

## Framvirkir vextir og notkun þeirra í greiningu Seðlabankans

Í þjóðhags- og verðbólguþá Seðlabankans er gert ráð fyrir að vextir og gengi gjaldmiðla haldist óbreytt út spátímabilið. Ástæðan er sú að Seðlabankinn hefur áhuga á því að vita hver þróun efnahagsmála verður miðað við óbreytta vexti og gengi og tekur í ljósi niðurstöðunnar ákvörðun um aðgerðir í peningamálum til að ná verðbólgu-markmiði bankans. Spá byggð á óbreyttri peningastefnu og gengi getur hins vegar verið nokkuð misvísandi, sérstaklega þegar ljóst er að mikilvægar forsendur muni ekki halda. Forsendan um óbreytta vexti kann að vera afdrifarík þegar verðbólga er langt frá verðbólgu-markmiði bankans eða fyrirsjáanlegir skellir framundan og því einsýnt að herða þurfi aðhald í peningamálum. Væntingar um slíkt aðhald birtast meðal annars í ávöxtunarkröfu á markaði. Í síðustu útgáfu *Peningamála* var birt frávíksdæmi frá meginþá bankans þar sem gert var ráð fyrir breytilegum vöxtum og gengi. Í þeirri spá voru stýrivextir látnir þróast samkvæmt fólgnum framvirkum vöxtum.

Framvirku vextirnir eru reiknaðir út frá vaxtarófi stundarvaxta, þ.e. framvirku vextirnir eru fólgnir í þeim vöxtum sem gilda á markaði á hverri stundu. Gerum t.d. ráð fyrir að viðskipti fari fram í Kauphöllinni með skuldabréf að nafnvirði 100 kr. með lokadag eftir tvö ár á verðinu 91,573. Með einföldum vaxtareikningi má finna ávöxtunarkröfu bréfsins  $r_2 = 4,5\%$  sem jafnframt eru stundarvextir á markaðnum til tveggja ára. Með því að skoða fleiri viðskipti kemur fram mynd af ósamfelldu vaxtarófi. Vaxtarófið segir ekki eingöngu til um hverjir vextirnir verða frá deginum í dag til lokadags heldur eru í vaxtarófinu fólgnar upplýsingar um vænta vexti í framtíðinni. Gerum ráð fyrir að fjárfesti standi til boða að fjárfesta í framangreindu skuldabréfi til tveggja ára, en jafnframt að fjárfesta í skuldabréfi til eins árs, að sama nafnvirði, sem hann getur svo endurnýjað að einu ári liðnu á þekktum vöxtum. Til þess að ekki myndist högnunartækifæri (e. arbitrage) á markaðnum verða báðir fjárfestingarkostirnir að teljast sambærilegir og þá þarf að gilda að:

$$(1) \quad \frac{100}{(1+r_2)^2} = \frac{100}{(1+r_1)(1+f)}$$

þar sem  $r_1$  táknar stundarvexti til eins árs,  $r_2$  táknar stundarvexti til tveggja ára og  $f$  táknar fólgnu framvirka vexti eftir eitt ár til eins árs. Ef gert er ráð fyrir að stundarvextir til eins árs samkvæmt vaxtarófinu séu  $r_1 = 3,5\%$ , má reikna út fólgnu framvirku vextina á eftirfarandi hátt:

$$(2) \quad f = \frac{(1+r_2)^2}{(1+r_1)} - 1 = \frac{1,045^2}{1,035} - 1 = 5,51\%$$

Við túlkun framvirku vaxtanna þarf að hafa í huga að þeir geta innihaldið áhættuálag (e. forward term premium) ofan á vænta stundarvexti vegna óvissu um framtíðarþróun vaxta. Þetta hefur ekki verið rannsakað fyrir íslenskan markað, en Svensson (1994) bendir á að í erlendum rannsóknum er mat á áhættuálaginu jafnan fremur lítið.

Samfellt vaxtaróf er ekki sýnilegt á markaði, heldur einungis ósamfelld tengsl einstakra bréfa og tíma. Þær upplýsingar er hins vegar hægt að nota til þess að meta samfellt fall, sem lýsir vaxtarófinu. Nokkrar aðferðir eru algengar við að meta samfellt vaxtaróf. Upphafið má rekja til aðferða McCulloch (1971, 1975) sem notaði brúunaraðferðir (e. cubic spline) til að brúa afvaxtafallið (e. discount function). Þegar búið er að meta vaxtarófið má reikna út fölgna framvirka vexti á sambærilegan hátt og gert var hér að framan. Vegna þess að matið getur verið nokkuð óstöðugt (sérstaklega í lengri enda vaxtarófsins) þegar notaðar eru brúunaraðferðir, hafa aðrar aðferðir orðið vinsælli í seinni tíð, t.d. aðferðir Nelson og Siegel (1987) ásamt viðbótum Svensson (1994). Aðferð þeirra er sú að meta eftirfarandi jöfnu fyrir fölgnu framvirku vextina:

$$(3) \quad f(m; \beta) = \beta_0 + \beta_1 \exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right) + \beta_2 \frac{m}{\tau_1} \exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right) + \beta_3 \frac{m}{\tau_2} \exp\left(-\frac{m}{\tau_2}\right)$$

þar sem  $f$  táknar framvirka vexti sem eru fall af lokadegi og  $m$  stikunum  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \tau_1$  og  $\tau_2$ .<sup>1</sup> Jafnan samanstendur því af fjórum hlutum (Nelson og Siegel gerðu ráð fyrir þremur hlutum en Svensson bætti aftasta liðnum í jöfnunni við). Fyrsti hlutinn er fasti  $\beta_0$ . Síðan er einhalla hluti  $\beta_1 \exp(-m/\tau_1)$  sem virkar sem aðfella sem á að tryggja að þegar nálgast lengri enda framvirka vaxtarófsins nálgist framvirku vextirnir  $\beta_0 + \beta_1$  (sem þarf að vera jákvæð tala til að tryggja jákvæða vexti). Síðustu tveir hlutarnir í jöfnunni gera það mögulegt að hafa vaxtarófið kryppulaga. Með aðferð Nelson og Siegel er hægt að setja eina kryppu á vaxtarófið en aðferð Svensson gerir ráð fyrir að hægt sé að hafa tvær kryppur á vaxtarófinu.

Til að geta notað jöfnuna þarf að meta stikana sex. Það er gert með því að tegra jöfnuna til að finna stundarvexti. Þegar stundarvextir hafa verið fundnir er síðan einfalt að reikna út afvaxtafallið. Til að finna stikana má annaðhvort lágmarka verðmismun eða vaxtamismun. Að lágmarka verðmismun felur í sér að lágmarka mismuninn á milli reiknaðs verðs út frá vaxtarófinu og raunverulegs verðs bréfanna með því að nota afvaxtafallið. Þar sem vextir hafa lítil áhrif á verð bréfanna á stutta enda vaxtarófsins getur lágmarkun verðmismunar leitt til ónákvæms mats á þeim enda vaxtarófsins. Þess í stað er vaxtamunur lágmarkaður í aðferð Seðlabankans, þ.e. munurinn á milli vaxta samkvæmt vaxtarófinu og raunverulegra vaxta bréfanna. Þegar mati á stikum líkansins er lokið fæst jafna sem lýsir vaxtarófinu á tilteknum tíma.

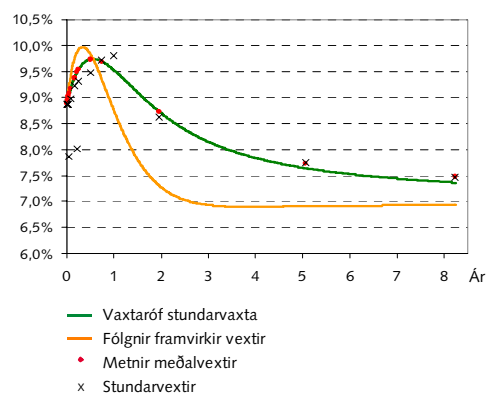
1. Hér eru fölgirnir framvirkir vextir samfelldir (e. continuously compounded). Mun þægilegra er að nota samfellda vexti við mat á þessu falli, en auðvelt er að breyta þeim í t.a.m. vikuvexti með því að nota  $r_v = d(\exp(r_f/d) - 1)$  þar sem  $r_v$  táknar vikuvexti,  $r_f$  táknar samfellda vexti og  $d$  er fjöldi daga.

Áður en vaxtarófið er metið þarf að ákveða hvaða upplýsingar skal nota til að reikna út vaxtarófið. Fyrir seðlabanka á verðbólgu-markmiði er sérstaklega áhugavert að nálgast upplýsingar um væntingar á fjármálamörkuðum um þróun stýrivaxta til u.þ.b. næstu tveggja ára. Stýrivextir gilda í endurhverfum viðskiptum til einnar viku í senn og því er áhugavert að skoða væntingar um þróun einnar viku vaxta í framtíðinni. Óverðtryggð ríkistryggð bréf eru vanalega notuð sem grunnur að vaxtarófi óverðtryggðra vaxta. Ástæðan er einkum sú að markaðurinn með þessi bréf er virkari en markaðir með önnur skuldabréf. Einnig bera þau lágmarks vanskilaáættu ólíkt fyrirtækjabréfum, en markaður með fyrirtækjabréf er of lítil hér á landi til að koma að gagni við mat á vaxtarófi. Í mati á vaxtarófinu hefur Seðlabankinn einnig notað vexti á millibankamarkaði.<sup>2</sup> Ókosturinn við vexti á millibankamarkaði er að þar er ekki verslað með skuldabréf og þess vegna geta vextir á millibankamarkaði verið nokkuð frábrugðnir vöxtum á skuldabréfamarkaði jafnvel þótt lokadagur sé svipaður.<sup>3</sup> Kostirnir eru hins vegar þeir að miklu meiri upplýsingar fást um vaxtarófið. Upp á síðkastið hefur t.a.m. verið nokkurt ósamræmi milli vaxta ríkisvixla og vaxta á millibankamarkaði sem fyrst og fremst má rekja til misræmis í framboði og eftirspurn eftir ríkisvixlum.

Á mynd 1 getur að líta mat á vaxtarófi stundarvaxta til einnar viku þann 23. febrúar sl. Metna vaxtarófið rís dálítið hraðar en vextir á millibankamarkaði gefa tilefni til, þ.e. metnu vextirnir verða ríflega 9,7% eftir rúmlega hálfu ári, en millibankamarkaðsvextir fyrir sama tíma tæplega 9,5%. Vextir ríkisvixla skera sig úr þar sem ávöxtunarkrafa þeirra er um 8% þótt lokadagur þeirra sé tiltölulega skammt undan. Ef vaxtarófið hefði einungis verið metið með ríkisbréfum og ríkisvixlum hefði matið orðið nokkuð ólíkt þar sem ávöxtunarkrafa ríkisvixla hefur verið óvenju lág upp á síðkastið. Þeir hafa þó ekki ýkja mikil áhrif á mat á vaxtarófinu í heildina vegna þess hve fáir þeir eru. Metnir meðalvextir (e. yield to maturity) eru þeir sömu og metnir stundarvextir nema fyrir þau bréf sem bera vaxtagreiðslur (e. coupon) en það á við um ríkisbréfin með lokadag eftir rúmlega fimm og átta ár. Fólgnu framvirkur vextirnir rísa mun hraðar en stundarvextirnir og ná hámarki í tæplega 10% að þremur mánuðum liðnum. Eftir það fara þeir hratt lækkandi þar til þeir verða 7% að þremur árum liðnum.

Upplýsingar um vaxtaþróun eru Seðlabankanum mikilvægar. Breytingar í markaðsvöxtum hafa áhrif á innlenda eftirspurn og þar með verðbólgunu. Nokkurn tíma tekur hins vegar þar til áhrifin koma fram og þarf Seðlabankinn því að horfa allnokkur misseri fram á veginn við vaxtaákvarðanir. Með því að fylgjast með þróun á fjármálamörkuðum getur Seðlabankinn nálgast upplýsingar um ástand þjóðarbúskaparins og

Mynd 1  
Vaxtaróf stundarvaxta og fólgnir framvirkir vextir 23. febrúar 2005



Heimild: Seðlabanki Íslands.

- Í síðasta hefti *Peningamála* voru fólgnir framvirkir vextir einungis reiknaðir út frá ríkisvixlum og ríkisbréfum. Síðan þá hefur verið unnið að nokkurri endurskoðun á aðferðafræðinni og því eru vextir á millibankamarkaði með krónur að þessu sinni einnig notaðir við að meta vaxtarófið. Þegar Seðlabankinn notar framvirka vexti til að spá fyrir um þróun stýrivaxta er stystu vöxtum á millibankamarkaði skipt út fyrir stýrivexti. Unnið er áfram að nánari útfærslu á þessari aðferðafræði.
- Vextir á millibankamarkaði eru flatir og því þarf að leiðrétta þá til að hægt sé að bera þá saman við vexti á skuldabréfamarkaði. Einnig eru vaxtareglur á mörkuðunum ekki þær sömu. Notast er við reikniregluna raunverulegur dagafjöldi/360 dagar á millibankamarkaði en reiknireglan 30/360 dagar gildir í viðskiptum með skuldabréf.

stöðuna í peningamálum á komandi misserum. Með fyrirvara um áhættuálag má túlka fóligna framvirka vexti sem spá markaðarins um vexti í framtíðinni til einnar viku í senn, sambærilegt við stýrivexti Seðlabankans. Það gerir Seðlabankanum kleift að fylgjast með væntingum markaðsaðila til aðgerða bankans. Þessa vexti getur bankinn síðan notað við gerð verðbólguþáttar með breytilegum vöxtum eins og gert var í *Peningamálum* 2004/4.

Með því að reikna jafnframt út vaxtaróf fyrir verðtryggða vexti getur bankinn einnig fengið upplýsingar um verðbólguvæntingar markaðarins, sem er munur verðtryggðra og óverðtryggðra stundarvaxta framtíðarinnar. Væntingar markaðsaðila um verðbólgu gefa vísendingar um hversu trúverðugar aðgerðir Seðlabankans eru. Ef væntingar eru töluvert frá verðbólguþáttar bankans gefur það vísendingu um skort á trúverðugleika peningastefnunnar.

*Heimildir:*

- McCulloch, J. H., (1971), „Measuring the term structure of interest rates“, *Journal of Business*, 44, bls. 19-31.
- McCulloch, J. H., (1975), „An Estimate of the Liquidity Premium“, *Journal of Political Economy*, 83, bls. 62-63.
- Nelson, C. R., og A. F. Siegel (1987), „Parsimonious modeling of yield curves“, *Journal of Business*, 60, bls. 473-489.
- Svensson, L. E. O., (1994), „Estimating and interpreting forward interest rates: Sweden 1992-1994“, *Working Paper* nr. 4871, National Bureau of Economic Research.