n/(1-varphi_n)*ln_ss + varphi_h/(1-varphi_h)*lh_ss)*w_ss*w +
-(varphi_n/(1-varphi_n)*ln_ss + varphi_h/(1-varphi_h)*lh_ss)*w_ss*(1-sh_ow_ss)*sh_ow_ss*sh_ow
;
// Pravilo za dinamiko trošarin na naftne derivate

dtau_o = dpow -alfa_dtau_def*def+alfa_dtau_dpow*dpow-alfa_pi_c*pi_c;
// Državna potrošnja

g = rho_g*g(-1) + eps_g;
//g = rho_g*g(-1) - gg_pi*(pi_c - pi_targ) - gg_y*y - gg_pd*((pd - y) - pd_targ) - gg_def*(def-
y -def_targ)+ eps_g; // Fiscal rule: G(t)=G(t-1)(1+gg(t))
end;
// Definicije šokov
```

```
shocks;

// Varianca preferenčnih šokov za potrošnjo in ponudbo dela
var eps_zetac;
stderr 0.117;
var eps_zetal;
stderr 0.452;
var eps_an; // Varianca šokov v netrgovani panogi
stderr 0.0025;
var eps_ah; // Varianca šokov v trgovani panogi
stderr 0.0055;
var eps_fi;
stderr 0.212;
var eps_dpow;
stderr 0.05; // varianca šokov v ceni nafte
var eps_pi; // šoki inflacijskih ciljev: Masten (2010)
stderr 0.017;
var eps_lamd; // šoki v maržah
stderr 0.208;
var eps_rr; // Šoki v nadomestitveni stopnji transferov
stderr 0.02;
var eps_g; // Šoki v državnih izdatkih
stderr 0.01;
var eps_pif; // Šoki v inflaciji Euro območja
stderr 0.0175;
var eps_yf; // Šoki v tujem outputu
stderr 0.0357;
var eps_rf; // Šoki v tuji obrestni meri
stderr 0.012;
end;
//check;
stoch_simul(irf=20);
```

Literatura

[1] Adolfson, M., Laseén, S., Lindé, J. & Villani, M. (2005). *Bayesian Estimation of an Open Economy DSGE Model with Incomplete Pass-Through.* Sveriges Riksbank Working Paper Series no.179.

[2] Babić, M. (1990). Osnove input-output analize (3. izdaja). Zagreb: Narodne novine.

[3] Calvo, G.A. (1983). Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework. *Journal of Monetary Economics.* Vol. 12, pp. 383-398.

[4] Corsetti, G. & Pesenti, P. (2001). *International Dimensions of Optimal Monetary Policy.* NBER Working Paper Series, no. 8230.

[5] Del Negro, M. & Schorfheide, F. (2006). How Good is What You've Got? DSGE-VAR as a Toolkit for Evaluating DSGE Models. *Economic Review, Federal Reserve Bank of Atlanta.* Second Quarter.

[6] Fernandéz-Villaverde, J. (2010). The Econometrics of DSGE Models. *Journal of the Spanish Economic Association.* Vol. 1, pp. 3-49.

[7] Galí, J. (2008). *Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework.* Princeton University Press. Princeton and Oxford.

[8] Galí, J. & Monacelli, T. (2005). Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy. *Review of Economic Studies.* Vol. 72, pp. 707-734.

[9] Giannoni, M.P. & Woodford, M. (2003). *Optimal Inflation Targeting Rules.* NBER Working Paper Series, no. 9939.

[10] Ireland, P.N. (2004). *Technology Shocks in the New Keynesian Model.* NBER Working Paper Series, no. 10309 and Boston College.

[11] Kydland, F.E. & Prescott, E.C. (1982). Time to Build and Aggregate Fluctutions. *Econometrica.* Vol. 50, pp. 1345-1370.

[12] Lim, G.C. & McNelis, P.D. (2008). *Computational Macroeconomics for the Open Economy.* The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. London, England.

[13] Leontieff, W. (1966). Input-Output Economics. Oxford: Oxford University Press.

[14] Masten, I. (2008). Optimal Monetary Policy with Balassa-Samuelson-Type Productivity Shocks. *Journal of Comparative Economics.* Vol 36, pp. 120-141.

[15] Masten, I. (2010). Dinamični stohastični model splošnega ravnovesja za Slovenijo, Poročilo za CRP V5-0400.

[16] McCandless. (2008). *The ABC's of RBC's: an Introduction to Dynamic Macroeconomic Models.* Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. London, England.

[17] Obstfeld, M. & Rogoff, K. (1996). *Foundations of International Macroeconomics.* The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. London, England.

[18] Obstfeld, M. & Rogoff, K (1998). *Risk and Exchange Rates.* NBER Working Paper Series, no. 6694.

[19] Parrado, E. & Velasco, A. (2002). *Optimal Interest Rate Policy in a Small Open Economy.* NBER Working Paper Series, no. 8721.

[20] Romer, D. (2006). *Advanced Macroeconomics.* (3^{rd} ed.). McGraw-Hill Irwin. New York.

[21] Svensson, L.E.O. (1998). *Open-Economy Inflation Targeting.* NBER Working Paper Series, no. 6545.

[22] Woodford, M. (2003). *Interest and prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy.* Princeton University Press. Princeton and Oxford.