

# Verðbólguþár og verðbólguþámarkmið Seðlabanka Íslands

Guðmundur Guðmundsson<sup>1</sup>

## Ágrip

Samkvæmt lögum um Seðlabanka Íslands frá 2001 er meginmarkmið hans að stuðla að stöðugu verðlagi. Hagfræðisvið Seðlabankans býr til ársfjórðungslíkan af íslenska hagkerfinu og birtir lýsingu á því. Þar er verðbólgu lýst með Phillips-ferli að viðbættum væntingum. Stýrivextir eru helsta stjórnþæki bankans. Þeir fylgja Taylorreglu í líkaninu og hefur hún löngum verið í góðu samræmi við raunverulegar vaxtaákvörðanir. Þá tók bankinn upp þá stefnu að birta þár um verðbólgu með stýrivaxtaferil þar sem verðbólguþámarkmiðið næðist innan þriggja ára. Áhrif stýrivaxta á umframeftirspurn og gengi dugðu ekki til þess. Það hafðist þó með því að reikna með að verðbólguvæntingar löguðu sig hratt að markmiðinu þó að engin merki væru um slíka hegðun í gögnum um vaxtamuninn. Í ársfjórðungslíkaninu 2009 er vaxtamuninum sleppt, en verðbólguvæntingar metnar með fyrra gildi verðbólgu, reiknaðri spá um verðbólgu eftir tvö ár og beinni tengingu við markmiðið. Þetta líkan spáir einnig hraðri leitni að markmiðinu, en uppfyllir ekki lágmarkskröfur um samræmi við fyrirliggjandi verðmælingar.

## Abstract

Price stability is the main objective of monetary policy according to the Central Bank Act from 2001. The Research Department of the Central Bank maintains a quarterly model of the Icelandic economy and publishes a concise description of it. Inflation is modelled as an expectations-augmented Phillips curve. The policy rate is the main instrument of the Bank for achieving price stability. It follows a Taylor rule in the model and also in practice most of the time. At this time the bank adopted the policy that its inflation predictions and associated interest rate path should reach the inflation target within three years. The effects of policy rates were inadequate for this, but the target was reached by assuming that expectations would adjust quickly to the target although no sign of such tendency was detectable in their past. The interest rate difference is not included in the model from 2009, but inflation expectations are represented by lagged inflation, expected future inflation in two years and the inflation target. This model also predicts a rapid convergence towards the target, but the fit with observed inflation is unacceptable.

*JEL flokkun: C53, E52*

*Lykilhugtök: Hagmælingar, verðbólga*

---

<sup>1</sup> Guðmundur Guðmundsson er tölfræðingur. Höfundur þakkar gagnlegar ábendingar ritrýnenda tímaritsins.

## 1 Inngangur

Mikið af efni þessarar greinar hefur áður birst í greinum höfundar í ritröðum á vefsíðum Raunvísindastofnunar Háskóla Íslands og Rannsóknastofnunar í fjármálum og hagfræði við Háskólann í Reykjavík. (Guðmundur Guðmundsson, 2008 og 2009). Lýsingar á þjóðhagslíkani Seðlabankans eru birtar á vefsíðu hans. (Ásgeir Daníelsson o.fl., 2006 og 2009). Þessi rit eru öll á ensku.

Við hagfræðideild og hagfræðisvið Seðlabanka Íslands hafa verðbólguþáttur verið búnar til reglubundið síðan um 1980. Þessar þáttur hafa stuðst við líkön af sambandi verðbólgu við aðrar hagstærðir, einkum launakostnað og innflutningsverð, metin með tölfræðiaðferðum. Ástæðan til að þessi líkön komu ekki fyrr fram var fyrst og fremst skortur á mælingum á launum. En undir lok 8. áratugarins kom Már Guðmundsson saman nothæftri launaröð og náði hún aftur til ársins 1962. Þjóðhagsstofnun og hagsmunasamtök höfðu áður sett fram verðbólguþáttur með sömu breytum, en metið vægi þeirra með hliðsjón af útreikningi Hagstofnunar á vísitölu framfærslukostnaðar og giskað á tímatafirnar. Vægi breytna reyndust svipuð í tölfræðilíkönunum, en tímatafir lengri. (Guðmundur Guðmundsson, 1983).

Ný lög um Seðlabanka Íslands tóku gildi vorið 2001. Samkvæmt þeim er Seðlabankinn sjálfstæð stofnun og „Meginmarkmið Seðlabanka Íslands er að stuðla að stöðugu verðlagi. Með samþykki ráðherra er Seðlabankanum heimilt að lýsa yfir tölulegu markmiði um verðbólgu.“

Ofangreind ákvæði voru í samræmi við ríkjandi þróun í starfsemi seðlabanka erlendis og nutu stuðnings hagfræðinga Seðlabanka Íslands eins og fram kemur í ýmsum greinum þeirra frá þessum tíma og síðar. (Már Guðmundsson, 2002, Þorvarður Tjörvi Ólafsson, 2007, Þórarinn Pétursson, 2000, 2004, 2005, 2007 og 2009). Nokkrar breytingar voru gerðar á stjórn bankans með lagasetningu árið 2009. Í stað þriggja bankastjóra stjórnar peningastefnunefnd hvernig helstu stjórnstækjum bankans er beitt, en meginmarkmiðið er óbreytt.

Stýrivextir eru mikilvægasta stjórnstæki seðlabanka. Röksemd sem mikið ber á í málflutningi til stuðnings verðbólguþáttur er að þar sem seðlabanki hafi aðeins yfir einu stjórnstæki að ráða eigi hann aðeins að stefna að einu markmiði. (Þórarinn Pétursson, 2007).

Árið 2002 var þjóðhagsstofnun lögð niður. Gagnasöfnun og útreikningar á þjóðhagsreikningum fluttust til Hagstofnunar en Fjármálaráðuneytið sá um þjóðhagsáætlun fyrir ríkisstjórnina. Seðlabankinn þarf mikið á þjóðhagsþáttur að halda og það samrýmist illa sjálfstæði hans frá 2001 að notast við þjóðhagsþáttur sem samdar eru undir handarjaðri fjármálaráðherra. Um líkt leyti og sjálfstæði Seðlabankans var fest í lög hóf hann að búa til þjóðhagslíkan með ársfjórðungsgildum og tók það í notkun 2006. Fyrsta lýsing á líkaninu birtist 2006 og ný útgáfa 2009. (Ásgeir Daníelsson o.fl., 2006 og 2009). Þar eru allar jöfnur sýndar og stuttur texti með hverri. Gögnin sem líkanið er metið eftir eru einnig birt. Líkanið kallast á ensku Quarterly Macroeconomic Model, skammstafað QMM, og verður sú skammstöfun notuð hér. Frá því að QMM var tekið í notkun hefur það verið aðaltæki Seðlabankans við verðbólguþáttur. Þar er birt verðbólguþáttur sem notuð er við reikningana og textinn er helsta heimild um hvaða fræði sé stuðst við.

Í inngangi QMM er lýst hlutverki þess í margvíslegum hagrannsóknnum og við mat á óvissu. Líkanið þarf að fela í sér mat Seðlabankans á mikilvægustu samböndum í hagkerfinu og ná til megindrátta í miðlun áhrifa peningastefnunar. (Ásgeir Daníelsson o.fl., 2009, bls.6).

Um hagfræðilegan grundvöll QMM segir að hann byggist ekki á nákvæmlega skilgreindri hámarkunarmarkmiði einkaaðila, heldur styðjist aðallega við leiðréttingarliði,

metna með mældum gögnum. Samræmi við reynslu og mælingar er því sett hærra en fullt fræðilegt samræmi samkvæmt skilgreiningu Pagans (2003). Af því leiðir að ekki er víst að líkanið leiti sjálfkrafa í átt að stöðugri lausn þegar til lengdar lætur. Þrjú skilyrði þarf að uppfylla til að tryggja samleitni að stöðugu ástandi. Í fyrsta lagi þurfa stærðir á nafnverði að vaxa í samræmi við verðbólguþátt Seðlabankans. Í öðru lagi þurfa raunstærðir að leita í átt að jafnstöðuvexti mögulegrar framleiðslu (sem er summa vaxtarhraða mannfjölda og tækni). Að lokum þarf að tryggja að til lengdar ríki ekki samband milli nafnstærða og raunstærða. (Ásgeir Daníelsson o.fl., 2009, bls.15).

Skilyrðin þrjú hafa mikil áhrif á QMM. Miðað við peningastefnu núverandi löggjafar næst ekki jafnvægisástand nema nafnstærðir fylgi markmiði Seðlabankans. Það er hins vegar ekkert hagfræðilögmál að þetta markmið náist. Í síðustu útgáfu QMM er reiknað með að samleitni að slíku jafnvægisástandi hafi ríkt síðan 1994. Grein Ásgeirs Daníelssonar (2009) fjallar um annað skilyrðið, en það kemur ekki við sögu hér. Þriðja skilyrðið var innbyggt í verðbólguþáttinn, bæði 2007 og 2009, en tekið fram í texta að mikil verðbólga sé þó líklega skaðleg. Sjá líka grein Þórarins Péturssonar (2007).

Í ársbyrjun 2007 var tekin upp ný stefna við mótun verðbólguþátt Seðlabankans: „Þjóðhags- og verðbólguþátt Seðlabanka Íslands er nú birt með nýjum hætti. Grunnspáin er byggð á stýrivaxtaferli sem sérfræðingar bankans telja að stuðli best að framgangi verðbólguþáttins. Stýrivaxtaferillinn er valinn með hliðsjón af því markmiði að verðbólga verði því sem næst 2½% innan ásættanlegs tíma og haldist stöðug í nánd við verðbólguþáttinn eftir það. Þannig er stuðlað að því að peningastefnan veiti verðbólguvæntingum trúverðuga kjölfestu.“ (Seðlabanki Íslands, 2007).

Ásgeir Daníelsson o.fl.(2009) lýsa verðbólguþáttinn senni sem venjulegum Phillips-ferli að viðbættum væntingum og reikna með tímabundnum áföllum vegna raungengis og raunlauna. Sama lýsing var í QMM frá 2006. Mikið hefur verið ritað um þessa gerð verðbólguþáttanna síðustu ár, sbr. yfirlitsgrein Þorvarðar Tjörva Ólafssonar (2006). Þarna er litið á skýringarbreytur eldri líkananna sem viðauka við aðalatriðin sem eru verðbólguvæntingar og eftirspurn. Sama breyta er notuð til að mæla eftirspurn í QMM 2006 og 2009, en meðferð á væntingum er gerólík. Friðrik Már Baldursson og Axel Hall (2008) fjalla um meðferð væntinga í verðbólguþáttinum.

Í QMM fylgja stýrivextir Taylor-reglu sem stýrir verðbólgu í átt að verðbólguþáttinum. Hún dugir þó ekki til að ná því innan tímaramma birtingarstefnunnar frá 2007 (Friðrik Már Baldursson og Axel Hall, 2008). Þetta virðist hafa leitt til þess að í QMM voru teknar inn forsendur um verðbólguvæntingar og tengsl þeirra við verðbólgu sem ganga í berhöggi við þá yfirlýsingu höfunda að samræmi við reynslu og mælingar sé forgangsbætt við gerð líkansins.

## 2 Eitt tæki, eitt markmið

Fróðlegt er að beita einföldu formlegu líkani að almennri hagstjórn til að skoða peningamálastefnu sem beinist fyrst og fremst að því að hemja verðbólgu með stýrivöxtum. Leitast er við að hámarka nytjafall,  $U(y)$ , þar sem  $y$  er vigri hentugra breytna til að lýsa  $U$ . Mældar hagstærðir eru fjölmargar og sterkt samband milli sumra þeirra þannig að mismunandi  $y$  mætti nota til að lýsa nokkurn veginn sömu nytjaföllum. Með hliðsjón af áherslu Seðlabankalaganna á verðbólguþáttinn notum við nytjafall og vigra þar sem fyrsta stakið í  $y$  er verðbólga og gerum ráð fyrir að fyrsta afleiða  $U(y)$  m.t.t.  $y_1$  sé jákvæð þegar verðbólga er lægri en markmiðið en neikvæð þegar hún er hærri. Tiltæk stjórn tæki mynda

annan vigra,  $\mathbf{x}$ , og þar látum við  $x_1$  vera stýrivextina. Ef við gerum ráð fyrir skaplegum föllum breytist nytjafallið um

$$\Delta U = \sum_j \frac{\partial U}{\partial y_j} \frac{\partial y_j}{\partial x_1} \Delta x_1$$

þegar  $x_1$  breytist um  $\Delta x_1$ . Hér er tímaþætti hagstjórnarinnar sleppt. Um þessi fræði er fjallað í kennslubókum í hagfræði, t.d. Wickens (2008).

Takmarkanir geta verið á hvernig unnt er að beita stjórnþækjum. Slíkum takmörkunum er lýst með sérstökum föllum,

$$V_k(\mathbf{y}, \mathbf{x}) \geq 0, \quad k=1,2,\dots \text{ fjöldi skilyrða.}$$

Enda þótt stýrivextir séu helsta stjórnþæki Seðlabankans eru þeir innri breyta í QMM. Líkanið er þarna hjálpartæki til að velja hvernig best sé að beita vöxtunum til að ná markmiðum bankans. Jafna þeirra fylgir Taylor-reglu, en samkvæmt henni ráðast stýrivextir af framleiðsluspennu og mismuni verðbólgu og verðbólgu markmiðs. Miðað við áhrif vaxta á gengi, neyslu og fjárfestingu í QMM er fyrsta afleiða  $y_1$  m.t.t.  $x_1 < 0$  svo að vaxtahækkun dregur úr verðbólgu. Samkvæmt stefnu bankans um birtingu verðbólguþáttar er látið nægja að ná verðbólgu markmiðinu innan ásættanlegs tíma. Þetta veitir nokkurt svigrúm við tímasetningu vaxtabreytinga sem nýtt er til að forðast sveiflur í framleiðsluferlinu.

Samkvæmt ofangreindum forsendum getur Seðlabankinn beitt stýrivöxtum til að þoka verðbólgu í rétta átt. En það tryggir ekki að nytjafallið hækki. Stýrivextir hafa áhrif á fjölda hagstærða, þ.e.a.s.  $\Delta x_1$  breytir fleiri stökum  $y$  en  $y_1$ . Það er því ekki er gefið að  $U$  hækki þó að  $y_1$  hreyfist í rétta átt. Fleiri stjórnþæki en stýrivextir hafa áhrif á verðbólgu svo að betra gæti verið að beita einhverjum þeirra til að breyta henni. Það er heldur ekki útilokað að einhver skilyrði, t.d. um gengi eða erlendar skuldir, ættu heima meðal  $V_k(\mathbf{y}, \mathbf{x})$  og kæmu í veg fyrir að unnt væri að notast við vextina til að ná niður verðbólgu.

Frá sjónarhóli stærðfræði þyrftu að gilda þröng skilyrði um eiginleika falla sem þarna koma við sögu til að peningamálastefna sem miðast við verðbólgu markmið, með stýrivextina eina að vopni, væri nálægt bestu stjórnarháttum. Að öðrum kosti væri hætt við að þetta leiddi til árekstra við heildarmarkmið hagstjórnar. Hunt (2006) bendir á að aðstæður til að hemja verðbólgu innan þröngra marka séu óvenju erfiðar á Íslandi. En eins og fram kemur hjá Þóramni Péturssyni (2005) hefur þetta víða gengið vel.

Vandkvæði við hagstjórn Seðlabankalaganna hefur borið hátt í umræðum um efnahagsmál eftir hrun bankakerfisins. Verðbólga fór yfir markmið bankans 2004 og hefur verið það síðan. Hann brást við í samræmi við landslög og Taylor-reglu og barðist gegn verðbólgunni með háum stýrivöxtum. Þetta leiddi til hás gengis og hafði sterk áhrif á viðskiptajöfnuð og atvinnurekstur.

### 3 Eldri verðbólgu líkön

Í dæmum sem hér fara á eftir verður notað gagnasafn QMM frá maí 2009 og sömu nöfn fyrir breyturnar. Þar má líka finna nánari lýsingu á einstökum röðum. Mældar raðir eru táknaðar með stórum bókstöfum og lógaritmagildi með litlum. Tími er táknaður með  $t$  og miðast við ársfjórðungsgildi,  $\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$  og  $\Delta^4 x_t = x_t - x_{t-4}$ .

Þegar íslenskir áhrifamenn – ráðherrar, atvinnurekendur, verkafólksleiðtogar og seðlabankastjórnar – lýsa skoðunum sínum á verðbólguhorfum vitna þeir einkum til ástands

gengis- og kjaramála þeim til stuðnings. Verðbólguþáttur voru löngum á svipuðum nótum og oft af gerðinni

$$\Delta cpi_t = \theta_0 + \sum_{j=1} \theta_{pj} \Delta cpi_{t-j} + \sum_{j=0} \theta_{uj} \Delta ulct_{t-j} + \sum_{j=0} \theta_{pm,j} \Delta pm_t + \varepsilon_t, \quad (1)$$

þar sem stikar eru táknaðir með  $\theta$ . Breytur líkansins eru:

CPI	vísitala neysluverðs (áður framfærslukostnaðar),
ULCT	laun (að framleiðni fráreginni),
PM	innflutningsverð í kr.,
$\varepsilon$	frávik.

Lítill en marktækur ávinningur var af því að bæta leiðréttingarliðunum ( $ulct_{t-1} - cpi_{t-1}$ ) og ( $pm_{t-1} - cpi_{t-1}$ ) við skýribreytur fyrri líkana. Sterk rök frá hagfræði og tímaraðafræðum eru fyrir því að hafa þá með. Hins vegar eru þarna vandkvæði með mælingar. Ofangreindar raðir eru allar vísitölur. Breytingar á magni og gæðum þeirra þátta sem þar koma við sögu valda mæliskekkjum yfir langan tíma sem ógerningur er að komast algerlega hjá. Leiðréttingarliðirnir eru miklu næmari fyrir þessum skekkjum en fyrsti mismunur. Meginhagfræði þessara líkana var að þau lýstu því hvernig kostnaðarhækkunar bærust út í verðlagið.

Í líkönum af gerð jöfnu (1) sem metin voru með gögnum fyrir þjóðarsáttina 1990 var  $\theta_0 \approx 0$ , summa annarra stika  $\approx 1$ , staðalfrávik skekkjunnar  $\approx 0,015$  og  $R^2 \approx 0,85$ . (Guðmundur Guðmundsson, 1990).

Þegar metið er með gögnum frá sama tímabili og í QMM 2009, frá 1994:1 til 2006:3, fæst hins vegar  $s = 0,0053$  og  $R^2 = 0,51$ , (V1 í jöfnuviðauka). Fastinn er 0,0042 með staðalfrávik 0,0013 og summa annarra stika er 0,496. Ef verðlag, launakostnaður og innflutningsverð hafa sömu leitni og verða sístæðar með einni diffrun, þ.e.a.s. I(1) raðir, lýsir þetta líkan sístæðri röð með meðalgildi 0,0083 sem svarar til 3,4% árlegrar verðbólgu. Í líkani með fastann 0 og summu annarra stika 1 er hins vegar ekkert fast meðalgildi. Þetta er í samræmi við verðbólguþróunina fyrir þjóðarsátt þegar skiptust á tímabil með mjög mishárra verðbólgu og I(1) líkan átti illa við. (Guðmundur Guðmundsson, 2002).

Meginskýringin á lægra staðalfrávik líkans jöfnu (1) eftir þjóðarsátt er að bæði verðbólga og breytingar á henni milli ársfjórðungsgilda eru lægri en fyrir 1990. Ástæðan til þess hvað líkanið skýrði hátt hlutfall af breytingum verðbólgunnar fyrir þjóðarsátt var að laun og innflutningsverð í krónum hækkuðu miklu meira en nam hagvexti. Það var því lítið svigrúm til annars en koma hækkunum út í vöruverð. (Samkvæmt kostnaðarkenningunni var ástæðan fyrir tímatofum að Hagstofan mælir smásöluverð, en nokkur tími getur liðið frá því að laun eða innflutningsverð hækka þar til varan birtist í búð).

Líkan jöfnu (1) skýrir nú aðeins rúman helming af dreifni  $\Delta cpi$  þó að staðalfrávik sé lægra en fyrir þjóðarsátt. Þetta stafar einkum af því að breytingar á verðbólgu milli ársfjórðunga eru nú minni. Frávik vegna mæliskekkju og áhrifa sem líkanið nær ekki til vega hlutfallslega þyngra en áður. Ég held að skýringin á lægri stikum breytinga á launakostnaði og innflutningsverði sé að hækkun þeirra hefur færst nær hækkunum á raunstærðum. Seljendur hafa því meira svigrúm til að hagræða tímasetningu á verðhækkunum vegna breytinga á kostnaði. Aukið framboð á lánsfé jók líka möguleika á að velja tímasetningu

verðbreytinga. Samband kostnaðarhækkana við verðbólgu verður því óreglulegra enda þótt þær rati eftir sem áður einhverntíma út í vöruverð.

Líkan jöfnu (1) lýsir föstu sambandi verðbreytinga við breytingar skýristærðanna. Frávikin eru eignuð mæliskekkljum háðu breytunnar og utanaðkomandi truflunum, óháðum skýribreytum líkansins. Líkanið er ekki rétt lýsing á óreglu sem stafar af mæliskekklju óháðra breytna eða breytilegum tímamuni þeirra og háðu breytunnar, svo að kvaðratfrávik jöfnunnar verður lægra með því að láta fastann um að skýra helming verðbólgunnar. Það er hægt að setja fram líkan að samböndum með breytilegum tímamuni, en litlir möguleikar á að meta það með þeim gögnum sem hér er kostur á (Guðmundur Guðmundsson, 1998).

#### 4 Líkön QMM

Í þjóðhagslíkani Seðlabankans sem birtist í mars 2007 (Ásgeir Daníelsson o.fl., 2006) er verðbólgulíkan metið með gögnum frá 1994:1-2004:4. Ég sýni það hér metið með gögnum frá 1994:1-2006:3, en útkoman er svipuð.

$$\Delta cpi_t = 0,766INFE_{t/4} + 0,051\Delta pm_t + 0,055\Delta pm_{t-1} + 0,127 \Delta uclt_{t-1} + 0,097GAPAV_{t-1}, \quad (2)$$

(15,3)            (2,4)            (2,6)            (2,9)            (2,8)

$R^2 = 0,587$ ;  $s = 0,00485$ ; t-gildi stika í svigum.

INFE táknar verðbólguvæntingar, metnar með vaxtamuni óverðtryggðra og verðtryggðra skuldabréfa með 2% áhættuþóknun vegna verðbólguáhættu. GAPAV stendur fyrir framleiðsluspennu, mælikvarða á eftirspurn.

GAPAV er reiknað þannig að langtímameðaltal þess verður 0 og stikar annarra breytna eru þvingaðir til að vera samtals 1 vegna kröfunnar að ekkert langtímasamband geti ríkt milli verðbólgu og raunstærða. (Reiknað er með að launakostnaður, innflutningsverð og verðbólguvæntingar hafi sömu langtímaleitni og vísitala neysluverðs).

Breytur verðbólguvæntinga og framleiðsluspennu í jöfnu (2) eru ekki í eldri líkönunum, en í jöfnu (2) er hvorki fasti né tafið gildi háðu breytunnar  $\Delta cpi$ . Áður var ekki hægt að meta framleiðsluspennu á sama hátt og nú þar sem þjóðhagsstærðir voru aðeins mældar árlega. Ef  $GAPAV_{t-1}$  er bætt við skýribreytur jöfnu (1) og metið með gögnum frá sama tímabili og jafna (2) verður staðalfráviknið 0,00477, (jafna V2 í viðauka).

Samkvæmt jöfnu (2) mætti í fljótu bragði ætla að verðbólguvæntingarnar INFE væru mikilvæg stærð til að skýra breytingar verðbólgu eftir 1994. Svo er ekki. Hár stiki og t-gildi stafa af því að enginn fasti er í jöfnunni. En fáir hann að vera með verður stiki INFE varla marktækur, (jafna V3 í viðauka). Fasta er hægt að túlka sem væntingar um fasta verðbólgu og sé reiknað með einsleitni má meta stærð hennar.

Stýrivextir Taylor-reglunnar teyma verðbólgu í átt að markmiði Seðlabankans, en of hægt til að tryggja að það náist jafn hratt og bankinn vill birta í sínum spám, (Friðrik Már Baldursson og Axel Hall, 2008). Í útgáfu QMM 2007 var því náð með því að skilgreina að á spátímabilinu fylgdi INFE jöfnunni

$$INFE_t = 0,3INFE_{t-1} + 0,3INF_{t-1} + 0,4IT,$$

þar sem  $INF_t$  er ársþækkun verðbólgu og  $IT$  verðbólgu markmiðið. Þetta dugir til að verðbólgu spáin taki á rás að markmiðinu og nái því á tilsettum tíma, en á sér enga stoð í

raunverulegri hegðun  $INFE_t$  á tímabilinu eftir að verðbólguþáttur kom til sögunnar. (Guðmundur Guðmundsson, 2008).

Ný útgáfa QMM birtist í febrúar 2009, (Ásgeir Daníelsson o.fl., 2009). Þar er búið að skipta um jöfnu fyrir vísitölu neysluverðs og er hún nú

$$\begin{aligned} \Delta_4 cpi_t = & 0,625 \Delta_4 cpi_{t-1} + 0,178 \Delta_4 cpi_{t+8} + (1-0,625-0,178) \log(1+IT_t) + 0,111 \Delta_4 rex_{t-1} \\ & (13,8) \qquad (3,8) \qquad (3,8) \\ & + 0,077 \Delta_4 (ulct_{t-4} - cpi_{t-4}) + 0,083 GAPAV_{t-1}, \end{aligned} \quad (3)$$

(2,4) \qquad (2,6)

$$R^2 = 0,883; \quad s = 0,0069.$$

þar sem REXM er raungengi innflytjenda.

Jafnan er metin með almennri vægjaaðferð, GMM, með gögnum frá 1994:1 – 2006:3. Verðbólgan er nú ekki mæld milli ársfjórðunga, heldur yfir heilt ár og aðrar breytur á sama hátt. Í stað vaxtamunar óverðtryggðra og verðtryggðra skuldabréfa er verðbólguvæntingum nú skipt í þrjá þætti. Einn horfir aftur og er metinn með  $\Delta_4 cpi_{t-1}$ , annar fram, metinn með  $\Delta_4 cpi_{t+8}$  og sá þriðji er verðbólguþáttur  $\log(1+IT_t)$ . Áhrifum breytinga á launum og raungengi er komið fyrir í liðum með langtímaeðaltal 0. Þannig eru aðeins stíkar verðbólguvæntinga þvingaðir til að vera samtals 1 vegna skilyrða um ekkert langtímasamband verðbólgu við raunstærðir og sístæða verðbólgu. Þessi framsetning á væntingum í jöfnu  $cpi_t$ , með stikann 0,20 á verðbólguþáttinum, tryggir að það næst innan viðunandi tíma samkvæmt stefnu Seðlabankans um birtingu á verðbólguþáttum. Stíki verðbólguþáttans hefur verið túlkaður sem mælikvarði á traust á peningamálastefnunna, (Friðrik Már Baldursson og Axel Hall, 2008).

Tafin gildi  $cpi_t$  eru gefnar stærðir í verðbólgujöfnum QMM. Jöfnur (2) og (3) má því báðar umrita þannig að háða breytan sé  $cpi_t$  með því að flytja  $cpi_{t-1}$  á hægri hliði jöfnu (2) og  $cpi_{t-4}$  í jöfnu (3). Þetta hefur engin áhrif á staðalfrávik jafnanna né stikamat.

Það er eftirtektarverð ákvörðun að hætta við jöfnu fyrir lógaritma vísitölu neysluverðs með staðalfrávik 0,00485 og taka upp aðra, sem að mestu styðst við sömu mælingar, með staðalfrávik 0,0069. Frávik beggja jafna fylgja normaldreifingu þokkalega svo að það er  $(0,0069/0,00485)^{51} = 64 \times 10^6$  sinnum líklegra að fá mældu gildi vísitölu neysluverðs 1994:1-2006:3 ef íslenska hagkerfið fylgir QMM frá 2007 en nýju jöfnunni. Önnur vísbending um hve illa verðbólgujafna QMM 2009 líkir eftir mælingunum er að þrátt fyrir fimm metna stíka og fjórar skýringarbreytur auk fyrri gilda vísitölunnar fylgir hún gögnunum verr en tveggja stíka líkön sem eingöngu styðjast við fyrri gildi  $cpi_t$ . (Líkönin eru sýnd í jöfnum V4-V6 í viðauka).

Mér hefur ekki tekist að líkja nákvæmlega eftir mati QMM 2009 á verðbólgujöfnunni, fæ heldur hærra staðalfrávik en QMM. En 0,0069 er meira en nógu hátt til að gera þau ummæli formálans, að samræmi við mælingar hafi verið forgangsatriði við líkanssmíðina, að öfugmæli um verðbólgujöfnuna.

Í líkönunum með framsýnar væntingar er fall af óháðum breytum notað til að spá framtíðargildi háðu breytunnar og sama fall er skýristærð fyrir háðu breytuna. Þessi þvingun á stíka óháðra breytna leiðir til þess að líkön með framsýnum væntingum geta ekki fylgt háðu breytunni jafn nákvæmlega og líkön þar sem engin þvingun væri á óháðu breytunum. Tölfræði er beitt til að prófa hvort munurinn sé marktækur. Þetta er þó ekki skýringin á háu

staðalfrávikni verðbólgujöfnu QMM 2009. Munurinn á líkönum með og án framsýnna væntinga er smámunir miðað við það sem þar er á ferðinni. Dæmi um þetta má sjá hjá Þórarni Péturssyni (1998).

Ég geri ráð fyrir að hagfræðileg sjónarmið hafi ráðið því að skipt var um verðbólgujöfnu í QMM 2009. Meginástæðan fyrir því hve illa nýja líkanið fellur að mælingunum er hins vegar að þar er stuðst við mismun ársfjórðungsgilda milli ára. Eins og Box og Jenkins (1973) bentu á getur það verið góð leið til að fást við breytilega árstíðasveiflu. En það eru engin merki um árstíðasveiflu í ársfjórðungsgildum vísitölu neysliverðs eða frávikum líkansins. Hins vegar dregur aðgerðin mikla tilviljunarkennda óreglu inn í líkanið.

Flest verðbólgulíkönn, þar á meðal QMM, fara með lógaritma verðraða sem I(1) breytu. Lítum á einfalt slembigöngulíkan:

$$x_t = c + x_{t-1} + \varepsilon_t$$

eða

$$\Delta x_t = c + \varepsilon_t,$$

þar sem  $x_t$  er I(1) breyta,  $c$  er fasti og  $\varepsilon_t$  frávik. Þá er

$$\Delta_4 x_t = 4c + \varepsilon_t + \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_{t-2} + \varepsilon_{t-3}.$$

Miðað við óháð frávik er dreifni  $\Delta_4 x_t$  fjórum sinnum stærri en dreifni  $\Delta x_t$  og fylgnistuðull  $\Delta_4 x_t$  og  $\Delta_4 x_{t-1}$  er 0,75.

Innbyggð fylgni  $\Delta_4 cpi_t$  og  $\Delta_4 cpi_{t-1}$  hefur sterk áhrif á verðbólgulíkan jöfnu (3) þar sem  $\Delta_4 cpi_{t-1}$  er veigamesti liðurinn á hægri hlið jöfnunnar. Í texta QMM frá 2009 er  $\Delta_4 cpi_{t-1}$  túlkað sem væntingar er styðjist við fortíð og  $\Delta_4 cpi_{t+8}$  sem framsýnar væntingar.

Það réttlætir ekki valið á tímamuni að Seðlabankalögin miði verðbólgu við verðhækkun yfir eitt ár. Þegar verðbólguþá er sett fram eru öll liðin gildi verðsins þekkt. Það er bara óvissan um framtíðargildi sem ræður gæðum spár um árshækkun. Ekki kannast ég heldur við nein hagfræðileg rök fyrir því að nota mismun yfir fjóra ársfjórðunga fremur en t.d. einn, tvo eða sex ef engin árstíðasveifla er fyrir hendi. Þessir valkostir leiða til afar ólíkra gilda á verðbólguælingu, tafinni um einn ársfjórðung, sem túlkuð er sem væntingar. Sé "væntingunum"  $\Delta cpi_{t-1}$  bætt við á hægri hlið jöfnu (2) fá þær stikann 0,078 með t-gildi 0,6. Ekki verður heldur séð að valið á verðbólgu eftir tvö ár sem viðmiðun um framsýnar væntingar styðjist við hagfræði eða venju. En þessir liðir, tengdir við verðbólguæringu miðað með kröfunni um einsleitni, stýra verðbólgu að markmiðinu í spám sem fylgja jöfnunni.

QMM 2007 og 2009 nota gerólíkar stærðir til að tákna væntingar í „Phillips-ferlum að viðbættum væntingum“. Athyglisvert er að beinar mælingar á væntingum sem Seðlabankinn hefur staðið fyrir og birtir reglulega í Hagtölum sínum eru ekkert notaðar í verðbólgulíkönunum. Væntingarnar virðast fremur miðast við stöðu þeirra í þessari gerð líkana en tengingu við mældar stærðir. Frá tölfræðisjónarmiði væri þá nærtæk rannsóknaraðferð að setja upp líkan að Phillips-ferili samkvæmt hagfræðinni, þar sem „væntingar“ væru skilgreindar sem ástandsþreita. Tengsl hennar við mældar stærðir og tölfræðilegir eiginleikar væru síðan ákvörðuð í sérstakri jöfnu. Þessi framsetning hentar vel til að kanna möguleika á að nýta upplýsingar um væntingar í mældum röðum. (Guðmundur Guðmundsson, 2008).

Í lýsingu QMM 2009 á verðbólgujöfnunni er tekið fram að tölfræðipróf samþykki skilyrðið að summa stíka  $\Delta_4 cpi_{t-1}$ ,  $\Delta_4 cpi_{t+8}$  og  $\log(1+IT)$  sé 1 í jöfnu (3). Jafnan er metin með gögnum frá 1994, en verðbólguæringu kom fyrst til sögunnar með Seðlabankalögunum



2001. Skilyrðinu er hafnað ef aðeins er stuðst við gögn frá því að lögin tóku gildi. (Metið með aðferð minnstu kvaðrata eða tveggja þrepa mati).

## 5 Niðurstöður

Undanfarin ár hafa Verðbólguþáttur Seðlabankans einskorðast við Phillips-ferils líkön þar sem væntingar eru meginþáttur. Enda þótt líkön af þessari gerð njóti nú mikillar hylli eru þau engan veginn óumdeild eins og fram kemur í yfirlitsgrein Þorvarðar Tjörva Ólafssonar (2006), m.a. hefur þótt skorta á samræmi við mælingar (Bårdsen o.fl., 2005). Jafnan í QMM 2007 féll samskipti að mælingunum, en síst betur en líkön þar sem litið er svo á að laun og innflutningsverð séu meginþáttur verðbólgu og væntingum er alveg sleppt.

Annar meginþáttur í vali á jöfnum í verðbólguhluta QMM er tengslin við lögbundið hlutverk Seðlabankans að stuðla að stöðugu verðlagi. Líður í því er að birta spár þar sem verðbólguþáttur bankans næst á ásættanlegum tíma. Eins og fram kemur í rannsókn Friðriks Mús Baldurssonar og Axels Hall (2008) tókst þetta ekki með verðbólgujöfnu og Taylor-reglu QMM 2007, heldur þurfti einnig að gefa sér að væntingarnar löguðu sig hratt að markmiðinu og þá fylgdi verðbólgan í kjölfarið. Spánni var beinlínis ætlað að stuðla að því að væntingar löguðu sig að markmiðinu, en engin merki um slíka hegðun var að finna í gögnum sem notuð voru við matið.

Í QMM 2009 hefur verið skipt um verðbólgujöfnu. Hröð aðlögun væntinga og verðbólgu að markmiðinu er nú innbyggð í sjálfa verðbólgujöfnuna og því reiknað með að hún hafi verið fyrir hendi frá upphafi gagnatímabilsins, 1994, en ekki aðeins eftir að spáin er sett fram eins og gert var í QMM 2007. Nýja jafnan uppfyllir ekki lágmarkskröfur um samræmi milli líkans og mælinga. Ástæðan til að bankinn tók hana upp virðist tengjast viðleitni til að auka framsýni og skynsamlegar væntingar í QMM, (Ásgeir Daníelsson o.fl. 2009). Jafnframt því að birta grunnspá sína um verðbólguþróun sýnir Seðlabankinn oft fráviksdæmi til að skýra skekkju sem upp gæti komið vegna óvissu um þróun annarra hagstærða sem spáin styðst við. Þar er hins vegar ekkert fjallað um stærsta óvissuþáttinn í verðbólguþáttum hans sem er forsendurnar um áhrif væntinga og þróun þeirra.

Athyglisverð skýring á vali á jöfnum er í inngangi lýsingarinnar á QMM: "Mikilvægt er að hafa í huga að jöfnur líkansins eru mótaðar sem hluti af heildarbyggingu QMM. Val á einstökum jöfnum sem metnar eru með mælingum, og breytum sem þar eru hafðar með, ræðst því af heildarbyggingu líkansins. Ennfremur að val á tiltekinni jöfnu og skammtíma- og langtíma takmörkunum sem þar er beitt ræðst ekki aðeins af tölfræðilegum ályktunum og hagfræðirökum, heldur einnig af áhrifunum á heildar hermunareiginleika QMM. Það er því ekki víst að sérhver jafna líkansins sé besta einnar jöfnu mat á viðkomandi breytu, heldur ætti að túlka hana innan ramma QMM." (Ásgeir Daníelsson o.fl., 2006 og 2009, bls. 16).

Með hliðsjón af lýsingu á notkun QMM sem vísað var til í Inngangi geta ýmsar eðlilegar ástæður legið til þess að víkja frá metnum jöfnum, t.d. við framreikninga ef ástæða er til að ætla að aðstæður hafi breyst frá tímabilinu sem notað er við matið. Við könnun á mikilvægum breytum líkansins gæti verið þægilegt og meinlaust að nota einfaldaða mynd af einhverjum öðrum breytum.

Enda þótt skilyrðið að ekki ríki langtímasamband milli verðbólgu og raunstærða sé ekki óvægjanlegt hefur það svo sterka stöðu í hagfræði að ekkert er athugavert við að búa svo um hnúta í QMM að það sé uppfyllt. Engin þörf er þó á að grípa til verðbólgujöfnu QMM 2009 til þess. Öðru máli gegnir um skilyrðið að verðbólga nái jafnvægi við verðbólguþáttur Seðlabankans, hvað þá ef hert er á því svo að markmiðið náist á

skömmum tíma. QMM er hentugt tæki til að kanna hvaða skilyrði þurfi að uppfylla til að ná markmiðinu á tilteknum tíma og hvaða áhrif það hafi á aðrar hagstærðir. En það er ekkert hagfræðilögmál að þetta takist.

Því fer fjarri að unnt sé að réttlæta hvaða val á jöfnum sem er til að uppfylla óskir höfundar QMM um eiginleika líkansins. Skilgreining Karls Popper (1968) á muni vísinda og gervivísinda hefur hlotið víðtæka viðurkenningu. Samkvæmt henni eru vísindalegar kenningar eða tilgátur hrekjanlegar; það gætu komið fram gögn eða röksemdir sem sýndu fram á að þær væru rangar. Styrkur vísindakenninga felst í því að standast próf sem hefðu getað hrakið þær.

Í QMM er safn af hagfræðikenningum sett fram sem jöfnur. Þær eru ekki metnar sameiginlega, heldur hver í sínu lagi með viðurkenndum tölfræðiaðferðum sem veita hlutlægar aðferðir til að prófa jöfnurnar gegn öðrum kenningum. Ofangreind lýsing á jöfnuvali í QMM virðist hafna þessum aðferðum til að prófa hagfræði líkansins. Mér er ekki ljóst hvaða mælikvarði á „heildar hermunareiginleika QMM“ á að koma í staðinn fyrir kvaðratsummur og sennileikaföll.

Það er gott og gilt sjónarmið að velja Taylor-reglu með hliðsjón af því hvernig hún verkar í QMM. Hún er ekki lýsing á eiginleikum hagkerfisins, heldur sýnir hvernig höfundar QMM telja að Seðlabankinn ætti að bregðast við því sem þar gerist. Frá síðari hluta 2002 fram að bankahruni fóru vaxtaákvæðanir bankans nærri Taylor-reglu QMM.

Verðbólgujafnan er hins vegar hluti af lýsingu QMM á hagkerfinu. Þekking á verðbólgu er takmörkuð og hún er stöðugt rannsóknarefni. Hraði aðlögunar að verðbólgu markmiði Seðlabankans er ekki gildur mælikvarði á gæði verðbólgu líkans. Hann mælir hvernig líkanið fellur að óskum stuðningsmanna peningastefnunnar en ekki hve vel það líkir eftir íslensku hagkerfi.

Mikilvæg ástæða til að peningastefna Seðlabankalaganna 2001 var tekin upp var að Seðlabankinn réð ekki við að halda gengi krónunnar innan fastra marka þegar engar hömlur voru á fjármagnsflutningum milli landa. Verðbólgu markmið átti að koma í stað gengisfestu.

Reynslan og ársfjórðungslíkan Seðlabankans af íslenska hagkerfinu benda til að einir séu stýrivextir ekki nægilega öflugt meðal við verðbólgu og geti haft slæmar aukaverkanir. Ef verðbólgu markmið á að leysa fastgengisstefnu af hólmi þurfa fleiri en Seðlabankinn að taka beinan þátt í að ná því.

## Heimildir

- Ásgeir Daníelsson, Lúðvík Elíasson, Magnús F. Guðmundsson, Björn A. Hauksson, Ragnhildur Jónsdóttir, Þorvarður T. Ólafsson og Þórarinn G. Pétursson. (2006). A Quarterly Macroeconomic Model of the Icelandic Economy. *Central Bank of Iceland. Seðlabanki Íslands, Working Paper Nr. 32.*
- Ásgeir Daníelsson, Magnús F. Guðmundsson, Svava J. Haraldsdóttir, Þorvarður T. Ólafsson, Ásgerður Ó. Pétursdóttir, Þórarinn G. Pétursson og Rósa Sveinsdóttir. (2009). A Quarterly Macroeconomic Model of the Icelandic Economy. *Central Bank of Iceland. Seðlabanki Íslands, Working Paper Nr. 41.*
- Box, G.E.P. og Jenkins, G.M. (1973). Some comments on a paper by Chatfield and Prothero and on a review by Kendall. *J.R. Statist. Soc. A, 136, 337-345.*
- Bårdsen, G., Eitrheim, Ø., Jansen, E.S. og Nymoen, R. (2005). *The Econometrics of*

- Macroeconomic Modelling*. Advanced Texts in Econometrics. Oxford University Press, Oxford:U.K.
- Friðrik M. Baldursson og Axel Hall. (2008). Out of reach? Convergence to an inflation target in the Central Bank of Iceland's macroeconomic model. *Tímarit um viðskipti og efnahagsmál, Special issue 2008*, 83-106.
- Guðmundur Guðmundsson. (1983). Tölfræðikönnun á verðbólgu á Íslandi árin 1962-1981. *Fjármálatíðindi* 30, 40-53.
- Guðmundur Guðmundsson. (1990). Tölfræðikönnun á verðbólgu á Íslandi árin 1962-1989. *Fjármálatíðindi* 37, 43-53.
- Guðmundur Guðmundsson. (1998). A model of inflation with variable time lags. *Seðlabanki Íslands, Working paper Nr. 2*.
- Guðmundur Guðmundsson. (2002). Samband verðbólgu við laun og innflutningsverð. *Fjármálatíðindi*, 49/2, 23-34.
- Guðmundur Guðmundsson. (2008). Statistical Analysis of Models of Inflation in Iceland. *Raunvísindastofnun Háskóla Íslands, RH-13-2008*.
- Guðmundur Guðmundsson. (2009). Inflation modelling at the Central Bank of Iceland. *RU Rannsóknarstofnun í fjármálum og hagfræði. Working papers 2009-5*.
- Hunt, B. (2006). Simple efficient policy rules and inflation control in Iceland. *Central Bank of Iceland. Working paper Nr. 30*.
- Már Guðmundsson. (2002). Verkefni og starfshættir nútíma seðlabanka. *Peningamál* 4, 80-89.
- Pagan, A. (2003). Report on modelling and forecasting at the Bank of England. *Bank of England Quarterly Bulletin, Spring*, 1-29.
- Phillips, A.W. (1958). The relationship between unemployment and the rate of change in money wages in the United Kingdom, 1861-1957. *Economica*, 25, 283-299.
- Popper, K.R. (1968). *The logic of scientific discovery*. London:Hutchinson & Co.
- Seðlabanki Íslands. (2007). *Peningamál* 29, 6-7.
- Wickens, M. (2008). *Macroeconomic Theory*. Princeton University Press.
- Þorvarður T. Ólafsson. (2006). The new Keynesian Phillips curve: in search of improvements and adaption to the open economy. *Central Bank of Iceland. Working paper Nr. 31*.
- Þorvarður T. Ólafsson (2007). Birting eigin stýrivaxtaspar eykur áhrifamátt peningastefnu seðlabanka. *Peningamál*, 29, 71-86.
- Þórarinn G. Pétursson. (1998). Price determination and rational expectations. *International Journal of Finance and Economics*, 3, 162-176.
- Þórarinn G. Pétursson. (2000). Nýjar áherslur í starfsemi seðlabanka: Aukið sjálfstæði, gagnsæi og rekningskil gerða. *Peningamál* 5, 45-57.
- Þórarinn G. Pétursson. (2004). Útfærsla verðbólguþáttstefnu víða um heim. *Peningamál*, 18, 57-85.
- Þórarinn G. Pétursson. (2005). Inflation targeting and its effects on macroeconomic performance. *SUERF Studies 2005/5*.
- Þórarinn G. Pétursson. (2007). Hlutverk peningastefnunnar. *Peningamál* 31, 71-75.
- Þórarinn G. Pétursson. (2009). Does inflation targeting lead to excessive exchange rate volatility? *Seðlabanki Íslands. Working Paper Nr. 43*.

## Jöfnuviðauki

Hér verða sýndar tölulegar útkomur ýmissa metinna líkana sem getið er í greininni. Tímabilið sem háða breytan nær yfir er 1994:1-2006:3. Tákn breytna eru eins og í QMM og gögn úr QMM safninu frá maí 2009.

Stíkar jöfnu (1) eftir þjóðarsátt (1994:1-2006:3)

$$\Delta cpi_t = 0,0042 + 0,324\Delta cpi_{t-1} + 0,128 \Delta ulct_{t-1} - 0,086\Delta ulct_{t-2} + 0,080\Delta pm_t + 0,050\Delta pm_{t-1}, \quad (V1)$$

(3,2)      (2,5)              (2,5)              (1,7)              (3,5)              (1,9)

$$R^2 = 0,507; \quad s = 0,00529.$$

Framleiðsluspennu bætt við jöfnu (1):

$$\Delta cpi_t = 0,0065 + 0,154\Delta cpi_{t-1} + 0,100\Delta ulct_t - 0,105\Delta ulct_{t-1} + 0,069\Delta pm_t + 0,057\Delta pm_{t-1}$$

(4,8)      (1,2)              (2,2)              (2,2)              (3,3)              (2,3)

$$+ 0,131GAPAV_{t-1}, \quad (V2)$$

(4,7)

$$R^2 = 0,600; \quad s = 0,00477.$$

Verðbólgulíkan QMM 2007 að viðbættum föstum verðbólguvæntingum. Þvinguð einsleitni.

$$\Delta cpi_t = 0,519INFE_t/4 + 0,259e + 0,110\Delta ulct_{t-1} + 0,056\Delta pm_t \quad (V3)$$

(1,5)              (0,8)      (2,3)              (2,5)

$$+ 0,056\Delta pm_{t-1} + 0,131GAPAV_{t-1},$$

(2,6)              (3,1)

$$e = 0,010 \quad (T = 2,3) \quad (\text{fastar verðbólguvæntingar})$$

$$R^2 = 0,582; \quad s = 0,00488.$$

### Tímaráðalíkön vísitölu neysluverðs án skýringarbreytna

Við líkanasmíðina er beitt þeim vinnubrögðum að byrja með líkan með mörgum töfðum gildum  $cpi_t$  á hægri hlið en tína síðan út ómarktækt gildi. Aðeins lokaútgáfan er sýnd hér. Óþvingað mat:

$$cpi_t = 0,0048 + 1,238cpi_{t-1} - 0,223cpi_{t-3}, \quad (V4)$$

(2,8)      (14,5)              (2,5)

$$s = 0,00656.$$

Þegar summa stíka  $cpi_{t-1}$  og  $cpi_{t-3}$  er þvinguð til að vera 1 svo að röðin sé I(1) fæst

$$cpi_t = 0,0037 + 1,301cpi_{t-1} - 0,301cpi_{t-3}, \quad (V5)$$

(2,3)      (16,1)      (3,7)

$$s = 0,00672.$$

Samkvæmt F-prófi á þvinguninni má hafna henni með  $P = 0,067$  sem er í góðu samræmi við þá vitneskju að verðraðir falla hvorki vel að skilgreiningum I(1) né I(2) raða, heldur ættu þær heima einhvers staðar þar á milli.

Önnur I(1) útgáfa:

$$\Delta cpi_t = 0,0048 + 0,454\Delta cpi_{t-1}, \quad (V6)$$

(3,4)      (3,5)

$$R^2 = 0,184; \quad s = 0,00681.$$

Engin merki eru um eiginfylgni í frávikum ofangreindra jafna. Þau falla hins vegar á normaldreifingarprófi sem dregur úr gildi annarra frávikaþróa og prófum á stikum. Það dregur hinsvegar ekkert úr gildi samanburðar á staðalfrávikinu við verðbólguþáttu QMM í útgáfunni frá 2009.

