

# Nóbelsverðlaunin í hagfræði árið 2004

## Ósamkvæmni, hagstjórn og drifkraftar hagsveiflna

Grein af vef Nóbelsstofnunarinnar í þýðingu Sveins Agnarssonar

*Ágrip:* Nóbelsverðlaunin í hagfræði árið 2004 féllu Finn Kydland og Edward Prescott í skaut fyrir rannsóknir þeirra á tveimur náskyldum sviðum þjóðhagfræði: hagstjórn og hagsveiflum. Tvímenningarnir bentu á að vegna þess að til staðar væri grundvallarmisbrestur, svokallaður ósamkvæmnivandi, gætu stjórnvöld átt erfitt með að stjórna efnahagsmálum á þá leið sem heppilegast væri frá sjónarhóli þegnanna. Þau yrðu að fylgja trúverðugri stefnu en það gæti orðið þrautin þyngrri að hvika ekki frá fyrri stefnu og stjórna með geðþótta. Þeir urðu einnig fyrstir til að sýna hvernig breytingar í tækniþróun, sem er stór þáttur í framleiðni og langtímahagvexti, hefðu ekki aðeins áhrif á hagkerfið til lengri tíma lítið heldur einnig í bráð. Þau líkön sem Kydland og Prescott notuðu til að skoða samband tæknibreytinga og hagsveiflna byggðust á traustum rekstrarhagfræðilegum grunni og sú aðferðafræði sem lá að baki líkani þeirra gerbreytti sýn hagfræðinga á haglíkanagerð. Rannsóknir þeirra hafa bæði haft mikil áhrif á fræðilegar rannsóknir og ekki síður hagfræðilega ráðgjöf og hagstjórn.

*Lykilorð:* Ósamkvæmni, trúverðugleiki, hagstjórn, tæknibreytingar, framboðsskellir, hagsveiflur.

*JEL:* E32, E61.

## 1. Inngangur

### 1.1 Bakgrunnur

Á fyrstu árum eftir seinna stríð var keynesismi alls ráðandi í þjóðhagfræðilegri hugsun. Grunnsteifið í þeim fræðum var að skammtímasveiflur í framleiðslu og atvinnustigi mætti einkum rekja til breytinga í heildareftirspurn, þ.e. vilja fjárfesta til að ráðast í framkvæmdir og neytenda til að kaupa vöru og þjónustu. Vandí hagstjórnar fælist í að stjórna þessari heildareftirspurn og reyna þannig að koma í veg fyrir sviptingar í framleiðslu. Þessar hugmyndir byggðust á biturri reynslu kreppuára fjórða áratugarins þegar mikill og viðvarandi samdráttur heltók hagkerfi hins vestræna heims: framleiðsla féll, atvinna minnkaði og nýting fjármuna dróst saman. Að mati keynesískra hagfræðinga hafði kreppan sýnt svart á hvítu hve óstöðugt hið frjálsa markaðskerfi væri, og þess vegna væri því ekki treystandi einu og sér til að sjá til þess að koma jafnvægi á milli framboðs og eftirspurnar. Hér hefði ríkisvaldið mikilvægu hlutverki að gegna.

Allt fram á miðjan 8. áratuginn virtist sem hin ráðandi keynesísku viðmið væru fyllilega rétt og megnuðu fullkomlega að skýra hagsveiflur. En þá hrundi sú veröld. Hagþróun á seinni hluta þess áratugar, þegar olíukreppurnar tvær skóku hagkerfi heims, sýndi fram á ákveðna grunnbresti í fræðunum og ríkjandi hagfræðikenningar megnuðu ekki að skýra hvernig verðbólga og atvinnuleysi gat farið saman. Hinn nýi vandí – kreppuverðbólga – virtist vera náskyldur ýmsum skellum á framboðshlið hagkerfisins, svo sem olíuverðshækkunum og minnkandi framleiðni. Keynesísk hagfræði hafði gefið slíkum skellum lítinn gaum, og sú þjóðhagfræði sem var prédikuð var ófær um að leysa þessi nýju vandamál. Þvert á móti virtist hagstjórn þess tíma, hvort heldur um var að ræða fjármála- eða peningamálaaðgerðir, gera illt verra með því að styrka væntingar einkageirans um hækkandi verðlag og laun. Þessi þróun átti sér stað þótt yfirlýst stefna stjórnvalda og seðlabanka væri að halda verðbólgu í skefjum.

Keynesíska líkönin voru einnig gagnrýnd fyrir þá aðferðafræði sem bjó þeim að baki. Haglíkön þess tíma byggðust á einfölduðum jöfnukerfum (e. *reduced forms*), sem drógu saman á stuttaralegan hátt samband á milli helstu þjóðhagsstærða, svo sem framleiðslu, verðbólgu, atvinnustigs og einkaneyslu. Rannsóknir Robert Lucas á fyrri hluta áttunda áratugarins gáfu hins vegar til kynna að veigamiklir vankantar væru á þessum líkönum.<sup>1</sup> Svo virtist nefnilega sem hagstjórnin sjálf gæti haft áhrif á sambandið á milli þessara þjóðhagsstærða. Þess vegna gæti verið rangt – og beinlínis hættulegt – að miða hagstjórnina við þessi tengsl. Lucas dró þá ályktun að ekki væri hægt að gera sér nákvæma grein fyrir áhrifum hagstjórnar nema líkönin væru reist á traustum rekstrarhagfræðilegum grunni. Því yrði að smíða líkön er lýstu greinilega hvernig einstaklingar, þ.e. neytendur og fyrirtæki, hegðuðu sér. Aðeins þannig væri hægt að fá fram afgerandi niðurstöður um viðbrögð einkageirans við hagstjórn hins opinbera. Líkön sem t.d. tækju mið af vali neytenda, tækni fyrirtækja og aðstæðum á markaði væru ekki jafnlíkleg til að breytast með breyttri hagstjórn.

Á næstu árum náði gagnrýni Lucas æ betri fótfestu í fræðaheiminum og mönnum varð ljós nauðsyn þess að smíða nýjan og nothæfan kenningsamma fyrir þjóðhagfræðina. Það var þó ekkert áhlaupaverk. Hin nýju líkön urðu að hafa traustan rekstrarhagfræðilegan grunn og taka sérstakt tillit til hagstjórnar og þeirra áhrifa sem stefnumótun stjórnvalda hefur á aðila á markaði. Hið stórmerka framlag Kydland og Prescott, sem birtist í tveimur greinum, vísaði veginn fram á við í þessum efnunum.

## 1.2 Framlög í stuttu máli

Í grein sinni „Reglur fremur en geðþótti: Ósamræmi góðra gjalda“ frá 1977, veltu Kydland og Prescott fyrir sér hvernig haga skyldi hagstjórn á hverjum tíma, t.d. ákveða skatthlutfall eða peningamálaaðgerðir. Nýjung þeirra tvímenninga fólst í að benda á að allar slíkar ákvarðanir væru háðar þeim vanda sem kenndur er við ósam-

kvæmni yfir tíma. Þetta verður best útskýrt með dæmi. Ímyndum okkur skynsamlega stjórn sem horfir fram á veginn og mótar stefnu sína til framtíðar með það fyrir augum að hámarka hag þegna sinna. Kydland og Prescott sýndu fram á að ef tækifæri gæfist fyrir stjórnvöld til að hugsa sig um seinna og velja nýja stefnu sem þau teldu heppilegri, myndu valdhafar yfirleitt gjöra það. Hið merkilega við þessa niðurstöðu er að hún er hvorki afleiðing ólíkra hagsmuna stjórnvalda og þegnanna, né ónógs svigrúms valdhafa til að bregðast við óvæntum skellum. Þess í stað er hún rökréttur – en vandasamur – fylgiskur þess að þurfa að ákveða hagstjórnina á skynsamlegan hátt í síbreytilegu umhverfi, vitandi það að væntingar einkageirans geti sett hagstjórn ákveðnar skorður.

Tilurð þess vanda leiðir til þess að stjórnvöld, sem geta ekki tekið ákvarðanir um framtíðarstjórn hagkerfisins og staðið við þær, missa trúverðuleika. Almennur áttar sig á því að enda þótt stjórnin hafi lýst því yfir til hvaða aðgerða hún hyggest grípa í framtíðinni sé engan veginn víst að þau áform gangi eftir, alltént ekki nema áform stjórnvalda feli í sér hvata til þess að breyta um hagstjórnarstefnu í framtíðinni. Ákvörðun stjórnvalda um beitingu hagstjórnartækja takmarkast því hverju sinni af trúverðuleika þeirra. Stærðfræðilega má orða þetta þannig að ekki sé hægt að leysa háværkunarvandamál stjórnvalda með því að notast einvörðungu við stýrifræði (e. *control theory*), þ.e. kvika háværkun, heldur þurfi öllu fremur að notast við leikjafræði þar sem núverandi stjórnvöld og stjórnvöld framtíðar eru ólíkir leikendur. Í þessum leik þarf sérhver þátttakandi að gera sér grein fyrir viðbrögðum stjórnvalda í framtíðinni við aðgerðum stjórnvalda dagsins í dag. Leikurinn byggist því fullkomlega á skynsamlegum væntingum (e. *rational expectations*). Kydland og Prescott könnuðu bæði leiki sem snerust um almenna hagstjórn, sem og leiki sem snerust um fjármálaaðgerðir og peningamálaaðgerðir sína í hvoru lagi. Rannsóknir þeirra gáfu til kynna að ef skynsamlegar væntingar væru við lýði og stjórnvöld gætu ekki bundið sig til lengri tíma, heldur yrðu að beita geðþóttaákvörðunum hverju sinni, myndi velferð vera minni en þegar stjórnvöld gætu bundið sig til framtíðar.

1. Sjá Lucas (1972, 1973 og 1976).

Grein Kydland og Prescott hafði mikil áhrif sem náðu langt út fyrir hinn fræðilega heim og veittu nýja innsýn í hvers vegna stjórnvöldum hefði gengið jafnilla og raun bar vitni í glímuni við kreppuverðbólgu. Þeir sýndu fram á að viðvarandi há verðbólga væri ekki afleiðing óskynsamlegra hagstjórnaraðgerða, heldur öllu fremur afleiðing þess að stjórnvöld væru ófær um að halda ákveðinni stefnu til streitu. Þess vegna væri fullt eins mikilvægt að velta fyrir sér hvernig hægt væri að breyta stofnunum hagkerfisins þannig að sá vandi sem ósamkvæmni ylli yrði sem minnstur, í stað þess að hafa áhyggjur af einstökum ákvörðunum stjórnvalda. Fullyrða má að rannsóknir Kydland og Prescott hafi verið rötin að þeim breytingum sem gerðar voru á seðlabönkum víða um heim snemma á tíunda áratugnum, en þessar breytingar voru mikilvægar til þess að hægt væri að ná verðbólgu niður og viðhalda verðstöðugleika. Sú hugmynd að ósamkvæmni geti valdið stjórnvöldum erfiðleikum við hagstjórn hefur einnig orðið til þess að gera hagstjórnarfræði gildishlaðnari en ella, þar eð nú þarf ekki síður að velta fyrir sér fyrirkomulagi ýmissa stofnana, svo sem seðlabanka, en aðgerðum þeim sem grípa skal til. Að auki hafa rannsóknir tvímenninganna orðið kveikjan að líflegum rannsóknum á mörkum hagfræði og stjórnmálafræði.

Í greininni „Tími til að byggja og hagsveiflur“ frá árinu 1982 komu Kydland og Prescott fram með nýtt haglíkan sem var í órafjarlægð frá keynesískri hefð. Þar héldu þeir því fram að tæknibreytingar, sem flestir eru sammála um að skipti sköpum fyrir framleiðni og þar með vöxt lífsgæða, hefðu ekki eingöngu áhrif á hagvöxt til lengri tíma lítið, heldur einnig skammtímahagsveiflur. Líkan þeirra var jafnvægislíkan, þar sem breytingar á verði, launum og vöxtum leiddu til þess að jafnvægi næðist á markaði. Samkvæmt líkani þeirra voru markaðsbrestir því ekki ástæða fyrir litlum hagvexti, heldur öllu fremur tímabundin hæg tæknipróun.

Með því að láta framboðsskelli (tæknibreytingar) koma fram í líkani tvímenninganna var hægt að herma eftir ýmsum einkennum hagsveiflna, svo sem þeim að helstu hagstærðir hreyfast í sömu átt, og ná fram sömu hlutfallslegu breytingum á stærðunum. Þá sýndu þeir einnig fram á að breytingar í

tæknipróun, svipaðar og komu fram í sögulegum gögnum, gátu í einföldu líkani þeirra haft í för með sér talsvert stórar hagsveiflur. Af því drógu þeir þá ályktun að tæknibreytingar – skellir – gætu hæglega átt sök á hagsveiflum.

Aðferðafræðilega má segja að líkan Kydland og Prescott hafi fullnægt þeim kröfum sem fram komu í gagnrýni Lucas á keynesísk líkön. Það var fyrsta tilraunin til að nota heildarjafnvægislíkan sem byggðist á rekstrarfræðilegum grunni til að búa til kvikt og slembið þjóðhagslíkan. Til að geta sett fram líkanið þurftu þeir að leysa mörg tímategd háværkunarvandamál, sem voru innbyrðis tengd, og líktu eftir því hvernig neytendur og fyrirtæki taka ákvarðanir sem byggðar eru á verði og hagstærðum dagsins í dag og framtíðinni. Í líkönunum var einnig gert ráð fyrir því að verð á markaði breyttist hverju sinni til að ná fram jafnvægi. Þannig voru ákvarðanir á einkamarkaði ævinlega samrýmanlegar jafnvægi á markaði, óháð því til hvaða tímabils væri lítið og hverjar ytri aðstæður væru. Til að leysa þessi flóknu vandamál notuðu Kydland og Prescott númerískar aðferðir, nánar tiltekið hermun sem byggðist annars vegar á svokallaðri kvörðun (e. *calibration*) og hins vegar á samanburði þeirra gagna sem líkanið bjó til við raunveruleg gögn. Þessa kvörðun má líta á sem frumstætt afbrigði af tölfræðilegu mati, en í stað þess að meta stuðla eru þeim gefin gildi þannig að langtímaeiginleikar líkansins verði áþekkir fyrirliggjandi gögnum. Kvörðunin miðast einnig við að atferli einstaklinga samkvæmt líkaninu verði í samræmi við þær niðurstöður sem fram hafa komið í rekstrarhagfræðilegum rannsóknum.

Brautryðjendastarf Kydland og Prescott varð öðrum hvatning og í kjölfarið fylgdu mýmargar rannsóknir á þessu sviði. Æ flóknari kvik líkön af hagsveiflum hafa verið sett fram, leyst með númerískum aðferðum og kvörðun og tölfræðilegar aðferðir síðan notaðar til að búa til gögn og bera niðurstöður þeirra saman við raunveruleikann. Áhersla þeirra á mikilvægi framboðsskella varð til þess að margir aðrir tóku að rannsaka eðli hagsveiflna og kanna hvaða áhrif hinar ólíku tegundir skella hafa á hagsveifluna. Í líkani Kydlands og Prescott var gert ráð fyrir fullkominni samkeppni, en í seinni tíma líkönunum var gert ráð fyrir ýmsum markaðsbrestum

og kannaðar afleiðingar þeirra. Árangur þessara rannsókna hefur leitt til þess að haglíkön nútímans gefa bæði gaum að skellum á framboðs- og eftirspurnarhlið hagkerfisins. Þá eru þessi líkön grundvölluð á mun ítarlegri rekstrarhagfræðilegri kenningum en keynesísku líkönin sem þau leystu af hólmi. Keynesísku líkönin hafa einnig tekið ýmislegt til sín af hugmyndum Kydland og Prescott og fylgjenda þeirra. Ný-keynesísk líkön, sem nú eru mikið notuð til að kanna áhrif peningamálastefnu, hafa svipaðan grunn og hagsveiflulíkönin, en í þeim er aftur á móti gert ráð fyrir að laun og verðlag séu tobreytileg.

Greinarnar tvær eftir Kydland og Prescott mynda samstæða heild. Í þeim báðum er litið á hagkerfi sem kvíkt kerfi þar sem aðilar á markaði, einkageirinn jafnt sem stjórnvöld, horfa fram á veginn og taka skynsamlegar ákvarðanir sem eru hver annarri háðar. Báðar greinarnar koma með nýjar skýringar á hagþróun eftirstriðsáranna. Og báðar greinarnar varpa nýju ljósi á hagstjórn sem leiddi til þess að endurmeta þarf þær stofnanir, er koma að hagstjórn, og sinna sveiflujöfnun með nýjum hætti. Hvor greinin um sig ruddi leið fjölbreyttum rannsóknum á sínu sviði. Hér á eftir er nánar fjallað um framlag Kydland og Prescott.

## 2. Hagstjórn og ósamkvæmni

Væntingar aðila á markaði ráða miklu um þróun hagstærða og á sjöunda og áttunda áratugnum veltu hagfræðingar mjög fyrir sér hvernig þessar væntingar mynduðust. Menn höfðu þegar gert sér grein fyrir mikilvægi væntinganna og í líkönum sínum sýndu Friedman (1968) og Phelps (1967, 1968) fram á að sambandið á milli atvinnuleysis og verðbólgu réðst af því hvaða væntingar aðilar gerðu sér um verðbólgu í framtíðinni. Næsta skref var að kanna frekar hvernig þessar væntingar myndast. Lucas kynnti til sögunnar hugtakið skynsamlegar væntingar, en í því felst að einstaklingar notfæra sér allar tiltækar upplýsingar til þess að spá fyrir um framtíðina, og gera einnig ráð fyrir því að aðrir fari eins að, bæði núna og í framtíðinni.

Rannsóknir Kydland og Prescott bættu nýrri vidd við hugmyndirnar um hvernig væntingar myndast. Þeir gerðu ráð fyrir að stjórnvöld veldu

ætið þá stefnu sem hámarkaði hag þegnanna. Einstaklingar á markaði eru fullkomlega skynsamir þegar þeir mynda sér væntingar um stefnu stjórnvalda, væntingar þeirra eru ræðar. Væntingar einstaklinga eru síðan afgerandi fyrir þróun hagstærða. Framganga stefnu stjórnvalda er þess vegna háð þeim væntingum sem einkaaðilar gera sér um stefnuna og áhrif hennar. Hagstjórnin hættir því að vera ytri stærð en verður þess í stað innri stærð. Út frá þessum forsendum sýndu Kydland og Prescott síðan fram á – bæði með almennum rökum og sértækum dæmum – að stjórnvöld munu eiga við að etja ákveðinn ósamkvæmnivanda.

Í grein tvímenninganna frá 1977 voru ýmis nýmæli, bæði aðferðafræðileg og fræðileg. Þar ber fyrst að telja að þeir skilgreindu nákvæmlega í hverju þessi ósamkvæmnivandi væri fölginn, sem sé því að ef stjórnvöld geta ekki búið þannig um hnútana að enginn vafi leiki á að stefna þeirra nái fram að ganga, muni stefna þeirra ekki verða trúverðug. Í þessu felst að stjórnvöld geta aldrei náð fram ákveðnum markmiðum með geðþótta-ákvörðunum ef einstaklingar og fyrirtæki hafa skynsamlegar væntingar. Í öðru lagi sýndu Kydland og Prescott fram á hvert stefna stjórnvalda myndi leiða ef aðilar á markaði mótuðu væntingar sínar á skynsamlegan hátt. Tvímenningarnir leiddu út jafnvægi sem var samkvæmt sér í tíma en batt ekki hendur stjórnvalda og sýndu að slíkt jafnvægi hafði í för með sér minni velferð en jafnvægi þar sem stjórnvöld tóku ákvörðun sem stóðst til lengri tíma litið. Í þriðja lagi bentu þeir á að lausnin á þessum vanda fælist í nær ósveigjanlegum reglum sem stjórnvöld settu og hvikuðu ekki frá. Í framhaldi af því var eðlilegt að velta fyrir sér hvernig breyta þyrfti þeim stofnunum sem kæmu að hagstjórn með það fyrir augum að auka þá möguleika sem stjórnvöld hefðu til að hafa áhrif á hagkerfið og auka velferð þegna. Þessi þrjú atriði breyttu algerlega því hvernig litið var á hagstjórn.

### 2.1 Hugmyndin í hnotskurn

Til að átta okkur betur á þessum hugmyndum er gagnlegt að setja fram líkan af hagkerfinu og ímynda okkur til að séu tvö tímabil,  $t-1$  og  $t$ . Stjórnvöld stefna að því á tímanum  $t-1$  að búa

sem best í haginn fyrir alla á tímabilinu  $t$ . Staða hagkerfisins á seinna tímabilinu ræðst ekki einungis af þeirri stefnu sem stjórnvöld fylgja á þeim tíma, heldur einnig þeim ákvörðunum sem einkageirinn tekur á fyrra tímabilinu. Þær ákvarðanir sem einstaklingar og fyrirtæki taka á fyrra tímabilinu byggjast aftur á móti á þeim væntingum sem þau hafa um horfur á seinna tímabilinu. Þessar væntingar eru mótaðar á ræðan hátt. Aðilum er á tímabilinu  $t-1$  fullkunnugt um samspil hagstærða og þá þætti sem hafa áhrif á stefnu stjórnvalda á tímabilinu  $t$  og miða væntingar sínar við þessa þekkingu. Í líkaninu er engin óvissa, þannig að skynsamlegar væntingar fela í sér fullkomlega réttar spár einkaaðila.

Lítum fyrst á það tilvik þegar stjórnvöld halda fast í stefnu sína. Í þessu tilfelli ákveða þau á fyrra tímabilinu hvaða stefnu þau ætla að fylgja á því seinna, án þess að geta seinna breytt um skoðun. Hendur þeirra eru bundnar. Augljóst er að stefna stjórnvalda á tímabilinu  $t$  verður að taka tillit til þeirra ákvarðana sem einkaaðilar taka á tímabilinu  $t-1$  á grundvelli væntinga sinna, og vegna þess að stefnan sem fylgt er á seinna tímabilinu hefur áhrif á væntingar einkageirans á fyrra tímabilinu um hvaða stefnu verður fylgt á því seinna, mun stefna stjórnvalda hafa áhrif á ákvarðanir einkageirans á fyrra tímabilinu og þar með þann efnahagslega veruleika sem við blasir á tímanum  $t$ .

Öllu raunverulegra kann að vera að gera ráð fyrir því að stjórnvöld geti breytt um stefnu, að þau kjósi ekki að binda hendur sínar. Í þessu tilviki geta stjórnvöld því ekki tekið ákvörðun á fyrra tímabilinu sem stendur óhöggud á því seinna. Hins vegar geta stjórnvöld á seinna tímabilinu tekið sömu ákvarðanir og á því fyrra, ef þau kæra sig um, en einnig valið aðra stefnu. Stefna stjórnvalda á tímabilinu  $t$  mun nú ekki taka neitt tillit til þeirra ákvarðana sem einkageirinn tók á tímabilinu á undan. Ástæðan er sú, að þegar seinna tímabilið rennur upp hafa einkaaðilar þegar tekið ákvörðun, og stefna stjórnvalda á seinna tímabilinu getur þar af leiðandi ekki haft nein áhrif þar á. Af þessum ástæðum er ótrúlegt að stefna stjórnvalda á seinna tímabilinu verði hin sama og í fyrra tilvikinu, þegar stjórnvöld verða að fylgja sömu stefnu bæði tímabilin. Afleiðingin

verður lægri velferð. Ástæðan er sú að þegar skynsamlegar væntingar eru til staðar munu allir sjá fyrir til hvaða aðgerða stjórnvöld grípa á seinna tímabilinu, en stjórnvöld eru ófær um að móta þessar væntingar vegna þess að þau grípa til aðgerða eftir að væntingarnar hafa mótast. Stærðfræðilega má segja þetta þannig, að þegar stjórnvöld ákveða stefnu á seinna tímabilinu leysa þau ákveðið hámarkunarmál án þess að taka tillit til allra þeirra áhrifa sem stefna þeirra hefur í för með sér.

Og hvernig kemur svo ósamkvæmni við sögu? Jú, hún gerir vart við sig í því tilviki ef stjórnvöld, sem geta ekki bundið hendur sínar á fyrra tímabilinu, tilkynna að þau ætli að fylgja sömu stefnu á seinna tímabilinu og þau hefðu fræðilega valið ef þau hefðu getað haldið stefnu sinni til streitu bæði tímabilin. En þessi yfirlýsing er ekki trúverðug. Þegar seinna tímabilið rennur upp og stjórnvöld ætla að framfylgja orðum sínum munu þau nefnilega uppgötva að það er alls ekki heppilegasta stefnan, heldur borgar sig fremur fyrir þau að ganga á bak orða sinna og fylgja annarri stefnu.

## 2.2 Aðferðafræði

Við aðstæður sem þær sem stjórnvöld eiga við að etja er ekki hægt að leysa vandamálið með kerfisfræði, eins og tíðkast í þjóðhagfræði. Í kerfisfræði er valin tiltekin stýribreyta og vandamálið síðan leyst með því að finna það gildi á stýribreytunni á hverjum tíma sem hámarkar markmiðafallið, að gefnum þeim takmörkunum sem fyrir liggja hverju sinni. En í líkani Kydland og Prescott eru málin eilítið flóknari en svo. Þar sem aðilar á markaði taka ákvarðanir sínar á grundvelli skynsamlegra væntinga um stefnu stjórnvalda, leiðir af þessu að hliðarskilyrðin í dæminu verða innri stærð. Þessi hliðarskilyrði sýna hvernig væntingar hafa áhrif á stefnu stjórnvalda í framtíðinni og þar með á þá stefnu sem fylgt er á yfirstandandi tímabili og þá stöðu sem við blasir í hagkerfinu. Þetta vandamál verður því ekki leyst nema með leikjafræðilegum aðferðum og í grein sinni nota Kydland og Prescott nokkrar ólíkar skilgreiningar á jafnvægi og ólík líkön. Þar má t.d. nefna jafnvægi sem kennt er við Nash (1950) og annað líkan sem

svipar til þess sem Selten (1965) setti fram. Í síð-arnefnda tilvikinu er gert ráð fyrir að væntingar allra – einkaaðila sem hins opinbera – samrýmist ætíð jafnvægi í framtíðinni, án tillits til þess hvaða ákvarðanir séu teknar á yfirstandandi tímabili. Í leikjum með endanlega tímavidd (e. *finite time horizon*) má finna lausn á þeim vanda með þrepun afturábak (e. *backwards induction*). Tvi-meningarnir veltu einnig fyrir sér líkönum með óendanlegri tímavidd og beittu til þess afturvirkum aðferðum (e. *recursive methods*). Slikar aðferðir eru sérlega heppilegar þegar nauðsynlegt er að skilgreina ákveðna tegund jafnvægis, svokallað Markov-fullkomið jafnvægi, en við þær aðstæður eru ákvarðanir á yfirstandandi tímabili eingöngu fall af býti-breytunum (e. *payoff-relevant variables*) og það fall er óháð tíma.<sup>2</sup>

### 2.3 Dæmi og notkun

Í grein sinni nefna Kydland og Prescott nokkur dæmi um ósamkvæmni og hér verða tvö slík tilgreind. Hið fyrra fjallar um stefnu stjórnvalda gagnvart nýtingu svæða þar sem hætta er á flóðum eða öðrum náttúruhamförum. Þar getur vel komið upp sú staða að sú stefna sem stjórnvöld velja á endanum sé alls ekki sú stefna sem heppilegast hefði verið að velja í upphafi. Ímyndum okkur t.d. að á tilteknu landsvæði sé mikil hætta talin á snjóflóðum og þess vegna sé ekki verjandi að leyfa þar neina byggð. Ef svæðið byggist þarf að koma upp svo dýrum og flóknum snjóflóðavörnum að það er ekki á færi neinna nema hins opinbera að leggja út í svo stórfellda framkvæmd. En hvernig eiga stjórnvöld að bregðast við ef einhverjir trássa bann yfirvalda og byggja hús á svæðinu? Það eru vitaskuld aðeins til tveir kostir í þeirri stöðu: Annaðhvort að fara út í þessa dýru framkvæmd, eða gera ekki neitt og láta þá sem létu skeika að sköpuðu súpa seyðið af eigin ákvörðunum. Síðari kosturinn kemur að sjálf-sögðu vart til greina. Úr því að einhverjir hafa glapist til að byggja hús á svæðinu er samfélagslega hagkvæmt að reisa varnir og þess vegna

skapast ákveðið ósamræmi yfir tíma. Sú stefna sem heppilegast er að fylgja áður en byggt er verður önnur en sú stefna sem best er að fylgja eftir að byggt hefur verið. Ef stjórnvöld hefðu lýst því yfir í upphafi – áður en byggðin myndaðist – að þau myndu ekki standa straum af kostnaði við varnirnar, og þeim hefði verið trúað hefði svæðið aldrei byggst. Sú þróun hefði verið til muna hagkvæmari fyrir alla. En ef stjórnvöld geta ekki staðið fast á sínu mun svæðið byggjast vegna þess að þeir sem þar setjast að vita að ekkert er að marka orð stjórnarinnar og hún muni skipta um skoðun þegar á hölminn er komið og reisa varnargarðana. Sú niðurstaða er þjóðhagslega lakari en hin fyrri.

Hitt dæmið snýr að einkaleyfavernd tækninýjunga. Stjórnvöld þurfa þar að móta stefnu í því hvernig einkaleyfi verða vernduð í framtíðinni og sú stefna þarf að vera trúverðug. Með því að hafa skýrar reglur um vernd einkaleyfa geta stjórnvöld ýtt undir tækniframfarir, en á móti kemur að einkaleyfishafinn nær einokunarstöðu þann tíma sem einkaleyfið er virkt. Þennan ókost verður þess vegna að hafa hugfastan þegar stefnan er ákveðin. Ef stjórnvöld geta hins vegar ekki staðið fast á sinni stefnu er óvíst að fyrirtæki leggi á sig erfiða og flókna þróunarvinnu og afleiðingin verður hægari tækniframfarir og hagvöxtur.

Auk almennra dæma er í grein Kydland og Prescott að finna nákvæma útlistun á tveimur mikið ræddum atriðum: heppilegasta stigi skattheimtu og verðbólguþefnu stjórnvalda. Hér á eftir er nánar fjallað um þessi tvö dæmi, en til að forðast vífillengjur er umfjöllunin um skatta einfölduð frá dæminu sem er að finna í greininni.<sup>3</sup> Hagstjórnardæmið er aftur á móti tekið beint upp úr henni.

#### 2.3.1. Heppilegasta stig skattheimtu

Í þessu dæmi þurfa stjórnvöld að ákveða hvernig heppilegast er að fjármagna útgjöld sín (sem eru reiknuð á hvern íbúa) með sköttum. Allir skattþegar eru eins. Tvenns konar skattur er mögulegur: fjármagnsskattur,  $K$ , og tekjuskattur,  $L$ . Skatt-

2. Sjá Maskin og Tirole (2001).

3. Sbr. Fisher (1980) og Persson og Tabellini (1990).

stefnan tekur mið af þeim truflunum (ytri áhrifum) á hagkerfið sem skattheimta hefur ætíð í för með sér. Skattstofninn, sem tákna má sem  $K(\theta_t)$  og  $L(\tau_t)$  eftir því hvort um er að ræða skatt á fjármagn eða atvinnutekjur, er neikvætt fall af skatthlutfallinu  $\theta_t$  og  $\tau_t$ . Tekjuband hins opinbera má því skrifa sem

$$\theta_t K(\theta_t) + \tau_t L(\tau_t) = G$$

Einkaaðilar taka ákvarðanir um hversu mikið er fjárfest og hversu mikið unnið. Þeir taka fyrir ákvörðunina á tímabilinu  $t-1$ , þ.e. fyrra tímabilinu, en þá síðari á tímabilinu  $t$ . Skoðum nú tvö tilvik.

Gerum fyrst ráð fyrir að stjórnvöld ákveði skatthlutföllin  $\theta_t$  og  $\tau_t$  á tímabilinu  $t-1$  og að sú ákvörðun eigi að standa bæði tímabilin. Til að hámarka hag sérhvers þegns í jafnvægi geta stjórnvöld nú stuðst við reglu Ramsey um heppilegustu skattheimtu, en hún byggist á því að taka tillit til teygni hvers skattstofns fyrir sig. Stjórnvöld geta nánar tiltekið ákvarðað skatthlutföllin með því að leysa saman tekjubandið og eftirfarandi jöfnu:

$$\frac{\theta_t}{1-\theta_t} \varepsilon_K = \frac{\tau_t}{1-\tau_t} \varepsilon_L$$

Hér táknar  $\varepsilon_x$ ,  $x = K, L$ , teygni viðkomandi skattstofns með tilliti til verðsins á sama framleiðsluþætti eftir skatti, þ.e.  $\varepsilon_x \equiv (dx/x) / (dp_x/p_x)$  þar sem  $p_x$  táknar verð framleiðsluþáttarins. Stjórnvöld hljóta ætíð að reyna að draga sem mest úr þeim ytri áhrifum sem skattheimtan hefur í för með sér, og þess vegna er hærri skattur lagður á þann stofn sem er minna teyginn. Hér skiptir þó mestu máli að þegar stjórnvöld ákvarða skatthlutföllin  $\theta_t$  og  $\tau_t$  gera þau sér algerlega grein fyrir því hvaða áhrif skattstigið muni hafa á fjárfestingu, en fjárfestingin ræðst af sparnaði á tíma  $t-1$  og væntingum um hver skattheimta verði á seinna tímabilinu,  $\theta_t$ . Ramsey-reglan er því hagkvæm þegar móta á skattstefnu fram á við og halda fast við hana.

Til samanburðar er gagnlegt að skoða hvað breytist ef stjórnvöld eru ófær um að halda fast við stefnu sína bæði tímabilin. Þau geta því ekki ákvarðað  $\theta_t$  og  $\tau_t$  fyrir bæði tímabilin. Hvernig eiga stjórnvöld að skattleggja þegna sína á seinna tímabilinu? Einstaklingar og fyrirtæki hafa lagt fé fyrir á fyrra tímabilinu og það er notað til fjárfestingar á seinna tímabilinu, einmitt á sama tíma og stjórnvöld þurfa að ákveða hvernig skattleggja skuli fjármagn. Vandi stjórnvalda er nú einfaldur, þau beita einfaldlega Ramsey-reglunni miðað við þær aðstæður sem við blasa, þ.e. þær að búið er að fjárfesta og þess vegna er verðteygni fjármagns fullkomlega óteyginn. Þess vegna á að skattleggja fjármagn að fullu, áður en svo mikið sem litið er á skattlagningu tekna sem verður afgangsstærð. Þar sem fjárfestingin hefur átt sér stað mun skattheimtan ekki trufla fjárfestingarákvarðanir á neinn hátt, og áhrifin á vinnuframlag verða í lágmarki vegna þess hve tekjur eru lítt skattlagðar. En vegna þess að teygni fjármagnstekna er önnur áður en fjárfest er en eftir að búið er að fjárfesta kemur hin gamalkunni ósamkvæmnivandi til skjalanna. Ef stjórnvöld geta skipt um skoðun muna þau breyta skatthlutfallinu á seinna tímabilinu. Þetta er þess vegna spurning um trúverðugleika. Á fyrra tímabilinu geta stjórnvöld ekki blátt áfram lýst því yfir hver skattheimtan eigi að vera á því seinna og vonað að allir muni trúa þeim, þau verða einnig að hafa bein í nefinu til að standa við ákvörðunina.

Gerum nú ráð fyrir að bæði stjórnvöld og einkaaðilar hafi skynsamlegar væntingar. Breytir það einhverju? Jú, vissulega því að nú verða ákvarðanir stjórnvalda og einkaaðila á seinna tímabilinu ætíð að hámarka hag þeirra, óháð því hversu mikið er sparað á því fyrra. Bætum nú við þeirri viðbótarforsendu að ríkisútgjöld,  $G$ , séu ætíð það mikil að nauðsynlegt sé að skattleggja atvinnutekjur, þ.e. að tekjur af fjármagni nægi ekki til að standa undir ríkisútgjöldum. Skynsamir einstaklingar muna þá ætíð gera ráð fyrir því að stjórnvöld reynist ófær um að standa á sínu og muni reyna að skattleggja fjármagnstekjur að fullu – 100% skattur – á seinna tímabilinu. Þess vegna mun enginn spara á fyrra tímabilinu, ekkert verður fjárfest og skattheimtan leggst af fullum

þunga á atvinnutekjur. Tekjuskattshlutfallið á seinna tímabilinu má þá reikna út frá eftirfarandi jöfnu:

$$0 + \tau_t L(\tau_t) = G$$

Þessi niðurstaða er greinilega óhagstæðari en þegar bæði fjármagn og tekjur eru skattlagðar.

### 2.3.2 Hagkvæmasta hagstjórn

Ímyndum okkur að verið sé að velta fyrir sér hvernig haga eigi peningamálastefnu til að hafa áhrif á atvinnuleysi og verðbólgu. Hegðan einkageirans einkennist af svonefndri væntingabættri Phillips-kúrfu. Atvinnuleysi,  $u_t$ , á hverjum tíma er skilgreint sem

$$u_t = u_t^* - \alpha(\pi_t - E(\pi_t))$$

Hér táknar  $u_t^*$  jafnvægisatvinnuleysi (náttúrulegt atvinnuleysi),  $\pi_t$  táknar almennar verðhækkningar á milli tímabilanna  $t-1$  og  $t$  (verðbólgu),  $E(\pi_t)$  táknar þá verðbólgu sem einkaaðilar búast við á tímabilinu  $t-1$  að verði á tímabilinu  $t$  og  $\alpha$  er jákvæður ytri fasti. Þetta er samandregin jafna sem réttlæta má með tvennum hætti: Í fyrsta lagi með því að gera ráð fyrir að eftirspurn eftir vinnuafla sé neikvætt fall af raunlaunum á tímabilinu  $t$ . Atvinnuleysi er þar með jákvætt fall af raunlaunum. Í öðru lagi með því að gera ráð fyrir að nafnlaun séu ákvörðuð fyrir fram – á tímabilinu  $t-1$  – og sú ákvörðun byggist á væntingum um verðbólgu á tímabilinu  $t$ . Ef verðbólga reynist meiri en ráð var fyrir gert munu raunlaun því lækka, eftirspurn eftir vinnuafla aukast og atvinnuleysi dragast saman.

Stjórnvöld stefna að því að hámarka ákveðið markmiðafall sem rita má sem  $S(u_t, \pi_t)$ . Hér er gert ráð fyrir að  $S$  sé fallandi og hvelft í bæði  $u$  og  $\pi$  og að fallið nái hámarki í þeim punkti þar sem  $u_t < u_t^*$  og  $\pi_t = 0$ . Notagildislinurnar sem svara til tiltekinna gilda  $S$  eru sýndar á mynd 1 sem tekin er úr grein Kydland og Prescott. Eftir að greinin birtist hefur myndast hefð fyrir því að gera ráð fyrir að rita  $S$ -fallið sem

$$S = -\frac{1}{2}(u_t - ku_t^*)^2 - \frac{1}{2}\gamma\pi_t^2$$

Hér sýnir  $\gamma$  hversu mikilvægt markmið yfirvöld telja að tiltekin verðbólga sé miðað við tiltekið atvinnuleysi, og  $k < 1$  er ákveðinn skekkju-liður sem veldur því að stjórnvöld stefna að lægra atvinnuleysi en svarar til jafnvægis.

Stjórnvöld geta beitt peningamálaaðgerðum á tímabilinu  $t$  til að hafa hemil á verðbólgu á sama tíma,  $\pi_t$ . Ef engin óvissa er til staðar, eins og hér er gert ráð fyrir, munu skynsamlegar væntingar einkageirans verða til þess að  $E(\pi_t) = \pi_t$ , og af því leiðir að raunverulegt atvinnuleysi verður einnig jafnt jafnvægisatvinnuleysi,  $u_t = u_t^*$ .

Ef stjórnvöld geta á tímabilinu  $t-1$  lýst því yfir hvaða verðbólguþingi þau stefna að á seinna tímabilinu og þau eru trúverðug, liggur alveg ljóst fyrir hvaða verðbólguþingi hagkvæmast er að stefna að. Við þessar aðstæður mun gilda að  $u_t = u_t^*$  og stjórnvöld velja því lægstu mögulega verðbólgu,  $\pi_t = 0$ . Þessi hagkvæmasta fyrirframgefna lausn er sýnd í punktinum O á mynd 1.

Þessi stefna stjórnvalda er aftur á móti ekki samkvæm. Eftir á, þegar einkageirinn og stjórnvöld hafa mótað væntingar sínar, borgar sig fyrir stjórnvöld að breyta um stefnu og leyfa meiri verðbólgu, svo framarlega sem sú leið er fær. Meiri verðbólga en búist var við mun nefnilega draga úr atvinnuleysi og þar með auka velsæld þegnanna. Eftir á ræðst stefna stjórnvalda því af jöfnunni

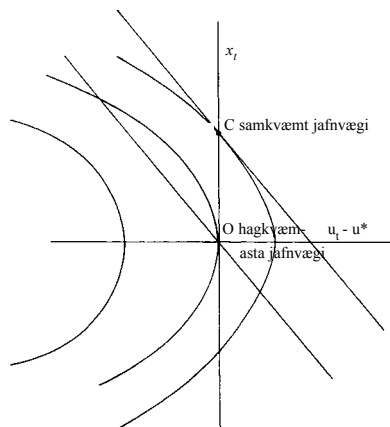
$$\alpha \frac{\partial S}{\partial u} = \frac{\partial S}{\partial \pi}$$

og stjórnvöld gefa því eftir í baráttunni við verðbólgu uns jaðarábatinn af lægra atvinnuleysi er orðinn jafn jaðartapinu af meiri verðbólgu. Þessi verðbólguþingögun (e. *inflation bias*) er sýnd sem punktur C á mynd 1.



Mynd 1

## Samkvæmt og hagkvæmasta jafnvægi



Ef stjórnvöld sýna vingulshátt má leiða jafnvægisverðbólguástigið út úr líkaninu og það verður fall af stuðlum þess, þ.e.

$$\pi_i = \frac{\alpha(1-k)u^*}{\gamma}$$

Verðbólga verður þá meiri eftir því sem munurinn á milli þess atvinnustigs sem stjórnvöld stefna að og jafnvægis á vinnumarkaði er meiri (læggra  $k$ , eða hærra  $u^*$ ), eftir því sem þau leggja hlutfallslega minna upp úr verðbólgu en atvinnuleysi (læggra gildi á  $\gamma$ ), eða atvinnuleysi bregst hraðar við fallandi raunlaunum ( $\alpha$  er hærra). Stjórnvöld sem leggja höfuðáherslu á lágt atvinnustig en hafa minni áhyggjur af verðbólgu, munu þess vegna skapa minna atvinnuleysi en meiri verðbólgu en þau stjórnvöld sem hafa meiri áhyggjur af verðbólgu en atvinnuleysi. Þessi niðurstaða er eingöngu háð því að stjórnvöld vilja ekki halda fast við stefnu sína. Ef þau sýna stefnufestu mun enginn hvati myndast eftir á til að fórna verðbólgu fyrir atvinnuleysi.

## 2.4 Brautin rudd

Rannsóknir Kydland og Prescott fólu í sér hagfræði- og stjórnmálalegar skýringar á því hvers vegna stjórnvöld víða viðhéldu í raun verðbólgu með aðgerðum sínum þrátt fyrir hátíðleg loforð um að kveða hana niður. Barro og Gordon

(1983a) héldu áfram á sömu braut og skýrðu frekar samband peningamálaaðgerða og verðbólgu. Samkvæmt kenningu þeirra er verðbólga þeim mun meiri sem jafnvægisatvinnuleysi er hlutfallslega minna miðað við það atvinnuleysi sem stjórnvöld stefna að, en eru ófær um að ná.

Barro og Gordon (1983a, 1983b) útvíkkuðu líkanið enn frekar með því að gera ráð fyrir framboðsskellum og sveiflujöfnun og sýndu að þessar viðbætur breyttu engu um grundvallarniðurstöður þess. Að mati þeirra bar að líta á stefnufestu sem tryggingu fyrir því að stjórnvöld myndu fylgja þeirri meginreglu sem ætíð gerði þeim í framtíðinni kleift að bregðast á besta máta við öllum skellum. Slík reglufesta leiðir af sér mun betri þjóðhagslegar niðurstöður en geðþóttaákvæðanir: verðbólga er minni en atvinnuleysi áþekkt – ef lítið er til heillar hagsveiflu – og sveiflujöfnunaráhrif ríkisvaldsins eru áþekkt.

Margir fræðimenn veltu fyrir sér hvort hægt væri að leysa þann ósamræmisvanda sem stjórnvöld áttu við að etja. Þeirra á meðal voru Barro og Gordon (1983b), Backus og Driffill (1985) og Tabellini (1985) sem héldu á lofti svipuðum hugmyndum. Þeir notfærðu sér kenningar úr leikjafræði um endurtekna leiki (e. *repeated games*) til að sýna fram á að við ákveðnar aðstæður væri með geðþóttaákvörðunum hægt að ná jafnvægi við álíka lága verðbólgu og með staðfestri stjórn. Til þess að svo mætti verða þyrftu þó stjórnendur peningamála að sýna að þeir réðu við verðbólgu. Með því að byggja þannig upp gott orðspor gætu þeir haft áhrif á þær væntingar sem aðilar á markaði mynduðu sér um verðbólgu í framtíðinni.

Kydland og Prescott bentu á að það gæti haft ákveðna kosti í för með sér að lögfesta ákveðnar reglur um hvenær ætti að ákveða tiltekna aðgerðir og síðan grípa til þeirra, en þarna á milli getur liðið nokkur tími. Þessar reglur þyrftu þó af augljósum ástæðum að vera frekar einfaldar, og þess vegna gæti verið erfitt að beita slíkum sjálfvirkum aðgerðum til að glíma við ný vandamál. Reglur á borð við þær að miða ætti stjórn peningamála við tiltekna verðbólgu eða fast gengi gætu þess vegna verið verri en geðþóttaákvæðanir ef þær leiddu til þess að sveiflur á framleiðslu innan hagsveiflunnar yrðu of miklar. Þennan vankant hafa

margir reynt að sníða af með því að stinga upp á hvernig hægt væri að breyta stofnunum hagkerfisins þannig að betri árangur gæti náðst af því að stjórna efnahagslífinu eftir gedþótta.<sup>4</sup>

Rogoff (1985) sýndi fram á að stjórnvöld gætu náð ákveðnu jafnvægi á milli trúverðugrar stefnu í baráttu við verðbólgu og sveiflujöfnun með því að fela sjálfstæðum seðlabanka stjórn peningamála. Þetta væri sérstaklega líklegt til árangurs ef seðlabankastjórnin væri íhaldssamur maður sem vildi hafa verðbólgu enn lægri en meðaljóninn, þar eð slík stefna myndi hafa enn meiri þjóðhagslega velferð í för með sér. Þetta má setja í klárt sambengi við líkanið sem sett var fram í síðasta kafla. Til starfa sem seðlabankastjóra ætti að velja einstakling sem kysi mun herra gildi á  $\gamma$  en svaraði til þess sem væri í velferðarfalli hagkerfisins  $S(u_t, \pi_t)$ . Rannsóknir sem gerðar hafa verið í ýmsum löndum og á ólíkum tímum á áhrifum peningamálastofnana, svo sem seðlabanka, á hagþróun benda til þess að þessar fræðilegu kenningar rími vel við raunveruleikann.

Hugmyndir Rogoff hafa verið þróaðar áfram og betrubættar. Má þar t.d. nefna skrif Walsh (1995) og Svensson (1997) um verðbólgu-markmið og möguleika á að umbuna stjórnendum seðlabanka fyrir góðan árangur í stríði við verðbólgu. Þá hafa sumir hagfræðingar notað kvik þjóðhagslíkön í stað hins einfalda Phillips-kúrfu-líkans. Á síðustu árum hefur athygli mjög beinst að því að kanna hvernig ósamkvæmnivandinn gerir vart við sig þegar peningamálastefnan miðar að því að halda verðbólgu og atvinnuleysi sem næst tilteknum markmiðum. Þess háttar vandamál geta hæglega komið upp þótt engin verðbólgu-bjögun fylgi peningamálastefnu. Í sumum þessara athugana hefur verið kannað sérstaklega hvort máli skipti þegar ókostur hærri verðbólgu er borinn saman við þann ábata sem leiðir af tímabundinni aukinni framleiðslu og herra atvinnustigi að stefna stjórnvalda í framtíðarbaráttunni við verðbólgu þykir trúverðug.<sup>5</sup> Í mörgum þessara rann-

sókna er notast við aðferð Kydland og Prescott til að skoða jafnvægi. Þá hefur einnig verið fjallað um hvaða áhrif gagnsæi og ábyrgð hafa í skipulagi stofnana.

Sá vandi sem fylgir ósamkvæmni hefur einnig verið skoðaður á öðrum sviðum hagstjórna. Þar má sem dæmi nefna rannsóknir Fischer (1980) á skattlagningu á fjármagni og atvinnutekjum og athuganir Lucas og Stokey (1983) á skuldum ríkissjóðs og tímasetningu skattheimtu. Í kjölfarið hafa fylgt bæði fræðilegar og empírískar athuganir á því hvernig reglur um jafnvægi í ríkisfjármálum eða aðrar hömlur á fjármálaaðgerðum geta mótað útgjöld ríkisins, halla á fjárlögum og alþjóða skuldaföfnun.

Rannsóknir Kydland og Prescott hafa líklega haft hvað mest áhrif á sviði stjórnmalahagfræði. Þar hafa kenningar þeirra um ósamkvæmni verið notaðar til að skýra hvernig hvatar og skipulag stjórnmalalegra stofnana ráða því hvernig stefna stjórnvalda er ákveðin. Á landamærum hagfræði og stjórnmalafraði hafa átt sér stað margvísleg og mikilvæg samskipti þar sem notuð hafa verið hugtök og aðferðir úr stjórnmalafraði til að átta sig á hagsmunaárekstrum á milli kjósenda og stjórnmalamanna, og hópa kjósenda eða stjórnmalaflokka. Þessar rannsóknir teygja anga sína langt út fyrir sveiflujöfnun og skattastefnu, og hafa m.a. snúist um stefnu í verslun og viðskiptum, samkeppnismálum og hagvaxtarmálum, sem og á vinnumarkaði. Í mörgum nýlegum bókum, sem bæði eru ætlaðar nemendum á framhaldsstigi og fræðimönnum, er að finna ágætar samantektir á þessum rannsóknum.<sup>6</sup>

## 2.5 Víðtækari fræðileg áhrif

Skilgreiningar Kydland og Prescott á ósamkvæmnivandanum, sem er óumflýjanlegur fylgiskur peningamálastefnu, bregða birtu á hvers vegna svo mörg lönd hafa virst vera föst í verðbólgu-skúfu á síðustu 30 árum, þótt stjórnvöld þessara landa – bæði ríkisstjórnir og seðlabankar – hafi margoft ítrekað þá stefnu sína að ná taki á verðbólgu. Ábendingar tvímenninganna um að

4. Sjá t.d. Grilli, Masciandro og Tabellini (1991), Cukierman (1992) og Alesina og Summers (1993).

5. Sjá greinargott yfirlit í Clarida, Gali og Gertler (1999).

6. Sjá t.d. Drazen (2000), Persson og Tabellini (2000) og Grossman og Helpman (2001).

notadrýgra kynni að vera að eiga við verðbólgu ef beitt væri reglufestu fremur en geðþótta komu af stað líflegri umræðu um hvernig hægt væri að nota einfaldar reglur um vöxt peningamagns og fastgengisstefnu til að draga úr verðbólgu. Rannsóknir fræðimanna á þessu sviði urðu síðan til þess að breyta sjónarhorni stjórnvalda. Í stað þess að velta fyrir sér einstökum ákvörðunum – geðþóttaákvörðunum – beindist athygli þeirra meira að því að sýna hvílíkur árangri hægt væri að ná með því að njörva betur niður ákveðinn ramma utan um peningamálastefnuna. Í framhaldi var reynt að festa hönd á því hvers konar stefna væri trúverðug og pólitískt fær.

Á síðustu 15 árum hefur þeim stofnunum sem koma að stjórn peningamála víða verið breytt [m.a. hér á Íslandi]. Markmið þeirra breytinga hefur fyrst og fremst verið að auka sjálfstæði bankanna þannig að þeir séu færari um að fylgja vel eftir þeirri stefnu í peningamálum sem stjórnvöld marka. Samhliða hafa þessi markmið, sem oftast eru verðstöðugleiki, verið sett fram með ljósari hætti. Þær breytingar sem gerðar hafa verið á seðlabönkum í Bretlandi, Nýja Sjálandi og Svíþjóð eiga allar rót sína að rekja til þeirra fræðilegu athugasemda sem Kydland og Prescott settu fram, og hið sama má segja um þær umræður er áttu sér stað um stofnun Seðlabanka Evrópu, ECB. Náð samband er einnig á milli þessara rannsókna og aukinnar beitingar á verðbólgu-markmiðum í mörgum þróunarlöndum heims.

## 2.6 Skyld fræði

Enda þótt Kydland og Prescott hafi fyrstir vakið máls á þeim alvarlega vanda sem ósamkvæmni hefur í för með sér, voru þeir ekki fyrstir til að benda á þessi vandkvæði. Auernheimer (1974) benti t.d. á að stjórnvöld gætu reynt að auka tekjur sínar með stefnu sem magnaði upp meiri verðbólgu en ráð hafði verið fyrir gert. Calvo (1978) var efnið einnig hugleikið en hann braut ekki þennan vanda til mergjar og leysti hvorki ósamkvæmnivandamálið fyrir stjórnvöld sem stjórna eftir geðþótta né velti fyrir sér öðrum lausnum. Strotz (1956) og Phelps og Pollak (1968) könnuðu áhrif ósamkvæmni á sparnað, þ.e. hvernig sparnaður ræðst af sibreytilegu vali einstaklinga.

Buchanan (1975) fjallaði um afar svipaða hluti og Kydland og Prescott í grein sinni um valþröng Samverjans. Hann tengdi þó ekki ósamkvæmnivandann með formlegum hætti við stefnu stjórnvalda. Elster (1977) minnst einnig á skyld atriði. Fræðileg greining á einokunarsala sem framleiðir varanlegar neysluvörur er einnig lík. Einokunarsalinn vill gjarnan koma því inn hjá fólki að varan verði seld við háu verði um ókomna tíð. Neytendur með mestan greiðsluvilja myndu þá kaupa vöruna fyrst á háa verðinu, en síðan myndi fyrirtækið lækka verðið og selja öðrum við lægra verði. Samkvæmt getgátu Coase (1972) mun verðlagning miðast við jaðarkostnað vegna þess að neytendur horfa fram á veginn og það verður til þess að einokunarsalinn lendir raunverulega í samkeppni við sjálfan sig þar sem hann verður að miða verð sitt á yfirstandandi tímabili við það verð sem hann hyggst bjóða í framtíðinni. Þessi vandi hefur einnig verið skoðaður í leikjafræði og má þar benda á framlög Stokey (1981), Bulow (1982) og Gul, Sonnenschein og Wilson (1986).

## 3. Drifkraftur hagsveiflna

Á undanförunum tveimur áratugum hafa kenningar um hagsveiflur verið teknar til gagn Gerrar endurskoðunar, sem og þær aðferðir sem notaðar eru við rannsóknir á þeim. Í hinni keynesisku aðferðafræði, sem tíðkast hafði allt frá lokum seinna stríðs og fram yfir 1980, voru tengslin á milli helstu þjóðhagsstærða sett fram á einfölduðu formi sem ætlað var að sýna fullt samhengi þessara grundvallarsambanda. Enda þótt þessi sambönd væru studd rekstrarhagfræðilegum rökum voru þau hins vegar ekki leidd beint út frá þeim kenningum. Öllu veigameiri var þó sá galli að þær greiningar sem gerðar voru á hagsveiflum gengu ekki út frá því að þau þjóðhagfræðilegu sambönd, sem greiningin náði til, væru öll byggð á sama rekstrarhagfræðilega grunni.

Líkön af þessu tagi voru mikið notuð við hagspár og mat á þeim áhrifum sem tiltekna peninga- og fjármálaaðgerðir höfðu í för með sér. Er komið var fram á miðjan áttunda áratuginn tóku þó þær raddir sem gagnrýndu þessi líkön að gerast æ háværari, ekki hvað síst eftir að Lucas

(1976) benti á að alvarlegir misbrestir væru á þessari aðferð. Það væri nefnilega ekki hægt að gera ráð fyrir að þau einfölduðu form, sem hagsveiflulíkonin grundvölluðust á, héldust óbreytt þegar stefna stjórnvalda breyttist eða aðrar breytingar ættu sér stað á aðstæðum hagkerfisins. Hagþróun næstu ára staðfesti þessa gagnrýni. Ýmis sambönd á milli hagstærða, sem höfðu haldist stöðug áratugina á undan, virtust riðlast er olíukreppur þessa áratugar gengu yfir. Alvarlegast var að fræðin um Phillips-kúrfuna, sem gengu út á að stöðugt neikvætt samband ríki á milli atvinnuleysis og verðbólgu, virtust vart halda. Alltént var ekki hægt að útskýra tilurð kreppuverðbólgu, þar sem saman fer atvinnuleysi og verðbólga, út frá hinni hefðbundnu Phillips-kúrfu. Reynsla áttunda áratugarins gróf einnig undan þeirri skoðun að sveiflur í eftirspurn væru helsti drifkraftur hagsveiflna. Þess í stað gáfu atburðir þessara ára sterklega til kynna að framboðsskellir, svo sem olíuverðshækkunar árunna 1973–1974 og 1979 og sá samdráttur í framleiðni sem fylgdi, gætu átt stóran þátt í að drífa hagsveifluna áfram.

Til að ráða bót á þessu stakk Lucas upp á því að þjóðhagsfræðilíkonum yrði fundinn traustari grunnur í rekstrarhagsfræðilegum kenningum. Setja ætti fram með skýrum hætti þær rekstrarhagsfræðilegu kenningar sem líkonin væru byggð á, í stað þess að gera ráð fyrir ákveðnum heildarsamböndum. Líkonin ættu að styðjast við klárar forsendur um hegðan einstaklinga og val þeirra, fyrirtæki og þá tækni sem notuð væri við framleiðslu þeirra, þær upplýsingar sem aðilar á markaði réðu yfir og þá markaði sem þeir kæmu saman á og fyrirkomulag samskipta milli þeirra. Þegar þessi grunnur hefði verið lagður væri hægt að draga ákveðnar ályktanir um það hvernig þjóðhagsstærðir ættu að haga sér og jafnvægi að myndast, og bera þær niðurstöður saman við söguleg gögn. Það væri t.d. ólíklegt að hagstjórnaraðgerðir, hvort sem um væri að ræða peninga- eða fjármálaaðgerðir, hefðu áhrif á val einstaklinga og þá tækni sem fyrirtæki notuðu, þótt aðgerðirnar gætu breytt hegðan einstaklinga og fyrirtækja á markaði. Athuganir byggðar á þannig líkonum myndu því standast betur þá kröfu að skila svipaðri niðurstöðu þótt stjórnvöld breyttu

um stefnu, og því gagnast betur við stefnumótun en eldri líkön.

Lucas setti gagnrýni sína fram án þess að gefa nákvæma forskrift fyrir því hvernig hægt væri að hanna líkön sem tækju tillit til þessara viðhorfa og raunar má fullyrða að það hafi ekki verið neitt áhlaupaverk að ætla sér að setja fram líkan er uppfyllti þær lágmarkskröfur að hægt væri að spá fyrir um þróun helstu hagstærða út frá ákveðnum rekstrarhagsfræðilegum forsendum. Slíkt líkan þyrfti að vera nægjanlega kvíkt til að geta hermt vel eftir þeim ákvörðunum sem framsýnir einstaklingar taka um heppilegasta umfang fjárfestingar og neyslu á hverju tímabili. Hér er rétt að taka fram að einföld haglíkön með skynsamlegum væntingum höfðu vissulega þá þegar verið sett fram og metin með tölfræðilegum aðferðum og átti Sargent (1977, 1978 og 1979) stærstan hlut að máli. En forsendur þeirra líkana voru mjög einfaldaðar og gerðu ráð fyrir að hægt væri að lýsa sambandi á milli einstakra þátta hagkerfisins með fáeinum, línulegum samböndum. Lengra virtist ekki vera hægt að komast að sinni. Þótt aðferðafræðin væri þekkt var um 1980 ekki hægt að meta flókin, kvik og ólínuleg líkön með aðferð hámarkslíkinda (e. *maximum likelihood*).

Grein Kydland og Prescott, sem birtist 1982, breytti þessu öllu í einu vefangi með því að sýna hvernig hægt væri að hrinda hugmyndum Lucas í framkvæmd. Tvímenningarnir settu fram slembið afbrigði af hinu vel þekkta nýklassiska hagvaxtarlíkani sem síðan hefur verið mikið notað í þjóðhagslíkanagerð. Þeir sýndu fram á að tæknibreytingar, þ.e. fráhrarf til skamms tíma frá þeirri langtímatækniþróun sem er undirstaða hagvaxtar, gætu haft veruleg áhrif á sveiflur í framleiðslu. Í þjóðhagslíkonum nútímans er allajafna gert ráð fyrir að skellir á framboðs- jafnt sem eftirspurnarhlíð geti skipt sköpum. Til að geta leyst líkan sitt notuðu Kydland og Prescott bæði númerískar aðferðir og hermun í tölvum í áður óþekktum mæli. Aðferðafræði þeirra er nú orðin hluti af námi framhaldsnemenda í hagfræði, en þótti framúrsteftnuleg er greinin birtist. Kydland og Prescott notuðu mikið svonefnda kvörðun, sem er einföld en áhrifarík aðferð til að kanna hvort líkan segi svipaða sögu og fyrirliggjandi

gögn. Þessi aðferð er nú mikið notuð í þjóðhagfræði. Grein félaganna kom því á framfæri fjölmörgum áður óþekktum eða lítt notuðum aðferðum við rannsóknir sem síðan hafa náð mikilli útbreiðslu meðal hagfræðinga.

### 3.1 Hin almenna hugmynd

Í þessum kafla verður hagsveiflulíkani Kydland og Prescott fyrst lýst í grófum dráttum, síðan fjallað um aðferðafræði þeirra og henni lýst með dæmi. Loks verður greint frá því hvernig líkön af þessu tagi eru hagnýtt.

Tilgangur Kydland og Prescott var fyrst og fremst sá að binda saman kenningar um hagsveiflur og hagvöxt þannig að úr yrði nothæft líkan. Robert Solow hafði árið 1956 sett fram nýklassískt hagvaxtarlíkan, þar sem tæknibreytingar léku lykilhlutverk, og hafði líkanið mikið verið notað í hagfræði allar götur síðan. Þar sem tvímenningarnir héldu því fram að framboðsskellir á borð við tækninýjungar væru mikilvægur þáttur hagsveiflna blasti því við að kanna hvort ekki mætti byggja á líkani Solow. Í nýklassískum hagvaxtarlíkönum er einnig gerður skýr greinarmunur á skammtímasveiflum og langtímahagvexti, þótt hagvöxtur til langs tíma hljóti ætíð eðli málsins samkvæmt að vera settur saman úr mörgum skammtímasveiflum. Að auki felast rannsóknir á hagsveiflum og hagvexti í athugunum á sömu breytum. Þessir eiginleikar nýklassísku líkananna féllu einnig vel að hugmyndum Kydland og Prescott.

Á þeirri öld sem liðin var fram að 1980 hafði landsframleiðsla í Bandaríkjunum og öðrum vestrænum ríkjum vaxið að meðaltali um 2% á ári. Framleiðsla árið 1980 var því sjö sinnum meiri en hún hafði verið 100 árum áður. Kydland og Prescott settu fram þá kenningu að tæknibreytingar – oftast framfarir – gætu verið helsta hreyfiafl þessarar þróunar, ekki aðeins til lengri tíma litið, heldur einnig í bráð. Auk þess að koma fram með hagvaxtarlíkan sitt, hafði Solow einnig bent á hvernig hægt væri að nota svonefnt hagvaxtarbókhald til að meta þátt tæknibreytinga í hagvexti. Að gefnum ýmsum forsendum, svo sem jafnri skalahagkvæmni, fullkominni samkeppni á mörkuðum og jafnvægi á markaði, mátti líta á tæknibreytingar eða framleiðni sem afgangsstærð, þann

þátt hagvaxtar sem ekki má skýra með aukinni notkun aðfanga (vinnuafis og fjármagns). Þessi afgangsstærð hefur stundum verið kölluð Solow-leifaliðurinn. Í þeim rannsóknum þar sem hagvaxtarbókhaldsaðferðin hefur verið notuð hefur iðulega komið í ljós að sveiflur í tæknibreytingum geta verið miklar á milli tímabila, og drjúgur hluti þeirra komið fram innan hagsveiflunnar. Kydland og Prescott ákváðu að nota þessar sögulegu staðreyndir og kanna hvernig hagkerfi brygðust við framboðsskellum sem voru álíka stórir og eitt staðalfrávik af leifalið Solows.

Líkan þeirra miðaðist við lokað hagkerfi þar sem ríkir fullkomin samkeppni og engin tregða á mörkuðum og var sett fram sem slembið allsherjarjafnvægislíkan. Spurningin sem þeir hugðust svara var eftirfarandi: Hvaða áhrif hafa tæknibreytingar á framleiðslu við aðstæður sem þessar? Jákvæður skellur fól í sér að tæknibreytingar á ákveðnu tímabili voru meiri en svaraði til meðalvaxtar framleiðni. Fyrir vikið var hægt að framleiða meira í hagkerfinu enda þótt ársverkum hefði ekki fjölgað og fjármagn ekki aukist. Hærrí framleiðni leiðir að auki til þess að laun hækka og þess vegna vilja fleiri leita fyrir sér á vinnumarkaði eða lengja vinnutíma sinn: sá fórnarkostnaður sem felst í því að vera í fríi eða atvinnulaus eykst þegar launin hækka. Það eru því tvær ástæður fyrir því að landsframleiðsla eykst þegar tæknipróun er ör. Beinu áhrifin eru þau að meira er hægt að framleiða úr sama magni aðfanga og áður, og óbeinu áhrifin eru í gegnum vinnumarkaðinn þar sem vinnuframboð eykst með hærri launum. Raunar hækkar einnig framleiðni fjármagns á þessu sama tímabili, en sú hækkan hefur engin áhrif á stærð fjármagnsstofnsins, þar sem það tekur fjárfestingu tíma að skila sér. Ef þessi framleiðniaukning hefði aftur á móti verið fyrir séð er trúlegt að meira hefði verið fjárfest á tímabilunum næst á undan og fjármagnsstofninn hefði þá verið stærri en ella. Þar hefði þá myndast önnur óbein leið til að framleiða meira: stærri fjármagnsstofn hefði þýtt aukna framleiðslu.

Hagvaxtarskotið á þessu tímabili hrindir af stað flóknari atburðarás. Hluti þessarar auknu framleiðslu fer í neyslu, en það sem eftir stendur fer í sparnað og nýtist seinna til fjárfestingar. Skipt-

ingin á milli neyslu og sparnaðar ræðst af vali neytenda og því hversu lengi fólk telur að þessi aukni hagvöxtur muni vara. Samkvæmt kenningum hagfræðinnar, sem rannsóknir hafa staðfest, reyna einstaklingar að jafna neyslu sinni sem mest á milli tímabila og neyslu- og sparnaðarhlutföllin ráðast þess vegna af því hversu þungt neytendur meta neyslu í dag miðað við neyslu í framtíðinni. Ábati þess að leggja fyrir fé og fjárfesta vex eftir því sem hagvaxtarskotið er lengra. Veruleg jákvæð sjálffylgni reyndist vera í þeim gögnum um framleiðni sem Kydland og Prescott notuðu við rannsókn sína. Sjálffylgnin leiðir til þess að áhrif eru lengi að fjara út, framleiðniaukning á yfirstandandi tímabili hefur því einnig áhrif á framleiðni á tímabilinu á eftir. Áhrifin á fjárfestingu verða því mun meiri en í þeim tilvikum þar sem engin sjálffylgni er til staðar, þar sem fjárfesting er bæði afleiðing hagvaxtar á sama tímabili og undangengnum tímabilum. Að auki getur vinnuframboð aukist á næsta tímabili, jafnvel þótt framleiðni það tímabilið sé lítið yfir meðaltalsvextinum, vegna þessara sjálffylgniáhrifa. Ef fjárfesting eykst mikið og nægjanlega mikil sjálffylgni er í framleiðnigögnunum getur jafnvel farið svo að aukning vinnuframboðs á næsta tímabili verði meiri en á yfirstandandi tímabili.

Þessi kviku áhrif mynda miðlunarferli líkansins (e. *propagation mechanism*): tímabundnar breytingar tækni hafa áhrif á framleiðni sem hefur síðan áhrif á þróun helstu hagstærða í framtíðinni. Ferlið er stöðugt, þ.e. áhrif þessara breytinga fjara út með tímanum, vegna þess að þá leitar framleiðnivöxturinn aftur í jafnvægi og minnkandi jaðarframleiðni fjármagns dregur úr fjárfestingu uns hún er einnig orðin jöfn meðaltali til langs tíma.

Með þessa kenningu að vopni tóku Kydland og Prescott að bera spár líkansins saman við söguleg gögn og reyndist allgöð samsvörun vera þar á milli. Miðlunarferlið veldur því að sjálffylgni er að finna í öllum helstu þjóðhagsstærðum og þær hreyfast í sömu átt. Sveiflur í fjárfestingu reyndust vera meiri en breytileiki í framleiðslu, sem aftur reyndist sveiflast meira til en einkaneysla. Breytingar á framleiðni, sem eiga rót sín að rekja til tæknibreytinga, valda því að í hagþróun skiptast á skin og skúrir. Samdráttur mynd-

ast þegar tæknibreytingar eru hægari en venja er til, en sá hægi vöxtur leiðir til þess að laun falla, vinnuframboð dregst saman og fjárfesting minnkar. Þegar stuðlar líkansins voru kvarðaðir með niðurstöðum úr rekstrarhagfræðilegum rannsóknum og framboðsskellir síðan búnir til reyndist líkanið geta útskýrt 70% af þeim sveiflum í framleiðslu sem átt höfðu sér stað í bandarísku hagkerfi frá því eftir seinna stríð.

### 3.2 Aðferðafræði

Það líkan sem Kydland og Prescott settu fram var kvíkt, slembið allsherjarjafnvægislíkan. Í því myndast jafnvægi í verði og magni á slembinn hátt þannig að eftirfarandi tvö skilyrði eru uppfyllt: Í fyrsta lagi er gert ráð fyrir því að neytendur ákveði þá neyslu sem hámarkar nyt þeirra og fyrirtæki framleiði það magn sem hámarkar hagnað þeirra, að gefnu því hvernig verð þróast á markaði. Í öðru lagi er gert ráð fyrir að markaðir nái jafnvægi. Fyrra skilyrðið felur í sér skynsamlegar væntingar. Í þessu fullkomlega kvika líkani eru óhneigðar væntingar aðila um framtíðarþróun verðs liður í hámarkun þeirra. Stærðfræðilega samsvarar þetta því að einstaklingar og fyrirtæki leysi n-vítt fastapunktsvandamál (e. *fixed-point problem*), en Arrow og Debreu höfðu sýnt fram á að hægt væri að ná jafnvægi við slíkar aðstæður.<sup>7</sup> Vegna þess hve vandasöm kvik og slembin greining getur verið var aftur á móti torvelt að sýna nákvæmlega hvernig slíkt jafnvægi liti út. Framlag Kydland og Prescott var í því fylgið að einfalda verulega hin flóknu vandamál sem Arrow og Debreu höfðu glímt við.

Í líkani Kydland og Prescott voru nokkrar einfaldar forsendur. Aðeins var gert ráð fyrir einni neysluvöru og einni tegund neytanda sem lifði eilífu lífi, þ.e. einstaklingi sem ævinlega átti börn sem hann fórnar sér fyrir. Þá var, líkt og í nýklassískum hagvaxtarlíkönum, eingöngu gert ráð fyrir einni tegund framleiðsluferlis sem lýst var með einu framleiðslufalli með tvennum aðföngum, fjármagni og vinnuafli, fyrir allt hagkerfið.

7. Sjá Debreu (1959).

Til að einfalda útreikninga var ekki gert ráð fyrir að nein tregða ríkti á mörkuðum, þannig að allar lausnir væru Pareto-hagkvæmar. Fyrir vikið var hægt að nota alþekktar kennisettingar úr velferðarhagfræði til að leysa hámarksvandamálin og finna og skýra mögulegt jafnvægi. Í jafnvægi væri hagur hins dæmigerða neytanda mestur og því væri hægt að ýta til hliðar öllum vangaveltum um þróun verðs, en einbeita sér þess í stað að finna jafnvægisstærðir beint með því að hámarka þjóðhagslega velferð. Þegar búið væri að leiða út jafnvægisstærðir var hægt að stinga þeim upplýsingum inn í fyrstu gráðu skilyrðin fyrir hámarksneytanda og hagnaðar og leiða út jafnvægisstærðir.

Þótt Kydland og Prescott hafi notast við miklar einfaldanir í líkani sínu var það samt sem áður svo flókið að nota varð númerískar aðferðir til að leiða út jafnvægi. Með því að yfirfæra kenningar þar að lútandi og nota tölvur til að finna lausnir, má segja að þeir hafi galopnað hagfræðingum dyr að nýrri tegund aðferðafræði. Á þeim árum sem liðin eru síðan hafa þessar aðferðir verið þróaðar enn frekar og þau líkön sem þeim er beitt á í dag eru mun flóknari en líkan þeirra frá árinu 1982.<sup>8</sup>

Að síðustu þurfti að finna aðferð til að nota líkanið til að búa til gögn sem hægt væri að bera saman við fyrirliggjandi upplýsingar og kanna hversu vel það líkti eftir raunveruleikanum. Hér var einnig við ramman reip að draga. Vegna þess hve líkanið var flókið var ekki hægt að fara hinu hefðbundnu leið, þ.e. að meta stuðla líkansins með tölfræðilegum aðferðum og nota það stuðlamat sem gaf útkomu er var sem líkust raunveruleikanum. Við keyrslu líkansins einu sinni þurfti að nota númerískar aðferðir til að leysa fjölda kvikra, slembinna hámarksneytanda mála, og það þótti ófær leið að leita að heppilegustu stuðlum þess með þeim hætti. Kydland og Prescott völdu því aðra leið, nefnilega þá að nota kvörðun. Þeir ákváðu gildi á nokkrum stuðlum líkansins þannig að þróun ákveðinna innri breyta í líkaninu yrði svipuð og hún hafði verið í Bandaríkjunum frá lokum seinni heimsstyrjaldar. Þannig lögðu þeir sérstaka áherslu á að líkanið gæti hermt eftir þróun

ákveðinna þjóðhagsstærða, svo sem vaxta og hlutfalls fjármagns og framleiðslumagns, og rekstrarhagsstærða, svo sem vildum eintaklinga.

Kvörðun er í raun afar einföld tegund mats, sem felst í því að ákveða gildi á tilteknum stuðlum í vel skilgreindum hluta líkans, sem oft er einhvers konar algrími (e. *algorithm*), og nota það stuðlamat til að búa til ákveðin gögn sem síðan eru borin saman við raunveruleikann. Mismunandi er hvaða stuðla er ákveðið að kvarða, en í þessu tilviki var gengið út frá ákveðnum þjóðhags- og rekstrarfræðilegum stærðum, og þeir stuðlar valdir sem gáfu niðurstöðu er var sem líkust fyrirliggjandi upplýsingum.<sup>9</sup> Þetta er afar gagnleg og einföld aðferð, sem gerir rannsakendum mögulegt að leysa flókin líkön. Þá er litill vandi að kanna hvaða áhrif ólík gildi þessara stuðla hafi á lausn líkansins. Ör þróun á sviði tölva og hagnýtrar stærðfræði og tölfræði síðustu árin hefur gert það að verkum að þessari aðferðafræði hefur ört fleygt fram, og henni er nú mikið beitt í rannsóknum á hagsveiflum, sem og öðrum fyrirbærum í hagfræði og skyldum greinum.

### 3.3 Dæmi og notkun

Hér á eftir fylgir einfalt dæmi um aðferðafræði Kydland og Prescott. Jafnframt er minnst á hvernig hið almenna líkan þeirra sker sig frá þessu sértílviki.

#### 3.3.1 Forsendur

Líkanið miðast við ósamfelldan og óendanlegan tíma, þ.e.  $t = 0, 1, 2, \dots$ . Á hverju tímabili er framleidd ein afurð,  $y_t$ , sem nota má bæði til neyslu og fjárfestingar. Því gildir  $c_t + i_t = y_t$ . Fjármagnsstofn er skilgreindur sem  $k_{t+1} = (1 - \delta)k_t + i_t$ , þar sem  $k_t$  táknar fjármagnsstofn og  $\delta$  afskriftarhlutfall ( $0 < \delta < 1$ ).<sup>10</sup> Fjármagn og vinnuafll ( $l_t$ ) er notað til að framleiða afurðir og er framleiðslunni lýst með fallinu  $y_t = f(z_t, k_t, l_t)$ . Jöfn

9. Sjá Shoven og Whalley (1984) og Auerbach og Kotlikoff (1987).

10. Hugtakið „tími til að byggja“ er dregið af því að í þessu líkani líður eitt tímabil frá því að fjárfest er þar til að fjárfestingin nýtist til framleiðslu.

8. Sjá yfirlit í Amman, Kendrick og Rust (1996).

stærðarhagkvæmni er til staðar og framleiðslu-fallið er vaxandi og hvelft. Breytan  $z_t$  táknar tækniframfarir og henni er lýst með sjálfyfignifalli af fyrstu gráðu, þ.e.  $z_{t+1} = \rho z_t + \varepsilon_{t+1}$ , þar sem  $0 < \rho < 1$  og  $\varepsilon$  er leifaliður sem er einsdreifður og óháður yfir tíma og hefur vongildi jafnt núlli og fasta dreifni,  $\sigma^2$ . Eins og sjálfyfignifallið er skilgreint hér er því jákvæð fyrstu gráðu sjálfyfignifalli til staðar.

Það eru fjölmargir, einsleitir neytendur á markaði sem hver um sig ákveður neyslu sína. Þeir líta á verð sem gefna stærð. Sérhver neytandi lifir um aldur og ævi. Notagildi hans er fall af neyslu og frítíma og á tímanum  $t = 0$  er vali hans lýst með jöfnunni

$$E \left[ \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, 1-l_t) \right]$$

Hér táknar  $\beta$  afvaxtastuðul sem er jákvæður en minni en einn. Stuðullinn sýnir hversu miklu meira neytendur meta neyslu á yfirstandandi tímabili miðað við neyslu á seinni tímabilum: því hærra sem gildið er þeim mun ófúsari eru neytendur að fresta neyslu sinni. Fallið  $u$  er stranglega vaxandi og stranglega hvelft. Neytandi skiptir þeim tíma sem hann hefur til ráðstöfunar á milli vinnu ( $l_t$ ) og frítíma ( $1-l_t$ ). Breyturnar  $y_t$  og  $c_t$  eru slembnar og er ferli þeirra rekið áfram af hinu slembna ferli  $z_t$ . Loks táknar  $E$  vongildi.

Tekjubandi einstaklingsins er lýst með jöfnunni

$$c_t + k_{t+1} = (1 + r_t - \delta)k_t + w_t l_t$$

Stuðullinn  $r_t$  táknar markaðsávöxtun fjármagns fyrir afskriftir og  $w_t$  vinnulaun. Í þessu líkani ræðst því verð af hinum slembnu ferlum  $r_t$  og  $w_t$ . Á sérhverju tímabili hámarkar neytandinn notagildisfall sitt með tilliti til tekjubandsins.

Fyrirtæki hámarka hagnað og búa við fullkomna samkeppni. Þar sem fjárfesting ræðst af vali neytenda á milli neyslu og fjárfestingar, felst hið kvika hámarkunarvandamál í því að velja þau gildi á  $k_t$  og  $l_t$  sem hámarka hagnað, þ.e.  $\pi = f(z_t, k_t, l_t) - \tau_t k_t - w_t l_t$ . Verð afurða er hér normaliser-

að og sett = 1. Þar sem jöfn stærðarhagkvæmni er til staðar verður hagnaður = 0 á sérhverju tímabili.

### 3.3.2 Greining

Gangverk líkansins eru fyrstu gráðu skilyrðin sem leidd eru út úr hámarkun neytenda og fyrirtækja. Val neytenda á milli neyslu og sparnaðar ræðst af eftirfarandi tímategnda fyrstu gráðu skilyrðinu:

$$u_1(c_t, 1-l_t) = \beta E[u_1(c_{t+1}, 1-l_{t+1})](1+r_{t+1}-\delta)$$

Hér táknar  $u_t$  hlutaafleiðu nytjafallsins með tilliti til neyslu. Í jafnvægi verður því jaðarmytjatapið sem leiðir af minni neyslu á tímabilinu  $t$  að vera jafnt þeim nytjum sem neytandi hefur á tímabilinu  $t+1$  af afvaxtaðri ávöxtun fjárfestingar sinnar á tímabilinu  $t$ . Neytendur þurfa einnig að ákveða hvernig þeir skipta tíma sínum á milli vinnu og frítíma. Það val má leiða út frá eftirfarandi tímategnda skilyrði:

$$u_1(c_t, 1-l_t)w_t = u_2(c_t, 1-l_t)$$

Jaðarávinningur þess að vinna einni tímaeiningu lengur (vinstri hlið jöfnunnar) verður í jafnvægi að vera jafn því jaðartapi sem felst í að vinna lengur og geta þar með ekki verið í fríi.

Þau skilyrði sem tengjast hámarkunarvanda fyrirtækjanna má leiða út á samsvarandi hátt. Í jafnvægi hlýtur jaðarvirði framleiðslunnar að vera jafnt raunkostnaði við að nota eina viðbótar-einingu af hvorri tegund aðfanga. Fyrir fjármagn gildir því að

$$\tau_t = f_2(z_t, k_t, l_t)$$

og fyrir vinnuafli gildir sömuleiðis að

$$w_t = f_3(z_t, k_t, l_t)$$

Hlutaafleiðurnar  $f_2$  og  $f_3$  tákna afleiðu framleiðslufallsins með tilliti til fjármagns og vinnuafls. Þar sem hlutaafleiðurnar eru fall af magni aðfanga og tækni er lítill vandi að reikna þær út og þar með að finna verð hvorra tveggja aðfanga.

Jafnvægi í líkaninu myndast fyrir tilstilli slembinna ferla fyrir magn og verð, en þessir ferlar verða að uppfylla ákveðin jafnvægisskilyrði á



hverju tímabili. Til að leysa líkanið notuðu Kydland og Prescott afturvirka greiningu, enda hafði sú aðferðafræði reynst þeim vel í rannsóknum þeirra á ósamkvæmni sem lýst var í kafla 2. Jafnvægisferlarnir eru fall af stöðubreytum hagkerfisins, í þessu tilfelli  $(z_t, k_t)$ , þ.e. tækniskelli yfirstandandi tímabils og fjármagnsstofni á sama tímabili. Jafnvægislausnina fyrir vinnuafli má leiða út frá fallinu  $h_l$ :  $l_t = h_l(z_t, k_t)$ . Vinnuframboð á hverjum tíma ræðst því af þeim tæknibreytingum sem eiga sér stað á yfirstandandi tímabili og stærð fjármagnsstofnsins. Á sama hátt má leiða út jafnvægislausn fyrir neyslu,  $c_t = h_c(z_t, k_t)$ . Út frá þessum tveimur föllum,  $h_l$  og  $h_c$ , er nú hægt að skilgreina jafnvægi fyrir áðrar breytur. Tökum dæmi. Að stöðubreytunum  $(z_t, k_t)$  gefnum má sýna fram á að eftirfarandi skilyrði verður að gilda um fjármagnsstofn á tímabilinu  $t+1$ :

$$k_{t+1} = (1 - \delta)k_t + f(z_t, k_t, h_l(z_t, k_t)) - h_c(z_t, k_t)$$

sem er augljóslega eingöngu fall af stöðubreytunum tveimur. Með sama hætti má sýna fram á að eftirfarandi þarf að gilda um vinnulaun á tímabilinu  $t$ :

$$w_t = f_3(z_t, k_t, h_l(z_t, k_t))$$

Almennt gildir að ekki er hægt að finna nákvæma lausn fyrir föllin  $h_l$  og  $h_c$ , en fram hjá þeirri keldu er hægt að taka krók með því að nota númerískar aðferðir. Fyrsta skrefið er að gefa sér ákveðin fallform fyrir framleiðslufallið og notagildisfallið. Í framhaldinu má einnig áætla ákveðin gildi fyrir tiltekna stuðla, bæði þessara tveggja falla, sem og fyrir aðra stuðla líkansins og síðan leysa líkanið.

Að gefnum ákveðnum forsendum er meira að segja hægt að nota analýtískar aðferðir í stað númerískra til að leiða út jafnvægi í líkaninu. Þessar forsendur eru:

$$u(c, 1 - l) = (1 - \phi) \log c + \phi \log(1 - l),$$

$$f(z, k, l) = zk^\alpha l^{1-\alpha}$$

og  $\delta = 1$ . Ef þær halda má sýna fram á að jafnvægis-skilyrðin eru uppfyllt svo framarlega sem vinnuframboð er hið sama á öllum tímabilum,

$h_l(z_t, k_t) = A$  og neysla er stöðugt hlutfall af framleiðslu. Í síðarnefnda tilvikinu má skrifa neyslufallið sem

$$h_c(z_t, k_t) = Bz_t k_t^\alpha A^{1-\alpha}$$

þar sem  $A$  og  $B$  eru fastar.

Þau gögn sem líkanið býr til þegar þessar tilteknu forsendur eru notaðar eru ekki sambærileg við söguleg gögn. Ástæðan er fyrst og fremst sú að ein þessara forsendna er sú að  $\delta = 1$ , þ.e. að fastafjármunir séu afskrifaðir að fullu strax á fyrsta tímabili. Til þess að þessi forsenda fái staðist verður sérhvert tímabil að spanna afar langan tíma. Afskriftir eru mun hægari í raunveruleikanum. Þannig benda fyrirliggjandi gögn til þess að afskriftir séu að jafnaði í kringum 10% á ári. Samkvæmt því tekur um 20 ár að afskrifa fjármagn að fullu. Til að hagsveiflulíkön komi að fullu gagni þarf tímaeining líkansins að vera mun styttri en þegar þessar tilteknu forsendur gilda, t.d. ársfjórðungur eða ár. Þá er það einnig galli á líkani með þessar forsendur að þótt miðlunarferlið sé svipað því sem lýst var í kafla 3.1 hafa skellir engin áhrif á framboð vinnuafli. Hægt er að ráða bót á þeim ágalla með því að gefa sér að afskriftahlutfallið sé  $< 1$ , en í þeim tilvikum hafa framboðsskellir áhrif á vinnuframboð. Sá böggull fylgir hins vegar því skammrifi að slík líkön, þ.e. þar sem  $\delta < 1$ , verða ekki leyst öðruvísi en með númerískum aðferðum.

### 3.3.3 Kvörðun

Eins og fram kom hér að ofan skiptir höfuðmáli hvaða gildi stuðlar líkansins taka, eða þeim eru gefin. Algengt er að nota tölfræðilegar aðferðir til að meta þessa stuðla og nota síðan það mat í líkaninu, en það er einnig hægt að kvarða líkanið og það var sú leið sem Kydland og Prescott völdu. Til hliðsjónar höfðu þeir rekstrarhagfræðileg gögn og upplýsingar um langtímagildi ákveðinna þjóðhagsstærða, en ekki gögn sem svöruðu til tímalengdar einnar hagsveiflu, 3-5 ára. Gögnin sem notuð voru til að kvarða stuðlana voru því af annarri tíðni en svarar til dæmigerðrar hag-

11. Sjá nánar í Prescott (1986).

sveiflu.<sup>11</sup> Eins og áður var minnst á er hvert tímabil í hagsveiflulíkönunum oftast talið samsvara einum ársfjórðungi. Kydland og Prescott notuðu þau gildi sem ákveðnar breytur tóku að meðaltali þegar lítið var yfir langt tímabil. Þar sem rannsókn þeirra náði til Bandaríkjanna eftir seinna stríð notuðu þeir meðalgildi þess tímabils fyrir eftirfarandi breytur: Meðalhluftall fjármagns og framleiðslu var sett jafnt 8, en þá er miðað við ársfjórðungsleg gögn fyrir framleiðslu. Út frá þessu gildi var síðan hægt að leiða út afskriftahlutfallið  $\delta$ . Meðalraunvextir voru ákveðnir 0,015, en út frá því var hægt að ákveða afvöxtunarstuðulinn  $\beta$ . Meðalhluftaleið fjármagns í vergum þáttatekjum var sett jöfn 0,35, en þar með var hægt að leiða út stuðulinn  $\alpha$  í framleiðslufallinu. Meðalfjöldi unninna vinnustunda var settur jafn 0,2 af þeim tíma sem hver einstaklingur hefur til ráðstöfunar. Út frá þessum stuðli er hægt að ákvarða hlut frítíma í notagildisfallinu, þ.e. stuðulinn  $\varphi$  í lógariþmíska nytjafallinu hér að framan.

Samkvæmt þessari aðferðafræði er því langtímaaðstæðum eða jafnstöðu lýst sem því jafnvægi þar sem vöxtur allra breyta er jafn. Út frá þessari langtímastöðu er síðan hægt að leiða út gildi annarra stuðla. Oftast er notast við flóknara notagildisfall en hið lógariþmíska, en þá er hægt að ákvarða stuðla fallsins betur þannig að staðkvæmdarteygni á milli tímabila og vinnuframboð samræmist því sem fram hefur komið í rekstrarhagfræðilegum athugunum. Eiginleikar lykilmeytu líkansins,  $z_t$ , eru síðan þannig að sjálffylgnistuðullinn  $\rho$  samrýmist þeirri sjálffylgni sem meta má úr gögnum fyrir tæknibreytingar og dreifni  $\varepsilon$  sé jöfn dreifni tæknibreytinga.

### 3.3.4 Samanburður á líkani og gögnum

Þegar allir stuðlar líkansins hafa verið ákvarðaðir er hægt að finna lausnir fyrir jafnvægisföllin  $h_t$  og  $h_c$ . Með því síðan að gefa sér ákveðið gildi fyrir fjármagnsstofn í upphafi og ákveðna tölfræðilega dreifingu slembiskellanna má búa til talnaraðir fyrir magn framleiðslu og aðrar breytur sem áhugavert kann að vera að skoða. Þau gögn sem þannig eru búin til má bera saman við fyrirliggjandi gögn fyrir hagsveiflur.

Sem dæmi má nefna það líkan sem Cooley og Prescott (1995) settu fram. Notagildisfall einstaklinga er þar skilgreint sem

$$u(c, l) = \frac{(c^{1-\gamma} l^\varphi)^{1-\gamma} - 1}{1-\gamma}$$

Í þessari tegund notagildisfalls er viðhorf neytenda til áhættu ætíð hið sama og jafnt  $\gamma$ .<sup>12</sup> Stuðullinn  $\varphi$  er ákvarðaður út frá fyrirliggjandi rannsóknum á því hvernig fólki ver tíma sínum og stuðullinn  $\gamma$  út frá rannsóknum á áhættuvilja einstaklinga. Prescott (1986) benti á að líklegt væri að  $\gamma$  tæki gildi sem væri nálægt einum, en í þeim tilvikum má umrita notagildisfallið hér að ofan sem hið lógariþmíska notagildisfall er kynnt var til sögunnar hér að framan. Í líkani Cooley og Prescott er einnig gert ráð fyrir að stuðullinn  $\rho$  í sjálffylgniferli tæknibreytinga taki gildið 0,95, og að staðalfrávik tæknibreytinga ( $\sigma$ ) sé jafnt 0,7.

Gögnin spanna tímabilið frá fyrsta ársfjórðungi ársins 1954 til annars ársfjórðungs ársins 1991, en áður en hægt er að bera fyrirliggjandi gögn við þau gögn sem líkanið býr til þarf að „hreinsa“ fyrrnefndu gögnin. Hagsveiflur eru sveiflur í kringum langtímavaxtaferil og er oftast gert ráð fyrir að þær vari í 3-5 ár.<sup>13</sup> Því þarf að sía burtu þessa langtímæiginleika, þannig að eftir standi einvörðungu frávik frá meðalvexti, hagsveiflan sjálf. Þetta má gera á ýmsan máta, en Cooley og Prescott notuðu aðferðafræði sem kennd er við Hodrick og Prescott (1980).

Í töflu 1 getur að líta samanburð á raunverulegum gögnum og þeim gögnum sem líkanið bjó til.<sup>14</sup> Svo sem sjá má eru sveiflur í framleiðslu minni í líkaninu en í fyrirliggjandi gögnum, þótt munurinn sé ekki mikill. Samkvæmt líkaninu er breytileiki í neyslu mun meiri en í framleiðslu, en breytileiki í fjárfestingu mun meiri. Ástæðan er sú að fólki reynir eftir fremsta megni að jafna neyslu

12. Formlega er  $\gamma$  skilgreint sem stuðull er sýnir hlutfallslega áhættufælni.

13. Sjá t.d. Burns og Mitchell (1946).

14. Líkanið var metið fyrir 150 tímabil og voru 100 keyrslur gerðar. Tafla 1 sýnir meðaltöl þeirra keyrslna.

Tafla 1

Samanburður á raunverulegum gögnum og niðurstöðum líkans Cooley og Prescott (1995)

	Fram- leiðsla	Neysla	Fjár- festing	Vinnu- tími	Framleiðni vinnu- afls
<i>Staðalfrávik</i>					
Líkan	1,35	0,33	5,95	0,77	0,61
Gögn	1,72	0,86	8,24	1,59	0,55
<i>Fylgni við framleiðslu</i>					
Líkan	1	0,84	0,99	0,86	0,98
Gögn	1	0,83	0,91	0,99	0,03

sína eftir tímabilum og taka lán til að brúa þau bil er myndast. Líkanið gerir ráð fyrir mun minni sveiflum í vinnuframlagi en raunveruleg gögn sýna. Þetta stafar að langmestu leyti af því að líkanið tekur ekki tillit til þess að fjöldi vinnandi fólks breytist á milli tímabila, heldur er einvörðungu horft til þess hvernig meðalvinnutími breytist. Það vantar sem sé aðra viddina í líkanið. Framleiðni vinnuafsls, sem hér er skilgreind sem meðalneysla á klukkustund, er heldur meiri í líkaninu en raunveruleikanum.

Líkanið sýnir einnig að fylgni á milli framleiðslu annars vegar og neyslu, fjárfestingar og vinnutíma hins vegar er afar sterk. Þetta eru áþekkar niðurstöður og fyrirliggjandi gögn sýna, en þó er fylgnin á milli vinnutíma og framleiðslu veikari í líkaninu. Ástæðan er sú hin sama og nefnd var hér að framan; líkanið tekur hvorki tillit til atvinnuleysis né breytinga á atvinnuþátttöku. Mjög lítil fylgni er aftur á móti á milli framleiðslu og framleiðni. Þetta stafar af því að í líkaninu er aðeins gert ráð fyrir einni tegund skella, framboðsskellum, og því aðeins ein rót óvissu í líkaninu. Að auki skiptir hér máli að eingöngu er horft til meðalvinnutíma á mann, en ekki breytinga á fjölda á vinnumarkaði.

Líkanið má einnig nota til að kanna fylgni á milli tímabila. Sem dæmi má nefna að í líkaninu er fylgni í framleiðslu á milli ársfjórðunga 0,7, en hún var 0,85 í fyrirliggjandi gögnum.

### 3.4 Seinni tíma rannsóknir

Aðferðafræði Kydland og Prescott hefur verið endurbætt og notuð í ýmsar rannsóknir á hagsveiflum, sem í grófum dráttum má skipta í fimm flokka. Í fyrsta lagi hefur verið kannað hvaða áhrif það hafi að víkja frá sumum hinna einföldu forsendna líkansins, svo sem þeirri að aðeins sé til ein tegund neytenda, eða þeirri að peningamálahlið hagkerfisins er enginn gaumur gefinn. Í öðru lagi hefur verið kannað hvaða áhrif aðrir skellir, svo sem peningamálaskellir eða viðskiptakjaraáhrif, hafa á líkón af þessu tagi. Í þriðja lagi hafa ýmis önnur miðlunarferli verið hönnuð og athuguð og t.d. verið gert ráð fyrir markaðsbrestum á peninga-, vinnu- og vörumarkaði. Í fjórða lagi hefur verið reynt að mæla tækniskelli og aðrar breytur líkansins á betri hátt. Í fimmta lagi hafa tölfræðilegar aðferðir verið notaðar í auknum mæli til að meta stuðla líkansins.

*Fyrsti flokkur.* Í mörgum rannsóknum hefur verið vikið frá hinum einföldu forsendum sem líkan Kydland og Prescott byggist á og í ljós hefur komið að þau frávik hafa litlu máli skipt fyrir niðurstöður líkansins. Þannig hefur t.d. ekki verið gert ráð fyrir að allir einstaklingar og fyrirtæki séu eins og að foreldrar beri ekki hag barna sinna takmarkalaust fyrir brjósti og séu tilbúnir að fóna sér algerlega fyrir þau. Einnig hefur verið gert ráð fyrir því að einstaklingar séu misáhættufælnir, og vikið frá því að aðeins sé framleidd ein vörutegund í hagkerfinu. Þá hefur forsendunni um fullkomna staðkvæmd á milli neyslu og fjárfestingar verið ýtt til hliðar, og gert er ráð fyrir markaði þar sem ekki ríkir fullkomin samkeppni, fyrir því að peningar hafi hlutverki að gegna, opnu hagkerfi og því að tækniframfarir séu fullkomin ytri stærð.<sup>15</sup>

Miðlunarferli líkansins og sjálffylgnieiginleikar þess breytast ef gert er ráð fyrir því að vinnuafsl og fjármagn geti flust á milli atvinnugreina og tímabila, og að sá tilflutningur hafi kostnað í för með sér. Þessir þættir líkansins breytast einnig ef gert er ráð fyrir að atvinnuþátt-

15. Góð yfirlit er að finna í Cooley (1995) og King og Rebelo (2000).

taka og atvinnuleysi geti breyst á milli tímabila. Með því að gera ráð fyrir að það sé kostnaðarsamt að breyta skyndilega notkun á vinnuafli og fjármagni, þ.e. ráða nýtt starfsfólk og taka í notkun nýja fastafjármuni, er hægt að fá líkanið til að líkja betur eftir ákveðnum atriðum í raunverulegum hagsveiflum, svo sem því að samdráttarskeið séu harkalegri en skammvinnari en góðæri, breytingar á meðalvinnutíma eiga sér stað eftir að tæknibreytingar skella á hagkerfinu, og fjöldi uppsagna er mun sveiflukenndari stærð en fjöldi nýráðninga.<sup>16</sup> Þá hefur komið í ljós að ef gert er ráð fyrir að notkunartími aðfanga sé breytilegur magnast mjög viðbrögð hagkerfisins við skellum, eins og King og Rebelo (2000) hafa sýnt fram á.

*Annar flokkur.* Margir hafa bent á að aðrir þættir en tæknibreytingar geti drifið hagsveiflur áfram. Sérstaklega hefur verið bent á mikilvægi raunstærða, svo sem heimsverðs á hráefnum, skella á vinnumarkaði sem hafa áhrif á launakostnað fyrirtækja, breytinga á fjármálastefnu og ríkisútgjöldum, eða tæknibreytinga sem hafa fyrst og fremst áhrif á tiltekinn geira hagkerfisins, en ekki þjóðarþíði í heild. Á eftirspurnarhlíð hefur verið fjallað um þátt skella eins og breytinga á vali neytenda, t.d. óþolinmæðikasta, en slík áhrif eru þó íðulega tormælanleg. Þá hefur einnig verið fjallað um hvaða áhrif upplýsingar hafa á hagkerfið, t.d. fréttir um að tiltekna tækninýjungar séu á næsta leiti.

Sumir fræðimenn hafa lagt áherslu á að hagsveiflur eigi sér alþjóðlega rót og vísað þar til mikilvægis breytinga á viðskiptakjörum eða vöxtum.<sup>17</sup> Aðrir hafa lagt meira upp úr því að rannsaka hvernig hagsveiflur berast á milli hagkerfa.<sup>18</sup>

*Þriðji flokkur.* Ýmsir hagfræðingar telja að þau þjóðhagslíkön sem innihalda þá forsendu að fullkomin samkeppni ríki á mörkuðum víki að veigamiklu leyti frá raunveruleikanum og þess vegna sé ekki hægt að nota slík líkön til að skýra

hagsveiflur. Því verði að gera ráð fyrir ákveðinni tregðu á mörkuðum.<sup>19</sup> En niðurstöður líkana, þar sem t.d. er gert ráð fyrir atvinnuleysi, þurfa ekki að vera svo mjög á skjön við niðurstöður þeirra líkana þar sem gert er ráð fyrir fullri atvinnu. Hið sama á raunar við um líkön þar sem ekki er gert ráð fyrir fullkominni samkeppni á vörumarkaði heldur einhvers konar fákeppni eða einokun. Aðferðafræðin sem beitt er er einnig yfirleitt í samræmi við þá sem Kydland og Prescott settu fram. Sem dæmi má nefna líkön Bernanke og Gertler (1995) og Kiyotaki og Moore (1995) en í þeim báðum eru markaðsbrestir á peningamarkaði. Líkönin eru leidd út frá rekstrarhagfræðilegum forsendum og nákvæmlega sýnt hvernig tregða á markaði myndast. Líkön þar sem atvinnuleysi myndast vegna leitarkostnaðar eða afkastalauna eru einnig byggð á rekstrarhagfræðilegum forsendum um hegðan einstaklinga. Miðlunarferli þessara líkana er oft og tíðum annað en í líkani Kydland og Prescott.

*Fjórdi flokkur.* Ýmsir hafa orðið til að meta tæknibreytingar á annan hátt. Það hefur til að mynda verið gert með því að nota hagvaxtarbókhaldsaðferð Solows, en breyta þeim forsendum sem hún hvílir á. Þessum rannsóknnum má skipta í þrennt. Í fyrsta lagi hefur verið horfið frá því að líta svo á sem eitt allsherjarframleiðslufall gildi fyrir allt hagkerfið, en tæknibreytingar þess í stað reiknaðar fyrir hvern geira þess fyrir sig. Í öðru lagi hefur verið gert ráð fyrir því að notkun aðfanga sé breytileg og tölfræðilegar aðferðir notaðar til að mæla þennan breytileika innan hagsveiflunnar. Í þriðja lagi hefur ekki verið gert ráð fyrir fullkominni samkeppni og fastri skalahagkvæmni, en þess í stað gert ráð fyrir ákveðinni álagningu fyrirtækja. Basu og Fernald (1997, 2000) fjalla um þessar nýjungar og komast að því að skammtímabreytingar tækni hafi þýðingarmiklu hlutverki að gegna, en um það megi aftur á móti deila hvort þær séu sá drifkraftur hagsveiflna sem Kydland og Prescott vilja vera láta.

16. Sjá Gilchrist og Williams (2000) og Campbell og Fisher (2000).

17. Mendoza (1991) og Lundvik (1992).

18. Backus, Kehoe og Kydland (1992).

19. Sjá Hornstein (1993), Merz (1995), Danthine og Donaldson (1995) og Andolfatto (1996).

Aðrir hafa farið allt aðra leið til að meta áhrif tæknibreytinga og notað slembin margvíð eiginfylgniöfnukerfi (e. *stochastic vector-autoregressive system*) með framleiðslu, framleiðni vinnuafls og fleiri breytum. Í þessum líkönum eru skellirnir sem drífa hagkerfið áfram skilgreindir sem framboðsskellir ef þeir hafa viðvarandi áhrif á framleiðni vinnuafls, en slík áhrif ættu tæknibreytingar að hafa.<sup>20</sup> Niðurstöður þessara rannsókna benda til þess að miklu máli skipti hvernig breytur eru skilgreindar og þær gefa einnig til kynna að óvarlegt sé að alhæfa um of út frá líkani Kydland og Prescott.

*Fimmti flokkur.* Verulega hefur færst í vöxt að beita tölfræðilegum aðferðum og nota þær sem þróaðar hafa verið innan hagrannsókna. Þessi leið var ófær þegar fyrstu líkönin komu fram á sjónarsviðið, og líklega hefði ekki verið heppilegt að beita þessum aðferðum blint án þess að renna traustum fræðilegum stoðum undir þau. En með tímanum hafa þessi fræði um hagsveiflur orðið dýpri, tölvur öflugri og tölfræðilegar aðferðir þróaðri. Altug (1989) varð fyrstur til að meta slembin hagvaxtarlíkön með tölfræðilegum aðferðum, en líkan hans var línulegt hagsveiflulíkan. Síðan hafa verið þróaðar nýjar aðferðir til að meta lykiltætti líkananna, svo sem fyrstu gráðu skilyrði sparnaðar og vinnuframboðs, og á síðustu árum hefur einnig verið hægt að meta strúktúrjöfnur slembinna, ólínulegra, kvikra allsherjarjafnvægislíkana. Smets og Wouers (2003) notuðu bayesískar aðferðir til að búa til líkan fyrir evrusvæðið sem sór sig í ætt við fyrstu líkön Kydland og Prescott.

Loks ber að nefna að margar þeirra rannsókna á hagsveiflum, sem ráðist hefur verið í, falla í marga ofangreindra flokka. Þessi líkön hafa oftast verið nefnd ný-keynesísk hagsveiflulíkön og í þeim er oftast einnig tekið tillit til peningamarkaðar og skoðað hvaða áhrif það hefur ef tregða ríkir í aðlögun á vöru- og/eða vinnuamarkaði.<sup>21</sup> Kjarni þessara ný-keynesísku líkana er svipaður

og kjarni líkana Kydland og Prescott, en þá er einnig gert ráð fyrir því að fyrirtæki starfi á einokunarsamkeppnismarkaði og að það sé kostnaðarsamt að breyta verði vöru. Aðilar á markaði eru framsýnir og hafa skynsamlegar væntingar og taka því skynsamlegar ákvarðanir um vöruverð og laun. Út frá þessum líkönum má jafnvel leiða Phillips-kúrfur. Skellir á peningamarkaði hafa í þessum líkönum mikil áhrif á framleiðslu og peningamálaaðgerðir geta hvort heldur sem er ýft upp eða lægt öldur hagsveiflunnar. Líkön af þessu tagi hafa reynst vel við flóknar rannsóknir á ósamkvæmnivandanum sem Kydland og Prescott eygðu fyrstir manna.

Ný-keynesísku líkönin hafa bæði verið notuð til að meta á fræðilegan og gildishlaðinn hátt áhrif peningamálastefnu og stofnana hagkerfisins. Þar sem líkönin hvíla á traustum rekstrarhagfræðilegum grunni eru þau hafin yfir gagnrýni Lucas og þau má því nota til að kanna hvaða áhrif ýmiss konar stefnur hafa á velferð þegna. Þannig má nota þessi fræðilegu líkön til að draga gildishlaðnar ályktanir. Í stuttu máli má segja að þessi ný-keynesísku líkön séu afsprengi gamalla keynesískra hugmynda og þeirra hagsveiflulíkana sem Kydland og Prescott kynntu fyrstir til sögunnar.

### 3.5 Víðari áhrif

Grein Kydland og Prescott frá árinu 1982 umbylti fræðilegum rannsóknum á hagsveiflum. Síðari tíma lagfæringar og viðbætur hafa enn aukið gildi upphaflegu rannsókna og gert líkönin færari um að herma betur eftir raunverulegum gögnum. Þannig hefur verið hægt að rannsaka áhrif hagstjórnar á mun ítarlegri hátt. Önnur líkön sem notuð eru til hagstjórnar hafa einnig tekið mið af þeim nýjungum sem fram komu í líkani tvímenn-inganna. Flest þau líkön sem stjórnvöld og seðlabankar nota í dag byggjast á grundvallarrekstrarhagfræðilegum forsendum, svo sem þeim að aðilar á markaði hafi ræðar vændir og taki skynsamlegar ákvarðanir um neyslu, sparnað og vinnuframboð. Líkönin eru vitanlega misþróuð og sumir þættir þeirra eru einkum ætlaðir til að skyggjast lengra fram í tímann og meta hugsanlega þróunarferla, en öðru áttum þeirra er ætlað að gefa fyllri mynd af skammtímaþróun þjóðarbús-

20. Sjá Gali (1999) og Fisher (2002).

21. Sjá Rotemberg og Woodford (1997), Clarida, Gali og Gertler (2000) og Dotsey, King og Wolman (1999).

ins. Stundum er um að ræða stór strúktúrlíkön, en önnur eru einfaldari og byggjast meira á samandregnum jöfnum sem auðveldara er að rýna í og túlka.<sup>22</sup> Framþróun í tölvumálum hefur gert kenningasmiðum mögulegt að nota nýjar og flóknari tölfræðilegar aðferðir til að meta líkönin og niðurstöður líkananna síðan orðið kveikjan að nýjum rannsóknum. Þetta samspil fræða og tækni hefur þannig orðið til að ýta rannsóknum á hagsveiflum æ lengra fram á við.

### 3.6 Skyld fræði

Hið nýklassíska hagvaxtarlíkan þar sem einstaklingar taka ákvarðanir um hagkvæmasta stig sparnaðar og þar með fjárfestingar er kjarni kenningarinnar um að raunstærðir hafi áhrif á hagsveiflur. Cass (1965) og Koopmans (1965) áttu mestan þátt í að tengja sparnaðarákvarðanir einstaklinga við hagvaxtarlíkan Solows, en í líkönunum þeirra er ekki skýrt hvað ræður vinnuframboði fólks. Brock og Mirman (1972) settu fyrstir fram hagvaxtarlíkön með slembnum skellum, en líkan þeirra var hvorki túlkað sem jafnvægislíkan né notað til að kanna hvaða áhrif tæknibreytingar

hefðu á skammtímasveiflur. Long og Plosser (1983) komu fyrstir fram með hugtakið „raunhagsveiflur“ (e. *real business cycles*). Bruno og Sachs (1979) könnuðu framboðsskelli en þjóðhagslíkan þeirra var hvorki kvikt né slembið líkan sem reist var á rekstrarhagfræðilegum forsendum. Aðferðafræði Kydland og Prescott hefur einnig verið rakin til skrifna Frisch (1933) og Slutsky (1937), en þeir fjölluðu um hvernig viðbrögð hagerfa við röð slembiskella geta haft í för með sér flökt sem minnir einna helst á hagsveiflur.

### Lesefni sem mælt er með

Greinar Kydland og Prescott frá 1977 og 1982 eru afar tæknilegar en geta eigi að síður gagnast mörgum. Margar þeirra greina þar sem fyrst var fjallað um ósamkvæmni og hagstjórn eru endurprentaðar í Persson og Tabellini (1994). Ágætt yfirlit yfir þessi fræði er að finna í Drazen (2000). Cooley (1995) hefur að geyma margar stuttar yfirlitsgreinar um ýmsa anga hagsveiflufræða Kydland og Prescott. King og Rebelo (2000) er nýleg samantekt um þetta efni, og Prescott (1986) er aðgengilegt rit um hagsveiflur.

22. Sjá Woodford (2003) og Schmitt-Grohé og Uribe (2003).

## Heimildaskrá

- Alesina, A., og L. Summers (1993). Central bank independence and macroeconomic performance: Some comparative evidence. *Journal of Money, Credit and Banking*, 25, 151-162.
- Altug, S. (1989). Time-to-build and aggregate fluctuations: Some new evidence. *International Economic Review*, 10, 889-920.
- Amman, H., D. Kendrick og J. Rust (ritstj.) (1996). *Handbook of Computational Economics*. Amsterdam: North-Holland.
- Andolfatto, D. (1996). Business cycles and labor market search. *American Economic Review*, 86, 112-132.
- Auerbach, A., og L. Kotlikoff (1987). *Dynamic Fiscal Policy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Auernheimer, L. (1974). The honest government's guide to the revenue from the creation of money. *Journal of Political Economy*, 82, 598-606.
- Backus, D., og J. Driffill (1985). Rational expectations and policy credibility following a change in regime. *Review of Economic Studies*, 52, 211-221.
- Backus, D., P. Kehoe, og F. Kydland (1992). International real business cycles. *Journal of Political Economy*, 101, 745-775.
- Barro, R., og D. Gordon (1983a). A positive theory of monetary policy in a natural-rate model. *Journal of Political Economy*, 91, 589-610.
- Barro, R., og D. Gordon (1983b). Rules, discretion and reputation in a model of monetary policy. *Journal of Monetary Economics*, 12, 101-120.
- Basu, S., og J. Fernald (1997). Returns to scale in U.S. production: Estimates and implications. *Journal of Political Economy*, 105, 249-283.
- Basu, S., og J. Fernald (2000). Why is productivity procyclical? Why do we care? *Federal Reserve Bank of Chicago Working Paper* 2000-11.
- Bernanke, B. og M. Gertler (1989). Agency costs, net worth, and business fluctuations. *American Economic Review*, 79, 14-31.
- Blanchard, O., og D. Quah (1989). The dynamic effects of aggregate demand and supply disturbances. *American Economic Review*, 79, 654-673.
- Brock, W., og L. Mirman (1972). Optimal economic growth and uncertainty: The discounted case. *Journal of Economic Theory*, 4, 479-515.
- Bruno, M., og J. Sachs (1979). Supply vs. demand approaches to the problem of stagflation. *NBER Working Paper* #382.
- Buchanan, J. (1975). The Samaritan's dilemma. Í E. Phelps (ritstj.), *Altruism, Morality and Economic Theory*, Russell Sage Foundation.
- Bulow, J. (1982). Durable goods monopolists. *Journal of Political Economy*, 90, 314-32.
- Burns, A., og A. Mitchell (1946). *Measuring Business Cycles*. New York: National Bureau of Economic Research.
- Calvo, G. (1978). On the time consistency of optimal policy in a monetary economy. *Econometrica*, 46, 1411-1428.
- Campbell, J., og J. Fisher (2000). Aggregate employment fluctuations with microeconomic asymmetries. *American Economic Review*, 90, 1323-1345.
- Cass, D. (1965). Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation. *Review of Economic Studies*, 32, 233-240.
- Clarida, R., J. Gali og M. Gertler (1999). The science of monetary policy: A new Keynesian perspective. *Journal of Economic Literature*, 37, 1661-1707.
- Clarida, R., J. Gali og M. Gertler (2000). Monetary policy rules and macroeconomic stability: Evidence and some theory. *Quarterly Journal of Economics*, 115, 147-180.
- Coase, R. (1972). Durability and monopoly. *Journal of Law and Economics*, 15, 143-149.
- Cooley, T. (ritstj.) (1995). *Frontiers of Business Cycle Research*. Princeton: Princeton University Press.
- Cooley, T., og E. Prescott (1995). Economic growth and business cycles. Í Cooley, T. (ritstj.), *Frontiers of Business Cycle Research*. Princeton: Princeton University Press, 1-38.
- Cukierman, A. (1992). *Central Bank Strategy, Credibility and Independence: Theory and Evidence*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Danthine, J. P., og Donaldson, J. (1995). Non-Walrasian economies. Í Cooley, T. (ritstj.), *Frontiers of Business Cycle Research*. Princeton: Princeton University Press, 217-242.
- Debreu, G. (1959). *Theory of Value, An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium*. New York: Wiley.

- del Negro, M., og F. Schorfheide (2004). Priors from general equilibrium models for VARs. Í prentun, *International Economic Review*.
- Dotsey, M., R. King, og A. Wolman (1999). State dependent pricing and the general equilibrium dynamics of money and output. *Quarterly Journal of Economics*, 114, 655-690.
- Drazen, A. (2000). *Political Economy in Macroeconomics*. Princeton: Princeton University Press.
- Elster, J. (1977). Ulysses and the sirens: A theory of imperfect rationality. *Social Science Information*, 16, 469-526.
- Fischer, S. (1980). Dynamic inconsistency, cooperation, and the benevolent dissembling government. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2, 93-107.
- Fisher, J. (2002). Technology shocks matter. *Federal Reserve Bank of Chicago Working Paper* 2002-14.
- Friedman, M. (1968). The role of monetary policy. *American Economic Review*, 58, 1-17.
- Frisch, R. (1933). Propagation problems and impulse problems in dynamic economies. Í *Economic Essays in Honour of Gustav Cassel*. London: Allen & Unwin.
- Gali, J. (1999). Technology, employment, and the business cycle: Do technology shocks explain aggregate fluctuations? *American Economic Review*, 89, 249-271.
- Gilchrist, S., og J. Williams (2000). Putty-clay and investment: a business cycle analysis. *Journal of Political Economy* 108, 928-960.
- Grilli, V., D. Masciandro og G. Tabellini (1991). Political and monetary institutions and public finance in the industrial countries. *Economic Policy*, 13, 342-392.
- Grossman, G., og E. Helpman (2001). *Special Interest Politics*. Cambridge, MA: MIT Press; og London: MIT Press.
- Gul, F., H. Sonnenschein og R. Wilson (1986). Foundations of dynamic monopoly and the Coase conjecture. *Journal of Economic Theory*, 39, 155-190.
- Hansen, L. (1982). Large sample properties of generalized method of moments estimators. *Econometrica*, 50, 1029-1054.
- Hodrick, R., og E. Prescott (1980). Postwar U.S. business cycles: An empirical investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, 29:1, 1-16.
- Hornstein, A. (1993). Monopolistic competition, increasing returns to scale, and the importance of productivity shocks. *Journal of Monetary Economics*, 31, 299-316.
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London: McMillan.
- King, R., og S. Rebelo (2000). Resuscitating real business cycles. Í J. Taylor og M. Woodford (ritstj.), *Handbook of Macroeconomics*. Amsterdam: North-Holland, 927-1007.
- Kiyotaki, N., og J. Moore (1995). Credit cycles. *Journal of Political Economy*, 105, 211-248.
- Koopmans, T. (1965). *On the concept of optimal economic growth. The Economic Approach to Development Planning*. Amsterdam: North-Holland.
- Kydland, F., og E. Prescott (1977). Rules rather than discretion: The inconsistency of optimal plans. *Journal of Political Economy*, 85, 473-490.
- Kydland, F., og E. Prescott (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*, 50, 1345-1371.
- Kydland, F., og E. Prescott (1988). The workweek of capital and its cyclical implications. *Journal of Monetary Economics*, 21, 343-360.
- Long, J. B., og C. Plosser (1983). Real business cycles. *Journal of Political Economy*, 91, 39-69.
- Lucas, R. (1972). Expectations and the neutrality of money. *Journal of Economic Theory*, 4, 103-124.
- Lucas, R. (1973). Some international evidence on output-inflation tradeoffs. *American Economic Review*, 63, 326-334.
- Lucas R. (1976). Econometric policy evaluation: A critique. *Journal of Monetary Economics*, supplement, 19-46.
- Lucas, R., og N. Stokey (1983). Optimal fiscal and monetary policy in an economy without capital. *Journal of Monetary Economics*, 12, 55-94.
- Lundvik, P. (1992). Foreign demand and domestic business cycles: Sweden 1891-1987. Í *Business Cycles and Growth*. Monograph Series No. 22. Institute for International Economic Studies, Stockholm University.
- Maskin, E., og J. Tirole (2001). Markov perfect equilibrium, I: Observable actions. *Journal of Economic Theory*, 100, 191-219.
- Mendoza, E. (1991). Real business cycles in a small open economy. *American Economic Review* 81, 797-818.



- Merz, M. (1995). Search in the labor market and the real business cycle. *Journal of Monetary Economics*, 36, 269-300.
- Nash, J. (1950). *Non-cooperative Games*, Ph.D. dissertation, Department of Mathematics. Princeton: Princeton University.
- Persson, T., og G. Tabellini (1990). *Macroeconomic Policy, Credibility and Politics*. Chur: Harwood Academic Publishers.
- Persson, T., og G. Tabellini (1994). *Monetary and Fiscal Policy*. Vol. 1 Credibility. Cambridge, MA: MIT Press.
- Persson, T., og G. Tabellini (2000). *Political Economics: Explaining Economic Policy*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Phelps, E. (1967). Phillips curves, expectations of inflation and optimal unemployment overtime. *Econometrica*, 34, 254-281.
- Phelps, E. (1968). Money-wage dynamics and labor-market equilibrium. *Journal of Political Economy*, 76, 678-711.
- Phelps, E., og R. Pollak (1968). On second-best national saving and game-equilibrium growth. *Review of Economic Studies*, 35, 185-199.
- Prescott, E. (1986). Theory ahead of business cycle measurement. *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 10, Fall, 9-22.
- Rogoff, K. (1985). The optimal degree of precommitment to an intermediate monetary target. *Journal of International Economics*, 18, 1169-1190.
- Rotemberg, J., og M. Woodford (1997). An optimization-based econometric framework for the evaluation of monetary policy. *NBER Macroeconomics Annual*, 12, 297-346.
- Sargent, T. (1977). The demand for money during hyperinflations under rational expectations. *International Economic Review*, 18, 59-92.
- Sargent, T. (1978). Estimation of dynamic labor demand schedules under rational expectations. *Journal of Political Economy*, 86, 1009-1044.
- Sargent, T. (1979). A note on maximum likelihood estimation of the rational expectations model of the term structure. *Journal of Monetary Economics*, 5, 133-143.
- Schmitt-Grohé, S., og M. Uribe (2003). Simple optimal implementable monetary and fiscal rules. *NBER Working Paper* #10253.
- Selten, R. (1965). Spieltheoretische Behandlung eines Oligopolmodells mit Nachtragefragheit. *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*, 121, 301-324 og 667-689.
- Shoven, J., og J. Whalley (1984). Applied general-equilibrium models of taxation and international trade: An introduction and survey. *Journal of Economic Literature*, 22, 1007-1051.
- Slutsky, E. (1937). The summation of random causes as the source of cyclic processes. *Econometrica*, 5, 105-146.
- Smets, F., og R. Wouters (2003). An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the Euro area. *Journal of the European Economic Association*, 1, 1123-1175.
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70, 65-94.
- Solow, R. (1957). Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, 39, 312-320.
- Stokey, N. (1981). Rational expectations and durable goods pricing. *Bell Journal of Economics*, 12, 112-128.
- Strotz, R. (1956). Myopia and inconsistency in dynamic utility maximization. *Review of Economic Studies*, 23, 165-180.
- Svensson, L. (1997). Optimal inflation targets, conservative central bankers and linear inflation contracts. *American Economic Review*, 87, 98-114.
- Tabellini, G. (1985). Accommodative monetary policy and central bank reputation. *Giornali degli Economisti e Annali di Economia*, 44, 389-425.
- Walsh, C. (1995). Optimal contracts for central bankers. *American Economic Review*, 85, 150-167.
- Woodford, M. (2003). *Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy*. Princeton: Princeton University Press.