



MS ritgerð
Fjármálahagfræði

Verðbólguvæntingar og verðbólguþspár

Jónína Rós Guðfinnsdóttir

Leiðbeinandi Gylfi Zoëga

Hagfræðideild

Febrúar 2012



HÁSKÓLI ÍSLANDS

Verðbólguvæntingar og verðbólguspár

Jónína Rós Guðfinnsdóttir

Lokaverkefni til MS -gráðu í fjármálahagfræði

Leiðbeinandi: Gylfi Zoëga

Hagfræðideild

Félagsvísindasvið Háskóla Íslands

Febrúar 2012

Verðbólguvæntingar og verðbólguþspár.

Ritgerð þessi er 30 eininga lokaverkefni til MS prófs við Hagfræðideild,
Félagsvísindasvið Háskóla Íslands.

© 2012 Jónína Rós Guðfinnsdóttir

Ritgerðina má ekki afrita nema með leyfi höfundar.

Prentun: Háskólaprent

Reykjavík, 2012

Formáli

Ritgerð þessi er lögð fram til meistaraprófs í fjármálahagfræði við Háskóla Íslands og er vægi hennar 30 ECTS einingar. Leiðbeinandi verkefnisins var Gylfi Zoëga, prófessor við hagfræðideild. Gylfa þakka ég góða leiðsögn og gagnlegar ábendingar.

Útdráttur

Verðbólguvæntingar endurspeglar traust almennings á peningastefnunni og verðbólguvæntingarnun Seðlabankans. Verðbólguvæntingar eru einn mikilvægasti áhrifaþáttur verðbólgu og nauðsynlegt er að taka tillit til þeirra við stefnumörkun í peningamálum. Það gæti leitt til skilvirkari og árangursríkari peningastefnu ef stjórnvöld vissu tímanlega af breytingum í verðbólguvæntingum. Ársfjórðungsleg verðbólguvænting Seðlabanka Íslands er í raun nokkurs konar millimarkmið peningastefnunnar og gegnir því einnig mikilvægu hlutverki við framkvæmd hennar. Til þess að Seðlabankinn geti unnið upp traust getur verið gagnlegt að greina hvernig væntingarnar myndast og hvað það er sem hefur áhrif á þær. Í ritgerðinni verður leitast við að svara því hvernig væntingar myndast ásamt því að leggja mat á spágildi og nákvæmni væntinga og verðbólguvæntinga Seðlabankans.

Í rannsókninni var lagt mat á væntingamyndun með aðhvarfsgreiningu og spágildi væntinga. Auk þess var verðbólguvænting Seðlabankans metin með útreikningum á meðalskekkju og kvaðratfrávikum. Helstu niðurstöður voru þær að verðbólguvæntingar heimilanna myndast að stærstum hluta út frá fyrri spáskekkjum á meðan að verðbólguvæntingar skuldabréfamarkaðarins horfðu bæði til spáskekkju síðasta árs og til spáskekkju næsta árs þegar væntingar voru myndaðar. Samkvæmt niðurstöðum er verðbólguvænting Seðlabankans mun áreiðanlegri við að spá fyrir um verðbólguvæntingar heimilanna, væntingar fyrirtækja og væntingar skuldabréfamarkaðarins. Einnig mátti sjá á útreikningunum að einföld spá sem gerir ráð fyrir að verðbólga næsta tímabils verði sú sama og tímabilsins á undan hefur meira forspárgildi en verðbólguvæntingarnar þrjár.

Efnisyfirlit

Formáli	4
Útdráttur	5
Efnisyfirlit	6
Myndaskrá	8
Töfluskrá.....	8
1 Inngangur.....	9
2 Væntingamyndun í hagfræði.....	11
2.1 Hagsýnisvæntingar (e. rational expectations).....	11
2.2 Aðlögunar væntingar (e. adaptive expectations).....	11
2.3 Dvínandi væntingar (e. regressive expectations).....	12
3 Mat á verðbólguvæntingum	13
3.1 Væntingamyndun út frá skuldabréfamarkaði (e. break-even)	13
3.2 Væntingamyndun almennings	15
3.3 Peningastefna og verðbólguþá Seðlabanka Íslands	17
4 Fyrri rannsóknir.....	21
4.1 Fyrri rannsóknir á áhrifapáttum verðbólguvæntinga.....	21
4.1.1 Rannsókn Figlewski og Wachtel, 1981.....	21
4.1.2 Rannsókn Jonung og Laidler, 1988	22
4.1.3 Rannsókn Bakhski og Yates, 1998.....	23
4.2 Fyrri rannsóknir á gæðum verðbólguvæntinga og spáa	23
5 Aðferðarfræði	27
5.1 Gögn	27
5.1.1 Verðbólguvæntingar heimila og fyrirtækja.....	27
5.1.2 Væntingar út frá skuldabréfamarkaði.....	28
5.1.3 Verðbólguþá Seðlabankans	29

5.2	Aðferð.....	29
5.2.1	Mat á væntingamyndun.....	29
5.2.2	Mat á spágildi væntinga og verðbólguþátt Seðlabanka Íslands.....	30
5.2.3	Tveggja þrepa aðferð minnstu kvaðrata.....	31
5.2.4	Nákvæmni verðbólguvæntinga.....	31
6	Niðurstöður.....	33
6.1	Tölfræðilegar niðurstöður aðhvarfsgreiningar.....	33
6.1.1	Samantekt á jöfnum 11 og 12.....	33
6.1.2	Samantekt á jöfnum 13 og 14.....	34
6.2	Tölfræðiþróf.....	36
6.2.1	F-þróf.....	36
6.2.2	Misleitni (e. heteroscedasticity).....	37
6.2.3	Sjálffylgni (e. autocorrelation).....	37
6.3	Nákvæmni verðbólguvæntinga og verðbólguþátt Seðlabanka Íslands.....	39
7	Lokaorð.....	41
	Heimildaskrá.....	43
	Viðauki 1 - Tölfræðiþróf.....	46

Myndaskrá

Mynd 1. Verðbólguvæntingar heimila í samanburði við raunverðbólguna.	27
Mynd 2. Verðbólguvæntingar fyrirtækja í samanburði við raunverðbólguna.	28
Mynd 3. Verðbólguvæntingar út frá skuldabréfamarkaði í samanburði við raunverðbólguna.	28
Mynd 4. Verðbólguspá Seðlabanka Íslands í samanburði við raunverðbólguna.	29
Mynd 5. Ákvörðunarreglur Durbin-Watson prófsins.....	46

Töfluskrá

Tafla 1. Metnar jöfnur 11 og 12 fyrir væntingar skuldabréfamarkaðarins	33
Tafla 2. Metnar jöfnur 11 og 12 fyrir væntingar heimila.....	33
Tafla 3. Metnar jöfnur 11 og 12 fyrir væntingar fyrirtækja	33
Tafla 4. Metnar jöfnur 13 og 14 fyrir væntingar skuldabréfamarkaðarins	35
Tafla 5. Metnar jöfnur 13 og 14 fyrir væntingar heimila.....	35
Tafla 6. Metnar jöfnur 13 og 14 fyrir væntingar fyrirtækjanna.....	35
Tafla 7. Niðurstöður F-prófs	37
Tafla 8. White-próf.....	37
Tafla 9. Niðurstöður sjálffylgniprófs fyrir verðbólguvæntingar skuldabréfamarkaðar	38
Tafla 10. Niðurstöður sjálffylgniprófs fyrir verðbólguvæntingar heimila.....	38
Tafla 11. Niðurstöður sjálffylgniprófs fyrir verðbólguvæntingar fyrirtækja.....	39
Tafla 12. Niðurstöður útreikninga á nákvæmni verðbólguvæntinga og verðbólguspár Seðlabanka Íslands	39

1 Inngangur

Þann 27. mars 2001 var formlegt verðbólguþakið tekið upp á Íslandi og verðstöðugleiki gerður að meginmarkmiði peningastefnunnar (Þórarinn G. Pétursson, 2000). Verðbólguþakið hefur forgang umfram önnur þaki bankans og er stefnt að því að árleg verðbólga verði sem næst 2,5%, reiknuð sem hækkun á tólf mánaða vísitölu neysluverðs. Seðlabanki Íslands gefur ársfjórðungslega út verðbólguþaki til allt að þriggja ára í senn. Spáin er í raun nokkurs konar millimarkmið stefnunnar og gegnir því mikilvægu hlutverki við framkvæmd hennar. Nákvæmni verðbólguþakía er mikilvæg því að ef þær víkja langt frá verðbólguþakiðinu ber Seðlabankanum að bregðast við með aðgerðum í peningamálum (Seðlabanki Íslands, 2001).

Það er mjög hjálplegt fyrir peningastjórnvöld að geta mælt verðbólguþakningarnar því að þær endurspeglar traust almennings á peningastefnunni og verðbólguþakningun Seðlabankans. Ef stjórnvöld peningastefnunnar kæmust fljótt að því að auka óvissa ríkti um aðgerðir peningastjórnvalda við að framfylgja þakið sínum gætu þau gripið inn í og minnkað slíka óvissu með betri samskiptum við almenning og/eða með öflugri aðgerðum í peningamálum. Það gæti því leitt til skilvirkari og árangursríkari peningastefnu ef stjórnvöld vissu tímanlega af breytingum í verðbólguþakningum (Shen, 1998).

Verðbólguþakningar þeirra sem ákveða laun og verð í hagkerfinu skipta miklu máli fyrir verðbólguþakninguna. Laun eru tiltölulega sjaldan endurskoðuð og því þurfa þeir sem ákveða laun að skapa sér skoðun á framtíðarverðbólgu. Ef búist er við að vænt verðbólga í framtíðinni hækki reyna launþegar að fá hærri laun til að viðhalda kaupmætti launa sinna. Þetta gæti leitt til verðhækkana hjá fyrirtækjum. Ef fyrirtæki búast við hærri verðbólgu í framtíðinni hafa þau tilhneigingu til að hækka verð ef þau gera ráð fyrir að komast upp með það án þess að eftirspurn minnki. Þriðja leiðin sem verðbólguþakningar geta mögulega haft áhrif á verðbólgu er í gegnum áhrif á neyslu og fjárfestingarákvarðanir. Ef hærri verðbólga þýðir lægri raunvextir hafa heimilin tilhneigingu til að eyða frekar en spara (Blanchflower og MacCoille, 2009).

Verðbólguþakningar eru einn mikilvægasti áhrifaþáttur verðbólgu og nauðsynlegt er að taka tillit til þeirra við stefnumörkun í peningamálum. Þegar verðbólguþakningar haldast lágar og stöðugar, sérstaklega til langs tíma, þrátt fyrir að ástand efnahagslífsins

sé misjafnt bendir það til þess að mikið traust er á peningastefnunni. Reynslan hefur sýnt að það er kostnaðarsamt að skapa traust á peningastefnuna eftir að trúverðugleiki hennar hefur verið lítill. Sjálfstæður seðlabanki sem hefur verðstöðugleika sem formlegt markmið sitt og framfylgir peningastefnu sinni á kerfisbundinn, gagnsæjan og trúverðugan hátt er mikilvægur til að skapa verðbólguvæntingum kjölfestu og þar af leiðandi auka traust almennings til hans. Trúverðugleiki peningastefnunnar eru því mikilvægur ef stjórnvöld vilja hafa hemil á verðbólgu. Verðbólguvæntingar á Íslandi hafa verið háar og viðkvæmar fyrir fréttum og til langs tíma eru þær óstöðugar og langt yfir verðbólgu markmiðinu. Þetta bendir til þess að ekki hefur tekist að byggja upp traust almennings á peningastefnu Seðlabankans. Eina leiðin sem Seðlabankinn hefur til að vinna sér inn traust almennings er að sýna það í verki að hann geti tryggt verðstöðugleika til lengri tíma (Seðlabanki Íslands, 2008).

Til þess að Seðlabankinn geti unnið upp traust getur verið gagnlegt að greina hvernig væntingarnar myndast og hvað það er sem hefur áhrif á verðbólguvæntingarnar. Í eftirfarandi rannsókn verða þessi áhrif metin. Athugað verður hvort munur sé á áhrifaþáttum væntinga almennings, fyrirtækja og væntingum út frá skuldabréfamarkaði. Athyglisvert er að skoða hvort væntingarnar byggi á fyrri gildum verðbólgunnar og verðbólguvæntinganna eða hvort þær geti í raun spáð fyrir um framtíðina. Verðbólguþá Seðlabankans verður borin saman við þessar þrjár tegundir verðbólguvæntinga og athugað hvort Seðlabankinn hafi meira forspágildi en verðbólguvæntingarnar sjálfar. Megin rannsóknarspurningarnar eru eftirfarandi:

1. Hvernig myndast verðbólguvæntingar?
2. Hversu réttar eru verðbólguvæntingarnar miðað við raunverðbólguna?
3. Hvort er verðbólguþá Seðlabankans eða verðbólguvæntingarnar áreiðanlegri mælistærð við að spá fyrir um verðbólgu?

2 Væntingamyndun í hagfræði

2.1 Hagsýnisvæntingar (e. rational expectations)

Muth (1960) var fyrstur til að koma fram með kenningar um hagsýnisvæntingar. Samkvæmt Muth voru helstu niðurstöður rannsókna á væntingum annars vegar að meðal væntingar eru nákvæmari en væntingar einfaldra líkana og jafn nákvæmar og væntingar flókinna jöfnukerfa og hins vegar að væntingar vanmeta að jafnaði þær breytingar sem eiga sér stað á hagstærðum.

Til að verðbólguvæntingar séu hagsýnar þurfa þær að endurspeglja óbjagaða og skilvirka spá um raunverðbólgu. Með öðrum orðum, raunverðbólga ætti að meðaltali að vera jöfn væntri verðbólgu að viðbættum slembdri spáskekkju á hverju tímabili. Þessi spáskekkja ætti ekki að vera fylgin öðrum upplýsingum í upplýsingamengi spáaðilans (Bakhski og Yates, 1998).

Hægt að er prófa skilgreininguna um hagsýnar væntingar með því að gera eftirfarandi aðhvarfsgreiningu:

$$\pi_t = \alpha + \beta\pi_t^e + u_t \quad (1)$$

þar sem π_t er raunverðbólga og π_t^e er vænt verðbólga.

Kenningin um hagsýnisvæntingar gerir annars vegar ráð fyrir því að væntingar séu óbjagaðar (þ.e. að $\alpha, \beta = (0,1)$) og hins vegar að væntingarnar séu líka skilvirkar þ.e. að u_t séu ekki sjálffylgin eða fylgin öðrum upplýsingum sem spáaðilarnir hafa í upplýsingamengi sínu. Próf sem byggir á þessari jöfnu eru raunar frekar veikt þar sem hagsýnar væntingar gefa til kynna miklu meira en bara óbjörgun. Til þess að væntingar séu hagsýnar þurfa þær að byggja á öllum mögulegum viðeigandi upplýsingum sem eru til staðar á þeim tíma sem væntingarnar eru gerðar. Þessar upplýsingar eru meðal annars fyrri gildi raunverðbólgunnar, verðbólguspár tímabilsins, spávillur og jafnvel aðrar breytur eins og vöxtur í peningamagni og atvinnuleysi (Fingleton og Wachtel, 1981).

2.2 Aðlögunarvæntingar (e. adaptive expectations)

Eitt algengasta líkan af verðbólguvæntingum er aðlögunarvæntingalíkanið. Á hverju tímabili reiknar einstaklingur vænta verðbólgu með því að bæta hluta, β , af nýjustu

spávillu sinni við væntingar síðasta tímabils. Það eru, í ákveðnum tilfellum, nokkrir eiginleikar sem eru sameiginlegir með aðlögunarvæntingum og hagsýnum verðbólguvæntingum. Muth (1960) sýndi fram á að væntingar sem þróaðar eru með aðlögun eru líka spár með lágmarks dreifni í skekkjuliðum ef undirliggjandi verðbólguferill er hlaupandi meðaltalsferli með hreinu suði (Figuelewski og Wachtel, 1981).

Hægt er að setja fram aðlögunarvæntinga líkanið eins og það er venjulega skilgreint á eftirfarandi hátt:

$$\pi_t^e - \pi_{t-1}^e = \beta(\pi_{t-1} - \pi_{t-1}^e) + u_t \quad (2)$$

Þar sem π_t^e eru væntingar í tíma t , π_{t-1}^e eru væntingar á tímabilinu á undan og π_{t-1} er raunverðbólgan á tímabilinu á undan. Líkanið segir því að mismunurinn á væntingum nú og væntingum tímabilsins á undan séu hluti af mismuni verðbólgunnar frá tímabilinu á undan og væntingunum á tímabilinu á undan (Figuelewski og Wachtel, 1981).

2.3 Dvínandi væntingar (e. regressive expectations)

Annað vinsælt líkan byggir á því að einstaklingar geri ráð fyrir að verðbólguástigið sjálfst aðlagi sig í áttina að einhverju langtíma „eðlilegu“ verðbólguástigi. Hægt er að skrifa líkanið svona:

$$\pi_t^e - \pi_{t-1} = \beta(\pi_{t-1}^N - \pi_{t-1}) + u_t \quad (3)$$

Þar sem π_{t-1}^N er langtíma „eðlilegt“ verðbólguástigið. Ef β er jákvætt og minna en einn, gefur líkanið til kynna að á næsta tímabili geri spáaðilar ráð fyrir að verðbólguástigið hreyfist að hluta til frá nýlegasta gildi sínu að eðlilegu stigi. Ef spáaðilar trú á skilvirkni þeirrar stefnu seðlabanka sem miðar að því að auka vexti til að halda niðri verðbólgu (e. anti inflationary policy) geta þeir notað líkanið um dvínandi væntingar til að mynda væntingar sínar um verðbólgu og búast við að verðbólguástigið snúist smám saman í átt að fyrri stigum (Figuelewski og Wachtel, 1981).

3 Mat á verðbólguvæntingum

3.1 Væntingamyndun út frá skuldabréfamarkaði (e. break-even)

Hagfræðingurinn Irving Fisher stundaði rannsóknir á tengslum nafnvaxta og raunvaxta á fyrstu áratugum 20. aldar. Samkvæmt kenningu hans eru nafnvextir samsettir úr raunvöxtum, verðbólguvæntingum og áhættuálagi vegna óvissu um verðbólgu. Áhættuálag vegna óvissu um verðbólgu er tilkomið vegna óvissu um raunvirði óverðtryggðra bréfa. Samkvæmt hagfræðikenningum minnkar raunvirði óverðtryggðra skuldabréfa þegar verðbólga eykst óvænt vegna þess að nafnvirði vaxtagreiðslna og afborgana af höfuðstól er fast þegar bréfið er gefið út. Þegar tekið er tillit til kaupmáttar minnka greiðslurnar til fjárfesta þegar verðbólga eykst og aukast þegar verðbólga minnkar, þ.e. raunávöxtun óverðtryggðra bréfa breytist öfugt við verðbólguna. Raunávöxtun er því jöfn nafnávöxtun að frádreginni meðalverðbólgu á líftíma bréfsins. Eign sem hefur óvissa framtíðarávöxtun er verðminni en eign sem skilar sömu væntu ávöxtun með fullri vissu. Fjárfestar í óverðtryggðum bréfum krefjast því umbunar fyrir að bera verðbólguáhættuna (Shen, 1998).

Venjulega gildir að fjárfestar vilja ekki fjárfesta í óverðtryggðum bréfum nema að ávöxtun af þeim sé hærri en ávöxtun verðtryggðra bréfa að viðbætti væntri verðbólgu. Formúla Fisher fyrir nafnvöxtum er:

$$i = r + \pi^e + RP(\pi) \quad (4)$$

þar sem r eru raunvextir, π^e er vænt verðbólga og $RP(\pi)$ er áhættuálagið sem þarf að bæstast við til að fjárfestar séu tilbúnir til að fjárfesta í óverðtryggðu bréfi í stað verðtryggðs (Shen, 1998). Ef raunvöxtum og áhættuálagi er haldið föstu hækka nafnvextir þegar verðbólguvæntingar hækka. Verðbólguvæntingar fólks eiga því stóran þátt í vaxtamyndun óverðtryggðra skuldabréfa. Ef óvissa um framtíðarþróun vaxta og verðbólgu eykst hækkar áhættuálagið sem leiðir af sér að nafnvextir hækka einnig. Ef skuldabréf eru hins vegar verðtryggð þá breytist formúlan þannig að nafnvextir eru:

$$i = r + \pi \quad (5)$$

þar sem π er mæld verðbólga samkvæmt verðtryggingar ákvæðum bréfsins og r eru raunvextir eins og áður. Samkvæmt þessu er verðtrygging af hinu góða vegna þess að fólk getur tryggt sig fyrir óvissu um framtíðarþróun verðlags. Óvissa er yfirleitt meiri eftir

því sem verðbólgan er hærrí og eftir því sem lánstíminn er lengri en áhættuálagið vegna verðbólgu ræðst af óvissunni um verðbólguþróunina. Stærð áhættuálagsins eykst því með aukinni tímalengd óverðtryggðra bréfa. Til að taka á þessu eru samningar oft gerðir til skemmri tíma eða með endurskoðunarákvæðum en það leiðir af sér hærrí viðskiptakostnað (Ásgeir Daníelsson, 2009).

Samkvæmt Shen (1998) eru tvær ástæður fyrir því að verðbólguáhætta aukist með aukinni tímalengd. Í fyrsta lagi er erfiðara að spá fyrir um verðbólgu til lengri tíma en skemmri tíma. Til skamms tíma er verðbólgan háð nýlegum mælingum á henni og gildandi peningastefnu. En til langs tíma er meðal vænt verðbólga aðallega ákvörðuð út frá peningastefnu stjórnvalda og trausti almennings á peningastjórnvöldum. Erfitt hefur reynst að spá fyrir um traust almennings á peningastjórnvöldum vegna þess að það samanstendur af svo mörgum áhrifaþáttum. Það eru meiri líkur á rangri spá eftir því sem spátímabilið er lengra. Í öðru lagi eykst verðbólguáhættan með líftíma bréfsins vegna þess að fjöldi villna í spám leiðir til meiri kostnaðar fyrir fjárfesta í langtímabréfum heldur en í skammtímabréfum.

Munurinn á óverðtryggðum og verðtryggðum föstum vöxtum er á ensku kallað „break-even inflation“. Ef verðbólgan er að meðaltali meiri en þessi munur mun verðtryggða fjárfestingin skila betri árangri en óverðtryggða fjárfestingin. Á hinn bóginn, ef verðbólgan er að meðaltali lægri en þessi stærð mun óverðtryggða fjárfestingin vera betri en verðtryggða (Incapital, e.d.). Á undanförunum árum hefur verið reynt að mæla verðbólguvæntingar markaðarins með ýmsum hætti. Ein þeirra leiða sem farin hefur verið er byggð á muninum á óverðtryggðum og verðtryggðum vöxtum. Stundum er litið á aukningu á muninum á óverðtryggðum og verðtryggðum vöxtum sem merki um að verðbólguvæntingar markaðarins gætu verið að aukast. Erfitt er að álykta nákvæmlega um verðbólguvæntingar út frá vaxtamuninum vegna þess að munur er á seljanleikaástandi verðtryggðu og óverðtryggðu bréfanna (Shen, 2006).

Vextir verðtryggðs skuldabréfs samstanda af raunvöxtum og seljanleikaálagi. Það má því tákna samsetningu raunvaxta svona:

$$i = r + RP(i) \quad (6)$$

þar sem r eru raunvextir sem fjárfestar vilja fá fyrir að lána fé sitt og $RP(i)$ er seljanleikaáhættuálagið. Seljanleikaálagið bætir fjárfestum upp áhættuna af því að þurfa

að borga meira fyrir að selja verðtryggða bréfið áður en gjalddaginn rennur upp. Þar sem margir fjárfestar þurfa á einhverjum tímapunkti að aðlaga verðbréfasöfn sín vegna ófyrirséðra atvika er áhættan við að þurfa að greiða kostnað fyrir seljanleika alltaf til staðar. Því minni sem seljanleiki bréfsins er því hærra er seljanleikaáhættan og þess vegna þurfa slík bréf að hafa hærra ávöxtun til að laða að fjárfesta. Þessi viðbótarávöxtun er álag vegna seljanleikaáhattu (Shen, 2006).

Margir hafa áhuga á vaxtamuninum á óverðtryggðum og verðtryggðum vöxtum því að munurinn felur í sér upplýsingar um verðbólguvæntingar markaðarins. Út frá formúlu Fishers fyrir nafnvöxtum og formúlu raunvaxta hér að framan má sjá að vaxtamunurinn er jafn verðbólguvæntingum að viðbættu áhættuálagi vegna óvissu um verðbólgu að frádregnu seljanleikaálaginu. Muninn á óverðtryggðum og verðtryggðum vöxtum (e. break even) mætti því tákna svona:

$$Break\ even = \pi^e + RP(\pi) - RP(l) \quad (7)$$

Flestir sérfræðingar hafa einbeitt sér að þeim hluta jöfnunnar sem tákna vænta verðbólgu. Ef gert er ráð fyrir að verðbólga og seljanleikaálag séu fastar stærðir yfir ákveðið tímabil þá tákna breytingar á vaxtamuninum aðallega breytingar á verðbólguvæntingum markaðarins. Stefnumótendum og þátttakendum markaðarins finnst oft ekki mjög mikilvægt að aðskilja áhættuálagið vegna óvissu um verðbólgu frá verðbólguvæntingunum, sérstaklega þegar litið er til lengri tíma væntinga. Í raun tákna summa væntrar verðbólgu og verðbólguáhættuálagsins betur skoðanir markaðarins á verðbólguþrýstingi. Breytingar á vaxtamuninum á ákveðnu tímabili getur því verið gagnleg til að mæla breytingar á verðbólguvæntingum markaðarins ef gert er ráð fyrir þeirri lykilorðsendu að seljanleikaálag verðtryggðra bréfa sé fast yfir tímabilið (Shen, 2006).

3.2 Væntingamyndun almennings

Almenningur uppfærir verðbólguvæntingar sínar ekki oft. Á milli þess sem það ákveður sig eru það óvirkt. Samkvæmt rannsókn Carroll (2003) uppfærir fólk í Bandaríkjunum verðbólguvæntingar sínar að meðaltali einu sinni á ári en samkvæmt rannsókn Doepke, Dovern, Fritsche og Slacalek (2008) uppfæra Evrópubúar væntingar sínar einu sinni á 18 mánaða fresti. Fólk er því ekki stöðugt að uppfæra upplýsingar sínar og treystir það á

ákveðnar heimildir til að fá upplýsingar án mikils kostnaðar. Því fleiri sem fréttir um verðbólgu eru því líklegri er að fólk lesi þær og uppfæri verðbólguvæntingar sínar. Fréttaflutningur veldur því einnig að væntingar almennings verða nákvæmari þar sem að þær styðjast við upplýsingar um spár fræðimanna (Lamla og Lein, 2008). Lamla og Lein (2008) rannsökuðu hvaða áhrif fréttir hafa á myndun verðbólguvæntinga almennings. Þau greindu á milli þess hvaða áhrif umfang fréttaumfjöllunar um verðbólgu hefði á verðbólguvæntingar og hvaða áhrif efni fréttanna hefði á væntingamyndunina. Niðurstöðurnar sýndu að fjöldi fréttar eykur nákvæmni í væntingum neytanda á meðan efni þeirra veldur hlutdrægni fjölmiðla. Fjölmiðlar eru því mikilvægur þáttur í framkvæmd peningastefnu seðlabanka því að þeir geta haft áhrif á trúverðugleika og skilvirkni í gegnum verðbólguvæntingar.

Þrátt fyrir töluverðan fjölda rannsókna á sambandinu milli verðbólgu og verðbólguóvissu hafa verið mismunandi niðurstöður varðandi áhrif verðbólgu á óvissu í verðbólguvæntingum. Rannsókn Fountas (2001) byggir á gögnum frá tímabilinu 1885-1998. Niðurstöður hans gefa sterklega til kynna að verðbólgutímabil séu tengd óvissu í verðbólguvæntingum. Einnig kemur í ljós að því meiri sem verðbólguóvissan er því minni er hagvöxturinn (Fountas, 2001).

Rannsókn Blanchflower og MacCoille (2009) á verðbólguvæntingum almennings í Bretlandi leiddi í ljós að verulegur fjöldi einstaklinga veit ekki hvað verðbólga er, hvernig hún hefur breyst og geta ekki spáð fyrir um hvernig hún gæti breyst í framtíðinni. Samkvæmt rannsókn þeirra er hátt hlutfall þátttakenda sem svarar ekki spurningunni um það hversu ánægðir þeir eru með hlutverk Seðlabanka Englands við að stjórna verðbólgu. Flestir þeirra sem ekki svara eru þeir sem eru minna menntaðir, konur, fátækir og yngri fólk. Aldur, kyn, tekjur, húsnæði og menntun eru allt mikilvægir þættir í mótun verðbólguvæntinga. Þeir sem eru meira menntaðir og þeir sem hafa hærri tekjur eru bjartsýnni um verðlagið og trúá að það hækki hæggar en þeir sem eru yngri, minna menntaðir og ekki jafn efnaðir. Núverandi verðbólga er oft vísbending um verðbólguvæntingar. Núverandi verðbólga er þó ekki eins mikilvæg í væntingum þeirra sem eru meira menntaðir. Þeir sem eru mest menntaðir eru líklegri til að vera ánægðir með Seðlabanka Englands við að hafa stjórn á verðbólgunni. Niðurstöður sýna þó að mótun verðbólguvæntinga er mismunandi eftir tímabilum. Ein helsta skýring fyrir

misleitni í myndun verðbólguvæntinga er að aðilar treysti á mismunandi líkön, hafi mismunandi upplýsingar eða hafi mismunandi getu til að vinna úr upplýsingunum (Blanchflower og MacCoille, 2009).

Crujisen og Demertzis (2006) rannsökuðu hvaða áhrif aukið gegnsæi í aðgerðum seðlabanka hefði á tengsl verðbólguvæntinga og raunverðbólgu. Niðurstöðurnar sýndu að verðbólga og verðbólguvæntingar höfðu verið að minnka á árunum 1991-2006 en á sama tíma hafði Seðlabanka aukið gegnsæi sitt. Þetta var gert til að láta væntingar ráðast af skuldbindingum peningayfirvalda við að draga úr áhrifum áfalla, frekar en verðbólguþinginu sjálfu. Þegar því var náð var verkefni peningayfirvalda við að dempa áhrif áfalla auðveldara. Spurning rannsóknarinnar var hvort þetta væri tilviljun eða hvort þessi tilraun til að auka gegnsæi væri að minnsta kosti að hluta til ábyrg fyrir því að minnka sambandið á milli verðbólgu og væntinga. Niðurstaðan var sú að samband var á milli breytanna tveggja, verðbólguvæntinga og raunverðbólgu, og breytingarinnar á gegnsæi í aðgerðum seðlabanka. Útkoman var sú að lönd sem höfðu minna gegnsæi í aðgerðum seðlabanka höfðu marktækt jákvætt samband á milli verðbólguvæntinga og raunverðbólgu. Einnig kom í ljós að meira gegnsæi í aðgerðum seðlabanka tengdist minni stöðugleika í raunverðbólgu.

3.3 Peningastefna og verðbólguþing Seðlabanka Íslands

Markmið peningastefnu Seðlabanka Íslands er að verðlag haldist stöðugt. Árið 2001 var krónan sett á flot og Ísland hóf að nota verðbólguþingmið við framkvæmd peningastefnunnar (Arnór Sighvatsson, 2007). Fram að því hafði verið stuðst við fastgengi við framkvæmd hennar. Í kringum árið 2000 var það mun tíðara að lönd voru þvinguð til að velja á milli þess að taka upp sveigjanlegri gengisstefnu með annað akkeri peningastefnunnar en gengið eða hreinlega að taka upp aðra mynt eða myntráð og koma þannig upp harðri fastgengisstefnu. Ein helsta skýring þessara breytinga á áherslum peningastefnunnar var aukið frelsi í fjármagnsviðskiptum milli landa og í kjölfarið gríðarleg aukning alþjóðlegra fjármálaviðskipta. Við þessar breyttu aðstæður gat reynst mjög erfitt að viðhalda fastgengisstefnu. Innlent verðlag byggir að hluta til á innflutningsverðlagi og því stuðlar fastgengi að kjölfestu í innlendu verðlagi og þar af leiðandi lagast verðbólguvæntingar að verðbólgu á því gjaldmiðlasvæði sem gengið er fest við (Þórarinn G. Pétursson, 2000).

Samkvæmt verðbólgu markmiðinu skal stefnt að því að árleg verðbólga verði sem næst 2,5% og skal hún reiknuð sem hækkun á tólf mánaða vísitölu neysluverðs. Gert er ráð fyrir $\pm 1,5\%$ þolmörkum fyrir verðbólgu markmiðið því að óraunhæft er að gera ráð fyrir að Seðlabanki Íslands hafi fullkomna stjórn á verðbólgu. Aðstæður geta komið upp þar sem réttast er að verðbólga fari tímabundið út fyrir mörkin. Neðri þolmörk verðbólgu markmiðsins undirstrika að reynt sé að sporna gegn verðhjöðnun sem getur haft alvarlegar afleiðingar fyrir hagkerfið. Þolmörkin eru því í raun ekki mjög hörð því að bankanum ber ekki skylda til að halda verðbólgu innan þessara marka undir öllum kringumstæðum. Ef verðbólgan vísar meira en 1,5% frá verðbólgu markmiðinu þarf bankinn að skila greinargerð til ríkisstjórnarinnar sem jafnframt er birt opinberlega. Í greinargerðinni er gerð grein fyrir ástæðu fráviksins, viðbragðsáætlun bankans og áætlun um það hvenær markmiðinu verði náð að nýju. Þetta er gert til að tryggja gagnsæi peningastefnunnar gagnvart stjórnvöldum og almenningi. Helsta ástæða þess að verðbólgu markmiðið miðast við 2,5% verðbólgu er að Ísland er lítið opið hagkerfi sem gengst undir tíðar breytingar á viðskiptakjörum og því gæti það verið óraunhæft að miða við lægra verðbólgu stig. Að auki reynist verðbólga í helstu viðskiptalöndum Íslands vera að meðaltali um 2,5%. Peningastefna með verðbólgu markmiði veitir Seðlabankanum fullt frelsi til að nota stjórn tæki sín til að ná verðbólgu markmiðinu. Helsta stjórn tæki peningastefnunnar er vaxtastýring á peningamarkaði. Seðlabankinn ákveður nafnvexti veðlana til fjármálafyrirtækja sem hefur síðan áhrif á aðra vexti (Seðlabanki Íslands, 2001 og 2011).

Ársfjórðungslega gefur Seðlabanki Íslands út verðbólgu spá til allt að þriggja ára í senn. Spáin gegnir mikilvægu hlutverki við framkvæmd peningastefnunnar. Í raun er hún nokkurs konar millimarkmiði stefnunnar. Mikilvægt er að verðbólgu spár séu eins nákvæmar og hægt er því að ef verðbólgu spá er mikið hærri eða lægri en verðbólgu markmiðið ber Seðlabankanum að bregðast við með aðgerðum í peningamálum. Sú samsetning aðgerða sem talin er heppilegust við að ná markmiðum bankans er síðan valin af stjórnendum hans. Verðbólgu spá bankans er gerð út frá tölfraðilegu mati á áhrifaþáttum verðbólgu en einnig er oft lagt mat á áhrif sérstakra aðstæðna sem talið er líklegt að hafi áhrif á verðlagsþróun. Reynslan hefur sýnt að þær hagstærðir sem hafa hvað mest áhrif á verðbólgu eru breytingar á launum og gengi krónunnar. Það að spá fyrir um verðbólgu einungis út frá samböndum launa, gengis og

verðlags er ekki fullnægjandi því að aðferðin beinist ekki að rót vandans. Rót vandans má rekja til umframeftirspurnar á innlendum vöru- og vinnumarkaði sem hefur áhrif launa- og gengisþróun (Seðlabanki Íslands, 2011).

Ófullkomin líkön, ófullkomnar upplýsingar um efnahagsstærðir og ófyrirséðir atburðir getur allt valdið skekkjum í hagspám. Athugun á skekkjum í spám Seðlabankans gefur hugmynd um þá óvissu sem er í spánum og einnig gefur hún mikilvægar upplýsingar um hugsanleg mistök í spágerðinni. Að auki gefur athugun á spáskekkjum vísbendingu um hugsanlegar kerfisbreytingar í þjóðarbúskapnum (Seðlabanki Íslands, 2011).

Seðlabanki Íslands birtir ársfjórðungslega þjóðhags- og verðbólguþá í riti sínu Peningamálum. Spár þessar byggja á ítarlegri greiningu á stöðu þjóðarbúsins hverju sinni. Í upphafi voru spár bankans byggðar á einnar jöfnu líkani þar sem verðbólgan réðst af vexti launa umfram vöxt framleiðni vinnuafis. Gallinn við þetta líkan var sá að það gerði ekki ráð fyrir framleiðsluspennu sem er einn af mikilvægum áhrifavöldum framtíðarverðbólgu samkvæmt alþjóðlegum rannsóknum. Grunnspá bankans undanfarin ár hefur verið vegið meðaltal fjögurra líkana og er vægi þeirra mismunandi eftir lengd spátímabilanna. Upphaflegt líkan bankans var endurbætt og jöfnukerfi sem lýsti samspili verðbólgu og launa og áhrifum spennu á vöru- og vinnumarkaði á þróun þessara stærða tekið í notkun. Síðari tvö verðbólguþálikönin gera ráð fyrir slempileitnihegðun í langtímaákvörðun verðlags. Árið 2006 tók bankinn í notkun nýtt þjóðhagslíkan sem er einnig notað við verðbólguþá. Verðbólguþá þjóðhagslíkansins er gefin sem eftirfarandi Phillips-ferli:

$$\pi_t = \alpha\pi_{t-1} + \beta\pi_{t+1}^e + (1 - \alpha - \beta)\pi^T + \varphi y_{t-1} + \lambda x_{t-2} \quad (8)$$

þar sem π_t er ársverðbólga ársfjórðungs t, π_{t+1}^e er vænt verðbólga í ársfjórðungi t+1, π^T er verðbólguþálikön Seðlabankans, y_{t-1} er framleiðsluspenna í ársfjórðungi t-1 og x_{t-2} er árleg raungengisbreyting í ársfjórðungi t-2 (hækkun χ táknar lækkun raungengis). Jafnan virðist lýsa verðbólguþróun síðustu ára betur en eldri verðbólguþálikön og eru kostir hennar þeir að hún hefur vel grundaða fræðilega eiginleika og er sveigjanleg í notkun (Seðlabanki Íslands, 2006).

Hagfræðisvið Seðlabankans vinnur að þróun verðbólguþálikana sem taka tillit til eftirspurnaráhrifa á verðlag. Sú aðferðarfræði er þó einnig háð takmörkunum því að það vantar að taka tillit til áhrifa verðbólguþá á verðlag og gagnkvæmra áhrifa

verðlags á eftirspurn. Hagfræðisviðið vinnur því að þróun heildstæðs þjóðhagslíkans sem tekur á öllum þessum þáttum (Seðlabanki Íslands, 2011).

4 Fyrri rannsóknir

4.1 Fyrri rannsóknir á áhrifaþáttum verðbólguvæntinga

4.1.1 Rannsókn Figlewski og Wachtel, 1981

Rannsókn Figlewski og Wachtel (1981) fól í sér 1800 spár um verðlagsþróun og nær yfir næstum 30 ára tímabil. Rannsókninni er skipt upp í þrjá parta. Til að byrja með rannsökuðu þeir hagsýnar væntingar, í öðru lagi settu þeir upp líkan fyrir aðlögunarvæntingar og í þriðja lagi settu þeir upp dvínandi væntingar.

Þeir mátu jöfnu hagsýnisvæntinga með aðferð minnstu kvaðrata með meðalvæntingum úr hverri könnun og útkoman var eftirfarandi (í svigum eru staðalfrávik stuðlanna):

$$\pi_t = 1,750 + 0,957\pi_t^e \quad R^2 = 0,46 \\ (0,393) \quad (0,139)$$

F-próf á því að $(a,b) = (0,1)$ gaf sterklega til kynna að bjögun er í safninu, þó svo að stuðullinn við π_t^e sé ekki marktækt frábrugðinn einum. Figlewski og Wachtel (1981) framkvæmdu síðan nákvæmara próf á kenningunni um hagsýnisvæntingar með því að nota safnið í heild í stað þess að nota meðaltalið, þ.e. 1864 athuganir, útkoman var eftirfarandi:

$$\pi_t = 1,017 + 0,772\pi_t^e \quad R^2 = 0,54 \\ (0,028) \quad (0,014)$$

Aftur sýndi F-próf bjögun.

Líkanið fyrir aðlögunarvæntingar er venjulega sett fram án fasta en Figlewski og Wachtel ákveða að hafa hann með til að draga úr áhrifum skilgreiningarvillna og villna vegna kerfisbundna mælinga á metnu stuðlana. Slíkar villur geta komið upp ef aðrar upplýsingar til viðbótar við fyrri gildi verðbólgunnar voru notaðar við myndun verðbólguvæntinga. Gert er ráð fyrir að aðlögunarstuðullinn β sé sá sami fyrir alla einstaklinga á tímabilinu. Þetta setur miklar takmarkanir á myndun væntinga. Það er mjög líklegt að einstaklingar séu mismunandi í væntingamyndun sinni og aðlögunarferlið sjálft getur verið mismunandi eftir tímabilum, þar sem að fólk aðlagar hegðun sína miðað við breytilegt efnahagsástand (Figlewski og Wachtel, 1981).

Figlewski og Wachter mátu jöfnuna og útkoman var eftirfarandi:

$$\pi_t^e - \pi_{t-1}^e = 0,386 + 0,362(\pi_{t-1} - \pi_{t-1}^e) \quad R^2 = 0,254$$

(8,2) (25,2)

Metin jafna þeirra Figlewski og Wachtel á dvínandi væntingum lítur svona út:

$$\pi_t^e - \pi_{t-1}^e = -1,302 + 0,451(\pi_{t-1}^N - \pi_{t-1}^e) \quad R^2 = 0,175$$

(23,9) (19,8)

Af líkönunum þremur virðist aðlögunarvæntingalíkanið reynast best. Niðurstöður gáfu til kynna að verðbólguvæntingar á tímabilinu eftir stríð mynduðust í ósamræmi við hagsýnisvæntingar eins og það hugtak er venjulega skilgreint. Kannanir á verðbólguvæntingum sína verulega skekkju og spáskekkjur sýna verulega jákvæða eiginfylgni. Báðar þessar niðurstöður gefa til kynna að einstaklingar nýttu sér ekki upplýsingarnar til fulls sem fólust í fyrri spáskekkjum við myndun væntinga sinna. Aðlögunarvæntingalíkanið reyndist þó best við að lýsa verðbólguvæntingum. Niðurstöðurnar sýna þó að veruleg skekkja er til staðar í slíkum líkönum sem metin eru á heildargögnin. Með því að nota sveigjanlegt líkan sem leyfir breytingar á aðlögunarstuðlinum, sést verulegur munur á breytunni á milli einstaklinga og yfir tímabil. Mat út frá mest sundurliðaða líkaninu gefur til kynna að að jafnaði aðlaga væntingar sig að raunverðbólgu töluvert fyrr en áður var talið (Figlewski og Wachtel, 1981).

4.1.2 Rannsókn Jonung og Laidler, 1988

Jonung og Laidler (1988) rannsökuðu væntingar almennings í Svíþjóð á tímabilinu 1979-1985. Gögn rannsóknarinnar komu úr ársfjórðungslegum könnunum framkvæmdum af hagrannsóknarstofnun í Stokkhólmi. Yfir 6000 manns tóku þátt í könnuninni í hvert skipti (með einni undantekningu árið 1984 þar sem þátttakan var aðeins 1500 manns).

Fyrsta jafnan sem þeir mátu var kenningin um hagsýnisvæntingar. Niðurstaðan sýndi að fastinn er ekki marktækt frábrugðinn núlli og β stuðullinn er ekki marktækt frábrugðinn einum. Þetta gefur til kynna að verðbólguvæntingar séu óbjagaðar. Durbin-Watson próf á jöfnunni gefur til kynna að fyrsta stigs sjálffylgni sé í gögnunum.

Samkvæmt grafi sem sýndi vænta- og raunverðbólgu á tímabilinu mátti sjá að breytingar á raunverðbólgunni væru tengdar breytingum á væntri verðbólgu. Til að

svara spurningunni um hvort almenningur sé fær um að meta verðlagsbreytingar á skynsaman hátt settu þeir upp eftirfarandi jöfnu:

$$\pi_t - \pi_{t-1} = \alpha + \beta(\pi_t^e - \pi_{t-1}) + u_t \quad (9)$$

Skýringarhlutfall jöfnunnar reyndist vera lágt. Samkvæmt niðurstöðum virðist sænskur almenningur vanmeta kerfisbundið breytingar á verðbólgu.

Til að athuga hvort hægt væri að draga úr spávillum með því að nota upplýsingar um fyrri spáskekkjur var eftirfarandi líkan metið:

$$\pi_t - \pi_t^e = \alpha + \beta(\pi_{t-1} - \pi_{t-1}^e) + u_t \quad (10)$$

Þetta er sambærilegt við líkanið sem Figlewski og Wachtel prófuðu til að skoða sambandi milli núverandi og fyrrverandi spávillna í væntingum í Bandaríkjunum. Niðurstöður sýndu jákvætt gildi á β sem staðfestir að núverandi spávillur eru jákvætt fylgnar sínum eigin fyrri gildum (Jonung og Laidler, 1988).

4.1.3 Rannsókn Bakhski og Yates, 1998

Bakhski og Yates (1988) rannsökuðu hagsýnisvæntingar þar sem þeir notuðust við mánaðarleg gögn frá könnunum um verðbólguvæntingar starfsfólks í Bretlandi, framkvæmdar af Gallup á tímabilinu 1984-1996. Eins og sýnt var fram á í rannsókn Bakhski og Yates (1998) virðist sem gögnin um vænta og raunverðbólgu hafi einingarrót. Ef væntingar eru hagsýnar ættu ekki að vera nein langvarandi frávik milli raun- og væntrar verðbólgu, þ.e. væntingabundnar villur ættu að vera sístæðar. Niðurstöður Bakhski og Yates (1998) sýna efasemdir um þá hugmynd að verðbólguvæntingar á Bretlandi séu hagsýnar. Samkvæmt niðurstöðum virðist vænt verðbólga vera 2,5 prósentum hærri en raun verðbólga og eitt prósent hækkun á raun verðbólgu veldur því að vænt verðbólga hækkar um 0,75 prósent (Bakhski og Yates, 1998).

4.2 Fyrri rannsóknir á gæðum verðbólguvæntinga og spáa

El-shagi (2011) bar saman vænta verðbólgu við verðbólguþátt byggðar á hagrannsóknnum. Spáin notaðist við tíu iðnvædd ríki á tímabilinu 1988-2007 og notaðar voru tíu mismunandi aðferðir við verðbólguþáttana. Ein af aðferðum El-shagi við verðbólguþáttana voru tvær hefðbundnar tímaraðir, annars vegar AR(p) líkan þar sem p var mismunandi eftir löndum en byggt á Akaike upplýsingargildi (AIC) og hins vegar

ARMA(1,1) líkan. Vænt verðbólga var fundin út frá gögnum um raunvexti. Niðurstöður rannsóknarinnar gefa til kynna að gæði verðbólguvæntinga eru örlítið meiri en gæðin úr verðbólguþáttum en munurinn er þó ekki verulegur. Eina spáin sem var betri en verðbólguvæntingar markaðarins var spáin úr ARMA(1,1) líkaninu.

Cecchetti, Chu og Steindel (2000) skoðuðu hversu nytsamlegir ákveðnir mælikvarðar væru í að spá fyrir um verðbólgu. Mælikvarðarnir voru vöruverð, mælistærðir á fjármálamarkaði og mælistærðir í efnahagslífinu en þessar stærðir hafa löngum verið taldar tengjast breytingum á vísitölu neysluverðs. Vöruverð á til dæmis við um verð á olíu og verð á dýrmætum málum eða vísitölum yfir hóp af slíkum vörum. Aukning á þessum mælikvörðum er tengd við aukna verðbólgu. Með mælistærðum á fjármálamarkaði er átt við til dæmis gengi, peningalegar stærðir eða vaxtaálag (mismuninn á langtíma og skammtíma vöxtum). Lækkun á gengi, hraðari aukning í peningalegum stærðum og meiri munur á milli langtíma og skammtíma vaxta er allt merki um aukna verðbólgu. Með mælistærðum í efnahagslífinu er meðal annars átt við stig atvinnuleysis en lægra stig atvinnuleysis bendir til þess að verðbólga sé að fara vaxandi. Til að athuga hvort þessir mælikvarðar geti í raun spáð fyrir um verðbólgu settu þau saman líkan sem sameinar mælikvarðana. Nákvæmni spárinnar var fundin með því að bera saman kvaðratfrávik aðferðanna. Enginn einstakur mælikvarði reyndist gefa nákvæmari spá en spá út frá aðhvarfsgreiningu byggðri á fyrri þróun verðbólgu. Samkvæmt þessu ætti því að vera á varðbergi við að treysta á verðbólguþáttum byggðum á einstökum mælikvarða. Niðurstöðurnar leiddu einnig í ljós að spár út frá hagfræðilegum líkönum og meðaltali spáa sérfræðinga í viðskiptum voru betri heldur en spár byggðar á þessum mælikvörðum.

Atkeson og Ohanian (2001) rannsökuðu hvort munur væri á spá líkans byggðu á kennslubókar Nairu Phillips-ferli og einföldu líkani sem spáir því að verðbólga næstu fjögurra ársfjórðunga sé sú sama og síðustu fjögurra ársfjórðunga. Phillips-ferlið er jafna sem tengir saman atvinnuleysi og verðbólgu. Spáð var fyrir um verðbólgu í Bandaríkjunum og var nákvæmni spárinnar fundin með því að bera saman kvaðratfrávik þessara tveggja aðferða. Niðurstaðan var sú að spáin byggð á kennslubókar Nairu Phillips-ferli var töluvert ónákvæmari en spáin sem gekk út frá því að verðbólga næstu fjögurra ársfjórðunga væri sú sama og verðbólga síðustu fjögurra ársfjórðunga. Að auki

báru Atkeson og Ohanian saman aðrar tvær útgáfur af líkani byggðu á Nairu Phillips-ferli, þróaðar af Stock og Watson. Annað líkanið notaði atvinnuleysisstigið til að spá fyrir um breytingar á verðbólgu í framtíðinni, hitt notaði víðari mælikvarða á breytingar í efnahagssumhverfinu eða 85 mánaðarlega mælikvarða. Bæði þessi Nairu Phillips-ferlis líkön eru frábrugðin kennslubókarlíkaninu að því leyti að þau hafa tafir gildi á atvinnuleysisstiginu, breytingunum í efnahagssumhverfinu og verðbólgu. Raunin varð sú að hvorugt líkanið spáði betur fyrir um verðbólgu en líkanið sem gerði ráð fyrir að verðbólga næstu fjögurra ársfjórðunga væri sú sama og verðbólga síðustu fjögurra ársfjórðunga. Niðurstöðurnar gefa því til kynna að ekkert þessara þriggja líkana spáði betur fyrir um verðbólgu á rannsóknartímabilinu heldur en einfalda líkanið. Að lokum var rannsakað hversu nákvæm spá bankastjórnar Seðlabankans væri. Kvaðratfrávik spár Seðlabankans og einföldu spárinnar reyndust vera það sama þ.e. spá Seðlabankans hefur að meðaltali ekki verið betri en spá einfalda líkansins. Út frá þessari rannsókn var því gert ráð fyrir að Phillips-ferlið sem starfsfólk Seðlabankans byggir spár sýnar á geti ekki frekar en hin Phillips-ferlin í rannsókninni spáð fyrir um verðbólgu á því tímabili sem rannsóknin fór fram.

Katrín Ólafsdóttir og Kári Sigurðsson gerðu rannsókn árið 2007 á árangri fjögurra aðila í gerð verðbólgu spár á árunum 2000 til 2006. Greiningaraðilarnir sem voru skoðaðir voru fyrirtækið Ráðgjöf og efnahagsspá, Glitnir, Kaupþing og Landsbankinn. Spár greiningaraðilanna eru gerðar einn mánuð fram í tímann og eru þær spár bornar saman við raunverulega verðbólgu. Einnig eru spárnar bornar saman við verðbótapátt sem byggður er á ársfjórðungsverðbólgu spá Seðlabanka Íslands. Verðbótapáttur er notaður við útreikning á verðbótum skuldabréfa fyrstu daga mánaðar þegar verðbólgu tölur hafa ekki verið birtar. Þegar Hagstofan hefur birt verðbólgu mælingar er verðbótapátturinn leiðréttur miðað við raunverulegt gildi. Niðurstöður rannsóknarinnar sýndu að allir spáaðilar spáðu að meðaltali minni verðbólgu en raunin varð en fylgni milli spágilda einstakra aðila og verðbólgunnar reyndist þó töluverð, eða á bilinu 0,67-0,82. Allir greiningaraðilarnir spáðu þó betur en ef spáð væri óbreyttri verðbólgu en það var mælt með svokölluðum Theil-stuðli. Þegar verðbótapátturinn var borin saman við raunverulega verðbólgu mátti sjá að verðhækkunin var að jafnaði vanmetin. Niðurstaða sýndi fram á að verðbótapátturinn væri að jafnaði verri spá um mánaðarlega verðbólgu heldur en spá greiningaraðilanna.

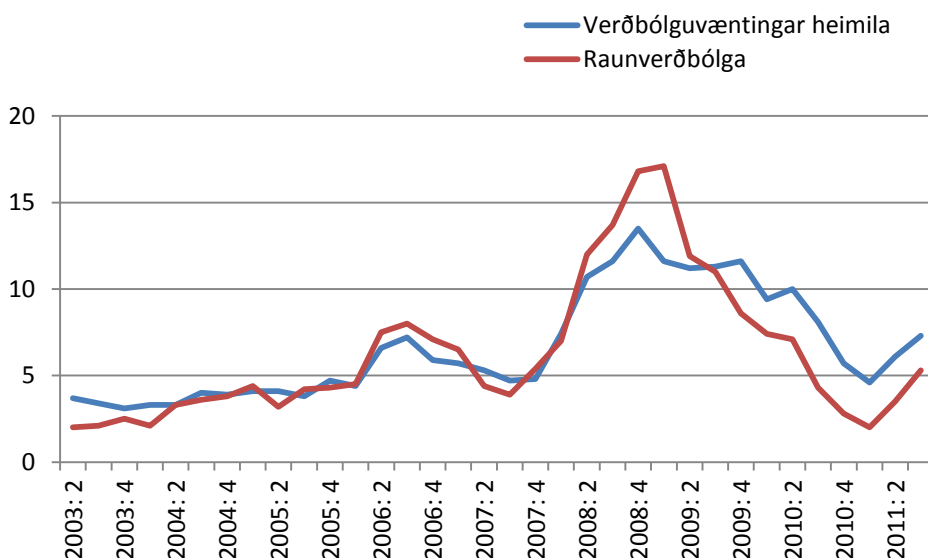
Í greininni Reynsla af spám Seðlabanka Íslands sem var birt í Peningamálum, riti Seðlabanka Íslands, í nóvember 2011 kemur fram að í janúar 2010 hafi verðbólgu verið vanspáð af bankanum á fyrri helmingi ársins 2010 en ofspáð á seinni hlutanum. Við mat á verðbólguþáttspám skoðaði Seðlabankinn meðalskekkju og staðalfrávik spáskekkju. Frá árinu 1994 til janúar ársins 2011 hafði verðbólgu verið vanspáð tvo til fjóra ársfjórðunga fram í tímann og því meira sem spátíminn var lengri. Skoðuð var meðalskekkja og staðalfrávik spáskekkju frá því verðbólguþáttspámið var tekið upp í mars árið 2001. Samanburður sýndi að staðalfrávik eins árs spáskekkju var meira eftir að verðbólguþáttspámið var tekið upp. Ástæða þess gæti verið sú að sveiflur í verðbólgu hafa aukist frá því gengið var sett á flot. Að auki var spá bankans borin saman við tímaraðalíkön. Á árinu 2010 reyndist þjóðhagslíkan bankans ávallt með minnstu spáskekkjuna með einni undantekningu. Einfalt kostnaðarlíkan sem tók mið af sögulegri þróun launakostnaðar og verðlags innfluttra vara og ARIMA-líkan 1 komu örlítið betur út við að spá þrjá ársfjórðunga fram í tímann. Þegar spáð var einn ársfjórðung fram í tímann reyndust spáskekkjur kostnaðarlíkansins og ARIMA-líkananna vera á bilinu 0,41-0,55% en spáskekkjan í spám bankans reyndist vera um 0,28%. Spáskekkjur til skemmri tíma hafa minnkað á undanförunum árum en ein ástæða þess gæti verið sú að færst hefur í vöxtum að nýta einföld tímaraðalíkön við skammtímaverðbólguþáttspár bankans (Seðlabanki Íslands, 2011).

5 Aðferðarfræði

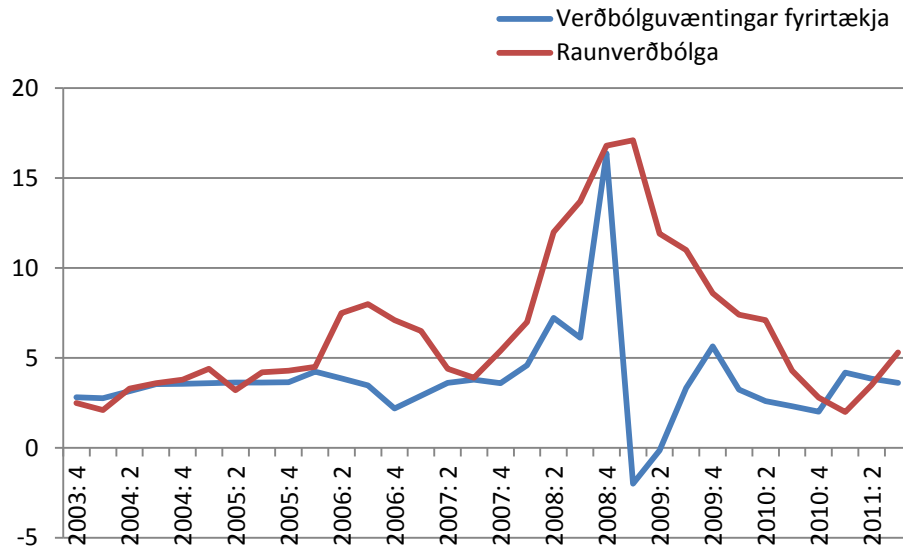
5.1 Gögn

5.1.1 Verðbólguvæntingar heimila og fyrirtækja

Á Íslandi framkvæmir Capacent könnun fyrir hönd Seðlabanka Íslands á verðbólguvæntingum heimila og fyrirtækja í landinu. Gögn eru fengin frá tímabilinu maí 2001 til nóvember 2011 um væntingar einstaklinga og 400 stærstu fyrirtækja landsins. Í könnuninni er spurt hvað viðkomandi telji að verðbólgan verði næsta tólf mánuði og er meðaltalið tekið til að fá verðbólguvæntingar hvers ársfjórðungs. Á mynd 1 og mynd 2 má sjá þróun verðbólguvæntinga einstaklinga annars vegar og fyrirtækja hinsvegar með hliðsjón af raunverðbólgunni á tímabilinu.



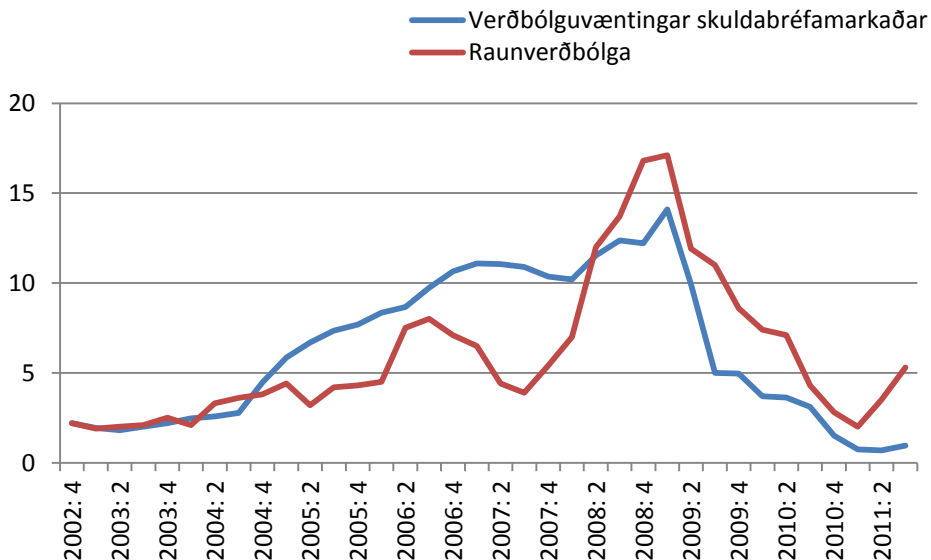
Mynd 1. Verðbólguvæntingar heimila í samanburði við raunverðbólguna.



Mynd 2. Verðbólguvæntingar fyrirtækja í samanburði við raunverðbólguna.

5.1.2 Væntingar út frá skuldabréfamarkaði

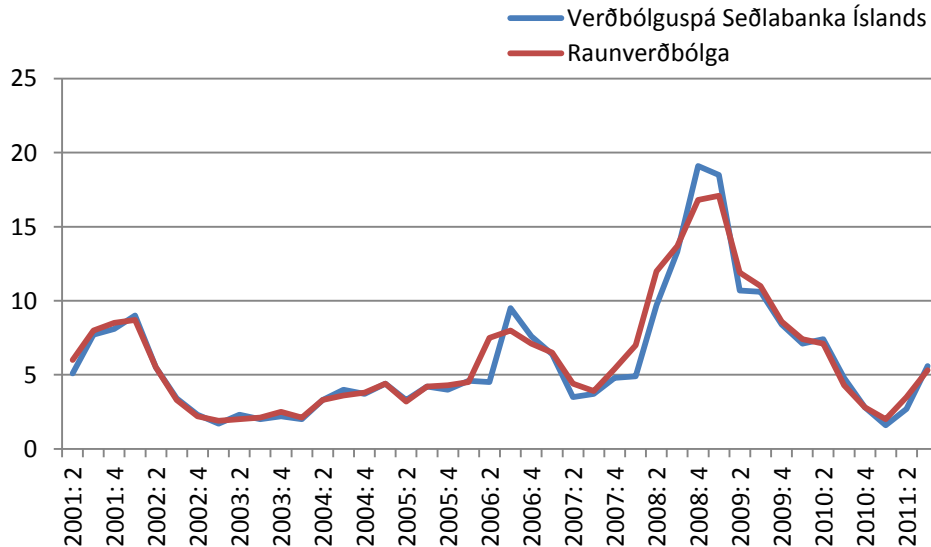
Í þessari rannsókn verða væntingar reiknaðar fyrir íslenskan skuldabréfamarkað. Notast verður við gögn fengin frá Seðlabanka Íslands um almenna vexti verðtryggðra og óverðtryggðra útlána á tímabilinu júlí 2001 til október 2011. Á mynd 3 má sjá þróun verðbólguvæntinga út frá muninum á óverðtryggðum og verðtryggðum vöxtum á tímabilinu í samanburði við raunverðbólguna.



Mynd 3. Verðbólguvæntingar út frá skuldabréfamarkaði í samanburði við raunverðbólguna.

5.1.3 Verðbólguþá Seðlabankans

Ársfjórðungsleg verðbólguþá Seðlabanka Íslands er fengin úr riti þeirra Peningamála í gegnum gagnabanka DataMarket. Skoðuð var spá þeirra um ársverðbólgu ársfjórðung fram í tímann frá öðrum ársfjórðungi ársins 2000 til þriðja ársfjórðungs ársins 2011. Á mynd 4 má sjá þróun raunverðbólgu og verðbólguþá Seðlabankans.



Mynd 4. Verðbólguþá Seðlabanka Íslands í samanburði við raunverðbólguna.

5.2 Aðferð

Með aðferð minnstu kvaðrata (OLS) verður uppbygging verðbólguvæntinga skoðuð og athugað hvað það er sem hefur mest áhrif á væntingar heimila, fyrirtækja og á væntingar metnar út frá muninum á óverðtryggðum og verðtryggðum vöxtum. Lagt verður mat á spágildi væntinga og verðbólguþá Seðlabanka Íslands með því að setja upp jöfnur með aðferð minnstu kvaðrata sem sýna samband þessara stærða við raunverðbólguna.

Verðbólguvæntingarnar verða bornar saman við raunverðbólgu og gæði væntinganna metin. Að lokum verður metið hvort verðbólguþá Seðlabankans sé í raun betri en verðbólguvæntingar og þar af leiðandi hvort hægt sé að nota verðbólguvæntingar í stað verðbólguþá bankans.

5.2.1 Mat á væntingamyndun

Með aðferð minnstu kvaðrata verða fjórar jöfnur metnar út frá gögnunum sem lýst hefur verið. Hver jafna verður metin þrisvar sinnum þ.e. fyrir verðbólguvæntingar

heimila, verðbólguvæntingar fyrirtækja og verðbólguvæntingar metnar út frá skuldabréfamarkaði.

Jafna 11 er líkan aðlögunarvæntinga eins og lýst er í rannsókn Figlewski og Wachtel frá árinu 1981:

$$\pi_t^e - \pi_{t-5}^e = \alpha_1 (\pi_{t-1} - \pi_{t-5}^e) \quad (11)$$

Þar sem π_t^e er vænt verðbólga núverandi tímabils (t), π_{t-5}^e er verðbólguvæntingar fyrir fimm ársfjórðungum síðan og π_{t-1} er raunverðbólga síðasta ársfjórðungs. Verðbólgan er í öllum tilfellum mæld á ársgrundvelli en á þriggja mánaða fresti, þ.e. ársfjórðungslega. Með jöfnunni er verið að skoða mismun væntinga dagsins í dag (π_t^e) og væntinga fyrir ári síðan, þ.e. fimm ársfjórðungum (π_{t-5}^e) sem fall af raunverðbólgu síðasta ársfjórðungs að frá dregnum tólf mánaða verðbólguvæntingum fyrir ári síðan. Út frá jöfnunni má því sjá hvort spáskekkja síðasta árs sé tekin með í reikninginn við myndun verðbólguvæntinga.

Með jöfnu 12 er mismuni næsta árs raunverðbólgu og síðasta árs væntingum bætt við jöfnu 11:

$$\pi_t^e - \pi_{t-5}^e = \alpha_1 (\pi_{t-1} - \pi_{t-5}^e) + \alpha_2 (\pi_{t+4} - \pi_{t-5}^e) \quad (12)$$

Þar sem π_{t+4} er raunverðbólga næstu tólf mánuði. Með þessari jöfnum má sjá hvort spáaðilinn horfi meira aftur í tímann og skoði hvernig verðbólgan hefur þróast og fyrri spáskekkjur þegar hann metur verðbólguvæntingar sínar (e. backward looking) eða hvort hann horfi fram í tímann og geti í raun spáð í framtíðina (e. forward looking).

5.2.2 Mat á spágildi væntinga og verðbólguþá Seðlabanka Íslands

Með jöfnu 13 er metið hvort skýri verðbólguna betur, verðbólguþá Seðlabankans frá síðasta ársfjórðungi eða verðbólguvæntingar síðasta ársfjórðungs:

$$\pi_t = \alpha_0 + \alpha_1 \pi_{t-1}^{se} + \alpha_2 \pi_{t-1}^e \quad (13)$$

Þar sem π_{t-1}^{se} er verðbólguþá Seðlabankans á síðasta ársfjórðungi og π_{t-1}^e eru verðbólguvæntingar á síðasta ársfjórðungi.

Jafna 14 bætir raunverðbólgu síðasta tímabils (π_{t-1}) við jöfnu 13:

$$\pi_t = \alpha_0 + \alpha_1 \pi_{t-1}^{se} + \alpha_2 \pi_{t-1}^e + \alpha_3 \pi_{t-1} \quad (14)$$

Út frá þessari jöfnu má meta hvort verðbólga síðasta tímabils slái út spá Seðlabankans og verðbólguvæntingum þegar kemur að því að skýra verðbólgu núverandi tímabils, þ.e. hvort nota mætti verðbólgu síðasta tímabils við að spá fyrir um verðbólguna fremur en spá Seðlabankans eða verðbólguvæntingar.

Þegar jöfnurnar hafa verið metnar verða gerð viðeigandi próf á þeim. Prófað verður fyrir marktekni stuðla með F-prófi, misleitni verður prófuð með White-prófi og prófað verður fyrir fyrstu gráðu sjálffylgni með Durbin-Watson prófi. Nánari umfjöllun um þessi próf má sjá í viðauka 1.

5.2.3 Tveggja þrepa aðferð minnstu kvaðrata

Vandinn við jöfnu 12 er sá að væntingar í dag (π_t^e) hafa áhrif á raunverðbólguna næsta árið (π_{t+4}). Það er því brot á þeirri forsendu að allar skýribreyturnar séu óháðar skekkjuliðnum. Aðferð minnstu kvaðrata skapar í þessum tilfellum bjagað mat. Til að sporna geng þessu er notast við hjálparbreytu (e. instrumental variable). Aðferðin miðar að því að setja inn hjálparbreytu (e. instrument) fyrir skýribreytuna π_{t+4} þ.e. breytu sem hefur mikla fylgni við π_{t+4} en er ekki fylgin skekkjuliðnum u_t . Tveggja þrepa aðferð minnstu kvaðrata (e. two-stage least squares, 2SLS) er aðferð sem kerfisbundið býr til hjálparbreytu til að skipta út fyrir innri breytur þar sem þær koma fram sem skýribreytur (Studenmund, 2006). Spá Seðlabankans (π_t^{se}) verður því notuð sem hjálparbreyta og verður jafnan merkt sem jafna 12' í niðurstöðum.

5.2.4 Nákvæmni verðbólguvæntinga

Til að meta hversu áreiðanlegar og góðar væntingarnar og spárnar eru verða meðalskekkja (e. mean absolute error, MAE) og kvaðratfrávik (e. root mean square error, RMSE) hvernar aðferðar fyrir sig reiknað út:

$$MAE = \sum_{t=1}^T |A_t - F_t| / T \quad RMSE = \left[\sum_{t=1}^T (A_t - F_t)^2 / T \right]^{1/2}$$

Þar sem A_t er raungildi mánaðar t , F_t er gildið sem spáð er fyrir mánuð t og T er fjöldi mánaða. Báðir þessir mælikvarðar sýna hversu langt frá raungildinu spágildið er. Því lægri sem þeir eru því betri er spáin. Ef spáin er rétt fyrir hvern mánuð þá eru öll gildin jöfn núlli. Meðalskekkjan byggir á algildi frávikanna til að forðast það að ofspár vegi upp vanspár og öfugt. Meðalskekkjan sýnir meðalfrávik spánna frá mældri verðbólgu og

gefur þannig vísbendingu um hvort bjögun, þ.e. kerfisbundið ofmat eða vanmat sé fyrir hendi. Kvaðratfrávikkið er frábrugðið meðalskekkjunni að því leiti að mismunurinn á raungildi og spágildi er hafin í annað veldi sem gerir það að verkum að mestu frávikin veiga þyngra en ella. Kvaðratfrávik er mælikvarði á breytileika spáskekkjunnar og þar með óvissu í spánni. Að jafnaði má búast við því að eftir því sem spáð er lengra fram í tímann aukist spáskekkjan (Brooks, 2008).

Til að greina spáfrávikkið nánar er hægt að reikna eftirfarandi þrjá mælikvarða:

$$UB = \frac{(\bar{A} - \bar{F})^2}{RMSE^2} \quad UV = \frac{(s_A - s_F)^2}{RMSE^2} \quad UC = \frac{2(1 - r_{AF})s_A s_F}{RMSE^2}$$

Þar sem \bar{A} er meðaltal raungilda, \bar{F} er meðaltal spágilda, s_A er staðalfrávik raungilda, s_F er staðalfrávik spágilda og r_{AF} er fylgni á milli raungilda og spágilda. Samtala þessara mælikvarða er einn, þ.e. $UB + UV + UC = 1$. Með því reikna þessa þrjá mælikvarða er hægt að greina hvaðan spáskekkjan er runnin. UB er sá hluti spáskekkjunnar sem rekja má til kerfisbundinnar ofspár eða vanspár (e. bias proportion), UV er skekkja sem rekja má til þess að sveiflur eru van- eða ofmetnar kerfisbundið (e. variance proportion) og UC er síðan slembiskekkja (e. covariance proportion). Í góðri spá er kerfisbundin skekkja allra minnst og því er eftirsóknarvert að hlutur UB og UV sé sem minnstur og að mestan hluta skekkjunnar megi rekja til UC (Katrín Ólafsdóttir og Kári Sigurðsson, 2008).

Einnig verður notast við Theil-stuðullinn (U) við að meta gæðin. Þessi mælikvarði sýnir kvaðratfrávik spár (e. RMSE) sem hlutfall af kvaðratfrávikum einfaldrar spár þar sem spáð er engri breytingu frá fyrra mánuð:

$$U = \frac{\left[\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (A_t - F_t)^2 \right]^{1/2}}{\left[\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (A_t - Fb_t)^2 \right]^{1/2}}$$

Þar sem Fb_t er spá sem fengin er úr einföldu líkani sem spáir því að verðbólga næsta mánaðar sé sú sama og verðbólga mánaðarins á undan. U-gildi jafnt og 1 gefur til kynna að spáin sem er verið að skoða sé jafn nákvæm/ónákvæm og einfalda líkanið. Gildi undir 1 gefur til kynna að líkanið sé betra en einfalda líkanið og öfugt fyrir U-gildi yfir 1 (Brooks, 2008).

6 Niðurstöður

6.1 Tölfræðilegar niðurstöður aðhvarfsgreiningar

6.1.1 Samantekt á jöfnum 11 og 12

Í töflum 1, 2 og 3 má sjá niðurstöður stuðlamatsins úr jöfnum 11 og 12 ásamt t-gildum. Stjórnumerkingarnar tákna eftirfarandi: *** táknar að stuðullinn sé marktækur miðað við 1% marktæktarkröfu, ** táknar að stuðullinn sé marktækur miðað við 5% marktæktarkröfu og * táknar að stuðullinn sé marktækur miðað við 10% marktæktarkröfu.

Tafla 1. Metnar jöfnur 11 og 12 fyrir væntingar skuldabréfamarkaðar

$\pi_t^e - \pi_{t-5}^e$	Skuldabréfamarkaður					
	Jafna 11	t-gildi	Jafna 12	t-gildi	Jafna 12'	t-gildi
$\pi_{t-1} - \pi_{t-5}^e$	0,7106	3,7787 ***	0,5643	5,1591 ***	0,5586	5,0159 ***
$\pi_{t+4} - \pi_{t-5}^e$			0,6496	8,4264 ***	0,6820	5,0891 ***
R^2	0,274		0,7849		0,7836	

Tafla 2. Metnar jöfnur 11 og 12 fyrir væntingar heimila

$\pi_t^e - \pi_{t-5}^e$	Heimili					
	Jafna 11	t-gildi	Jafna 12	t-gildi	Jafna 12'	t-gildi
$\pi_{t-1} - \pi_{t-5}^e$	0,6546	13,2218 ***	0,6271	10,3171 ***	0,6028	8,9481 ***
$\pi_{t+4} - \pi_{t-5}^e$			0,0807	1,7020 *	0,1378	1,7850 *
R^2	0,8399		0,8107		0,8008	

Tafla 3. Metnar jöfnur 11 og 12 fyrir væntingar fyrirtækja

$\pi_t^e - \pi_{t-5}^e$	Fyrirtæki					
	Jafna 11	t-gildi	Jafna 12	t-gildi	Jafna 12'	t-gildi
$\pi_{t-1} - \pi_{t-5}^e$	0,2101	1,6291	0,0084	0,0561	-0,1444	-0,7833
$\pi_{t+4} - \pi_{t-5}^e$			0,3248	2,5219 **	0,5717	2,8174 ***
R^2	0,0781		0,258		0,1531	

Út frá jöfnu 11 má sjá að skuldabréfamarkaður bætir 0,7106 af spáskekkju síðasta árs við væntingar síðasta árs við myndun væntinga í dag. Skýringargildi jöfnunnar fyrir skuldabréfamarkaðinn er heldur lágt eða 0,27. Væntingar heimilanna bæta aðeins minna af spáskekkju síðasta tímabils við væntingar eða 0,6546. Skýringargildi jöfnunnar fyrir heimilin er mun hærra en skuldabréfamarkaðarins eða 0,8399. Stuðlarnir eru marktækir miðað við 1% marktæktarkröfu. Samkvæmt jöfnu 11 bæta fyrirtækin 0,2101 af síðustu spáskekkju við væntingar síðasta árs til að fá út væntingar dagsins í dag. Hins vegar er stuðullinn ómarktækur og skýringargildið mjög lágt eða 0,08.

Með jöfnu 12 má sjá hvort væntingarnar miðist við fyrri spáskekkjur eða hvort þær séu framsýnar, jafna 12' sýnir niðurstöðurnar þegar hjálparbreyta er notuð með tveggja þrepa aðferð minnstu kvaðrata eins og líst var í aðferðarkaflanum. Stuðlamatið og skýringarhlutfallið breytist ekki mikið fyrir skuldabréfamarkaðinn og heimilin en breytist þó nokkuð fyrir fyrirtækin. Skuldabréfamarkaðurinn horfir ögn meira fram í tímann en aftur en bæði gildi hafa þó nokkur áhrif. Skuldabréfamarkaðurinn bætir 0,5586 af spáskekkju síðasta árs og 0,6820 af spáskekkju næsta árs við væntingar síðasta árs við myndun væntinga í dag. Skuldabréfamarkaðurinn er því framsýnn en tekur þó einnig mið af fyrri spáskekkjum við myndun væntinga. Allir stuðlar eru marktækir miðað við 1% marktæktarkröfu og skýringarhlutfallið bætist til muna frá jöfnu 11 yfir í jöfnu 12, eða úr 0,27 í 0,78. Væntingar heimilanna miðast að stærstum hluta við fyrri spáskekkjur. Heimilin bæta 0,6028 af fyrri spáskekkju og 0,1378 af spáskekkju næsta árs við væntingar síðasta árs við myndun væntinga í dag. Allar skýribreytur eru marktækar og skýringarhlutfallið er tiltölulega hátt eða 0,80. Samkvæmt jöfnu 12' eru væntingar fyrirtækja framsýnar. Væntingar dagsins í dag eru væntingar síðasta tímabils að viðbættum 0,5717 af spáskekkju næsta tímabils. Stuðullinn við spáskekkju síðasta tímabils er -0,1444 en er ómarktækur og hefur jafnan í heild lágt skýringargildi eða 0,15.

6.1.2 Samantekt á jöfnum 13 og 14

Í töflum 4, 5 og 6 má sjá niðurstöður stuðlamatsins úr jöfnum 13 og 14 ásamt t-gildum. Stjórnumerkingarnar tákna eins og áður eftirfarandi: *** táknar að stuðullinn sé marktækur miðað við 1% marktæktarkröfu, ** táknar að stuðullinn sé marktækur miðað við 5% marktæktarkröfu og * táknar að stuðullinn sé marktækur miðað við 10% marktæktarkröfu.

Tafla 4. Metnar jöfnur 13 og 14 fyrir væntingar skuldabréfamarkaðar

π_t	<i>Skuldabréfamarkaður</i>			
	Jafna 13	t-gildi	Jafna 14	t-gildi
Fasti	0,7032	1,0307	0,2034	0,3754
π_{t-1}^{se}	0,6001	5,4685 ***	-0,7127	-2,4242 **
π_{t-1}^e	0,2990	2,5394 **	0,1344	1,3691
π_{t-1}			1,529	4,6693 ***
R^2	0,7533		0,8552	

Tafla 5. Metnar jöfnur 13 og 14 fyrir væntingar heimila

π_t	<i>Heimili</i>			
	Jafna 13	t-gildi	Jafna 14	t-gildi
Fasti	0,6772	0,6778	0,9731	1,2914
π_{t-1}^{se}	0,5484	2,9976 ***	-0,7992	-2,6022 **
π_{t-1}^e	0,3583	1,4025	-0,1875	-0,8448
π_{t-1}			1,8334	4,9072 ***
R^2	0,7077		0,8403	

Tafla 6. Metnar jöfnur 13 og 14 fyrir væntingar fyrirtækja

π_t	<i>Fyrirtæki</i>			
	Jafna 13	t-gildi	Jafna 14	t-gildi
Fasti	0,9432	1,1946	-0,443	-0,792
π_{t-1}^{se}	0,6826	7,1735 ***	-0,8794	-3,4199 ***
π_{t-1}^e	0,3643	2,4696 **	0,3844	4,0045 ***
π_{t-1}			1,7106	6,2589 ***
R^2	0,7302		0,8899	

Jöfnur 13 og 14 skoða hvaða gildi hafa mest áhrif á raunverðbólguna. Með jöfnu 13 má sjá hvort verðbólguþá Seðlabankans eða verðbólguvæntingarnar hafi meira forspárgildi um raunverðbólguna. Verðbólguþá Seðlabankans skýrir raunverðbólguna

betur en væntingarnar í öllum tilfellum í jöfnu 13. Þegar verðbólguþá Seðlabankans fyrir árið hækkar um 1% og væntingum skuldabréfamarkaðarins er haldið föstum þá hækkar verðbólgan um 0,6001%. Þegar verðbólguvæntingar skuldabréfamarkaðarins fyrir árið hækka um 1% og verðbólguþá Seðlabankans er haldið fastri þá hækkar verðbólgan um 0,2990%. Báðir stuðlar eru marktækir og skýringarlutfallið er gott eða 0,75. Þegar sama jafna er skoðuð fyrir heimilin má sjá að verðbólguþá Seðlabankans hækkar um 1% og verðbólguvæntingum heimila haldið föstum þá hækkar verðbólgan um 0,5484%. Þegar verðbólguvæntingar heimilanna hækka hins vegar um 1% og verðbólguþá Seðlabankans er haldið fastri þá hækkar verðbólgan um 0,3583%. Stuðullinn við væntingar heimilanna er ekki marktækur en skýringargildi jöfnunnar í heild er ágætt eða 0,71. Þegar jafna 13 fyrir væntingar fyrirtækjanna er skoðuð sést að enn hafa breytingar á verðbólguþá Seðlabankans meiri áhrif á verðbólguna heldur en væntingarnar. 1% hækkun á verðbólguþá Seðlabankans veldur 0,6826% hækkun á verðbólgunni að væntingunum óbreyttum. Ef væntingar fyrirtækjanna hækka hins vegar um 1% þá veldur það 0,3643% hækkun á verðbólgunni. Báðir stuðlar eru marktækir og skýringargildið er 0,73. Jafna 14 bætir síðan við stuðli fyrir fyrra gildi raunverðbólgunnar. Með jöfnu 14 má sjá að fyrra gildi verðbólgunnar hefur mesta forspárgildið fyrir verðbólgu dagsins í dag í öllum tilfellum, skýringargildið bætist til muna í öllum tilfellum.

6.2 Tölfræðiþróf

6.2.1 F-próf

Með F-prófi er jafnan prófuð í heild. Ekki er hægt að framkvæma F-próf á jöfnum 11 og 12 því að þær jöfnur hafa ekki fasta. Samkvæmt F-prófi eru stuðlarnir í jöfnum 13 og 14 í heild sinni marktækir. Niðurstöðurnar má sjá í töflu 7.

Tafla 7. Niðurstöður F-prófs

	<i>Skuldabréfamarkaður</i>	
	Jafna 13	Jafna 14
F-gildi	48,8578	61,0136
Prob (F-statistic)	0,0000	0,0000
	<i>Heimili</i>	
	Jafna 13	Jafna 14
F-gildi	36,3297	50,8801
Prob (F-statistic)	0,0000	0,0000
	<i>Fyrirtæki</i>	
	Jafna 13	Jafna 14
F-gildi	37,8925	72,76
Prob (F-statistic)	0,0000	0,0000

6.2.2 Misleitni (e. heteroscedasticity)

Prófað var fyrir misleitni með White prófi. Niðurstöðurnar má sjá í töflu 8.

Tafla 8. White-próf

	<i>Skuldabréfamarkaður</i>			
	Jafna 11	Jafna 12	Jafna 13	Jafna 14
TR^2	1,6650	3,4320	17,3890	23,5689
$\chi^2(m)$	0,1948	0,3297	0,0024	0,0050
	<i>Heimili</i>			
	Jafna 11	Jafna 12	Jafna 13	Jafna 14
TR^2	1,6316	1,8836	9,2483	19,2632
$\chi^2(m)$	0,2015	0,5969	0,0996	0,0230
	<i>Fyrirtæki</i>			
	Jafna 11	Jafna 12	Jafna 13	Jafna 14
TR^2	13,7024	12,2659	5,9673	14,8244
$\chi^2(m)$	0,0002	0,0065	0,3094	0,0959

Prófstærðin er hvergi stærri en kritíska gildið, það er því ekki hægt að hafna núlltilgátunni um að frávikin séu einsleit. Það er því ekki gert ráð fyrir að það sé misleitni í gögnunum.

6.2.3 Sjálffylgni (e. autocorrelation)

Niðurstöður Durbin-Watson prófs sýna fram á jákvæða sjálffylgni í jöfnum 11, 12 og 13 fyrir skuldabréfamarkaðinn. Ekki er vísbending um sjálffylgni í jöfnu 14 (sjá töflu 9).

Tafla 9. Niðurstöður sjálffylgniþrófs fyrir verðbólguvæntingar skuldabréfamarkaðar

	<i>Skuldabréfamarkaður</i>			
	Jafna 11	Jafna 12	Jafna 13	Jafna 14
DW	0,1156	0,5975	1,079	1,601372
d_L	1,21	1,15	1,15	1,1
d_U	1,32	1,38	1,38	1,44
4 – d_U	2,68	2,62	2,62	2,56
4 – d_L	2,79	2,85	2,85	2,9
	Hafna H_0 : Jákvæð sjálffylgni	Hafna H_0 : Jákvæð sjálffylgni	Hafna H_0 : Jákvæð sjálffylgni	Ekki hægt að hafna H_0 : Ekki vísbending um sjálffylgni

Niðurstöður Durbin-Watson prófs fyrir heimilin sýna fram á jákvæða sjálffylgni í jöfnum 11 og 13. Ekki er nógu sterk niðurstaða til að meta jöfnu 12 og ekki er vísbending um sjálffylgni í jöfnu 14 (sjá töflu 10).

Tafla 10. Niðurstöður sjálffylgniþrófs fyrir verðbólguvæntingar heimila

	<i>Heimili</i>			
	Jafna 11	Jafna 12	Jafna 13	Jafna 14
DW	1,0882	1,2337	0,8295	1,7479
d_L	1,18	1,13	1,13	1,07
d_U	1,3	1,36	1,36	1,43
4 – d_U	2,7	2,64	2,64	2,57
4 – d_L	2,82	2,87	2,87	2,93
	Hafna H_0 : Jákvæð sjálffylgni	Ekki hægt að meta	Hafna H_0 : Jákvæð sjálffylgni	Ekki hægt að hafna H_0 : Ekki vísbending um sjálffylgni

Durbin-watson próf á jöfnum um væntingar fyrirtækja sýna hvergi fram á sjálffylgni í gögnunum (sjá töflu 11).

Tafla 11. Niðurstöður sjálffylgniþrófs fyrir verðbólguvæntingar fyrirtækja

	<i>Fyrirtæki</i>			
	Jafna 11	Jafna 12	Jafna 13	Jafna 14
DW	1,8444	2,0167	1,265	2,2171
d_L	1,16	1,1	1,1	1,04
d_U	1,28	1,35	1,35	1,43
$4 - d_U$	2,72	2,65	2,65	2,57
$4 - d_L$	2,84	2,9	2,9	2,96
	Ekki hægt að hafna H_0 : Ekki vísbending um sjálffylgni	Ekki hægt að hafna H_0 : Ekki vísbending um sjálffylgni	Ekki hægt að meta	Ekki hægt að hafna H_0 : Ekki vísbending um sjálffylgni

Sjálffylgni kemur því fyrir á nokkrum stöðum en hrein sjálffylgni leiðir ekki til bjagaðs mats en afleiðing sjálffylgni getur verið sú að staðalfrávik eru ofmetin en það getur leitt til ómarktækra tilgátuprófana. Sjálffylgni skapast oft vegna þess að líkan er ekki rétt skilgreint, það vantar skýribreytu eða rangt fallform er notað. Skekkjuliðurinn tekur þá oft til sín áhrif vegna breyta sem vantar í jöfnuna. Þetta þýðir að t.d. ef það vantar eina skýribreytu eða rangt fallform er notað, koma áhrifin fram sem hluti af skekkjuliðnum. Jafna sem er rangt skilgreind hefur því skekkjulið sem inniheldur hluta af áhrifunum af slepptum breytum og/eða hluta af áhrifunum vegna rangs fallforms. Þessi skekkjuliður getur því verið sjálffylgin (Studenmund, 2006).

6.3 Nákvæmni verðbólguvæntinga og verðbólguþá Seðlabanka Íslands

Tafla 12 sýnir niðurstöður útreikninga um nákvæmni verðbólguvæntinga og verðbólguþá Seðlabanka Íslands.

Tafla 12. Niðurstöður útreikninga á nákvæmni verðbólguvæntinga og verðbólguþá Seðlabanka Íslands

	<i>Verðbólguþá Seðlabankans</i>	<i>Einföld spá um óbreytt ástand</i>	<i>Verðbólguvæntingar skuldabréfamarkaðar</i>	<i>Verðbólguvæntingar heimila</i>	<i>Verðbólguvæntingar fyrirtækja</i>
MAE	0,5667	0,6339	2,4682	1,4425	3,3383
RMSE	0,9061	0,8461	3,1711	1,8421	5,1810
Theil-stuðull	0,0107	1	3,7480	2,1772	6,1235
UB	0,04	0,00	0,00	0,05	0,35
UV	0,05	0,00	0,00	0,19	0,08
UC	0,94	1,01	1,01	0,79	0,60

Meðalskekkja (MAE) sýnir meðalfrávik spánna frá mældri verðbólgu. Því lægri sem stuðullinn er því betri er spáin/væntingarnar því að ef spáin er rétt fyrir hvern mánuð eru öll gildin jöfn núlli. Meðalskekkja kemur best út fyrir verðbólguþá Seðlabankans og næst best þegar skoðuð er einföld spá um óbreytt ástand frá fyrri mánuði. Gildið fyrir verðbólguvæntingar heimilanna er síðan best af væntingunum þremur en lélegastar eru væntingar fyrirtækja. Kvaðratfrávik (RMSE) sýnir svipaðar niðurstöður en þar er þó einfalda spáin aðeins betri en spá Seðlabankans. Óvissan í væntingum fyrirtækjanna er mest, því næst í væntingum skuldabréfamarkaðarins og minnst er óvissan í væntingum heimilanna.

Þegar skipting kvaðratfráviksins er skoðuð sést að í öllum tilfellum má rekja spáskekkjuna að stærstum hluta til slembiskekkju. Væntingar fyrirtækja sýna þó lægstu slembiskekkjuna af flokkunum fimm en á móti kemur hærri kerfisbundin ofspá/vanspá. Samkvæmt þessu eru því væntingar fyrirtækjanna lélegastar því að í góðri spá er kerfisbundin skekkja sem allra minnst.

Theil-stuðullinn sýnir sömu niðurstöður og áður hefur komið fram. Gildi undir einum gefur til kynna að líkanið sé betra en einfalda líkanið og er verðbólguþá Seðlabankans eina sem hefur gildi undir einum. Theil-stuðullinn fyrir verðbólguvæntingarnar þrjár er alls staðar hærri en einn sem þýðir að einfalda líkanið er í öllum tilfellum betra til að spá fyrir um verðbólgu en væntingarnar. Væntingar heimilanna sýna þó skástu niðurstöðuna af væntingunum þremur, því næst væntingar skuldabréfamarkaðarins og lakastar eru væntingar fyrirtækjanna.

7 Lokaorð

Verðbólguvæntingar endurspeglar traust almennings á peningastefnunni og eru því mikilvægur þáttur í verðbólguþjórnun Seðlabanka Íslands. Verðbólguþspá Seðlabankans er einnig mikilvægur þáttur í verðbólguþjórnun þar sem að hún er nokkurs konar millimarkmið peningastefnunnar. Í ritgerðinni var greint frá þremur líkönum af myndun verðbólguvæntinga í hagfræði: hagsýnisvæntingum, aðlögunarvæntingum og dvínandi væntingum. Einnig var skýrt frá mismunandi leiðum við að mæla verðbólguvæntingar og skoðað hvað rannsóknir hafa sýnt að hafi áhrif á væntingamyndun almennings. Í rannsókninni var lagt mat á væntingamyndun með aðhvarfsgreiningu á líkani aðlögunarvæntinga. Einnig var lagt mat á spágildi væntinga og verðbólguþspár Seðlabanka Íslands.

Samkvæmt niðurstöðum aðhvarfsgreiningar rannsóknarinnar má sjá að verðbólguvæntingar heimilanna á rannsóknartímabilinu mynduðust að stærstum hluta út frá fyrri spáskekkjum. Verðbólguvæntingar fyrirtækjanna stýrðust hins vegar að mjög litlum hluta af fyrri spáskekkjum. Jafnan hafði þó mjög lágt skýringargildi og því þarf að gæta varúðar við túlkun á þeim niðurstöðum. Væntingar skuldabréfamarkaðarins horfðu bæði til fyrri spáskekkju og til spáskekkju framtíðarinnar þegar væntingar voru myndaðar. Þegar forspágildi verðbólguvæntinganna var metið sást að verðbólguþspá Seðlabankans skýrði raunverðbólguna betur en verðbólguvæntingarnar í öllum tilfellum. Þegar fyrri gildi verðbólgunnar var bætt við jöfnuna sást að það hafði mesta forspárgildið fyrir verðbólguna.

Meðalskekkja og kvaðratfrávik væntinganna og verðbólguþspárinnar sýndi fram á að verðbólguþspá Seðlabankans er mun áreiðanlegri mælistærð við að spá fyrir um verðbólguna heldur en væntingar heimila, fyrirtækja og skuldabréfamarkaðarins. Einnig kom í ljós að einföld spá um óbreytt ástand verðbólgunnar hafði meira forspárgildi en verðbólguvæntingarnar. Þegar Theil-stuðull var reiknaður sást einnig að líkanið skilaði í öllum tilfellum betri spá en verðbólguvæntingarnar. Verðbólguþspá Seðlabankans sýndi hins vegar fram á betri spá en einfalda spáin út frá Theil-stuðlinum. Af verðbólguvæntingunum þremur voru væntingar heimilanna réttastar miðað við raunverðbólguna, þar á eftir komu væntingar skuldabréfamarkaðarins og lélegastar voru væntingar fyrirtækjanna.

Verðbólguþá Seðlabanka Íslands er besta mælistærðin við að spá fyrir um verðbólguna af þeim mælistærðum sem skoðaðar voru. Það er því ekki hægt að segja að nota mætti verðbólguvæntingar almennings við að spá fyrir um verðbólgu frekar en verðbólguþá Seðlabankans. Mikilvægt er þó að fylgjast með verðbólguvæntingum og skoða hvernig þær þróast miðað við raunverðbólguna. Stefna ætti að því að vinna markvisst að því að auka traust almennings á aðgerðum peningastjórnvalda því að þá ættu væntingarnar að haldast sem næst raunverðbólgunni sem ætti að skila sér í lægri verðbólgu. Á Íslandi eru rannsóknir á verðbólguvæntingum af skornum skammti og mætti bæta úr því til að auka þekkingu á hugtakinu og svo hægt sé að hafa áhrif á væntingarnar.

Heimildaskrá

- Arnór Sighvatsson (2007). Að róa í hafstraumum alþjóðlegs fjármagns – Reynsla Íslands af framkvæmd peningastefnu í litlu opnu hagkerfi í hnattvæddum heimi. *Fjármálatíðindi*, 54, 56-79. Sótt 29. júní 2010 af <http://www.sedlabanki.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=5642>
- Ásgeir Daníelsson (2009). Verðtrygging og peningastefna. *Efnahagsmál*, 1, 3-12. Sótt 27. júní 2010 af <http://www.sedlabanki.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=6809>
- Atkeson, A. og Ohanian, L.E. (2001). Are Phillips Curves Useful for Forecasting Inflation? *Federal Reserve Bank of Minneapolis, Quarterly Review*, 25, 2-11. Sótt 24. nóvember 2011 af <http://www.mpls.frb.org/research/QR/QR2511.pdf>
- Bakhshi, H. og Yates, A. (1998). Are UK inflation expectations rational? *Bank of England*. Sótt 5. desember 2011 af http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=115789
- Blanchflower, D.G. og MacCoille, C. (2009). The formation of inflation expectations: An empirical analysis for the UK. *National bureau of economic research*. Cambridge. Sótt 5. desember 2011 af http://www.nber.org/papers/w15388.pdf?new_window=1
- Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance* (2. útgáfa). New York: Chambridge university press.
- Carroll, C.D. (2003). Macroeconomic expectations of households and professional forecasters. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(1), 269-298. Sótt 8. desember 2011 af <http://qje.oxfordjournals.org/content/118/1/269.short>
- Cecchetti, S.G., Chu, R.S og Steindel, C. (2010). The Unreliability of Inflation Indicators. *Current issues in economics and finance*, 6(4),1-6 . Federal reserve bank of New York. Sótt 24. nóvember 2011 af http://www.nyfedeconomists.org/research/current_issues/ci6-4.pdf
- Crujisen, C. og Demerzis, M. (2006). The impact of central bank transparency on inflation expectations. *European Journal of Political Economy*, 23, 51-66. Sótt 8. desember 2011 af <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0176268006000887>
- Doepke, J., Dovern, J., Fritsche, U. Og Slacalek, J. (2008). The dynamics of European inflation expectations. *The B.E. Journal of Macroeconomics (Topics)*, 8(1). Sótt 8. desember 2011 af <http://www.bepress.com/bejm/vol8/iss1/art12/>
- El-Shagi, M. (2011). Inflation expectations: Does the market beat econometric forecasts? *North American Journal of Economics and finance*, 22, 298-319. Sótt 20. nóvember 2011 af <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1062940811000313>

- Figlewski, S. og Wachtel, P. (1981). The formation of inflationary expectations. *The Review of Economics and Statistics*, LXIII. Sótt 14. desember 2011 af <http://www.jstor.org/stable/10.2307/1924211>
- Fountas, S. (2001). The relationship between inflation and inflation uncertainty in the UK: 1885-1998. *Economics Letters*, 74, 77-83. Sótt 8. desember 2011 af <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165176501005225>
- Incapital (e.d.). *Break-even inflation*. Sótt 7. nóvember 2011 af <http://www.inflation-linked.com/breakeven.html>
- Jonung, L. og Laidler, D. (1988). Are perceptions of inflation rational? Some evidence for Sweden. *American Economic Association*. Sótt 14. desember 2011 af <http://www.jstor.org/stable/1807167>
- Katrín Ólafsdóttir og Kári Sigurðsson (2008). Hversu vel tekst til með verðbólguþárgreiningardeilda? *Ru institute for Research in Finance and Economics*. Sótt 20. nóvember 2011 af http://mpa.ub.uni-muenchen.de/18288/1/MPRA_paper_18288.pdf
- Lamla, M.J. og Lein, S.M. (2008). The Role of Media for Consumers' Inflation Expectation Formation. *Swiss Federal Institute of Technology Zurich*. Sótt 5. desember 2011 af http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1150774
- Muth, J.F. (1960). Optimal properties of exponentially weighted forecasts. *Journal of the American statistical association*, 55, 299-306. Sótt 15. desember 2011 af <http://www.jstor.org/pss/2281742>
- Muth, J.F. (1961). Rational expectations and the theory of price movements. *Econometrica*, 29(3), 315-355. Sótt 10. janúar 2012 af <http://search.proquest.com/docview/214667711/1343293F15841B70916/1?accountid=27513>
- Seðlabanki Íslands (2006). Aðferðir Seðlabankans við verðbólguþárgreiningu. *Peningamál*, 26, 46-47. Sótt 21. nóvember 2011 af <http://sedlabanki.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=3713>
- Seðlabanki Íslands (2008). Mikilvægi traustar kjölfestu verðbólguvæntinga. *Peningamál*, 32, 10-11. Sótt 2. janúar 2012 af <http://sedlabanki.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=5851>
- Seðlabanki Íslands (2001). Nýr rammi peningastefnunnar. *Peningamál*, 7, 39-44. Sótt 20. nóvember 2011 af <http://www.sedlabanki.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=1287>
- Seðlabanki Íslands (2011). Peningastefnan og stjórnþæki hennar. *Peningamál*, 46, 69-71. Sótt 15. nóvember 2011 af <http://www.sedlabanki.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=9148>

- Seðlabanki Íslands (2011). Reynsla af spám Seðlabanka Íslands. *Peningamál*, 46, 63-68. Sótt 29. nóvember 2011 af <http://sedlabanki.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=9147>
- Seðlabanki Íslands (2011). *Verðbólguþáttur*. Sótt 29. nóvember 2011 af <http://sedlabanki.is/?PageID=61>
- Shen, P. (2006). Liquidity Risk Premia and Breakeven Inflation Rates. *Economic review, second quarter*. Sótt 7. nóvember 2011 frá Federal Reserve bank of Kansas city af <http://kcfed.org/Publicat/ECONREV/PDF/2Q06Shen%28rvd%29.pdf>
- Shen, P. (1998). How important is the inflation risk premium. *Economic review, forth quarter*. Sótt 14. júní 2010 frá Federal Reserve bank of Kansas city af <http://www.kc.frb.org/publicat/econrev/PDF/4q98shen.pdf>
- Studenmund, A.H. (2006). *Using Econometrics, a practical guide* (5. útgáfa). Boston: Pearson Education.
- Þórarinn G. Pétursson (2000). Gengis- eða verðbólguþáttur mið við stjórn peningamála? *Peningamál*, 2, 32-40. Sótt 29. nóvember 2011 af http://www.sedlabanki.is/uploads/files/pm001_5.pdf

Viðauki 1 - Tölfræðiþróf

F-próf

Með F-prófi er jafnan prófuð í heild. Niðurstaðan sýnir í raun hvort jafnan sé betri en ef notast er við meðaltalið. Núlltilgátunni um að stuðlarnir séu núll er hafnað ef reiknað F-gildi er stærra en krítíska gildið. Ef krítíska gildið er hins vegar stærra en reiknaða F-gildið er ekki hægt að hafna núlltilgátunni og það er því ekki hægt að segja að stuðlarnir séu marktækt frábrugðnir núlli (Brooks, 2008).

White próf

Misleitni er prófuð með white-prófi. Ef χ^2 prófstærðin er stærri en krítíska gildið þá er núlltilgátunni um að frávikin séu einsleit hafnað og sagt að þau séu misleit $TR^2 \sim \chi^2(m)$. Ein af klassísku forsendum aðhvarfsgreiningar með OLS gerir ráð fyrir því að skekkjuliðurinn hafi fasta dreifni, það er þekkt sem forsendan um einsleitni. Ef skekkjuliðurinn hefur ekki fasta dreifni er hann sagður hafa misleitni (Brooks, 2008).

Durbin Watson próf

Durbin-Watson próf er notað til að prófa hvort um er að ræða fyrstu gráðu sjálffylgni með því að skoða leifarnar. Það prófar sambandið milli skekkjuliðarins og síðasta gildi hans. Durbin-Watson gerir ráð fyrir að núll tilgátan sé að skekkjuliðir á tíma $t-1$ og tíma t séu óháðir hver öðrum og ef henni er hafnað er ályktað sem svo að það sé vísbending til þess að samband sé á milli skekkjuliða. Ákvörðunarreglur Durbin-Watson prófsins má sjá á mynd 5 (Brooks, 2008).

Aðgerð	Ef DW á bilinu:
Hafna H_0 : Jákvæð sjálffylgni	0 til d_L
Ekki hægt að meta	d_L til d_U
Ekki hægt að hafna H_0 : Ekki vísbending um sjálffylgni	d_U til $4-d_U$
Ekki hægt að meta	$4-d_U$ til $4-d_L$
Hafna H_0 : Neikvæð sjálffylgni	$4-d_L$ til 4

Mynd 5. Ákvörðunarreglur Durbin-Watson prófsins

Eiginfylgni er brot á klassísku forsendunni um að athuganir á skekkjulið séu óháðar hvor annarri. Með öðrum orðum að engin fylgni sé á milli þeirra. Ef það er fylgni milli skekkjuliðanna er sagt að þeir séu sjálffylgnir eða hafi eiginfylgni.

Afleiðingar eiginfylgni eru:

1. Hrein eiginfylgni leiðir ekki til bjagaðs mats
2. Eiginfylgni eykur staðalfrávik – ef jákvæð eiginfylgni
3. OLS vanmetur staðalfrávik stuðla sem leiðir til óáreiðanlegra tilgátuprófa

(Brooks, 2008).