



Seðlabanki Íslands

Jafnvaxtarlausn á þjóðhagslíkani Seðlabankans (QMM) og langtíma jafnvægisgildi á lykilstærðum í hagkerfinu

Ásgeir Daníelsson, hagfræðingur, Hagfræðisvið, Seðlabanki
Íslands

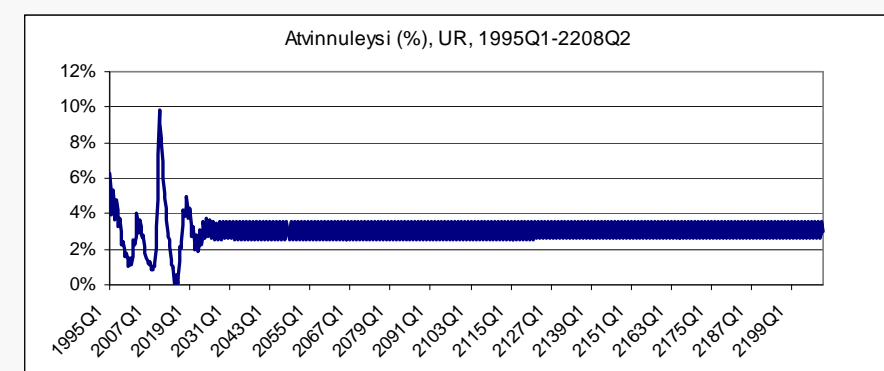
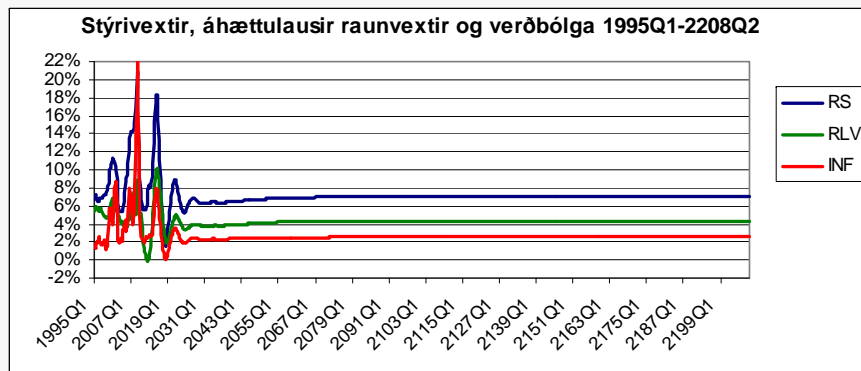
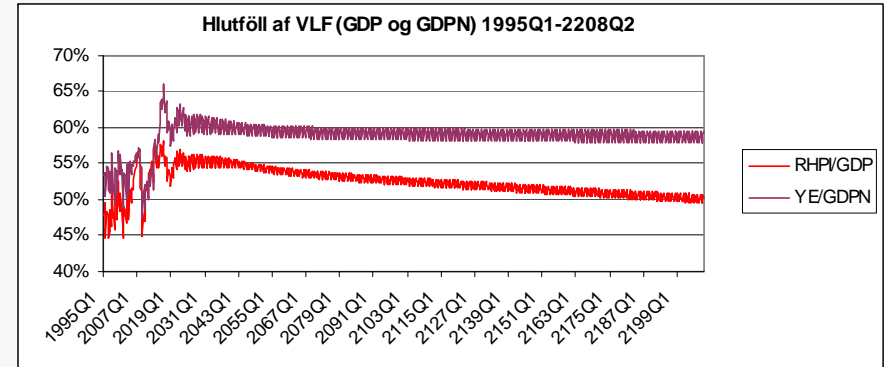
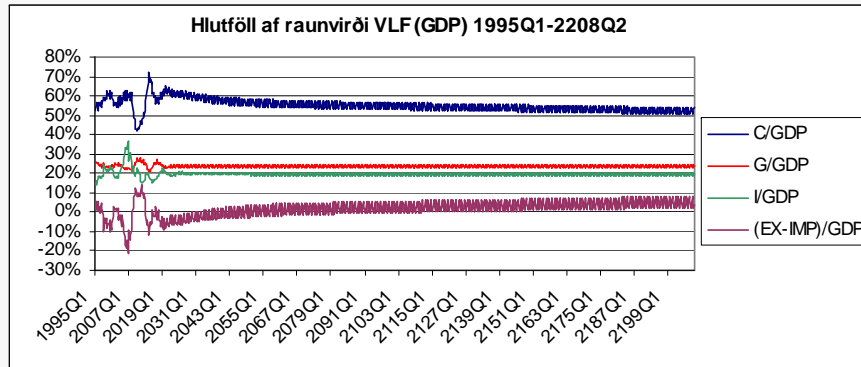
Málstofa Seðlabankans 11. nóvember 2008



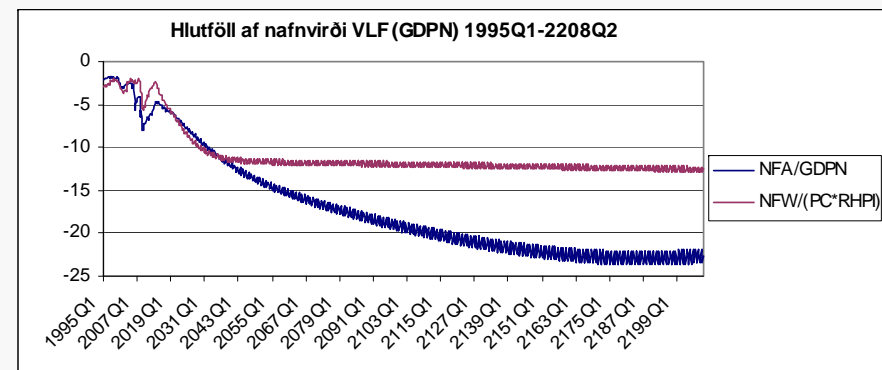
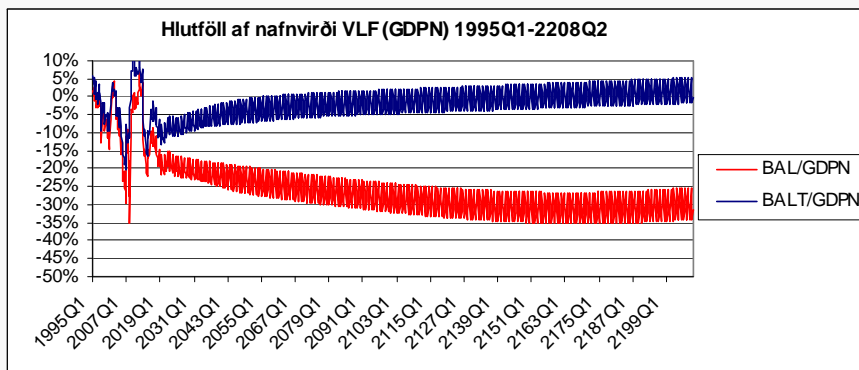
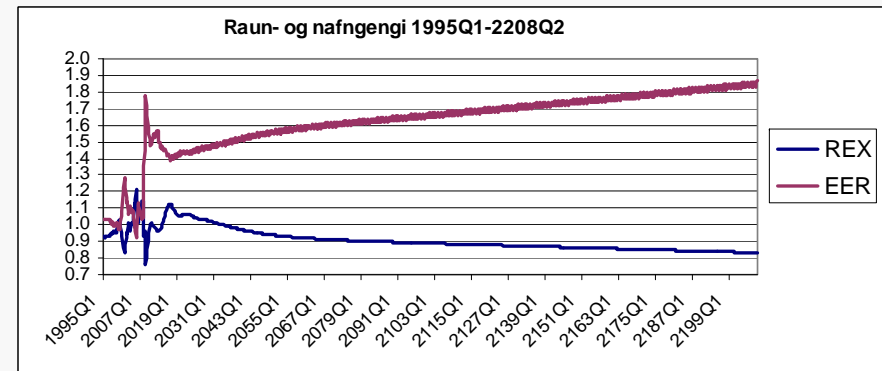
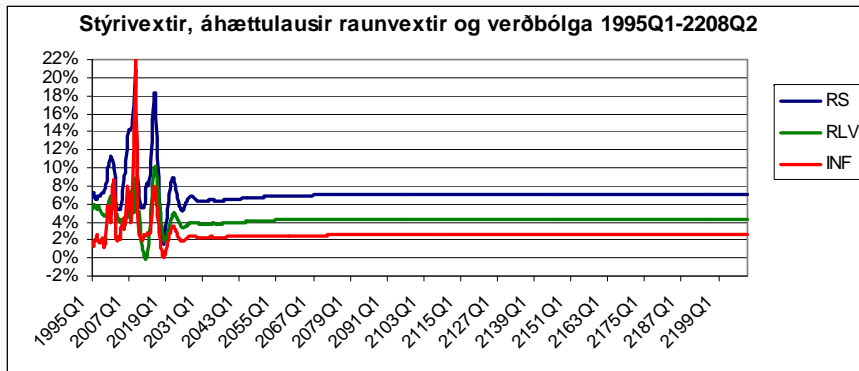
Grunngerð QMM

- QMM er meðalstórt líkan.
- Það er mikið minna en stóru líkönin sem gerð voru á 8. og 9. áratugnum (þ.m.t. líkan Þjóðhagsstofnunar).
- ... en líka mikið stærra en DSGE-líkönin sem nú eru í tísku hjá Seðlabönkum.
- Í QMM eru um 150 breytur, um 20 metnar hegðunarjöfnur og um 80 aðrar jöfnur.

Langtímaherманir með QMM. Spá 2008Q3-2208Q2



Langtímahermanir með QMM. 2008Q3-2208Q2



Grunngerð QMM

- Við mat á jöfnum í QMM hefur þess verið gætt að jöfnurnar þössuðu við jafnvaxtarlausn (balanced growth path).
- Þ.e. þess hefur verið gætt að ef einhver tiltekin gildi á breytum passa við jöfnuna þá passa líka gildi sem eru $x\%$ hærri eða lægri.
- T.d. Gildir um langtímasambandið í neyslujöfnunni:

$$ecm(c)_t = c_t - \beta_c r h p i_t - (1 - \beta_c)(w e l - p c)_t + \phi_c R L V_t$$

Grunngerð QMM

- og um jöfnuna fyrir innflutningsverðinu gildir:

$$\begin{aligned} \Delta pm_t &= \lambda_{pm} \Delta(wp x_t + eer_t) + \theta_{pm} \Delta(wp x_{t-1} + eer_{t-1}) \\ &\quad + \eta_{pm} \Delta(pcom_t + eus_t) + \zeta_{pm} \Delta ulct_{t-2} \\ &\quad + (1 - \lambda_{pm} - \theta_{pm} - \eta_{pm} - \zeta_{pm}) \Delta(poil_{t-1} + eus_{t-1}) \end{aligned}$$

- Þessi forsenda þýðir að hvorki er skalahagkvæmni eða óhagkvæmni í framleiðslufallinu (eða að föllin eru samstæð af fyrstu gráðu).

Að finna jafnvaxtarlausn

- Neyslujafnan í QMM (án árstíðarsveiflupátta) er:

$$\Delta c_t = \kappa_c + \lambda_c \Delta c_{t-4} + \theta_c \Delta rhpi_t - \eta_c \Delta UR_t + \zeta_c \Delta (wel_t - pc_t) - \psi_c ecm(c)_{t-1}$$

- Til að þessi jafna gangi upp á jafnvægisvaxtarferli þar sem hagvöxtur er γ_y á ársfjórðungi (hér litið framhjá árstíðarsveiflunum í QMM) verður að gilda að:

$$c_t = \left[(1 - \lambda_c - \theta_c - \zeta_c) \gamma_y - \kappa_c \right] / (-\psi_c) + \beta_c rhpi_t + (1 - \beta_c) (wel - pc)_t - \phi_c RLV_t$$

Að finna jafnvaxtarlausn

- Sumar verðjöfnur gefa sams konar skilyrði varðandi hlutfallsleg verð, t.d. húsnæðisverðsjafnan.

$$\begin{aligned} \Delta(ph_t - cpi_t) = & 0.284 - 0.103D894 + 0.303\Delta(ph_{t-2} - cpi_{t-2}) \quad (4) \\ & + 0.139\Delta ly_t - 1.400\Delta RLV_t - 0.191 [(ph_{t-2} - cpi_{t-2}) \\ & + 0.642(kh_{t-2} - ly_{t-2}) + 0.883RLV_{t-2} - 0.350S04 + 0.173D04] \end{aligned}$$

- Til að þessi jafna gangi upp á jafnvægisvaxtarferli þar sem verðbólgan er $\pi/4$ verður að gilda að:

$$ph_t = cpi_t - 0.642(kh_t - ly_t) - 0.883RLV_t + [0.284 + 0.139\gamma_y] / 0.191 + 0.350 \cdot S04$$

Að finna jafnvaxtarlausn

- Aðrar verðjöfnur (reyndar flestar) gefa ekki nein skilyrði varðandi hlutfallsleg verð, t.d. innflutningsverðsjafnan

$$\begin{aligned} \Delta p m_t &= \lambda_{pm} \Delta(w p x_t + e e r_t) + \theta_{pm} \Delta(w p x_{t-1} + e e r_{t-1}) \\ &+ \eta_{pm} \Delta(p c o m_t + e u s_t) + \zeta_{pm} \Delta u l c t_{t-2} \\ &+ (1 - \lambda_{pm} - \theta_{pm} - \eta_{pm} - \zeta_{pm}) \Delta(p o i l_{t-1} + e u s_{t-1}) \end{aligned}$$

- Ef $\pi/4$ er sett inn fyrir allar verðbreytingar í íslenskum krónum beggja megin við jafnaðarmerkið kemur út að $\pi/4 = \pi/4$ sem er alltaf satt.



Að finna jafnvaxtarlausn

- Til að ákvarða gildi innflutningsverð þarf því að bæta við jöfnum. Við höfum ákveðið að hlutfallslegt verð innflutnings sé einfaldlega jafnt og það var á einhverjum tilteknum viðmiðunartíma.
- Þar sem við þurfum bara að ákvarða hlutfallsleg verð á jafnvægisvaxtarferlinum þá getum við ákveðið verðlagið í tilteknum punkti á þessum ferli frjálst. Við gerum það með því að festa verðlag landsframleiðslunnar (PGDP).



Að finna jafnvaxtarlausn

- Til að tryggja að allar nafnstærðir vaxi á sama hraða þá þarf að bæta við við jöfnum.
- 1) Jöfnu sem tryggir að hlutfall erlendra skulda á móti landsframleiðslu sé gefið, þ.e. $NFA/GDPN=fasti$.
- 2) Jöfnu sem tryggir að hlutfall skulda heimilanna á móti ráðstöfunartekjum sé gefið, þ.e. að $NFW/(PC*RHPI)=fasti$.

Að finna jafnvaxtarlausn

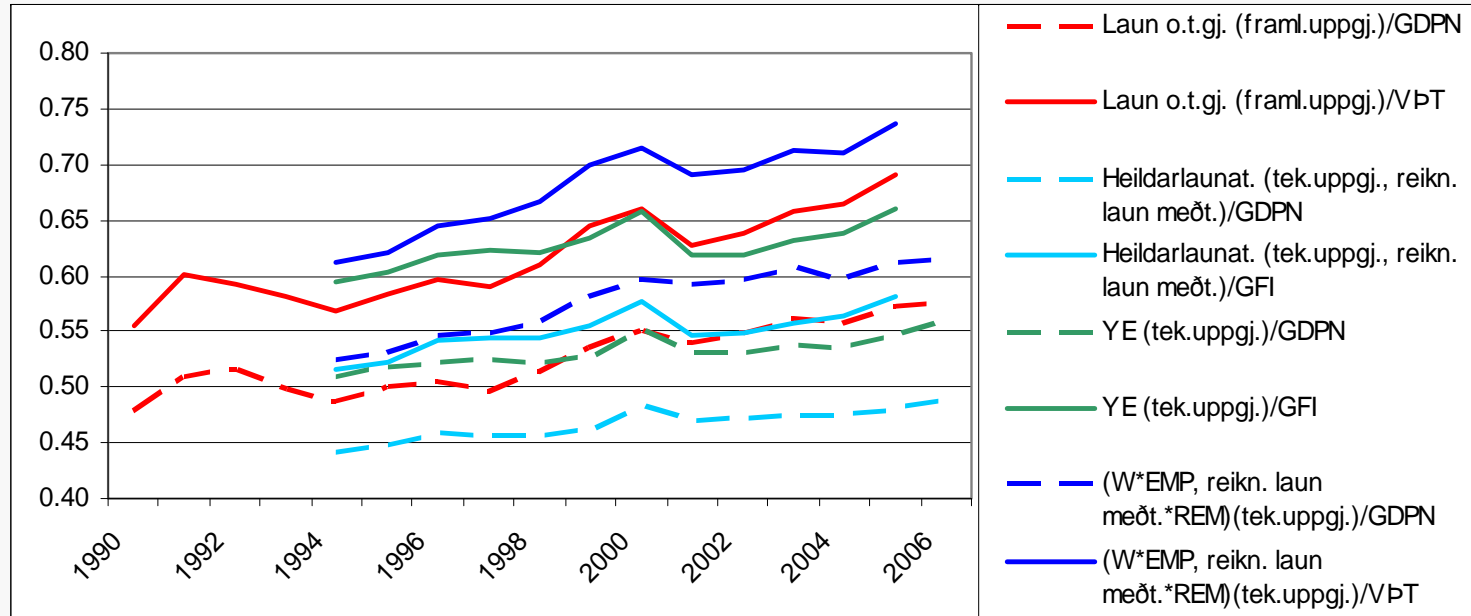
- Í QMM er Cobb-Douglas framleiðslufall:

$$GDP_t^s = \alpha_g \cdot \exp[\beta_g \cdot \gamma_g \cdot T] \cdot (EMP_t^s)^{\beta_g} \cdot (K_t^s)^{1-\beta_g}$$

- Framleiðnivöxturinn er $\gamma_g = 0.055$ á ársfjórðungi (nokkur hækkun frá fyrri útgáfu af QMM).
- Ef fólksfjöldinn vex um 1% á ári þá er leitnivöxtur hagkerfisins 3,25% ár ári.

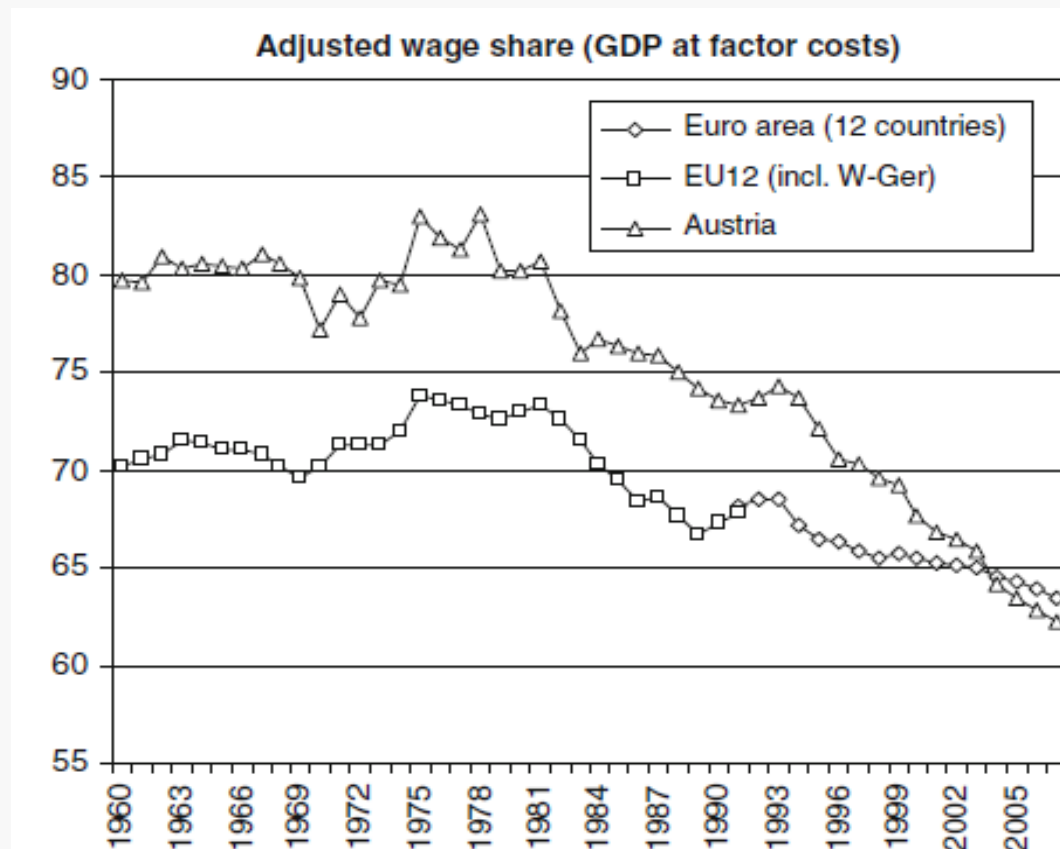
Að finna jafnvaxtarlausn

- Stærðin β_9 ákvarðast af hlutdeild launakostnaðar í vergum þáttatekjum. Þessi stærð hefur þróast þannig:



Innan sviga sagt:

- Þróun launakostnaðarhlutfallsins hefur verið með nokkuð öðrum hætti hér á landi en í öðrum löndum V-Evrópu sbr. meðfylgjandi mynd:



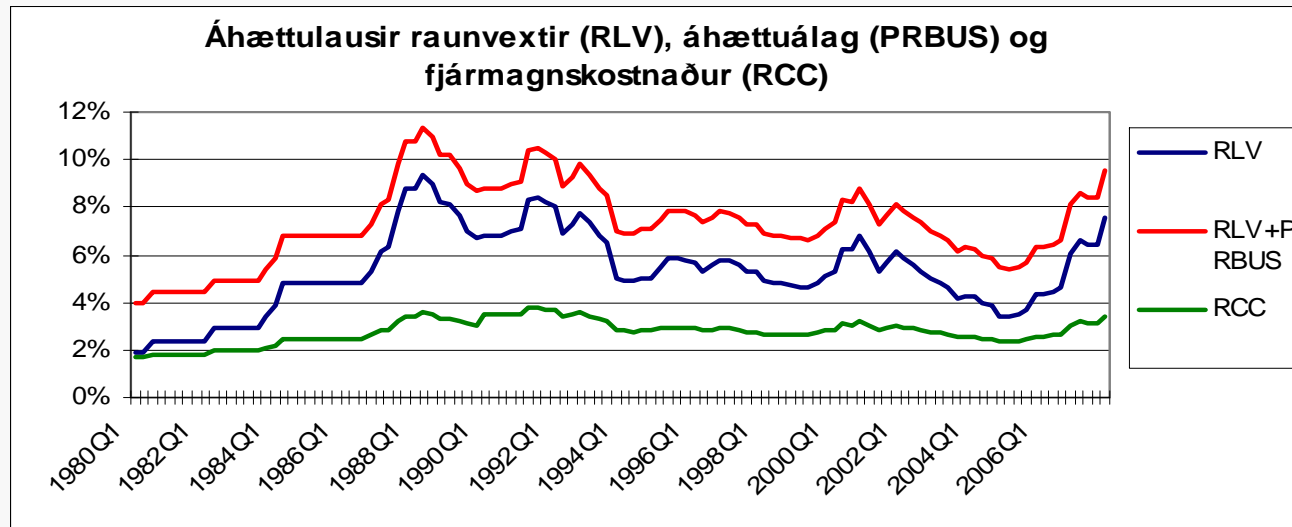
Að finna jafnvaxtarlausn

- Jafnvægisvextir (RRN) í QMM eru ytri stærð. Í sumum líkönum eru jafnvægisvextir ákvarðaðir þannig að jaðarframleiðsluskilyrðið fyrir fjármagn sé uppfyllt, þ.e.

$$\frac{K_t^s}{GDP_t^s} = \frac{1 - \beta_g}{RCC_t^s} \cdot \frac{PGDP_t^s}{PK_t^s}$$

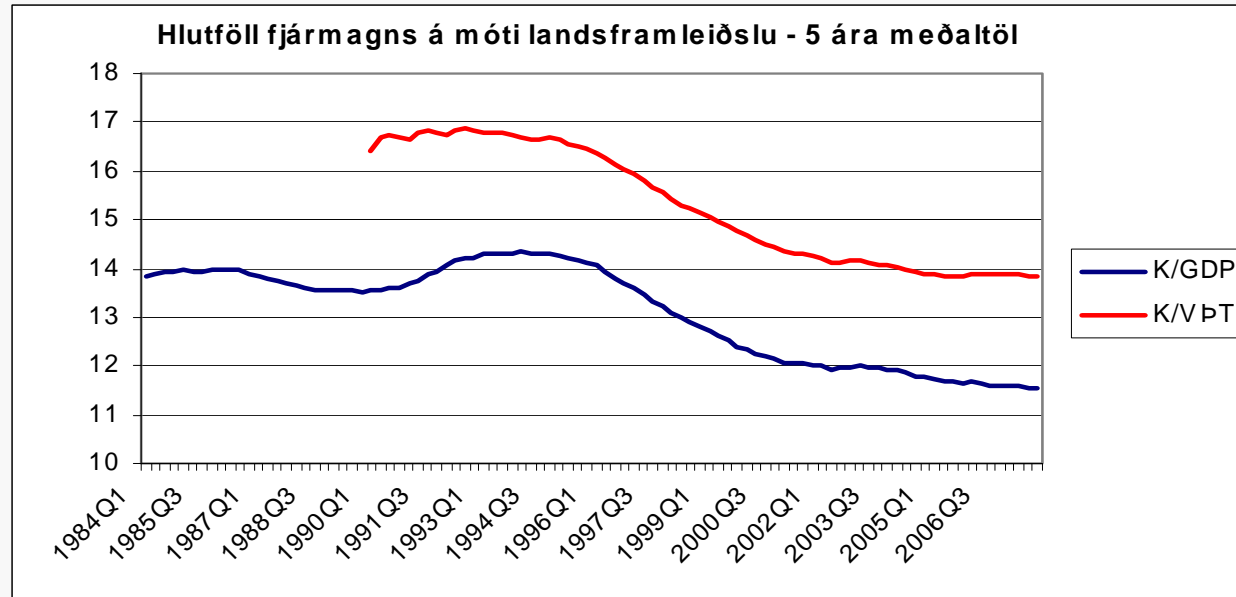
- Raunvextir (RLV) hafa lengst af verið nokkuð háir hér á landi eða milli 5 og 6% á ári...
- ... og ef áhættuálagi (PRBUS) er bætt við 6-8%
- Ársfjórðungslegur fjármagnskostnaður (RCC), afskriftir meðtaldar, hefur verið 2,7-3%.

Að finna jafnvaxtarlausn



- Ef hlutdeild launa er 0.7 þá ætti hlutfall fjármagns á móti vergum þáttatekjum að vera á milli 10 og 11 og hlutfall fjármagns á móti VLF að vera um 9. Söguleg gildi fyrir K/GDP eru aftur á móti

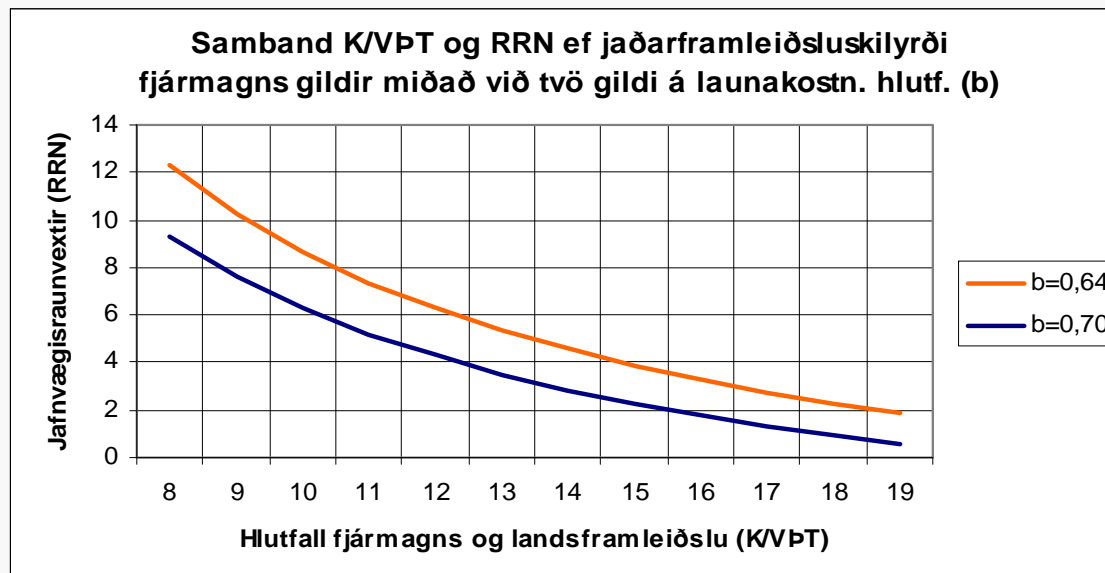
K/GDP og K/VÞT hlutfall í jafnvaxtarlausn



- K/GDP hlutfallið hefur verið tiltölulega stöðugt s.l. 10 ár rétt um 12.
- Í útreikningum á jafnvægisvaxtarferli er K/GDP hlutfallið fest og er rétt tæplega 12.

K/VÞT-hlutfallið og jafnvægisraunvextir

- K/VÞT hlutfallið hefur verið nokkru hærra eða um 14.
- Ef hlutdeild launakostnaðar 0,7 og $K/VÞT = 14$ þá eiga jafnvægisraunvextir að vera 2,8%.



- Þýðir þetta að fjármagnsstofninn (K) á Íslandi er of stór???

Að finna jafnvægisvaxtarlausn

- Ef hlutfall fjármagns (K) á móti VLF er fest og jafnvægisvextirnir festir (RRN og RCC) þá gildir:
- Framleiðslugetan (GDPT) ræðst af vinnuaflinu (EMP) sem aftur ræðst af fólksfjöldanum.

$$GDP_t^s = \alpha_g^{1/\beta_g} \cdot \exp[\gamma_g \cdot T] \cdot EMP_t^s \cdot \left(\frac{1 - \beta_g}{RCC_t^s} \cdot \frac{PGDP_t^s}{PK_t^s} \right)^{(1 - \beta_g)/\beta_g}$$

(Hlutfallslegt verð fjármagnsins (PK/PGDP) er nálægt einum.)

Að finna jafnvaxtarlausn

- Ef hlutfallið NFA/GDPN er fest þá er búið að festa hlutfall viðskiptajafnaðar (BALT/GDPN) á jafnvægisvaxtarferlinum

$$\left(\frac{BALT_t}{GDPN_t}\right)^s = \left(\frac{1}{1 + \gamma_y + \pi/4}\right) \left[(\gamma_y + \pi/4) - \left(\frac{\rho_w + \xi_f}{8}\right) (2 + \gamma_y + \pi/4) \right] \left(\frac{NFA_t}{GDPN_t}\right)^s$$

- þar sem $\rho_w + \xi_f$ eru nafnvextir erlendra lána (WRS+BIPDF).
- Ef við skoðum næst ráðstöfunartekjuformúluna þá gildir að:

$$1 = \frac{C_t^s}{GDP_t^s} + \frac{G_t^s}{GDP_t^s} + \frac{I_t^s}{GDP_t^s} + \frac{EX_t^s - IMP_t^s}{GDP_t^s}$$

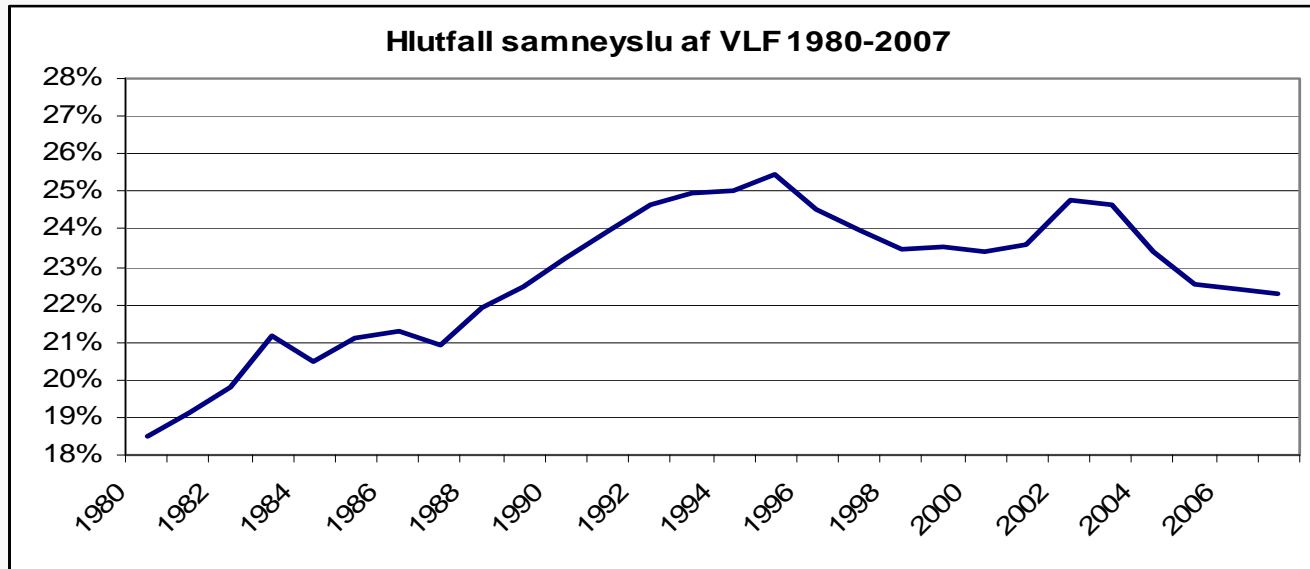
- Ef K/GDP er fast þá er I/GDP fast og ef BALT/GDPN er fast þá er (EX-IMP)/GDP næstum fast. Auk þess er G/GDP fest.



Jafnvægisgildið á hlutfalli einkaneyslu

- Ef við miðum við að $NFA/GDPN = -4$ (hreinar skuldir jafnar árlegri landsframleiðslu) þá fáum við að:
- $(EX-IMP)/GDP \approx BALT/GDPN = -0,6\%$ ef hagvöxtur er $3,25\%$ á ári og nafnvextir af lánum eru 5% .
- Gerum ráð fyrir að $G/GDP = 23,6\%$.
- Sbr...

Jafnvægisgildið á hlutfalli einkaneyslu

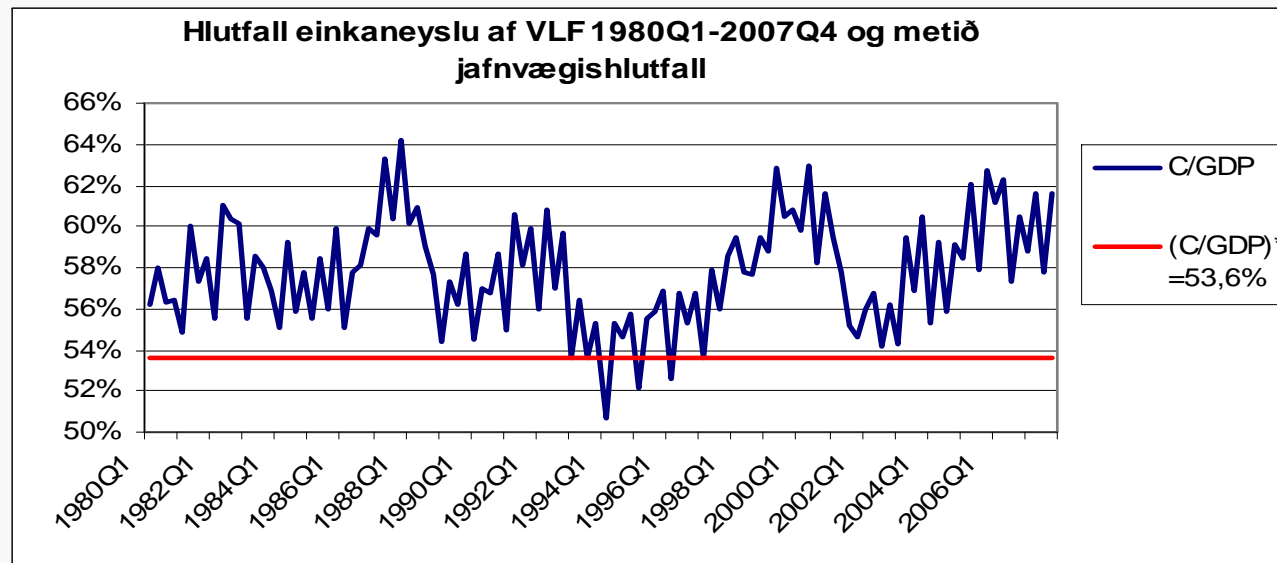


- Gerum ráð fyrir að $K/GDP = 11,7$ sem gefur $I/GDP = 21,0\%$ ef ársfj.-afskriftarhlutfall (DELTA) = 0,010.
- Við fáum þá að til þess að kerfið sé á jafnvægisvaxtar-ferli þá verður $C/GDP = 1 - 0,21 - 0,0184 = 53,6\%$.

Jafnvægisgildið á hlutfalli einkaneyslu



- Myndin hér fyrir neðan sýnir raunveruleg gildi þessa hlutfalls



Jafnvægisgildið á hlutfalli einkaneyslu

- Til að fá þetta til að ganga upp í QMM verður að breyta einkaneyslujöfnunni. Þetta er gert með því að lækka einkaneysluna skv. QMM um fast hlutfall.
- Til þess að skapa samræmi þá er húsnæðisneyslan (húsnæðiseignin, KH) í jafnvægi fundin skv. formúlunni:
$$KH = (KH_0 * PH_0 / CN_0) * CN / PH$$
 þar sem fót skriftin 0 táknar að um er að ræða söguleg gildi á viðmiðunartíma. (Þ.e. heimilin eru að velja húsnæði og aðra neyslu skv. Cobb-Douglas nytjafalli.)



Jafnvaxtarlausn á QMM

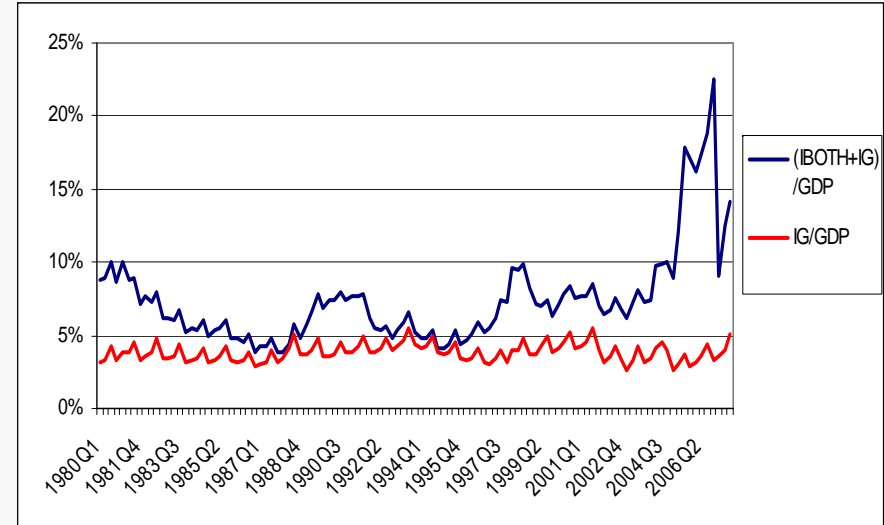
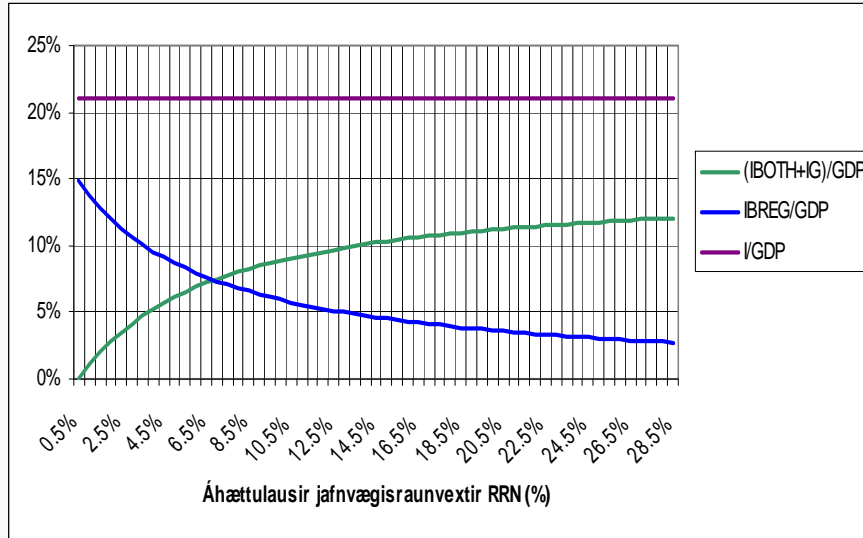
- Jafnvaxtarlausnin ræðst að verulegu leyti af því hvaða gildi eru ytri stærðum líkansins.
- Ef við miðum við aðstæður á 2008Q2 fæst: $C/GDP = 52,3\%$, $BALT/GDPN=2,5\%$, $REX=0,861$, Gengisvísitala = 162,6, $(IBOTH+IG)/GDP=6,8\%$.
- Ef við miðum við aðstæður á 2008Q3 fæst: $C/GDP = 54,4\%$, $BALT/GDPN=1,2\%$, $REX=0,888$, Gengisvísitala = 160,2, $(IBOTH+IG)/GDP=8,4\%$.
- Til að fá raunhæf langtímajafnvægisgildi þá þarf að reyna að meta langtímagildi fyrir ytri stærðirnar.



Jafnvaxtarlausn á QMM

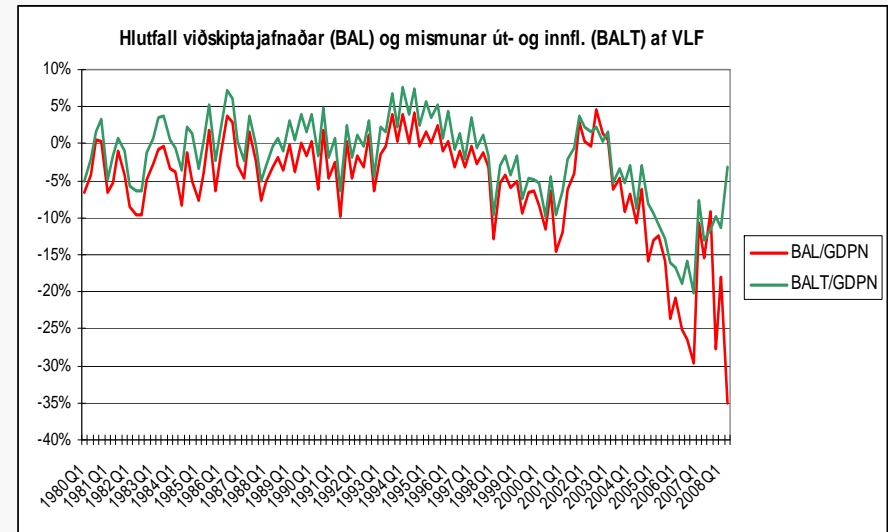
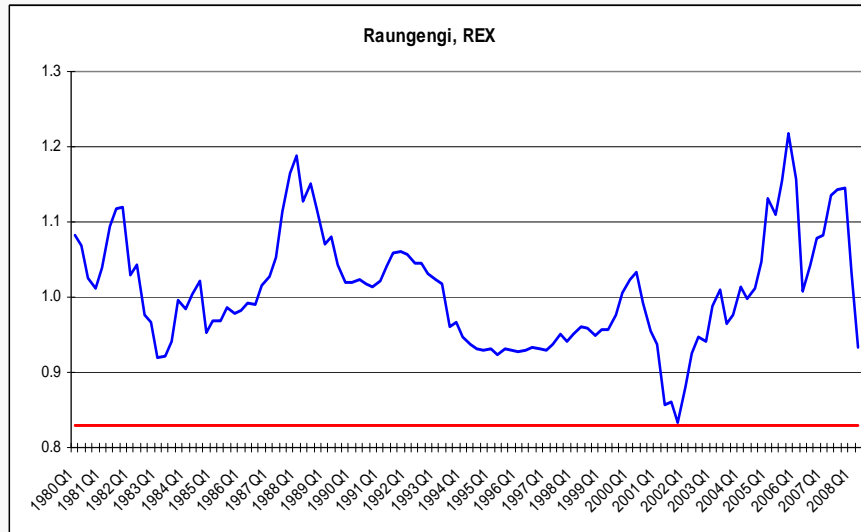
- Langtímagildi raunstærða fundið sem meðaltal af hlutfalli stærðar á móti VLF yfir tiltekið tímabil, oftast 2001-2006.
- Langtímagildi verðstærða fundið sem meðaltal af hlutfalli stærðar á móti verði VLF yfir tiltekið tímabil, oftast 2001-2006.

Jafnvaxtarlausn m.v. langtímagildi



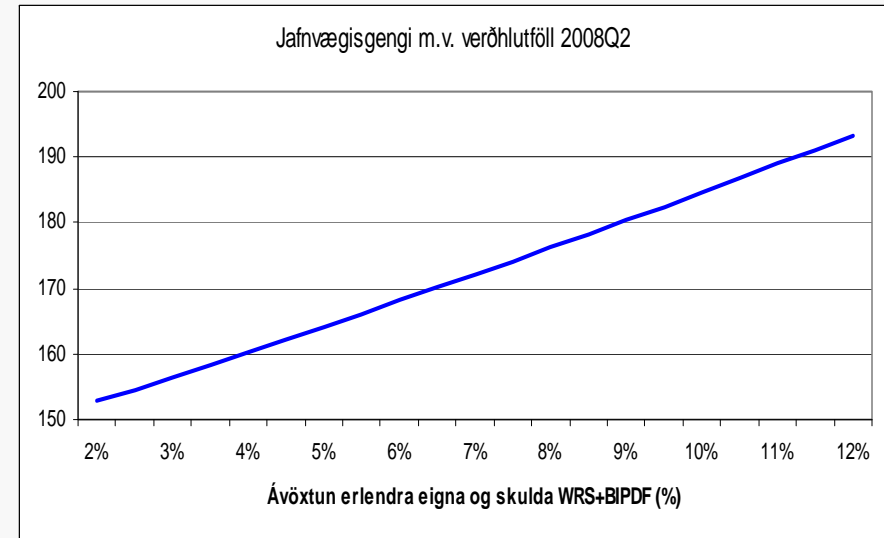
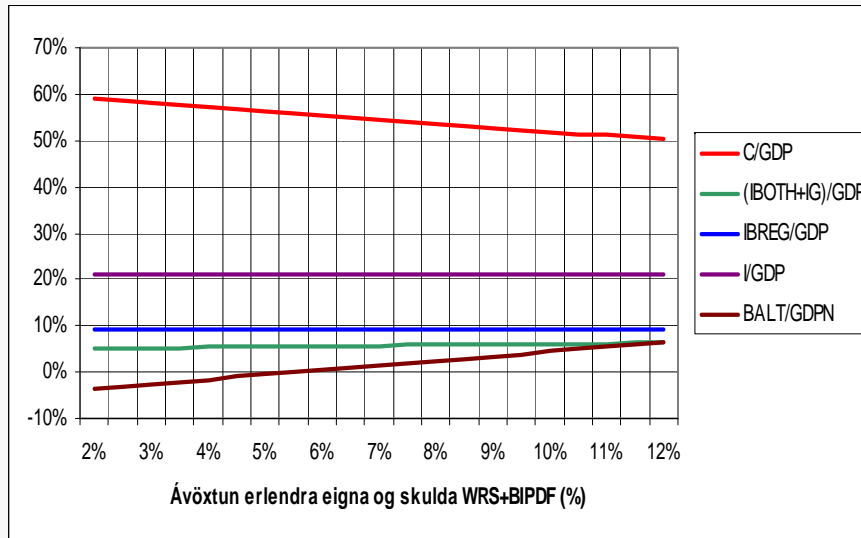
- Þegar $RRN=4,5\%$; $WRS+BIPDF=7\%$ og $NFA/GDPN=-4$
- þá er hlutfall sérstakra fjárfestinga, $(IBOTH+IG)/GDP=5,7\%$;
- Hlutfall einkaneyslu, $C/GDP=54,3\%$;

Jafnvaxtarlausn m.v. langtímagildi



- Hlutfall mismunar út og innflutnings, $BALT/GDPN=1,4\%$.
- Söguleg gögn sýna $BALT/GDPN$ 1980-2008=-2% og 2000-2008=-7,1%.
- Söguleg gögn sýna $BAL/GDPN$ 1980-2008= -5,4% og 2000-2008=-11,7%.
- Raugengi, $REX=83$ (m.v. 100 árið 2000);
- Gengisvísitalan m.v. verðforsendur 2008Q2 = 172.

Og jafnvægislausnin breytist m.v. breytingar í ytri forsendum



- Þegar $RRN=4,5\%$, $NFA/GDPN=-4$ og $WRS+BIPDF$ er látið breytast frá 2% uppí 12% fást mismunandi niðurstöður varðandi jafnvaxtar- eða jafnvægisgildin fyrir íslenska hagkerfið.
- Það sama gildir ef öðrum ytri stærðum en $WRS+BIPDF$ er breytt.