

FMS 2022-09
ISBN 978-9935-522-21-4



Ferðamálastofa
Icelandic Tourist Board

APRÍL 2022

ÞJÓÐHAGSLÍKAN FYRIR FERÐAÞJÓNUSTU
Hönnun á þjóðhagslíkani fyrir ferðaþjónustu á Íslandi

Hagrannsóknir sf.

© Ferðamálastofa 2022

Útgefandi: Ferðamálastofa - Geirsgötu 9, 101 Reykjavík / Hafnarstræti 91, 600 Akureyri
Netfang: upplýsingar@ferdamalastofa.is
Veffang: www.ferdamalastofa.is

Titill: Þjóðhagslíkan fyrir ferðaþjónustu
Hönnun á þjóðhagslíkani fyrir ferðaþjónustu á Íslandi

Númer: FMS 2022-09
ISBN: 978-9935-522-21-4

Öll réttindi áskilin. Skýrsluna má ekki afrita með neinum hætti, svo sem með ljósmyndun, prentun, hljóðritun eða á annan sambærilegan hátt, að hluta eða í heild, án skriflegs leyfis útgefanda.

Hagrannsóknir sf.

Verkefni: Þjóðhagslíkan fyrir ferðapjónustu

Þjóðhagslíkan fyrir ferðapjónustu

Verkþáttur 3: Hönnun á þjóðhagslíkani fyrir ferðapjónustu á Íslandi

Apríl 2022

Eftirfarandi skýrsla er þáttur í rannsóknarverkefni. Hún er vinnuskjal í verkefninu og getur sem slík tekið breytingum á verkefnistímanum.

Hagrannsóknir sf. eru rannsókn- og ráðgjafarfyrtæki á sviði hagfræði.

Formáli

Í þessari áfangaskýrslu er gerð grein fyrir frumhönnun á sérstöku þjóðhagslíkani fyrir íslenska ferðaþjónustu. Líkan þetta er af svokallaðri DSGE (dynamic stochastic general equilibrium) gerð. Það fylgir hefðbundnum byggingarlínunum slíkra líkana með þeirri viðbót að framleiðslugeiranum er skipt í tvo hluta; ferðaþjónustu (eða ferðaiðnað) og aðra framleiðslu. Líkanið hefur verið forritað og er keyrsluhæft, en talsverð vinna er eftir við að meta það tölfræðilega og stærðarsetja hina ýmsu stuðla þess.

Að þessar hönnunarvinnu hefur einkum unnið Marías Gestsson lektor í hagfræði. Að verkinu hafa einnig komið Anna Guðrún Ragnarsdóttir, Birgir Þór Runólfsson, Jóhann R. Björgvinsson, Vilborg Júlíusdóttir og Ragnar Árnason.

22.04.2021

Fyrir Hagrannsóknir sf.



Birgir Þór Runólfsson

Efnisyfirlit

1. Inngangur	1
2. Líkan	2
3. Reiknitæknileg atriði og forritun	3
4. Dæmi um keyrslur	5
Tíu prósent aukning erlendrar eftirspurnar í eitt ár	5
Tíu prósent hækkun verðs á ferðapjónustu erlendis í eitt ár	6
5. Samantekt og næstu skref	9
Tilvísanir	10
Viðauki	11
Tæknilegur viðauki – ítarleg lýsing á líkani	11
Heimili	11
Fyrirtæki	15
Markaðsjafnvægi	17
Verg landsframleiðsla og erlendar eignir	18
Almennt jafnvægi (e. general equilibrium)	18

1. Inngangur

Hér fer á eftir greinargerð um frumhönnun á sérstöku þjóðhagslíkani fyrir íslenska ferðaþjónustu. Líkan þetta er af þeirri gerð sem kallast DSGE (dynamic stochastic general equilibrium) þjóðhagslíkan (Kydland og Prescott 1982, Smets og Wouters 2003). Í meginatriðum fylgir það hefðbundnum byggingarlínum slíkra líkana með þeirri viðbót að framleiðslugeiranum er skipt í tvo hluta; ferðaþjónustu (eða ferðaiðnað) og aðra framleiðslu. Þessi viðbót er að sjálfsgöðu til að unnt sé að skoða áhrif skella í ferðaþjónustu á hagkerfið, áhrif opinberrar hagstjórnar á ferðaþjónustuna og síðan hagkerfið og almennt gagnvirk áhrif ferðageirans og hagkerfisins. Hún leiðir hins vegar til þess að umfang líkansins, mælt í fjölda líkinga, vex stórlega. Ástæðan er sú að tveir framleiðslugeirar þýða (a.m.k.) tvær vörutegundir sem fara inn í háþróunarmál bæði neytenda og framleiðenda og endurspeglast því í bæði framboðsföllum og eftirspurnarföllum.

Líkanið er að sjálfsgöðu sérhannað fyrir íslenska hagkerfið. Það er því svokallað opið líkan með stórum utanríkisgeira. Slík líkön fyrir Ísland, en án sérstaks ferðageira, hafa verið í þróun innan Seðlabanka Íslands (sjá t.d. Stefán Þórarinnsson, 2020).

Í hefðbundnum DSGE líkönum er gert ráð fyrir tregðu í aðlögun nafnverða, eins og t.d. nafnlauna og afurðaverðs, til þess að unnt sé að nota líkönin til þess að greina áhrif peningamálaaðgerða á hagstærðir. Af þeim sökum innihalda slík hefðbundin líkön bæði nafn- og raunstærðir.

Í þessu líkani er þessu dálítið öðru vísi farið. Eitt helsta markmiðið með hönnun þess er að unnt sé að nota það til þess að greina áhrif skella (e. shocks) í ferðageira og utan hans á ferðageirann og hagkerfið í heild sinni. Því liggur áherslan í hönnun líkansins á atvinnugreinaskiptingu fremur en að taka tillit til nafnstærða og verðtregðu. Í því líkani sem hér er kynnt eru því engar nafnstærðir, eins og t.d. verðlag eða eignir á nafnvirði, heldur aðeins hlutfallsleg verð og aðrar raunstærðir, eins og t.d. eignir á raunvirði, framleiðsla og atvinna.

Í næsta kafla þessarar greinargerðar er fjallað um þetta þjóðhagslíkan með fremur almennum orðum og með hjálp myndrænnar framsetningar. Í þriðja kaflanum er fjallað stuttlega um forritun líkansins og reiknifræðileg atriði. Þetta er fyrst og fremst tæknilegt efni og kemur líkaninu sem slíku ekki beinlínis við en er engu að síður óhjákvæmilegt, vandasamt og tímafrekt viðfangsefni eigi á annað borð að nýta líkanið. Í fjórða kaflanum eru sýndar nokkrar keyrslur líkansins. Þessar keyrslur má þó ekki taka alvarlega sem mat á viðkomandi hagrænum samhengjum. Þær eru fyrst og fremst til að sýna hvernig úttak er unnt að fá úr líkaninu. Sæmilega áreiðanlegar niðurstöður fást ekki fyrr en grunnstærðir líkansins hafa verið metnar með viðeigandi aðferðum. Í síðasta kafla skýrslunnar er efni hennar dregið saman og fjallað um næstu kref í verkefninu.

2. Líkan

Líkanið samanstendur af heimilum, fyrirtækjum og „útlöndum“. Heimili bjóða fram vinnu og fá launatekjur, neyta og spara. Með sparnaði sínum kaupa heimilin innlend og erlend verðbréf ásamt því að byggja upp fjármagnsstofn hagkerfisins með kaupum á fjárfestingarvörum. Þau leigja fyrirtækjum fjármagnsstofninn og fá leigutekjur fyrir. Heimilin eiga jafnframt innlend fyrirtæki og fá greiddan hagnað fyrirtækjanna í formi arðgreiðslna.

Val heimila á milli mismunandi vörutegunda er í þremur þrepum. Í því fyrsta velja heimilin á milli kaupa á almennum vörum, þ.e. vörum framleiddum í almennum geira, og ferðaþjónustu. Í öðru þrepi velja þau á milli kaupa á innlendum og innfluttum almennum vörum og í þriðja þrepi milli kaupa á innlendri og innfluttri ferðaþjónustu.

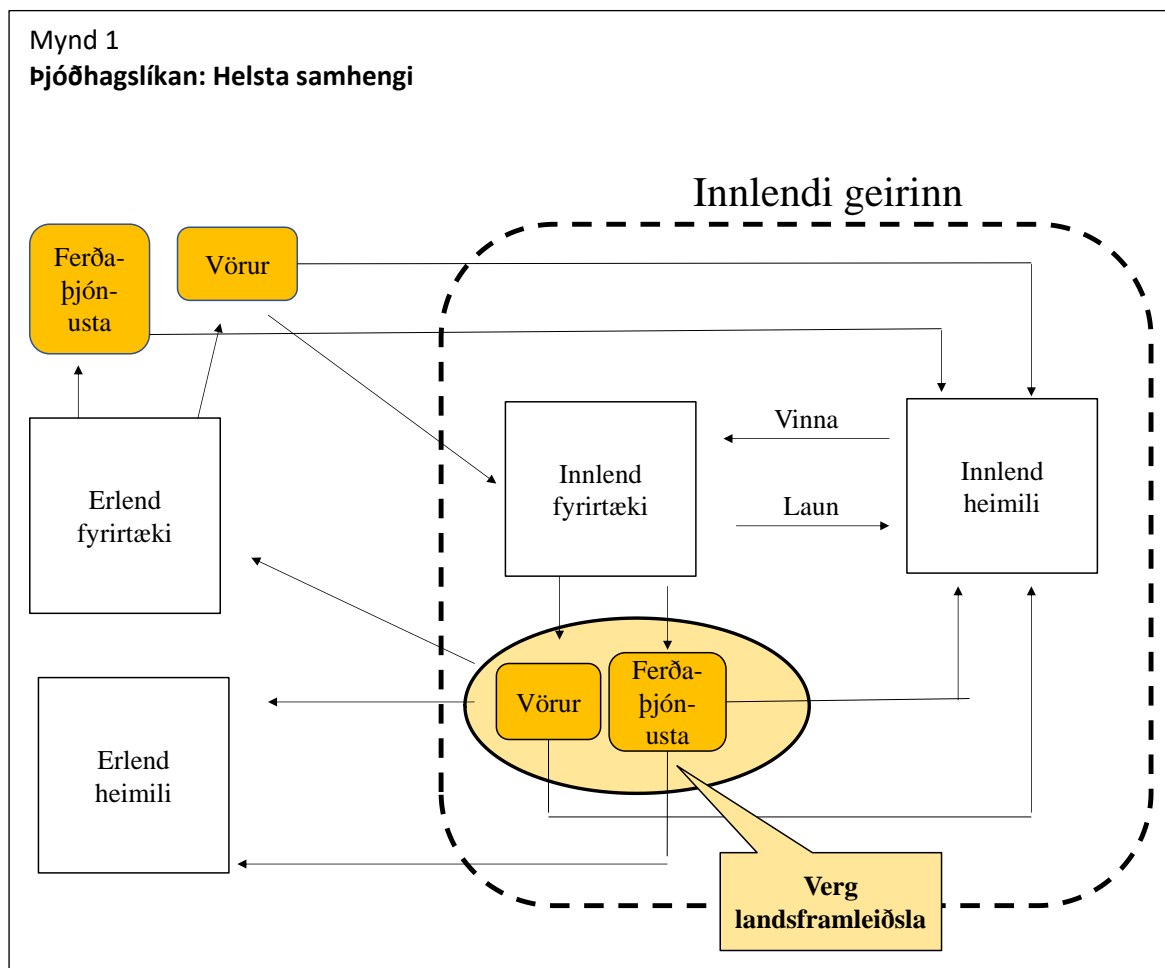
Fyrirtækjum í hagkerfinu er skipt í almennan geira og ferðageira. Fyrirtæki í almenna geiranum nota fjármuni ásamt vinnuafli til þess að framleiða vörur sem notaðar eru til neyslu og fjárfestingar innanlands og erlendis (útflutningur), og sem aðföng af fyrirtækjum í ferðageira. Fyrirtæki í ferðageira nota fjármuni, vinnuafli og aðföng frá fyrirtækjum í almennum geira til framleiðslu á ferðaþjónustu, sem seld er innanlands og erlendis (útflutningur).

Gert er ráð fyrir að erlend heimili og fyrirtæki standi frammi fyrir hliðstæðu vali og þau innlendu.

Niðurstaða vals heimila og fyrirtækja er að eftirspurn heimila eftir innlendri og innfluttri ferðaþjónustu ræðst m.a. af (hlutfallslegu) verði þessara tveggja „vörutegunda“ og af því hve miklum hluta af tekjum sínum heimilin verja til neyslu. Af þessu leiðir að aukning tekna innlendra og/eða erlendra heimila leiðir til aukinnar eftirspurnar eftir innlendri ferðaþjónustu, að öðru óbreyttu. Aukin eftirspurn leiðir til aukningar framleiðslu á ferðaþjónustu innanlands, sem er seld til innlendra og erlendra (útflutningur) heimila. Aukin framleiðsla á ferðaþjónustu innanlands leiðir síðan til aukinnar eftirspurnar eftir fjármunum, vinnuafli og aðföngum sem framleidd eru af fyrirtækjum í almennum geira. Við það eykst fjárfesting og atvinna innanlands auk þess sem framleiðsla í almennum geira eykst, sem síðan leiðir til enn frekari fjárfestingar og atvinnu innanlands. Aukin fjárfesting og atvinna leiðir síðan til þess að vextir hækka svo og laun, sem eykur jaðarkostnað fyrirtækja og leiðir til hærra vöruverðs, sem dregur úr áhrifum á framleiðslu, fjárfestingu og atvinnu.

Enginn opinber geiri er í líkaninu, og þar með hvorki skattheimta né samneysla. Hins vegar er mögulegt að bæta opinberum geira við líkanið og er stefnt að því. Því skal líta á líkanið, sem hér er kynnt, sem grunnlíkan sem síðan er unnt bæta við með hliðsjón af þeirri spurningu/spurningum sem nota á líkanið til að leita að svari/svörum við.

Helsta samhengi líkansins er lýst í eftirfarandi mynd:



3. Reiknitæknileg atriði og forritun

Til þess að nota líkanið er það leyst tölulega (e. numerically) og hermt (e. simulated) með hjálp forritsins Dynare. Dynare er sæmilega öflugt reikniforrit, þróað m.a. af seðlabönkum og háskólum í Evrópu til þessa að meta, leysa og herma þjóðhagslíkön. Nánari upplýsingar um forritið má finna á dynare.org (2022).

Lausn á tímatengdu (e. dynamic) líkani felst í því að rita innri breytur líkansins, þ.e. breytur hverra gildi ráðast af líkaninu, sem fall af upphaflegu gildi stöðubreyta (e. stock variables) líkansins og ytri breytum þess. Í því líkani sem hér um ræðir felst lausnin í að skrifa hverja af innri breytunum 46 sem fall af erlendri eignastöðu og fjármagnsstofni, annars vegar, og eftirspurn eftir vörum og þjónustu erlendis, vöxtum erlendis, verði á vörum framleiddum í almennum geira erlendis og verði á ferðaþjónustu erlendis, hins vegar (sjá lýsingu á líkani í viðauka).

Þetta kann að vera þægilegt að rita á almennu stærðfræðimáli fyrir stöðubreytu Y_t sem:

$$Y_t = F(Y_{t-1}, Z_t)$$

og fyrir flæðibreytu X_t :

$$X_t = G(Y_{t-1}, Z_t)$$

þar sem Y_{t-1} er (1×2) vektor stöðubreytanna tveggja við lok tíma $t - 1$, Z_t er (1×4) vektor ytri breytanna fjögurra á tíma t , og $F(\cdot)$ og $G(\cdot)$ eru föll. Jafnvæggiskilyrði líkansins samanstanda af 44 flæðibreytum og tveimur stöðubreytum (sjá lýsingu á líkani í viðauka).

Hermunin felst síðan í að greina tölulega áhrif tímabundinnar eða varanlegrar breytingar í einni eða fleiri ytri breytum líkans á innri breytur þess til skemmri og lengri tíma. Jafnframt er mögulegt að herma áhrif breytinga í stikum (e. parameters) líkans á innri breytur þess. Í því líkani sem hér um ræðir gæti slík hermun falið í sér að greina áhrif hærra hlutfalls neysluútgjalda heimila sem varið er að jafnaði til kaupa á ferðabjónustu.

Flest þjóðhagslíkön, eins og það sem hér er um ræðir, eru ólínuleg, og því eru þau leyst með því að nálgá (e. approximate) líkanið við svokallað stöðujafnvægi (e. steady state equilibrium), en stöðujafnvægi má túlka sem langtímaþróun þess hagkerfis sem líkanið lýsir. Gildi nálgáðrar breytu ber þá að túlka sem hlutfallslegt frávik frá langtímaþróun hennar. Stærðfræðileg framsetning á 1° nálgun myndi vera:

$$y_t = \alpha y_{t-1} + \beta z_t$$

$$x_t = \gamma y_{t-1} + \delta z_t$$

þar sem y_t er hlutfallslegt frávik Y_t frá stöðujafnvægi, x_t er hlutfallslegt frávik X_t frá stöðujafnvægi, α og γ eru (1×2) vektorar stuðla, β og δ eru (1×4) vektorar stuðla, y_{t-1} er (2×1) vektor frávikna stöðubreytanna frá stöðujafnvægi og z_{t-1} er (2×1) vektor frávikna ytri breytanna frá stöðujafnvægi.

Til þess að unnt sé að nálgá líkan þarf því að leggja tölulegt mat á langtímaþróun hagkerfisins og nýta þær upplýsingar við að leysa líkanið. Í því líkani sem hér um ræðir þarf t.d. að áætla það hlutfall af neysluútgjöldum heimila innanlands og erlendis sem fer að jafnaði til kaupa á almennum neysluvörum annars vegar og til kaupa á ferðabjónustu hins vegar. Slík upplýsingaöflun og notkun þeirra upplýsinga við að leysa líkanið er nefnd upplýst ágiskun (e. calibration).

Upplýsingar um aðra stuðla (e. parameters) líkans þarf að fá með tölfræðilegu mati með hjálp gagna fyrir viðkomandi hagkerfi. Í því líkani sem hér um ræðir þarf t.d. að meta verðteygni eftirspurnar eftir ferðabjónustu innanlands og erlendis, ásamt verðteygni eftirspurnar innlendra ferðabjónustu eftir aðföngum framleiddum í öðrum atvinnugreinum.

Við lausn á og hermun flestra þjóðhagslíkana er fyrstu gráðu nálgun við stöðujafnvægi notuð. Í Dynare er hins vegar mögulegt að beita allt að þriðju gráðu nálgun. Almennt má

segja að nálgun sé nákvæmari því hærrí sem gráða nálgunar er. Því er æskilegt að nota þriðju gráðu nálgun við lausn og hermun á því líkani sem hér um ræðir. Hins vegar eykst reiknifræðilegt erfiðleikastig með hærrí gráðu nálgunar og því kann að vera að nauðsynlegt reynist að styðjast við nálgun af fyrstu eða annarri gráðu. Í þeim dæmum um hermanir sem sýnd eru í næsta kafla skýrslunnar er fyrstu gráðu nálgun notuð.

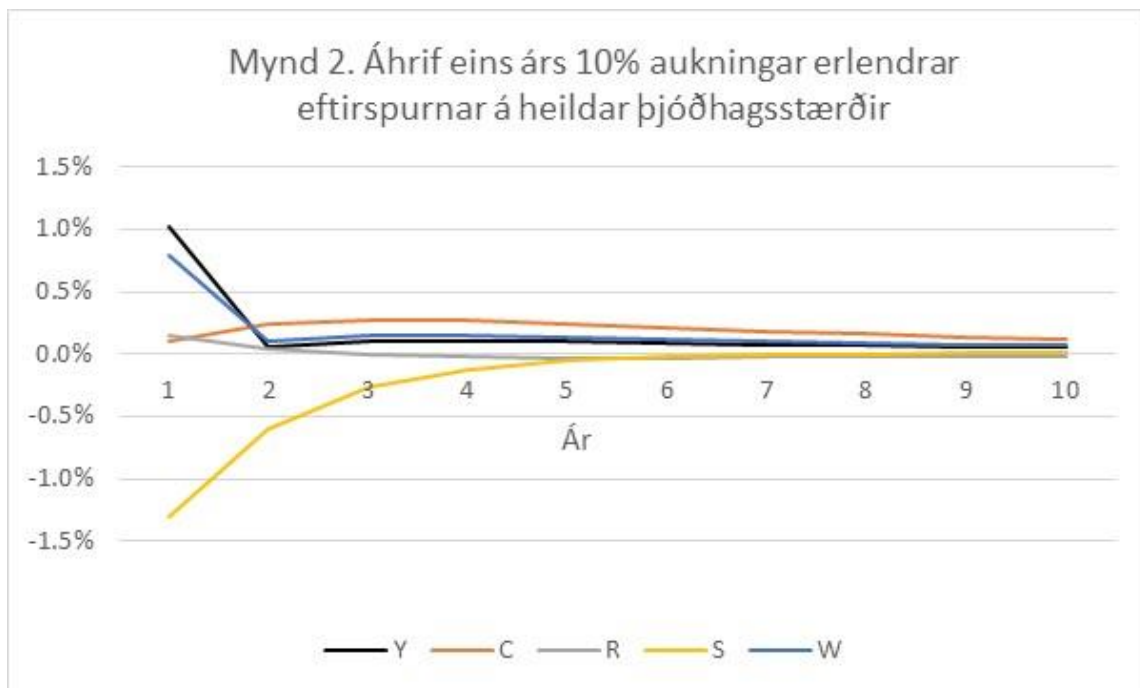
4. Dæmi um keyrslur

Í þessum kafla eru sýnd tvö dæmi um hermun á líkaninu. Annars vegar eru greind áhrif aukningar í erlendri eftirspurn og hins vegar áhrif hækkunar á verði ferðapjónustu erlendis.

Eins og frá var greint hér að framan er í þessum dæmum stuðst við fyrstu gráðu nálgun að stöðujafnvægi við lausn líkansins og hermun þess. Þar var einnig nefnt að á þessu stigi verkefnisins hefði enn ekki verið lögð vinna í að meta stöðujafnvægi og stuðlagildi í líkaninu með upplýstri ágiskun og tölfræðilegu mati. Í þeim hermunum sem hér eru sýndar eru því stöðujafnvægi hagkerfisins og stuðlagildi gróflega áætluð með hliðsjón af því sem tíðkast í þjóðhagfræðigreiningu. Af þessum sökum skal taka niðurstöðum hermana hér með fyrirvara og varast að draga of sterkar ályktanir af þeim.

Tíu prósent aukning erlendrar eftirspurnar í eitt ár

Byrjum á að greina áhrif 10% aukningar erlendrar eftirspurnar í eitt ár, þ.e. erlend eftirspurn eykst um 10% á ári 1 og gengur til baka á ári 2. Á eftirfarandi mynd eru áhrif þessa á verga landsframleiðslu (Y), einkaneyslu (C), raunvexti (R), andhverfu raungengis (S) (hækkun S þýðir að raungengi lækkar) og raunlaun (W) sýnd fyrir ár 1 til 10:



Tölurnar á myndinni má túlka sem hlutfallsleg frávík frá stöðujafnvægi sem verða vegna fyrrgreindrar aukningar í erlendri eftirspurn, en þessi frávík má gróflega túlka sem hlutfallslegar breytingar sem verða vegna aukningarinnar samanborið við þá þróun sem yrði án slíkrar aukningar í erlendri eftirspurn. Skv. myndinni eru áhrifin á þá leið að verg landsframleiðsla eykst um 1% og einkaneysla um 0,1%. Jafnframt hækka raunvextir, raunlaun og raungengi. Áhrifin fjara síðan út yfir tíma og eru að mestu horfin að 10 árum liðnum.

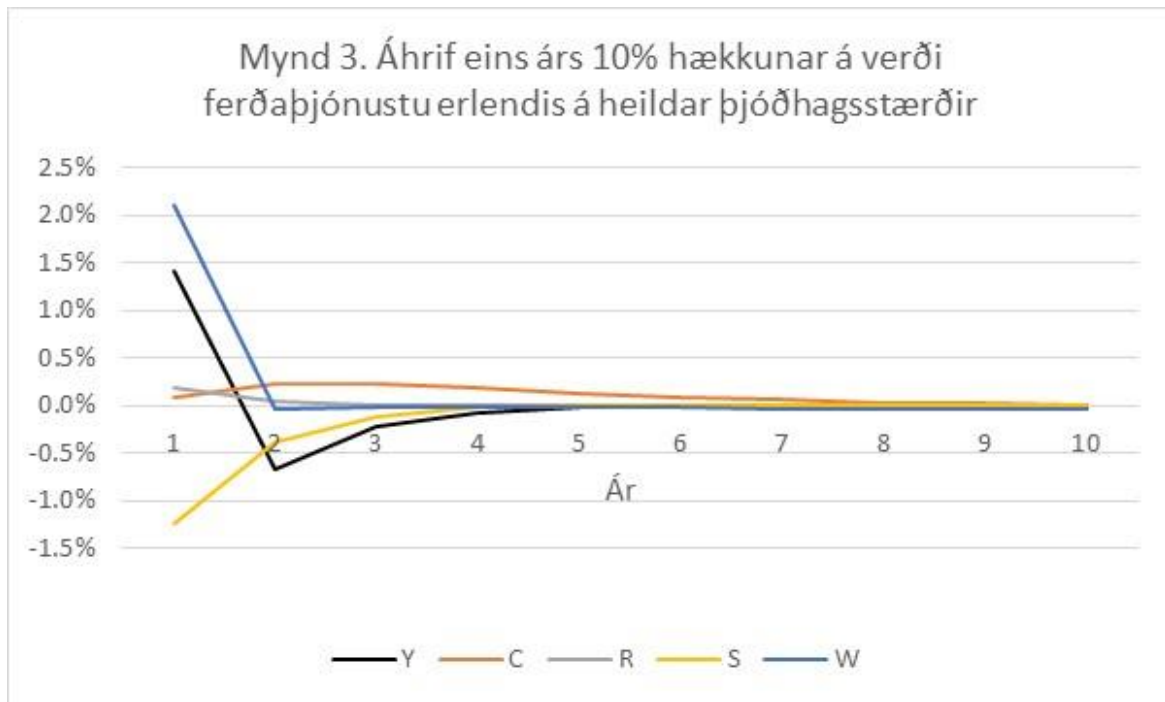
Athugið að aukning vergrar landsframleiðslu (1%) er mun minni en sem nemur aukningu í erlendri eftirspurn (10%). Þetta stafar af því að eftirspurnaraukningin leiðir af sér aukna eftirspurn eftir fjármunum og vinnuafli, sem leiðir til þess að raunvextir og raunlaun hækka. Við það eykst kostnaður fyrirtækja. Þess vegna verður endanleg framleiðsluaukning mun minni en sem svarar upphaflegri eftirspurnaraukningu.

Athugið einnig að hlutfallsleg aukning einkaneyslu er mun minni en aukning vergrar landsframleiðslu, sem stafar af því að um tímabundna aukningu landsframleiðslu er að ræða og heimilin dreifa tekjuaukningunni á neyslu nú og í framtíðinni með það m.a. í huga að takmarka sveiflur í neyslu (e. consumption smoothing).

Sé horft til skiptingar vergrar landsframleiðslu (virðisaukans) á milli almenna geirans og ferðageirans, þá er hlutfallsleg breyting virðisauka í báðum geirum sú sama, eða jöfn aukningu vergrar landsframleiðslu. Ástæðan er sú að fyrrgreind aukning erlendrar eftirspurnar eykur eftirspurn eftir vörum framleiddum í almennum geira og ferðageira innanlands hlutfallslega jafn mikið.

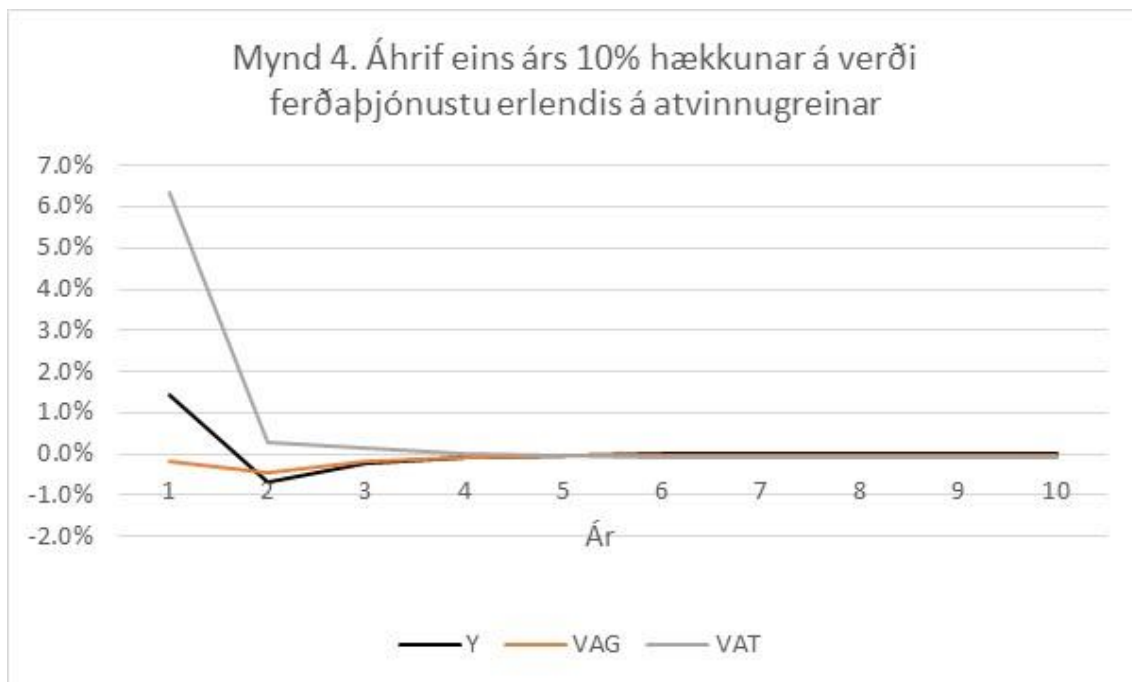
Tíu prósent hækkun verðs á ferðaþjónustu erlendis í eitt ár

Skoðum nú áhrif 10% hækkunar á verði ferðaþjónustu erlendis, sem gera má ráð fyrir að hafi mismunandi áhrif á eftirspurn eftir vörum framleiddum í innlendu geirunum tveimur og mismunandi áhrif á virðisauka. Eins og fyrr er gert ráð fyrir 10% hækkun á ári 1 sem gengur til baka á ári 2. Á eftirfarandi mynd eru áhrif á heildar þjóðhagsstærðir sýnd:



Áhrifin eru svipuð og þegar um aukningu erlendra eftirspurnar er að ræða, þ.e. verg landsframleiðsla og einkaneysla aukast, og raunvextir, raunlaun og raungengi hækka. Áhrifin fjara síðan út yfir tíma og eru að mestu horfin að 10 árum liðnum.

Hins vegar eru áhrif á virðisauka í atvinnugreinunum tveimur nú mismunandi. Á eftirfarandi mynd eru áhrif á verga landsframleiðslu (Y), virðisauka í almennum geira (VAG) og virðisauka í ferðageira (VAT) sýnd:



Áhrifin eru nú á þá leið að virðisauki í ferðageira eykst á meðan lítilsháttar lækkun er á virðisauka í almennum geira. Áhrifin fjara síðan út yfir tíma.

Hafa ber í huga að áhrif verðhækkana erlendis á innlendan efnahag og atvinnugreinar eru háð verðteygni eftirspurnar eftir mismunandi vörum, þ.e. vörum framleiddum í almennum geira eða ferðaþjónusta, annars vegar, og innlendum eða innfluttum vörum, hins vegar. Í hermunum á myndum 3 og 4 er gert ráð fyrir að verðteygni í ferðaþjónustu sé meiri en vara sem framleiddar eru í almennum geira.

5. Samantekt og næstu skref

Hér að framan hefur verið gerð grein fyrir þróunarvinnu við sérhannað DSGE þjóðhagslíkan fyrir íslenska ferðaþjónustu. Líkanið er komið í nothæft form og með hagfræðilega eðlilegum stuðlagildum og stærðarstillingu (e. calibration) fyrir aðra stuðla framkallar líkanið trúverðug viðbrögð við ytri breytingum.

Engu að síður er þessi útgáfa líkansins einungis áfangi að hinu endanlega þjóðhagslíkani sem að er stefnt. Nokkur vegur er enn að þjóðhagslíkani sem er nægilega traust og áreiðanlegt til að það verði unnt að nota til að ná þeim markmiðum sem þessu verkefni eru sett, þ.e. að geta greint framlag ferðaþjónustunnar til vergrar landsframleiðslu og áhrif ytri stærða eins og tiltekinna stjórnvaldsaðgerða eða eftirspurnar- eða framboðsskella á framlag ferðaþjónustunnar til vergrar landsframleiðslu.

Næstu skref í þessari þróunarvinnu eru sem hér segir:

- Frekari prófun á tímatengdum eiginleikum núverandi líkans.
- Tölfræðilegt mat og betri stærðarstilling á stuðlum líkansins og stöðujafnvægi hagkerfisins.
- Kannanir á áhrifum jákvæðra og neikvæðra högga á ferðaþjónustu sem og opinberra stjórnunaraðgerða og innviðaframkvæmda.
- Bæta við opinberum geira.
- Samanburður við niðurstöður annarra þjóðhagslíkana eins og QMM-líkans Hagstofunnar.
- Umreikningur niðurstaðna DSGE líkansins yfir í þróunarferla hagkerfisins, þ.e. stærðir í stað breytinga í stærðum.

Tilvísanir

Dynare. 2022. <https://www.dynare.org/>

Kydland, F. E. and E. C. Prescott (1982), Time-to-Build and Aggregate Fluctuations, *Econometrica*, Vol. 50., No. 6, pp. 1345-1370.

Smets, F. and R. Wouters (2003), An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area, *Journal of the European Economic Association*, Vol. 1, No. 5, pp. 1123-1175.

Stefán Þórarinnsson (2020), “DYNIMO – Version III. A DSGE Model of the Icelandic Economy”, Central Bank of Iceland Working Paper 84.

Viðauki

Tæknilegur viðauki – ítarleg lýsing á líkani

Eins og fjallað er um að framan fylgir líkanið byggingarlínunum hefðbundinna DSGE líkana fyrir opin hagkerfi, þ.m.t. DSGE líkans Seðlabanka Íslands (sjá t.d. Stefán Þórarinnsson (2020)), að því undanskildu að (i) atvinnugreinum hagkerfisins er skipt í almennan geira og ferðageira og að (ii) líkanið er raunlíkan, þ.e. allar stærðir í líkaninu eru raunstærðir.

Líkanið samanstendur af dæmigerðum (e. representative) innlendum og erlendum heimilum og dæmigerðum innlendum og erlendum fyrirtækjum í almennum geira og ferðageira. Gert er ráð fyrir að heimili taki afurðaverð, laun, leiguverð fjármuna og vexti sem gefnar stærðir við ákvarðanatöku sína og að fyrirtæki taki laun og leiguverð fjármuna sem gefnar stærðir við sína ákvarðanatöku. Þar sem afurðir í almennum geira og ferðageira, annars vegar, og innlendar og innfluttar vörur, hins vegar, eru mismunandi frá sjónarhóli heimila (neytenda), hafa fyrirtæki markaðsvald á afurðamörkuðum og geta því verðlagt afurðir sínar hærra en sem nemur jaðarkostnaði í framleiðslu. Gert er ráð fyrir að heimili eigi fyrirtækin og að hagnaði fyrirtækjanna sé dreift til þeirra í formi arðgreiðslna.

Athuga þarf að þar sem líkanið er raunlíkan eru allar breytur, sem í nafnlíkani væru nafnstærðir, raunstærðir og mældar í fjölda eininga af innlendri neyslu, eins og t.d. afurðaverð, vextir, laun, leiguverð fjármuna og innlend verðbréfaeign. Þá er erlend verðbréfaeign, erlendir vextir og erlent afurðaverð mælt í fjölda eininga af erlendri neyslu, verg landsframleiðsla innanlands (erlendis) er mæld í fjölda eininga af innlendri (erlendri) neyslu. Að lokum er meiningin raungengi þegar talað er um gengi.

Heimili

Innlend heimili

Vandamál heimilis er fjórþætt:

Í *fyrsta lagi* velur það neyslu (C), vinnu (N) og sparnað, sem varið er í fjármunamyndun (I) og fjármagnsstofn (K), og innlenda (B_D) og erlenda verðbréfaeign (B_I), þannig að væntar samanlagðar núvirtar ævinytjar þess:

$$E_0 \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{C_t^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} - \chi \frac{N_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right) \right]$$

séu hámarkaðar að teknu tilliti til tekjubands þess:

$$\begin{aligned} & C_t + I_t + S_t B_{I,t} + B_{D,t} \\ &= R_{t-1}^* (1 - \Gamma_{t-1}) S_t B_{I,t-1} + R_{t-1} B_{D,t-1} + R_t^K K_{t-1} + W_t N_t + \Pi_{G,t} + \Pi_{T,t} \end{aligned}$$

og að þróun fjármagnsstofns sé skv.:

$$K_t = I_t + (1 - \delta) K_{t-1}$$

þar sem E_0 er væntingavirki, $\beta \in (0,1)$ er núvirðisþáttur, $\sigma > 0$ er mælikvarði áhættufælni heimila (eða andhverfa staðkvæmdarteygni í neyslu milli tímabila), $\varphi > 0$ er andhverfa svokallaðrar Frisch teygni vinnuframboðs, $\chi > 0$ er fasti, $\delta \in (0,1)$ er afskriftarhlutfall, S er

andhverfa gengis innlands gjaldmiðils, R eru vergir vextir ($1+v$ vextir), R^* eru vergir vextir erlendis, R^K er leiguverð fjármuna, W eru laun, Π_G er hagnaður fyrirtækja í almennum geira, Π_T er hagnaður fyrirtækja í ferðageira, og Γ_{t-1} er kostnaður við kaup á erlendum verðbréfum:

$$\Gamma_t = \phi_1 \frac{\exp\left(\phi_2 \frac{S_t B_{I,t}}{Y_t}\right) - 1}{\exp\left(\phi_2 \frac{S_t B_{I,t}}{Y_t}\right) + 1}$$

þar sem $\phi_1 \in [0,1]$ og $\phi_2 > 0$ eru fastar, og Y er verg landsframléiðsla. Lausn á hámarksvandamálinu gefur eftirfarandi jafnvægisstyrði:

$$C_t^{-\sigma} W_t = \chi N_t^\varphi \quad (1)$$

$$R_t \beta E_t \left[\left(\frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-\sigma} \right] = 1 \quad (2)$$

$$R_t^* (1 - \Gamma_t) \beta E_t \left[\left(\frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-\sigma} \frac{S_{t+1}}{S_t} \right] = 1 \quad (3)$$

$$\beta E_t \left[\left(\frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-\sigma} (R_{t+1}^K + 1 - \delta) \right] = 1 \quad (4)$$

$$C_t + I_t + S_t B_{I,t} = R_{t-1}^* (1 - \Gamma_{t-1}) S_t B_{I,t-1} + R_t^K K_{t-1} + W_t N_t \quad (5)$$

$$K_t = I_t + (1 - \delta) K_{t-1} \quad (6)$$

$$\Gamma_t = \phi_1 \frac{\exp\left(\phi_2 \frac{S_t B_{I,t}}{Y_t}\right) - 1}{\exp\left(\phi_2 \frac{S_t B_{I,t}}{Y_t}\right) + 1} \quad (7)$$

þar sem $B_D = 0$ í jafnvægi.

Í öðru lagi velur heimili neyslu á almennum neysluvörum (C_G) og neyslu á ferðapjónustu (C_T) þannig að kostnaður við neyslu:

$$P_{G,t} C_{G,t} + P_{T,t} C_{T,t}$$

sé lágmarkaður að teknu tilliti til þess að neysla á þessum tveimur vörutegundum gefur neyslu skv. svokallaðri Dixit-Stiglitz vísitölu:

$$C_t = \left[\alpha^{\frac{1}{\eta}} C_{G,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1 - \alpha)^{\frac{1}{\eta}} C_{T,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}}$$

þar sem $\alpha \in (0,1)$ er hlutdeild neyslu á almennum neysluvörum í neyslu að jafnaði, $\eta > 1$ er verðteygni eftirspurnar eftir vörutegundunum tveimur, P_G er verð á almennum neysluvörum og P_T er verð á ferðapjónustu. Lausn á lágmarksvandamálinu gefur eftirfarandi jafnvægisstyrði:

$$C_{G,t} = \alpha P_{G,t}^{-\eta} C_t \quad (8)$$

$$C_{T,t} = (1 - \alpha) P_{T,t}^{-\eta} C_t \quad (9)$$

$$1 = [\alpha P_{G,t}^{1-\eta} + (1-\alpha)P_{T,t}^{1-\eta}]^{\frac{1}{1-\eta}} \quad (10)$$

Í þriðja lagi velur heimili neyslu á innlendum (C_{GD}) og innfluttum almennum neysluvörum (C_{GI}) þannig að kostnaður við neyslu á almennum neysluvörum:

$$P_{GD,t}C_{GD,t} + P_{GI,t}C_{GI,t}$$

sé lágmarkaður að teknu tillit til þess að neysla á þessum tveimur vörutegundum gefur neyslu á almennum neysluvörum skv. Dixit-Stiglitz vísitölu:

$$C_{G,t} = \left[\alpha_G^{\frac{1}{\eta_G}} C_{GD,t}^{\frac{\eta_G-1}{\eta_G}} + (1-\alpha_G)^{\frac{1}{\eta_G}} C_{GI,t}^{\frac{\eta_G-1}{\eta_G}} \right]^{\frac{\eta_G}{\eta_G-1}}$$

þar sem $\alpha_G \in (0,1)$ er hlutdeild innlendra almennra neysluvara í neyslu á almennum neysluvörum að jafnaði, $\eta_G > 1$ er verðteygni eftirspurnar eftir vörutegundunum tveimur, P_{GD} er verð á innlendum almennum neysluvörum og P_{GI} er verð á innfluttum almennum neysluvörum. Lausn á lágmarkunarvandamálinu gefur eftirfarandi jafnvæggiskilyrði:

$$C_{GD,t} = \alpha_G \left(\frac{P_{GD,t}}{P_{G,t}} \right)^{-\eta_G} C_{G,t} \quad (11)$$

$$C_{GI,t} = (1-\alpha_G) \left(\frac{P_{GI,t}}{P_{G,t}} \right)^{-\eta_G} C_{G,t} \quad (12)$$

$$P_{G,t} = [\alpha_G P_{GD,t}^{1-\eta_G} + (1-\alpha_G)P_{GI,t}^{1-\eta_G}]^{\frac{1}{1-\eta_G}} \quad (13)$$

Í fjórða og síðasta lagi velur heimili neyslu á innlendri (C_{TD}) og innfluttri ferðapjónustu (C_{TI}) þannig að kostnaður við neyslu á ferðapjónustu:

$$P_{TD,t}C_{TD,t} + P_{TI,t}C_{TI,t}$$

sé lágmarkaður að teknu tillit til þess að neysla á þessum tveimur vörutegundum gefur neyslu á ferðapjónustu skv. Dixit-Stiglitz vísitölu:

$$C_{T,t} = \left[\alpha_T^{\frac{1}{\eta_T}} C_{TD,t}^{\frac{\eta_T-1}{\eta_T}} + (1-\alpha_T)^{\frac{1}{\eta_T}} C_{TI,t}^{\frac{\eta_T-1}{\eta_T}} \right]^{\frac{\eta_T}{\eta_T-1}}$$

þar sem $\alpha_T \in (0,1)$ er hlutdeild innlendar ferðapjónustu í neyslu á ferðapjónustu að jafnaði, $\eta_T > 1$ er verðteygni eftirspurnar eftir vörutegundunum tveimur, P_{TD} er verð á innlendri ferðapjónustu og P_{TI} er verð á innfluttri ferðapjónustu. Lausn á lágmarkunarvandamálinu gefur eftirfarandi jafnvæggiskilyrði:

$$C_{TD,t} = \alpha_T \left(\frac{P_{TD,t}}{P_{T,t}} \right)^{-\eta_T} C_{T,t} \quad (14)$$

$$C_{TI,t} = (1-\alpha_T) \left(\frac{P_{TI,t}}{P_{T,t}} \right)^{-\eta_T} C_{T,t} \quad (15)$$

$$P_{T,t} = [\alpha_T P_{TD,t}^{1-\eta_T} + (1-\alpha_T)P_{TI,t}^{1-\eta_T}]^{\frac{1}{1-\eta_T}} \quad (16)$$

Til einföldunar er gert ráð fyrir að ákvarðanir heimilis um kaup á fjárfestingarvörum fylgi sömu lögmálum og ákvarðanir um neyslu, sem gefur eftirfarandi eftirspurn innanlands eftir innlendum almennum vörum (A_{GD}), innfluttum almennum vörum (A_{GI}), innlendra ferðabjónustu (A_{TD}), innfluttri ferðabjónustu (A_{TI}), almennum vörum (A_G) og ferðabjónustu (A_T):

$$A_{GD,t} = \alpha_G \left(\frac{P_{GD,t}}{P_{G,t}} \right)^{-\eta_G} A_{G,t} \quad (17)$$

$$A_{GI,t} = (1 - \alpha_G) \left(\frac{P_{GI,t}}{P_{G,t}} \right)^{-\eta_G} A_{G,t} \quad (18)$$

$$A_{TD,t} = \alpha_T \left(\frac{P_{TD,t}}{P_{T,t}} \right)^{-\eta_T} A_{T,t} \quad (19)$$

$$A_{TI,t} = (1 - \alpha_T) \left(\frac{P_{TI,t}}{P_{T,t}} \right)^{-\eta_T} A_{T,t} \quad (20)$$

$$A_{G,t} = \alpha P_{G,t}^{-\eta} A_t \quad (21)$$

$$A_{T,t} = (1 - \alpha) P_{T,t}^{-\eta} A_t \quad (22)$$

þar sem:

$$A_t = C_t + I_t \quad (23)$$

er innlend eftirspurn.

Erlend heimili

Erlent heimili tekur ákvarðanir á sambærilegan máta og það innlenda. Þær ákvarðanir þess sem skipta máli fyrir innlendan efnahag eru eftirspurn þess eftir innfluttum almennum vörum (A_{GI}^*), innfluttri ferðabjónustu (A_{TI}^*), almennum vörum (A_G^*) og ferðabjónustu (A_T^*):

$$A_{GI,t}^* = (1 - \alpha_G^*) \left(\frac{P_{GI,t}^*}{P_{G,t}^*} \right)^{-\eta_G^*} A_{G,t}^* \quad (24)$$

$$A_{TI,t}^* = (1 - \alpha_T^*) \left(\frac{P_{TI,t}^*}{P_{T,t}^*} \right)^{-\eta_T^*} A_{T,t}^* \quad (25)$$

$$A_{G,t}^* = \alpha^* (P_{G,t}^*)^{-\eta^*} A_t^* \quad (26)$$

$$A_{T,t}^* = (1 - \alpha^*) (P_{T,t}^*)^{-\eta^*} A_t^* \quad (27)$$

þar sem:

$$A_t^* = C_t^* + I_t^* \quad (28)$$

er erlend eftirspurn, $\alpha^* \in (0,1)$ er hlutdeild almennra vara í erlendri eftirspurn að jafnaði, $\alpha_G^* \in (0,1)$ er hlutdeild erlendra almennra vara í eftirspurn eftir almennum vörum erlendis að jafnaði, $\alpha_T^* \in (0,1)$ er hlutdeild erlendar ferðabjónustu í eftirspurn eftir ferðabjónustu

erlendis að jafnaði, $\eta^* > 1$ er verðteygni eftirspurnar eftir almennum vörum og ferðabjónustu erlendis, $\eta_G^* > 1$ er verðteygni eftirspurnar eftir erlendum og innfluttum almennum vörum erlendis, $\eta_T^* > 1$ er verðteygni eftirspurnar eftir erlendri og innfluttri ferðabjónustu erlendis, P_G^* er verð almennra vara erlendis, P_T^* er verð ferðabjónustu erlendis, P_{GI}^* er verð innfluttra almennra vara erlendis og P_{TI}^* er verð innfluttrar ferðabjónustu erlendis.

Þessar niðurstöður fyrir innlenda og erlenda eftirspurn má nota til þess að fá eftirspurn heimila eftir almennum vörum framleiddum innanlands (Y_G^H), eftirspurn eftir innlendri ferðabjónustu (Y_T), útflutning (EX), innflutning (IM) og viðskiptajöfnuð (NX):

$$Y_{G,t}^H = A_{GD,t} + A_{GI,t}^* \quad (29)$$

$$Y_{T,t} = A_{TD,t} + A_{TI,t}^* \quad (30)$$

$$EX_t = S_t (P_{GI,t}^* A_{GI,t}^* + P_{TI,t}^* A_{TI,t}^*) \quad (31)$$

$$IM_t = P_{GI,t} A_{GI,t} + P_{TI,t} A_{TI,t} \quad (32)$$

$$NX_t = EX_t - IM_t \quad (33)$$

Fyrirtæki

Innlend fyrirtæki - ferðageiri

Vandamál fyrirtækis í ferðageira er þrískipt:

Í *fyrsta lagi* velur það fjármuna- (K_T) og vinnuafslnotkun (N_T) þannig að kostnaður við það:

$$R_t^K K_{T,t-1} + W_t N_{T,t}$$

sé lágmarkaður að teknu tilliti til þess að notkun á þessum tveimur framleiðsluþáttum gefur milliaðfang (e. intermediate input) (Q_{TKN}) skv. svokölluðu CES (e. constant elasticity of substitution) framleiðslufalli:

$$Q_{TKN,t} = \left[\gamma_{TKN} \frac{\varepsilon_{TKN}^{-1}}{K_{T,t-1}^{\varepsilon_{TKN}}} + (1 - \gamma_{TKN}) \frac{\varepsilon_{TKN}^{-1}}{N_{T,t}^{\varepsilon_{TKN}}} \right]^{\frac{\varepsilon_{TKN}}{\varepsilon_{TKN} - 1}} \quad (34)$$

þar sem $\gamma_{TKN} \in (0,1)$ er mælikvarði á hlutdeild fjármuna í framleiðslu á milliaðfangi að jafnaði og $\varepsilon_{TKN} > 0$ er verðteygni eftirspurnar eftir framleiðsluþáttunum tveimur. Lausn á lágmarkunarvandamálinu gefur eftirfarandi jafnvægisstyrði:

$$\frac{R_t^K}{W_t} = \frac{\gamma_{TKN}}{1 - \gamma_{TKN}} \left(\frac{N_{T,t}}{K_{T,t-1}} \right)^{\frac{1}{\varepsilon_{TKN}}} \quad (35)$$

$$MC_{TKN,t} = \left[\gamma_{TKN}^{\varepsilon_{TKN}} (R_t^K)^{1 - \varepsilon_{TKN}} + (1 - \gamma_{TKN})^{\varepsilon_{TKN}} W_{T,t}^{1 - \varepsilon_{TKN}} \right]^{\frac{1}{1 - \varepsilon_{TKN}}} \quad (36)$$

þar sem MC_{TKN} er jaðarkostnaður (og meðalkostnaður) í framleiðslu á milliaðfangi.

Í *öðru lagi* velur fyrirtæki í ferðageira notkun á milliaðfangi og aðföngum framleiddum af almennum geira (Q_{TG}) þannig að kostnaður við það:

$$MC_{TKN,t}Q_{TKN,t} + P_{TG,t}Q_{TG,t}$$

sé lágmarkaður að teknu tilliti til þess að notkun á þessum tveimur aðföngum gefur framleiðslu á ferðapjónustu (Y_T) skv. CES framleiðslufalli:

$$Y_{T,t} = \left[\gamma_T Q_{TKN,t}^{\frac{\varepsilon_T-1}{\varepsilon_T}} + (1 - \gamma_T) Q_{TG,t}^{\frac{\varepsilon_T-1}{\varepsilon_T}} \right]^{\frac{\varepsilon_T}{\varepsilon_T-1}} \quad (37)$$

þar sem $\gamma_T \in (0,1)$ er mælikvarði á hlutdeild milliaðfangs í framleiðslu á ferðapjónustu að jafnaði og $\varepsilon_T > 1$ er verðteygni eftirspurnar eftir aðföngunum tveimur. Lausn á lágmarkunarvandamálinu gefur eftirfarandi jafnvægisskilyrði:

$$\frac{MC_{TKN,t}}{P_{TG,t}} = \frac{\gamma_T}{1-\gamma_T} \left(\frac{Q_{TG,t}}{Q_{TKN,t}} \right)^{\frac{1}{\varepsilon_T}} \quad (38)$$

$$MC_{T,t} = \left[\gamma_T^{\varepsilon_T} MC_{TKN,t}^{1-\varepsilon_T} + (1 - \gamma_T)^{\varepsilon_T} P_{TG,t}^{1-\varepsilon_T} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_T}} \quad (39)$$

$$Q_{TG,t} = (1 - \gamma_T)^{\varepsilon_T} \left(\frac{P_{TG,t}}{MC_{T,t}} \right)^{-\varepsilon_T} Y_{T,t} \quad (40)$$

þar sem P_{TG} er verð á aðföngum framleiddum af almennum geira og MC_T er jaðarkostnaður í framleiðslu á ferðapjónustu. Jafna (40) gefur eftirspurn fyrirtækis í ferðageira eftir aðföngum framleiddum í almennum geira.

Í *þriðja lagi* ákveður fyrirtæki í ferðageira verð á afurð sinni á innlendum (P_{TD}) og erlendum (P_{TI}^*) mörkuðum þannig að hagnaður þess:

$$\Pi_{T,t} = P_{TD,t}A_{TD,t} + S_t P_{TI,t}^* A_{TI,t}^* - MC_{T,t}(A_{TD,t} + A_{TI,t}^*) \quad (41)$$

að teknu tilliti til eftirspurnar eftir vöru þess (í (19) og (25)) sé hámarkaður. Lausn á hámarkunarvandamálinu gefur eftirfarandi jafnvægisskilyrði:

$$P_{TD,t} = \frac{\eta_T}{\eta_T-1} MC_{T,t} \quad (42)$$

$$P_{TI,t}^* = \frac{\eta_T^*}{\eta_T^*-1} \frac{MC_{T,t}}{S_t} \quad (43)$$

Innlend fyrirtæki – almennur geiri

Vandamál fyrirtækis í almennum geira er tvískipt:

Í *fyrsta lagi* velur það fjármuna- (K_G) og vinnuafslnóttun (N_G) þannig að kostnaður við það:

$$R_t^K K_{G,t-1} + W_t N_{G,t}$$

sé lágmarkaður að teknu tilliti til þess að notkun á þessum tveimur framleiðsluþáttum gefur framleiðslu í almennum geira (Y_G) skv. CES framleiðslufalli:

$$Y_{G,t} = \left[\gamma_G K_{G,t-1}^{\frac{\varepsilon_G-1}{\varepsilon_G}} + (1 - \gamma_G) N_{G,t}^{\frac{\varepsilon_G-1}{\varepsilon_G}} \right]^{\frac{\varepsilon_G}{\varepsilon_G-1}} \quad (44)$$

þar sem $\gamma_G \in (0,1)$ er mælikvarði á hlutdeild fjármuna í framleiðslu að jafnaði og $\varepsilon_G > 0$ er verðteygni eftirspurnar eftir framleiðsluþáttunum tveimur. Lausn á lágmarkunarvandamálinu gefur eftirfarandi jafnvægisskilyrði:

$$\frac{R_t^K}{W_t} = \frac{\gamma_G}{1-\gamma_G} \left(\frac{N_{G,t}}{K_{G,t-1}} \right)^{\frac{1}{\varepsilon_G}} \quad (45)$$

$$MC_{G,t} = \left[\gamma_G^{\varepsilon_G} (R_t^K)^{1-\varepsilon_G} + (1 - \gamma_G)^{\varepsilon_G} W_{T,t}^{1-\varepsilon_G} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_G}} \quad (46)$$

þar sem MC_G er jaðarkostnaður framleiðslu í almennum geira.

Í öðru lagi ákveður fyrirtæki í almennum geira verð á afurð sinni á innlendum (P_{GD}) og erlendum (P_{GI}^*) mörkuðum og til ferðapjónustufyrirtækis (P_{TG}) þannig að hagnaður þess:

$$\begin{aligned} \Pi_{G,t} = & P_{GD,t} A_{GD,t} + S_t P_{GI,t}^* A_{GI,t}^* + P_{TG,t} Q_{TG,t} \\ & - MC_{G,t} (A_{GD,t} + A_{GI,t}^* + Q_{TG,t}) \end{aligned} \quad (47)$$

að teknu tilliti til eftirspurnar eftir vöru þess (í (17), (24) og (40)) sé hámarkaður. Lausn á hámarkunarvandamálinu gefur eftirfarandi jafnvægisskilyrði:

$$P_{GD,t} = \frac{\eta_G}{\eta_G-1} MC_{G,t} \quad (48)$$

$$P_{GI,t}^* = \frac{\eta_G^*}{\eta_G^*-1} \frac{MC_{G,t}}{S_t} \quad (49)$$

$$P_{TG,t} = \frac{\varepsilon_T}{\varepsilon_T-1} MC_{G,t} \quad (50)$$

Erlend fyrirtæki

Erlend fyrirtæki taka ákvarðanir á sambærilegan máta og þau innlendu. Þær ákvarðanir þeirra sem skipta máli fyrir innlendan efnahag eru verð á innfluttum almennum vörum (P_{GI}) og á innfluttri ferðapjónustu (P_{TI}). Gert er ráð fyrir að innlend heimili séu verðtakar á erlendum mörkuðum fyrir ferðapjónustu:

$$P_{GI,t} = S_t P_{G,t}^* \quad (51)$$

$$P_{TI,t} = S_t P_{T,t}^* \quad (52)$$

Markaðsjafnvægi

Markaðsjafnvægi krefst þess að fjármunir heimila séu jafnir samanlagðri notkun þeirra í almennum geira og ferðageira, að vinna heimila sé jöfn samanlagðri vinnuafslnotkun í geirunum tveimur, að framleiðsla í almennum geira sé jöfn eftirspurn heimila og fyrirtækja í ferðapjónustu og að framleiðsla í ferðapjónustu sé jöfn eftirspurn heimila:

$$N_t = N_{G,t} + N_{T,t} \quad (53)$$

$$K_t = K_{G,t} + K_{T,t} \quad (54)$$

$$Y_{G,t} = Y_{G,t}^H + Q_{TG,t} \quad (55)$$

$$Y_{T,t} = A_{TD,t} + A_{TI,t}^*$$

þar sem síðasta jafna er jafna (30) að framan.

Verg landsframleiðsla og erlendar eignir

Verg landsframleiðsla er virði endanlegrar framleiðslu í hagkerfinu:

$$Y_t \equiv P_{GD,t}A_{GD,t} + S_t P_{GI,t}^* A_{GI,t}^* + P_{TD,t}A_{TD,t} + S_t P_{TI,t}^* A_{TI,t}^* \quad (56)$$

sem má skrifa á eftirfarandi hátt með því að nota jafnvægissamböndin að framan:

$$Y_t = A_t + NX_t \quad (57)$$

Erlendar eignir hagkerfisins þróast skv. jöfnu (5), sem má nota ásamt jafnvægisskilyrðunum að framan til að fá eftirfarandi fyrir þróun erlendra eigna:

$$S_t B_{I,t} = R_{t-1}^* (1 - \Gamma_{t-1}) S_t B_{I,t-1} + NX_t \quad (58)$$

Almennt jafnvægi (e. general equilibrium)

Líkanið samanstendur af 46 innri breytum:

$$\begin{aligned} & P_G, P_T, P_{GD}, P_{GI}, P_{TD}, P_{TI}, P_{GI}^*, P_{TI}^*, P_{TG} \\ & S, W, R, R^K, \Gamma, \\ & A_G, A_T, A_{GD}, A_{GI}, A_{TD}, A_{TI}, A_{GI}^*, A_{TI}^*, A_G^*, A_T^*, A \\ & MC_{TKN}, MC_T, MC_G \\ & Q_{TG}, Q_{TKN}, \\ & Y_G^H, Y_G, Y_T, \\ & N, N_G, N_T, K, K_G, K_T, \\ & Y, C, I, EX, IM, NX, B_I \end{aligned}$$

og 4 ytri breytum:

$$P_G^*, P_T^*, A^*, R^*$$

Til þess að leysa fyrir innri breytur líkansins eru jöfnur (1)-(4), (6)-(7), (10), (13), (16)-(23), (24)-(27), (29), (30)-(39), (42)-(46), (48)-(55), (57) og (58) notaðar, samtals 46 jöfnur.

ÚTGEFIÐ Í APRÍL 2022



Ferðamálastofa
Icelandic Tourist Board

Geirsgata 9 • 101 Reykjavík • Iceland • Hafnarstræti 91 • 600 Akureyri • Iceland
Sími/Tel +354 535 5500 • upplýsingar@ferdamalastofa.is

www.ferdamalastofa.is