

# Náttúruauðlindir, hagvöxtur og velferð

Ragnar Arnason

*Ágrip:* Leiðsögn markaðshagkerfisins – „ósýnilega höndin“ svokallaða – nær aðeins til þeirra gæða sem unnt er að kaupa og selja á markaði. Fjölmargar náttúruauðlindir, sem ýmist hafa mikil áhrif á vellíðan fólks eða gegna veigamiklu hlutverki í framleiðslu, eru án eignarréttar. Þær geta því ekki verið markaðsvörur og markaðsöfl geta ekki stjórnað nýtingu þeirra. Slíkar náttúruauðlindir eru iðulega ofnýttar, stundum svo að þeim er eytt með öllu. Skerðing almennrar velferðar af þessum sökum hefur verið mikil um allan heim og beinlínis geigvænleg á vissum svæðum og vissum tímum. Misnotkun náttúruauðlinda er trúlega eitt alvarlegasta efnahagsvandamál heimsins nú á dögum.

Ísland hefur ekki farið varhluta af þessu vandamáli. Efnahagslífið hefur frá upphafi byggst á tiltölulega milliliðalitilli notkun náttúruauðlinda og gerir raunar enn. Margar þessara náttúruauðlinda hafa ýmist verið einskis eign (andrúmsloft, útsýni, hálendið, úthafið, veiðidýr o.s.frv.) eða sameign hópa (skóglendi, afréttir, fiskimið, vatnsföll). Afleiðingin hefur verið alvarleg ofnýting og samsvarandi lífskjaraskerðing. Um þetta ber upplástur landsins, skertir fiskistofnar og mengun lofta, láða og lagar glöggvitni.

Innan vébanda auðlindahagfræðinnar hefur verið þróað safn aðferða til að glíma við þetta vandamál. Þetta aðferðasafn felur bæði í sér aðferðir til að meta verðmæti náttúruauðlinda, sem ekki eru á markaði og hafa því ekki markaðsverð, og aðferðir til að framkalla sem hagkvæmasta nýtingu þeirra. Notkun þessara aðferða færir nú mjög í vöxt í heiminum. Með tilliti til mikilvægis náttúruauðlinda fyrir velferð á Íslandi skiptir afar miklu máli að Íslendingar tileinki sér sem allra fyrst þessar aðferðir og þar með heildstæða, skynsamlega náttúruauðlindanýtingu.

*Lykilorð:* Náttúruauðlindir, notkun náttúruauðlinda, umhverfisstjórnun, grænir þjóðhagsreikningar, grunnatvinnuvegir.

*JEL:* Q2, Q20, O4, D6.

## Inngangur

Náttúruauðlindir gegna lykilhlutverki í allri framleiðslu og hagsæld. Til skamms tíma hafa þær engu að síður verið hálfgerð hornreka í hagfræði og verið samsvarandi litill gaumur gefinn við stjórn efnahagsmála. Ástæðan er ugglaut sú að til skamms tíma hafa Vesturlönd – sem þróað hafa nútíma hagfræði og -efnahagsstjórn – búið við tiltölulega gnægð flestra náttúruauðlinda en skort á framleiðanlegu auðmagni, þ.e. fjármunum og mannauði. Við þessar aðstæður var ekki óeðlilegt að athyglin beindist fyrst og fremst að hinu síðarnefnda.

Þetta hefur nú allt saman breyst. Síðustu fjóra áratugin eða svo hefur það orðið æ ljósara í hugum hagfræðinga sem annarra að það sem stendur

aukinni hagsæld nú fyrst og fremst fyrir þrifum er ekki ónógt framleiðanlegt auðmagn heldur vaxandi skortur á náttúrugæðum sem ýmist verða ekki framleidd eða þá aðeins með miklum erfiðismunum. Þessi skortur birtist á afar mörgum sviðum. Skortur á búsetulandi fyrir aukinn mannfjölda fer vaxandi. Æ fleiri dýra- og plöntutegundum er ógnað bæði vegna eftirspurnar eftir afurðum og útpenslu mannabyggða. Skortur á vatni og öðrum nauðsynjum úr náttúrunni er vaxandi og víða orðinn tilfínanlegur. Umhverfi í lofti, legi og á láði spillist stöðugt vegna úrgangsefna sem mannleg starfsemi framleiðir. Notkun á andrúmsloftinu hefur nú náð því stigi að alvarleg hætta er talin á því að það hitni svo að mannkynið muni hafa verra

af. Ósónlagið, einn mikilvægasti skjöldur jarðarlífs fyrir banvænum geislum sólar, hefur látið á sjá, að verulegu leyti fyrir mannlegan tilvernað að því er talið er. Svona mætti lengi telja.

Þrátt fyrir minni fólksfjölda á flatarmálseiningu eru öll þessi vandamál og auðlindaskortur fyrir hendi á Íslandi ekki síður en erlendis. Sum alvarlegustu vandamál, s.s. mengun andrúmslofts og sjávar, hitnun jarðar og rýmun ósónlagsins, eru hnatt-ræn og við komumst ekki undan þeim hvað sem við gerum. Að því er þessar náttúruauðlindir snertir erum við fangar alheimssamfélagsins. Önnur vandamál, eins og rangnýting innlendra náttúruauðlinda, eru á okkar valdi og úr þeim getum við bætt.

Markmið þessarar ritgerðar er að veita sýn á nokkur meginatriði í auðlindahagfræði og gildi náttúruauðlinda fyrir velferð og hagvöxt. Áhersla er lögð á vandkvæði við hagkvæmstu nýtingu náttúruauðlinda og aðferðir til að sigrast á þeim. Vonandi verður það til að greiða fyrir bættri nýtingu náttúruauðlinda héraðs í framtíðinni.

Ritgerðin er skipulögð sem hér segir: Í kafla 1 er farið yfir grundvallaratriði í auðlindahagfræði og útskýrt hvers vegna nýting þeirra er oft jafn óhagkvæm og raun ber vitni. Í öðrum kafla er rætt um gildi náttúruauðlinda á Íslandi og rökstutt að þær hafi meira gildi í framleiðslu og jafnvel neyslu en víðast hvar erlendis. Í þriðja kafla ritgerðarinnar er fjallað um helstu aðferðir við auðlinda- og umhverfisstjórnun. Meginniðurstaða þess kafla er sú að eignarréttarskipan sé að jafnaði hagkvæmasta fyrirkomulag auðlindanýtingar verði henni á annað borð komið við. Sé svo ekki sé vænlegast að beita sköttum og uppþótum (grænum sköttum) til að leiðrétta auðlindanýtinguna. Í síðasta kafla ritgerðarinnar eru helstu niðurstöður hennar dregnar saman og ályktanir dregnar um það sem nauðsynlegt sé að gera til að bæta auðlindanýtingu hér á landi.

## 1. Grundvallaratriði í auðlindahagfræði

Markaðskerfið er ráðandi skipulag í efnahagsstarfsemi flestra landa heims. Nýting náttúruauðlinda fer fram innan ramma þess kerfis. Til þess að skilja hlutverk náttúruauðlinda í hagþróun og velferð er því nauðsynlegt að átta sig á grunnatriðum í starfsemi markaðskerfisins.

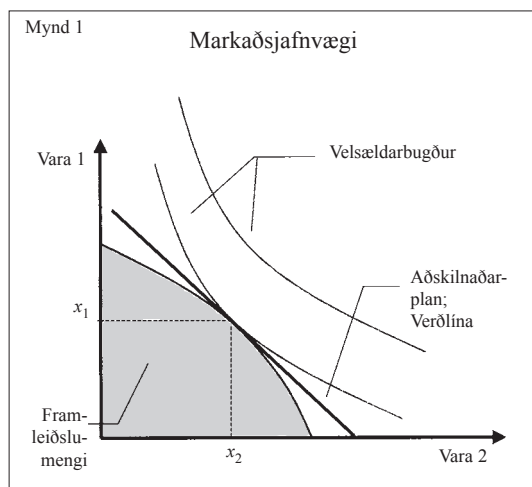
Markaðshagkerfið hefur ýmsa mikilsverða hagkvæmniseiginleika. Í hinu mikla riti sínu, *Audlegð þjóðanna* (Smith 1776), vakti Adam Smith athygli á sumum þeirra. Allar götur síðan hafa rannsóknir í hagfræði að verulegu leyti snúist um að gera skýrari grein fyrir hagkvæmni markaðskerfisins, þeim takmörkunum sem henni eru settar og forsendum þess að hún geti verið fyrir hendi. Helstu niðurstöður þessara rannsókna voru dregnir saman í tvær setningar, hinar svokölluðu undirstöðusetningar velferðarhagfræðinnar (e. *fundamental theorem of welfare economics*), sem sannaðar voru formlega á sjötta áratug 20. aldarinnar. Lögðu þar margir gjörva hönd á plóg en mest þó þeir Kenneth Arrow og Gerard Debreu (sjá t.d. Arrow 1951, Arrow og Debreu 1954 og Debreu 1959).

Fyrri velferðarsetningin segir að markaðsjafnvægi sé ávallt Pareto-hagkvæmt. Sú síðari að sérhver Pareto-hagkvæm staða geti verið markaðsjafnvægi. Fyrri velferðarsetningin lýtur að hagkvæmni. Sú síðari að skiptingu eða dreifingu hagsældar. Í þessari grein, sem snýst öðru fremur um hagkvæmni í nýtingu náttúruauðlinda, þurfum við fyrst og fremst á fyrri velferðarsetningunni að halda.

Boðskapur fyrri velferðarsetningarinnar er sá að í markaðsjafnvægi sé ekki unnt að bæta hag neins aðila án þess að skerða hag annars. Þar er með öðrum orðum ekki um neina sóun verðmæta að ræða. Framleiðsla (og neysla) fer fram á jaðri framleiðslumengisins. Kjarnanum í þessari hugsun er auðvelt að lýsa með mynd.

Mynd 1 lýsir framleiðslu og neyslu tveggja vara. Framleiðslumengið takmarkar hámarksframleiðslu beggja. Neytendur hafa viðhorf til þessara vara sem lýst er með notagildisföllum. Summa (hugsanlega vegin summa) notagildisfallanna myndar velsældarföll (e. *social welfare functions*). Nokkrar jafnvelsældarbugður eru dregnar í mynd 1. Lögum þeirra sýnir að í þessu tilfelli eru báðar vörurnar eftirsóknarverðar.

Nú er ljóst að framleiðsla í sérhverjum punkti inni í framleiðslumenginu getur ekki verið Pareto-hagkvæm. Í slíkri stöðu væri ávallt unnt að bæta hag eins eða fleiri án þess að rýra hag annarra með því einu að færa framleiðsluna nær jaðri



framleiðslumengisins.<sup>1</sup> Því getur Pareto-hagkvæmni aðeins náðst á jafri framleiðslumengisins. Vert er að taka eftir því að þetta á líka við þótt önnur eða báðar vörurnar séu óæskilegar eins og auðvelt er að ganga úr skugga um.

Sé markaðsjafnvægi á annað borð til verður það í punktinum  $(x_1, x_2)$ . Aðeins í þeim punkti er til aðskilnaðarplan (e. *separating hyperplane*) á milli framleiðslumöguleikanna og velsældarbugðanna. Þetta aðskilnaðarplan samsvarar verðvektor fyrir vörurnar tvær (verðvektorinn er í rauninni hornréttur á aðskilnaðarplanið). Aðeins í punktinum  $(x_1, x_2)$  og samsvarandi verðvektor fer allt þrennt saman; (i) háþörkun hagnaðar í framleiðslu, (ii) háþörkun notagildis neytenda og (iii) jöfnuður á milli framleiðslu og neyslu. Þessi punktur er því markaðsjafnvægi og það er augljóslega Pareto-hagkvæmt eins og fyrri velferðarsetningin fullyrðir.

Fyrri velferðarsetningin er helsta hagræna röksemdin fyrir því að skynsamlegt kunni að vera að skipuleggja efnahagsstarfsemi á grundvelli frjálsra markaðsviðskipta. Hún byggist á ýmsum forsendum um aðstæður í efnahagslífinu sem skipta máli þegar við freistum þess að grafast fyrir um hagkvæmni í auðlindanýtingu. Eftirfarandi

forsendur eru veigamestar (Koopmans 1957, Varian 1992):

- (1) Markaðsaðilar hafa fullkomnar upplýsingar (verð og eiginleikar vara eru þekkt).
- (2) Fullkomin samkeppni ríkir.
- (3) Engin ytri áhrif eru til staðar.

Ekki sætir tíðindum að þessar forsendur haldi ekki fyllilega í raunveruleikanum. Þegar kemur að náttúruauðlindum bendir hins vegar margt til þess að þær bregðist í ríkari mæli en venjulega.

Það er í fyrsta lagi alkunna að iðulega eru upplýsingar um eiginleika náttúruauðlinda, þróun þeirra yfir tíma, viðbrögð þeirra við nýtingu og samspil þeirra við aðrar náttúruauðlindir (lífríkið) o.s.frv. ófullkomnar. Mannleg þekking á þessum sviðum er einfaldlega takmörkuð og vitneskju einstaklinga um þá þekkingu, sem þó er til, er oft ærið ábótavant.

Þá eru margar náttúruauðlindir með þeim hætti að fullkomin samkeppni getur tæplega eða alls ekki verið fyrir hendi. Þetta á t.d. við um náttúru-fyrirbæri sem eru einstök í sinni röð og eiga sér ekki sinn líka. Þetta á jafnframt einnig, í takmarkaðri mæli, við um fjölmargar aðrar náttúruauðlindir sem eru ekki einstakar en misdreifðar um jarðarkringluna, s.s. ýmis jarðefni og orkulindir. Eðli náttúruauðlinda er einfaldlega þannig að þær verða ekki framleiddar og því takmarkast samkeppnin af aðganginum að þeim.

Veigamesta fráviknið frá forsendum hins fullkomna markaðskerfis, þegar náttúruauðlindir eru annars vegar, er þó það sem lýtur að ytri áhrifum. Ytri áhrif eru mjög algeng í nýtingu náttúruauðlinda. Þar eru þau fremur regla en undantekning. Notkun okkar á andrúmsloftinu, vatni og raunar umhverfinu almennt er gegnsýrð ytri áhrifum. Sömu sögu má segja um veiðar úr takmörkuðum stofnum, umferð um jarðarkúluna, boðmiðlun á takmörkuðu bylgjusviði, brennslu jarðefna, margvislega notkun landrýmis o.s.frv. Öll þessi ytri áhrif skapa óhagkvæmni sem á vissum sviðum er svo yfirgripsmikil að úr verða meiri háttar alþjóðleg pólitísk vandamál (s.s. ofveiði fiskistofna, eyðing ósonlagsins, mengun og hitnun andrúmslofts jarðar o.s.frv.).

1. Eina viðbótarforsendan, sem nauðsynleg er, er sú að þörfum hafi ekki verið fullnægt.

Þegar að er gáð kemur í ljós að ytri áhrif stafa ætíð af skorti á séreignarrétti. Þetta er svo augljóst að það er nánast skýrgreiningaratriði. Væru öll gæði í séreign þarf ekki mikla umhugsun til að átta sig á því að ekki væri unnt að hafa ósamþykkt áhrif á hag annars (a.m.k. ekki löglega) nema gegn bótum. Skapaði ég t.a.m. hávaða, sem angraði náunga minn, bryti ég í bága við rétt hans til næðis og hann ætti rétt á bótum frá mér. Sömu sögu má segja um önnur ytri áhrif. Þannig sjáum við að væru öll gæði í séreign gætu óbætt ytri áhrif (e. *nonpecuniary externalities*) ekki verið til staðar. Markaðsviðskipti myndu taka við af ytri áhrifum rétt eins og þau hafa nú þegar gert á mörgum sviðum.<sup>2</sup>

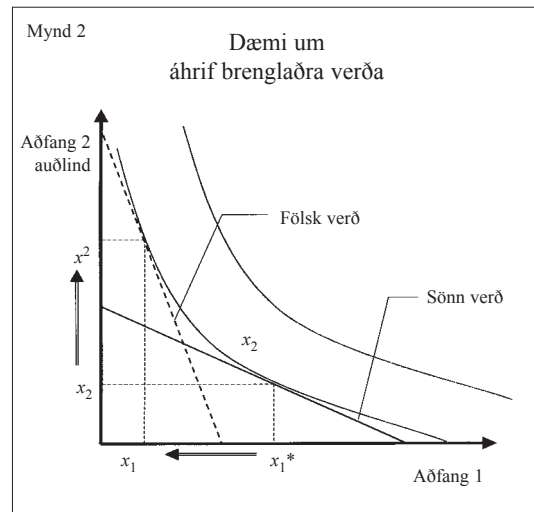
Ástæðan fyrir öllum þessum ytri áhrifum í nýtingu náttúruauðlinda, og þar með óhagkvæmri nýtingu þeirra, er einmitt þetta: skortur á séreignarrétti. Skortur á séreignarrétti er grunnástæðan fyrir ofnýtingu fiskistofna, ofrýmum almenninga, óhóflegri mengun, spilltu umhverfi og almennt talað flestum þeim vandamálum í nýtingu náttúruauðlinda og umhverfis sem okkur hrjár.

Þar með er ekki sagt að lausnin sé að koma á séreignarrétti á öllum náttúruauðlindum. Þótt fræðilega séð myndi vandinn leysast að miklu leyti með þeim hætti höfum við, enn sem komið er a.m.k., hvorki þá eignarréttartækni né þær félagspólítísku forsendur sem til þarf til að beita þeirri aðferð á allar náttúruauðlindir. Ekki er heldur verið að segja að eina leiðin til að leysa vandkvæði í auðlindanýtingu sé með séreignarrétti. Þótt margt (sbr. niðurstöður í stofnanahagfræði, sjá t.d. Furubotn og Richter 1998 og tilvísanir þeirra) bendi til þess að eignarréttur, þar sem honum verður við komið, sé skilvirkasta leiðin til að ná hagkvæmni eru sem betur fer til aðrar leiðir að sama marki eins og síðar verður um fjallað.

Sé eignarréttur ekki fyrir hendi geta viðskipti ekki átt sér stað. Þar með er ekki um markaðsverð að ræða og því heldur enga markaðsleiðsögn. Hin ósýnilega hönd Adams Smith starfar ekki. Mikil-

vægt er hins vegar að átta sig á því að þótt markaðsverð sé ekki til staðar fer því fjarri að ekkert verð sé til. Frá sjónarmiði gerandans er verð einungis förnarkostnaður athafnar. Sé ekki um eignarrétt að ræða er það verð oft óheppilega lágt. Þegar opinber eða einhvers konar sameiginlegur eignarréttur er til staðar er aðgangi að auðlindinni iðulega stýrt með takmörkunum og bönnum. Það þýðir að verðið gagnvart notandanum er ýmist mjög lágt (aðgangur opin) eða afar hátt (aðgangur lokaður).

Aðalatriðið er að sé eignarréttur ekki til staðar er gildandi verð oftast brenglað. Það mælir ekki jafnarkostnað samfélagsins við notkun náttúruauðlinda. Þegar um gæði er að ræða er verðið oftast miklu lægra en það ætti að vera. Þetta þýðir að nýting viðkomandi auðlindar verður of mikil. Mynd 2 sýnir hvernig of lágt verð á aðfangi 2 (t.d. hreinu andrúmslofti) leiðir til ofnotkunar á þessu aðfangi (mengunar).



Mikilvægt er að átta sig á því að brengluð eða fölsk verð á náttúruauðlindum hafa ekki aðeins áhrif á jafnvægisgildi. Brengluð verð hafa einnig áhrif á nýtingarferla auðlindanna og þar með þróun alls hagkerfisins yfir tíma. Til að sjá þetta nægir að hugleiða einfalt síðklassískt hagvaxtarlíkan með auðlindaviðbót. Látum  $c$  tákna neyslu og fallið  $u(c)$  samfélagslegt velferðarfall. Þá má rita núvirði hagsældar sem tegrið:

2. Þetta er raunar kjarninn í viðfrægri kenningu Coase (1960) um ytri áhrif þótt hann hafi ekki orðað hana svona.

$$V = \int_0^{\infty} u(f(k, l, z) - i) \cdot e^{-rt} dt,$$

þar sem  $f(k, l, z)$  er framleiðslufall samfélagsins sem ræðst af notkun fjármuna,  $k$ , notkun vinnuaflds,  $l$ , og notkun endurnýjanlegrar náttúruauðlindar,  $z$ . Breytan  $i$  táknar ráðstöfun framleiðslu til fjárfestingar og  $r$  er ávöxtunarkrafa. Þróun fjármuna og hinnar endurnýjanlegu náttúruauðlindar ákvarðast af fjárfestingu, rýrnun fjármuna,  $\delta$ , náttúrulegri endurnýjun auðlindarinnar,  $G(x)$ , og notkun náttúruauðlindarinnar. Lýsum þessu samhengi með diffurjöfnunum

$$\dot{k} = i - \delta \cdot k,$$

$$\dot{x} = G(x) - z,$$

þar sem  $x$  táknar magn náttúruauðlindarinnar.

Með hjálp tímatengdrar hámerkunar er nú unnt að sýna fram á að hagkvæmasti hagvöxtur krefst þess m.a. að nýting náttúruauðlindarinnar fylgi reglunni:

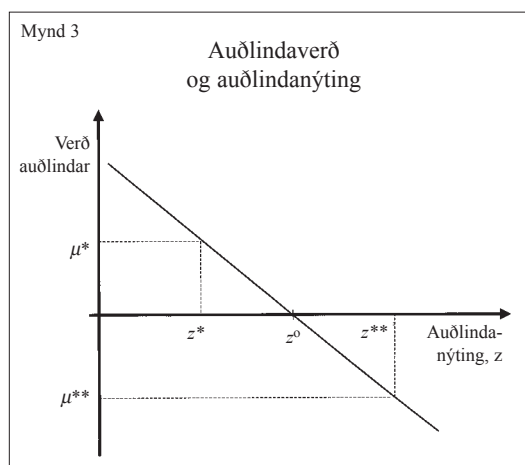
$$(1) \quad u_c \cdot f_z = \mu,$$

þar sem  $\mu$  táknar hið rétta verð (skuggavirði) auðlindarinnar og  $u_c, f_z$  eru fyrstu afleiður hagsældarfallsins og framleiðslufallsins með tilliti til neyslu og auðlindanýtingar. Auðvelt er að sýna fram á að við fullkomna samkeppni munu framleiðendur fylgja sömu reglu nema hvað þeir munu miða jaðarframleiðsluna við markaðsverð auðlindarinnar. M.ö.o. fylgja þeir reglunni:

$$(2) \quad u_c \cdot f_z = p_z$$

þar sem  $p_z$  táknar markaðsverð auðlindarinnar. Þar með blasir við að notkun auðlindarinnar verður óhagkvæm bæði á aðlögunarferli og í jafnvægi og hagþróun sömuleiðis nema því aðeins að markaðsverð auðlindarinnar,  $p_z$ , sé rétt (þ.e.  $p_z = \mu$ ). Samanburður á jöfnum (1) og (2) sýnir jafnframt að sé  $p_z = 0$ , sem samsvarar engum eignarrétti, verður notkun gæða of mikil og eyðing ógæða (e. *bads*) of lítil.

Þessu er nánar lýst í mynd 3. Í þeirri mynd eru sýnd tvö hugsanlega rétt verð á auðlindinni; jákvætt verð (gæði),  $\mu^*$ , og neikvætt verð (ógæði),  $\mu^{**}$ , og samsvarandi hagkvæmasta notkun auðlindarinnar,  $z^*$  og  $z^{**}$ . Sé eignarréttur ekki til staðar og markaðsverðið því null eða því sem næst verður notkunin í námunda við  $z^0$ . Sú notkun er augljóslega of mikil ef um gæði er að ræða en of lítil ef um ógæði er að ræða.

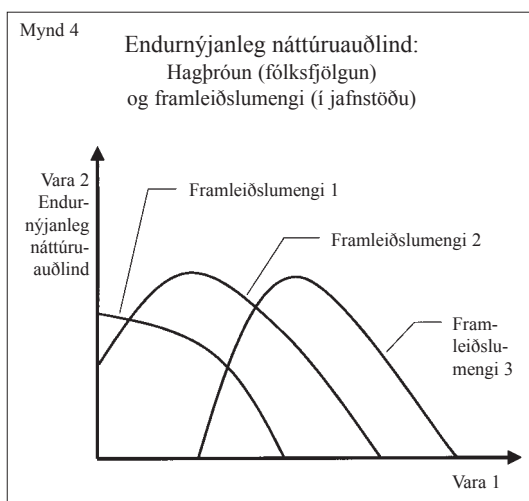


Tilvist náttúruauðlinda, sérstaklega endurnýjanlegra náttúruauðlinda, getur haft mjög mikil áhrif á grunnrætti efnahagsmöguleikanna og þar með óvenjuleg eða torkennileg viðbrögð í hagkerfinu. Á tæknimáli er þetta oft kennt við ókúpt samhengi (e. *nonconvexities*, Dasgupta og Heal 1979) sem geta m.a. framkallað ósamfelld viðbrögð. Hér eru ekki tók á að rekja þetta í smáatriðum. Látum okkur nægja að skoða hvernig fólksfjölgun eða tækniframfarir geta breytt kúptum framleiðslumengjum í ókúpt þegar endurnýjanleg náttúruauðlind er annars vegar.

Mynd 4 lýsir framleiðslumengi í tveggja vara hagkerfi þar sem önnur vara, vara 2, er endurnýjanleg náttúruauðlind (t.d. fiskur). Snemma á þróunarferli hagkerfisins, þegar mannfjöldi er tiltölulega lítill, er framleiðslumengið með venjulegum kúptum hætti líkt og merkt er Framleiðslumengi 1 í mynd 4. Er mannfjöldi vex færast framleiðslumengið út – það er nú unnt að framleiða



meira af vöru 1. Sé öllum mannfjöldanum nú beint í að framleiða vöru 2 verður um ofnýtingu að ræða og framleiðslan verður minni en ella (a.m.k. þegar til lengri tíma er litið) þótt framleiðslumengið sé áfram kúpt. Vaxi mannfjöldi enn frekar kemur að því að framleiðslugeta hans myndi útrýma hinni endurnýjanlegu auðlind væri honum öllum beitt á þá framleiðslu. Framleiðslumengið verður því ókúpt eins og Framleiðslumengi 3 í mynd 4.



Við skulum að lokum ítreka það að vandkvæðin við nýtingu náttúruauðlinda, hvort sem þær eru endurnýjanlegar eða óendurnýjanlegar, felast ekki í eðli auðlindanna. Síðklassísk hagfræði (sjá t.d. Varian 1992 og hliðstæðar grunnbækur) ritar jafnan framleiðslufallið sem

$$(3) \quad Y(k, l),$$

þar sem  $k$  táknar fjármuni og  $l$  notkun vinnuafis. Í þessu falli eru engar náttúruauðlindir. Þeim má hins vegar einfaldlega bæta við fallið sem verður þá:

$$(4) \quad Y(k, l, x),$$

þar sem  $x$  táknar magn náttúruauðlinda. Í þessu framleiðslufalli hafa náttúruauðlindir sömu stöðu og fjármunir – báðar breyturnar eru stöðustærðir

og þróun þeirra yfir tíma ræðst af tilteknum lögmaðlum. Allar helstu forsendur og niðurstöður síðklassísku hagfræðinnar um hið hefðbundna framleiðslufall, þ.e. (3), eiga sömuleiðis við um hið „útvíkkaða“ eða „aukna“ framleiðslufall sem skýrgreint er í (4).

Vandamálið við nýtingu náttúruauðlinda stafar því ekki af þætti þeirra í framleiðslufallinu eða eðli þeirra sem slíkra. Vandamálið stafar fyrst og fremst af mannlegum skipulagsmistökum, þ.e. engum eða ófullkomnum eignarrétti. Vandinn felst með öðrum orðum í þeirri félagslegu regluumgjörð sem við höfum kosið að setja nýtingu náttúruauðlinda.

## 2. Gildi náttúruauðlinda á Íslandi

Ísland virðist flestum vestrænum löndum háðara auðlindanýtingu í framleiðslustarfseminni. Hér eru stundaðar umfangsmiklar fiskveiðar langt umfram það sem tíðkast á öðrum Vesturlöndum. Orkuviðnaður á grundvelli innleindra orkugjafa er meiri en víðast hvar á Vesturlöndum. Sömu sögu má segja um ferðamennsku sem byggist á náttúru landsins í ríkari mæli en í flestum öðrum vestrænum löndum. Tæpast þarf að taka fram, að allur þessi samanburður er að sjálfsögðu í hlutfalli af stærð viðkomandi hagkerfa.

Ekki má heldur gleyma gildi náttúruauðlinda í beinni neyslu. Íslenskir neytendur njóta meiri návistar við óspilltari náttúruauðlindir en algengt er annars staðar á Vesturlöndum. Vatn og loft er hér almennt hreinna, landslag fjölbreyttara, náttúru-minjar fleiri, útsýni meira og landrými víðara en í flestum öðrum vestrænum löndum. Fullvist má telja að gildi þessara náttúrugæða fyrir fólkið í landinu sé mjög mikið. Ekki er ólíklegt að það ráði miklu um kosti Íslands sem búsetulands. Verðmæti þessarar beinu neyslu og þar með þeirra náttúrugæða, sem hún byggist á, kemur ekki til mats í þjóðhagsreikningum en gæti hæglega numið mjög hárrí upphæð.

Rannsóknir, sem beinlínis beinast að því að meta gildi náttúruauðlinda í íslenskum þjóðarþúskap, eru ekki margar. Þó er ástæða til að nefna hér tvær nýlegar athuganir. Önnur þeirra felur í sér tilraun – að vísu mjög takmarkaða – til að leiðrétta þjóðhagsreikninga með tilliti til þess

hvernig stofn (þ.e. magn) náttúruauðlinda breytist frá ári til árs. Þessi leiðrétting, svokallaðir grænir þjóðhagsreikningar, er þó einungis gerð með tilliti til þorskstofnsins (Ragnar Árnason 2003a). Í hinni rannsókninni er leitast við að átta sig á hinu raunverulega gildi sjávarútvegsins í landsframleiðslunni (Ragnar Árnason 2003b, Sveinn Agnarsson og Ragnar Árnason 2004).

## 2.1 Grænir þjóðhagsreikningar

Náttúruauðlindir eru stöðustærð (e. *state variable*). Nýtingin er á hinn bóginn flæðistærð (e. *flow variable*). Náttúruauðlindir hafa því frá formlegu sjónarmiði hliðstæða stöðu í hagkerfinu og fjármunir. Af nákvæmlega sömu ástæðu og nauðsynlegt er að taka tillit til breytinga í fjármunum við mat á landsframleiðslu ársins er því nauðsynlegt að taka tillit til breytinga í náttúruauðlindum á sama tímabili. Þessi endurbót á þjóðhagsreikningum er oft kennd við græna þjóðhagsreikninga (Aronson og Lövgren 1993, Aronson 1996).

Unnt er að sýna fram á (sjá t.d. Ragnar Árnason 2003a) að séu náttúruauðlindir til staðar í hagkerfinu beri að rita grunnjöfnu landsframleiðslu sem:

$$GDP = p_c \cdot c + p_k \cdot \dot{k} + \mu \cdot \dot{x},$$

þar sem  $GDP$  táknar landsframleiðsluna.  $c$  táknar heildarneyslu og  $p_c$  verð hennar.  $\dot{k}$  táknar breytingu fjármuna (þ.e. fjárfestingu) og  $p_k$  verð fjármuna.  $\dot{x}$  táknar breytingu náttúruauðlinda (þ.e. fjárfestingu í náttúruauðlindum) og  $\mu$  verð þeirra. Takið vel eftir að breytur á vinstri hlið jöfnunnar ber í raun að skoða sem langa vektora viðkomandi stærða og verða, þótt yfir þá sundurliðun sé hlaupið, í framsetningu jöfnunnar.

Öll ofangreind verð eiga að vera það sem kallast rétt, þ.e.a.s. þau eiga að endurspegla jaðarframlag allra viðkomandi magnstærða til hagsældar. Það er auðvitað engin sérstök ástæða til að ætla að þetta rétta verð auðlinda, þ.e.  $\mu$ , sé ávallt jákvætt. Mörg náttúrufrýrbæri, eins og t.d. mengun, meindýr, illgresi o.fl. eru skaðleg. Í slíkum tilfellum væri viðkomandi verð neikvætt og stofnaukning auðlindarinnar myndi lækka landsframleiðslu.

Hefðbundið mat á landsframleiðslunni byggist hins vegar á grunnjöfnunni:

$$GDP_{trad} = p_c \cdot c + p_k \cdot \dot{k}.$$

Þetta hefðbundna mat sleppir því m.ö.o. að taka tillit til magnbreytinga náttúruauðlinda, a.m.k. þeirra sem ganga ekki kaupum og sölum á markaði.

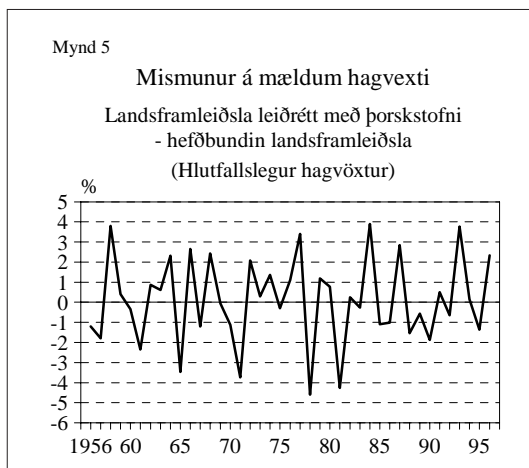
Græn landsframleiðsla er því einfaldlega summa hefðbundins mats á landsframleiðslu og leiðréttingar vegna breytinga í magni (þ.m.t. gæðum) náttúruauðlinda.

$$(5) \quad GDP = GDP_{trad} + \mu \cdot \dot{x}.$$

Til að leiðrétta hefðbundna þjóðhagsreikninga með tilliti til náttúruauðlinda þarf því einungis að bæta við liðum sem felast í vektormargfeldinu  $\mu \cdot \dot{x}$ . Eins og opinberri hagtölusöfnun er háttað hér á landi er hins vegar ekki hlaupið að því að framkvæma þessa leiðréttingu. Annars vegar þarf mælikvarða á breytingu náttúruauðlinda,  $\dot{x}$ . Slíkt mat er verkefni náttúruvísinda og er ekki til nema fyrir fáeinar náttúruauðlindir eins og t.d. fiskistofna og nokkrar tegundir mengunar. Hins vegar þarf mat á verði (skuggaverði) auðlindanna,  $\mu$ . Það mat er hagfræðilegt viðfangsefni og talsvert flókið og viðamikil í framkvæmd. Það sem um er að ræða er að finna jaðarframlag viðkomandi auðlinda til hagsældar. Þetta jaðarframlag er auðvitað ekki tala heldur fall af magni auðlindarinnar og mörgum öðrum þjóðhagsstærðum. Mat á svona föllum er nánast ekki til hér á landi og þrátt fyrir talsvert mikil fjárframlög til auðlinda- og umhverfismála ekki sjáanlegur umtalsverður skilningur á því að slíkum upplýsingum þurfi að safna.

Með tilkomu kvótakerfisins í sjávarútvegi hefur það hins vegar gerst að virði fiskistofnanna hefur með óbeinum hætti komið til mats markaðsaflanna. Unnt er að sýna fram á það fræðilega (sjá Ragnar Árnason 1990) að við tiltekna aðstæður (í aðalatriðum þær sömu og notaðar eru til að sýna fram á að markaðskerfið sé hagskvæmt) sé markaðsverð skammtímakvóta (þ.e. leigukvóta) jafnt skuggavirði auðlindarinnar. Á þessum grundvelli er síðan unnt að endurreikna landsframleiðsluna með tilliti til breytinga í fiskistofnum í samræmi við jöfnu (5) hér að ofan.

Þessir reikningar hafa verið framkvæmdir með tilliti til íslenska þorsstofnsins, efnahagslega mikilvægasta fiskistofnsins á Íslandsmiðum, fyrir tímabilið 1955-1996 (Ragnar Árnason 2003a). Þótt þar sé aðeins um afar takmarkaða leiðréttingu að ræða gefa niðurstöðurnar til kynna talsvert mikinn mun á árlegum hagvexti samkvæmt hefðbundnum þjóðhagsreikningum annars vegar og hinu leiðréttu mati hins vegar. Á einstökum árum getur munað allt að 4% í metnum hagvexti. Þessum niðurstöðum er nánar lýst í mynd 5 hér að neðan. Sé leiðrétt vegna fleiri náttúrugæða má víst telja að munurinn geti verið enn meiri.



2.2 Framlag sjávarútvegsins til landsframleiðslu  
Fiskveiðar og sjávarútvegur byggjast á augljósan og beinan hátt á nýtingu náttúruauðlinda, þ.e. fiskistofna í hafinu. Án fiskistofnanna yrði ekki um sjávarútveg að ræða. Hagtölur gefa til kynna að sjávarútvegur hafi mikla þýðingu í íslenskum þjóðarbúskap. Sjávarafurðir hafa verið 60-75% af vöruútflutningi og aflað 40-55% af gjaldeyristekjum á undanförunum tveimur áratugum. Þá hefur hlutdeild sjávarútvegsins í landsframleiðslu samkvæmt þjóðhagsreikningum verið á bilinu 10-15% á sama tímabili. Samkvæmt þessu er því þýðing sjávarútvegs í íslenskum þjóðarbúskap mikil.

Þjóðhagsreikningar segja hins vegar ekki alla söguna í þessu samhengi. Sterkar vísbendingar

eru um að sjávarútvegurinn sé svokallaður grunnatvinnuvegur (e. *base industry*) í íslensku efnahagslífi. Grunnatvinnuvegir eru atvinnuvegir sem eru undirstaða efnahagslífsins í þeim skilningi að önnur efnahagsstarfsemi byggist í meiri eða minni mæli á tilveru þeirra (Sveinn Agnarsson og Ragnar Árnason 2004). Til að átta sig betur á hvað grunnatvinnuvegur er má ímynda sér námu-gröft eða oliuvinnslu á svæði sem áður var óbyggt. Vegna námuvinnslunnar og þess vinnuafns, sem henni tengist, sprettur upp afleiðd efnahagsstarfsemi á svæðinu. Þetta er starfsemi eins og verslun og margs konar þjónustustarfsemi sem sinnir þörfum starfsfólksins og fjölskyldna þeirra að ógleymdri opinberri starfsemi löggæslu og fleiru sem fylgir mannabygð. Hlutdeild grunnatvinnuvegarins í landsframleiðslunni á svæðinu eins og það mældist í þjóðhagsreikningum væri því vel innan við 100%. Það gæti meira að segja auðveldlega verið langt innan við 50%. Væri grunnatvinnuvegurinn hins vegar ekki til staðar myndi athafnalíf, og þar með landsframleiðsla á svæðinu, hverfa. Í þessum skilningi er framlag hans til landsframleiðslunnar langt umfram það sem þjóðhagsreikningarnir mæla.

Mjög margt bendir til þess að sjávarútvegurinn hafi verið og sé einmitt svona grunnatvinnuvegur. Sveinn Agnarsson og Ragnar Árnason (2003) færa fyrir því rök á grundvelli sögulegra hagvaxtargagna að allar helstu hagsveiflurnar á 20. öldinni hafi átt rætur í sveiflum í sjávarútvegi. Sjávarútvegurinn hafi m.ö.o. verið einn helsti aflvaki efnahagslífsins á þessu tímabili í heild.

Í yfirstandandi rannsóknarverkefni (Sveinn Agnarsson og Ragnar Árnason 2004) er gerð tilraun til að meta þýðingu sjávarútvegs sem grundvallaratvinnuvegar með hagamælingum. Í megindráttum er kannað hvort eftirfarandi samhengi geti verið fyrir hendi:

$$(6) \quad y = Y(k, l, z),$$

þar sem  $y$  táknar landsframleiðslu,  $k$  fjármuni,  $l$  vinnuafli og  $z$  framleiðsluverðmæti í sjávarútvegi. Jöfnu (6) er ætlað að endurspeglar þá hugmynd að sjávarútvegur sé grunnatvinnuvegur í þeim skilningi sem rakinn er hér að framan. Sé svo má ætla



að brúttóframleiðslumagn í sjávarútvegi hafi sérstök áhrif á landsframleiðslu umfram það sem fjármunir og vinnuafli geta útskýrt. Þetta er sú tilgáta sem felst í jöfnu (6). Auk þessa er vert að gefa því gaum að (6) er útgáfa af útvíkkaða framleiðslufallinu í kafla 1 (líking (4)), þar sem framleiðsla í sjávarútvegi er staðgengill fyrir náttúruauðlindir.

Fyrir liggja í gagnasafni Þjóðhagsstofnunar (Þjóðhagsstofnun 2004) tímaraðir fyrir ofangreindar breytur. Gagnatímabilið er frá 1963 til 2000. Í greiningunni eru breyturnar  $y$ ,  $k$  og  $z$  mældar á föstu verðlagi (1990) og vinnuaflið í manárum. Enn fremur eru allar breyturnar í náttúrulegum lógaritnum.

Fyrsta skrefið í matsferlinu er að kanna eiginleika tímaraðanna. Samkvæmt Dickey-Fuller (1981) prófi eru breyturnar heildaðar (e. *integrated*) af fyrstu gráðu,  $I(1)$  en kyrrstæðar (e. *stationary*),  $I(0)$  í hlutfallsbreytingum.

Hámarkslíkindaaðferð Johansens (Johansen 1995) gefur til kynna að á milli breytanna fjögurra sé einn samþáttavektor (e. *cointegration vector*). Samkvæmt þessu getur frá tölfræðilegu sjónarmiði verið langtímasamband, eins konar jafnvægisamband, á milli breytanna í líkingu við það sem lýst er í jöfnu (6).

Hið metna líkan er að lokum svokallað leiðrétt frávikslikan (e. *error correction model*, Engle and Granger 1987) sem lýsa má með eftirfarandi tveimur jöfnum:

$$(7) \quad \begin{aligned} \Delta y_t &= \beta_0 + \sum_{i=0}^3 \beta_i \Delta k_{t-i} + \delta l_t \\ &+ \sum_{i=0}^3 \gamma_i \Delta z_{t-i} + \lambda e_{t-1} + u_t, \end{aligned}$$

$$e_t = y_t - (\alpha_0 + \alpha_1 k_t + \alpha_2 l_t + \alpha_3 z_t),$$

þar sem allar breytur eru sem fyrr segir mældar í náttúrulegum lógaritnum.  $\Delta$  er mismunagjörvinn, þ.e.  $\Delta x_t \equiv x_t - x_{t-1}$ , þ.e. hlutfallsleg breyting í grunnstærðinni. Grísku bókstafirnir eru stuðlar.  $u_t$  er slembiliður og  $e_t$  er frávik frá langtímasambandinu á milli landsframleiðslu, fjármuna, vinnuafls og framleiðslu sjávarafurða.

Þetta líkan felur í sér bæði langtíma- og skammtímaaðlögun. Skammtímaaðlögunin felst í stuðlunum við breytingar ytri stærða, þ.e.  $\Delta k$ ,  $\Delta l$  og  $\Delta z$ , í fyrri jöfnunni. Langtímaaðlögunin endurspeglast í liðnum  $\lambda e_{t-1}$ . Sem fyrr segir er  $e_{t-1}$  frávik frá langtíma jafnvægi. Stuðullinn  $\lambda$  er mælikvarði á hversu hratt sú aðlögun gengur fyrir sig. Því nær sem  $\lambda$  er  $-1$  þeim mun hraðari er aðlögunin.

Hið metna líkan fellur sémilega að gögnunum og tölfræðilegir eiginleikar þess virðast góðir (Sveinn Agnarsson og Ragnar Árnason 2003 og 2004). Hins vegar eru um það merki þess að þetta samband hafi verið að veikjast á síðustu árum gagnatímabilsins, þ.e. 1996-2000.

Mikilvægasta niðurstaða matsins er að með u.þ.b. 95% vissu megi ætla að langtímateygni landsframleiðslu með tilliti til framleiðslu sjávarafurða sé á bilinu  $[0,18, 0,43]$  og líklegast sé hún u.þ.b.  $0,31$ . Það þýðir að aukist framleiðsla sjávarafurða um 1% mun landsframleiðsla líklegast vaxa um 0,31%. Þetta gefur til kynna að raunverulegt framlag sjávarútvegsins til landsframleiðslunnar á gagnatímabilinu hafi verið liðlega 30% en ekki 10-15% eins og þjóðhagsreikningarnir gefa til kynna.

Þessi niðurstaða er vísbending um að gildi þessa flokks náttúruauðlinda, þ.e. auðlinda sjávarins, í íslenskum þjóðarþúskap hafi verið mjög mikið á undanförunum áratugum og miklu meira en þjóðhagsreikningar gefa tilefni til að ætla. Án þessarar auðlindar kynni landsframleiðsla á Íslandi á tímabilinu að hafa orðið allt að þriðjungmiðinn en raun varð á. Jafnframt benda ofangreindar niðurstöður sterklega til þess að sjávarútvegurinn hafi verið og sé grunnatvinnuvegur á Íslandi.

Ýmsir aðrir atvinnuvegir sem byggjast í ríkum mæli á náttúruauðlindum kunna sömuleiðis að vera grunnatvinnuvegir í svipuðum skilningi og sjávarútvegurinn. Þeirra á meðal má nefna ferðamennsku, orkuviðnað og landbúnað. Þá má ekki gleyma gildi hinna ýmsu umhverfisgæða á Íslandi í beinni neyslu landsmanna. Það verðmæti, tiltölulega hreint loft og vatn, hrífandi landslag, fámenni o.s.frv., er ekki meðtalið í þjóðhagsreikningunum en hefur á hinn bóginn velferðar

gildi ekki síður en hinar mældu þjóðartekjur. Með þetta allt í huga virðist blasa við að íslenska hagkerfið sé mjög háð náttúruauðlindum. Án þeirra væri efnahagslífið sennilega fremur lítilfjórlegt hér á landi.

### 3. Auðlindanýting/auðlindastjórnun

Margar náttúruauðlindir eru ekki nýttar á þann hátt sem hagkvæmast er. Eins og rakið var í kafla 1 er meginorsökin sú að margar þeirra – ekki síst umhverfisgæði eins og andrúmsloftið, ósónlagið og landslag en einnig dýra- og fiskistofnar, lífríkið, lífræn fjölbreytni og fleira – eru ekki í séreign. Þar með geta ekki orðið viðskipti með þessi gæði. Markaðir og markaðsverð geta ekki myndast og ekki verður af leiðsögn markaðsafla. Afleiðingar geta orðið efnahagslega skelfilegar eins og dæmin sanna.<sup>3</sup>

Af þessum sökum er afar æskilegt, svo að ekki sé meira sagt, að freista þess að taka upp meðvitanda stjórnun á nýtingu þeirra náttúruauðlinda sem ekki eru í séreign. Höfuðatriðin í því hvernig þessi stjórnun þarf að vera liggja nú orðið sæmlega ljós fyrir í fræðunum (sjá t.d. Hanley og fél. 1997). Í samfélaginu og á vettvangi pólitískra ákvarðana vantar hins vegar mikið á að þessi skilningur sé til staðar. Því er ástæða til að fara stuttlega yfir þessi atriði hér.

Aðferðum við auðlindastjórnun má skipta í fjóra meginflokkka:

1. Tæknileg skilyrði; takmarkanir eða fyrirmæli  
T.d. bann á tiltekna verksmiðjur, tæki eða efni eða fyrirmæli um notkun tiltekna hreinsibúnaðar.
2. Magntakmarkanir  
T.d. hámark á losun tiltekinna efna eða fyrirmæli um lágmarkshreinsun.

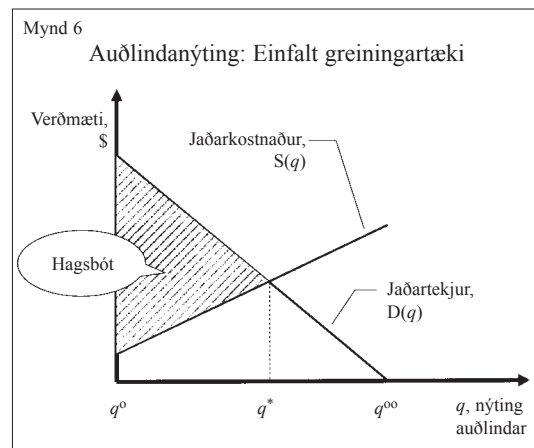
3. Ekki er óalgengt að verðmætum dýrategundum sé útrýmt af þessum ástæðum sbr. t.d. moa-moa-fuglinn á Nýja-Sjálandi, dodo-fuglinn á Madagaskar, geirfuglinn á Íslandi og amerísku risafánuna (Smith 1975). Jafnvel kemur fyrir að því er virðist að heil hagkerfi hrynja af þessum sökum (Brander og Taylor 1998).

### 3. Skattar og uppbætur

Hér er um að ræða svokallaða Pigou-leiðréttingu gegn ytri áhrifum. Skattur er lagður á skaðvænlega starfsemi og uppbætur greiddar með gagnlegri starfsemi.

### 4. Eignarréttur

Dæmi um þetta er t.d. séreign á landi, sem nú er meginreglan um allan heim, og aflakvótar í fiskveiðum sem er nýtt fyrirkomulag séreignarréttar yfir auðlind sem til skamms tíma hefur verið í almannaægu. Séreign á náttúruauðlindum fjarlægir sjálfa rót rangnýtingar. Að því marki sem markaðskerfið virkar ætti nýting náttúruauðlindar í fullkominni séreign að vera því sem næst þjóðhagslega hagkvæm.



Þótt auðlindahagfræði og auðlindastjórnun sé í ýmsu margslungin er unnt að meta hagræna eiginleika þessara fjögurra stjórnunaraðferða með tiltölulega einföldum hætti. Í mynd 6 er sett fram greiningartæki sem nær talsvert langt í þessa átt. Í línuritinu í mynd 6 er nýting tiltekinnar náttúruauðlindar mæld út eftir lárétta ásnum og verðmæti upp eftir lóðrétta ásnum. Bugðan með neikvæða hallanum táknar jaðartekjur af nýtingu auðlindarinnar. Þetta gæti t.d. verið ávinningur orkufyrirtækis af stærra uppistöðulóni. Bugðan með jákvæða hallanum táknar jaðarkostnað af nýtingu auðlindarinnar. Þessi bugða gæti t.d. mælt jaðartjón samfélagsins af stækkandi uppi-

stöðulóni. Hagsbót samfélagsins af tiltekinni nýtingu þessarar auðlindar má meta sem mismuninn á tegrunum undir þessum tveimur bugðum. Nánar tiltekið er þessi hagsbót

$$S(\bar{q}) = \int_0^{\bar{q}} D(q) - S(q) dq,$$

þar sem  $D(q)$  táknar jaðarábatann og  $S(q)$  jaðarkostnaðinn af nýtingu náttúruauðlindarinnar. Hámarkshagsbót næst augljóslega við  $q^*$  þar sem  $D(q)=S(q)$ , þ.e.a.s. þar sem bugðurnar tvær í mynd 6 skerast. Þessi hagsbót er táknud með skástrikaða svæðinu í mynd 6.<sup>4</sup>

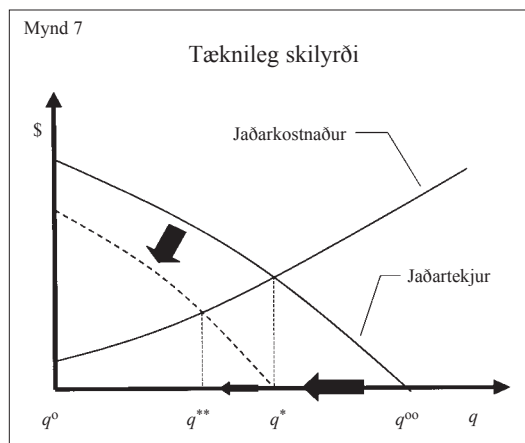
Með greiningartækið í mynd 6 í höndunum erum við nú í aðstöðu til að meta áhrif stjórnunaradrferðanna fjögurra. Til að auðvelda framsetninguna skulum við kalla þá sem hafa ábata af nýtingu auðlindarinnar notendur og hina sem skaðast þolendur.<sup>5</sup>

Nú má ráða af mynd 6 að sé engin stjórnun, þ.e. engar nýtingarreglur fyrir hendi, myndu notendur náttúruauðlindarinnar fara með nýtinguna í punktinn  $q^o$  þar sem jaðarhagnaður þeirra af frekari nýtingu er enginn. Þessi nýting er hins vegar ekki í samræmi við þjóðarhag, sem er hámarkaður við notkunina  $q^*$ , sem fyrr getur. Ráði þolendur á hinn bóginn – rétturinn er þeirra megin – yrði nýtingin  $q^o=0$  sem er líka þjóðhagslega óhagkvæmt.

### (1) Tæknileg skilyrði

Tæknileg skilyrði (á notendur náttúruauðlindarinnar) takmarka svigrúm þeirra og hljóta því að minnka jaðarábatann. Með tæknilegum skilyrðum er því unnt að draga úr notkun náttúruauðlindarinnar.<sup>6</sup> Í mynd 7 er því lýst hvernig

tæknileg skilyrði eru sett nákvæmlega þannig að notendur auðlindarinnar myndu kjósa þjóðhagslega hagkvæmstu nýtingu auðlindarinnar, þ.e.  $q^*$ . Gallinn er hins vegar sá að til þess að ná þessu marki er verulegum hluta mögulegs ábata glatað. Ástæðan er sú að notkun auðlindarinnar hefur verið gerð óhagkvæmari með hinum tæknilegu skilyrðum – jaðarábatinn hefur lækkað. Þegar að  $q^*$  er komið með þessum hætti er raunverulegur þjóðhagslegur ábati því miklu minni en í upphafi virtist. Hann getur jafnvel verið neikvæður eins og ráða má af mynd 7. Enn athyglisverðara er að að gefnum hinum tæknilegu skilyrðum er þjóðhagslega hagkvæmasta notkun auðlindarinnar ekki lengur  $q^*$  heldur  $q^{**}$ , sbr. mynd 7. Með sömu rökum og réðu hinum tæknilegu skilyrðum í upphafi liggur því nú beint við að herða þau frekar til að komast í  $q^{**}$  og þannig koll af kalli uns notkunin hverfur með öllu.



Niðurstaðan er ljós. Tæknileg skilyrði á auðlindanýtingu rýra jaðartekjur. Þær förna því mögulegum þjóðhagslegum ábata af nýtingu auðlindarinnar. Þær geta hæglega gert illt verra. Þær kalla endalaust á frekari takmarkanir. Þær brensla tæknina. Síðast en ekki síst eru þær dýrar í framkvæmd enda krefjast þær bæði erfiðra reikninga og umtalsverðs eftirlits. Tæknileg skilyrði eru því sérlega óvænleg leið til að færa nýtingu náttúruauðlinda í hagkvæmnisátt.

4. Eins og vel er þekkt (Willig 1976) er hagsbótarmat af þessu tagi ekki fyllilega nákvæmur mælikvarði á raunverulega aukningu notagildis.
5. Ástæða er til að veita því efitrækt að notendur og þolendur eru stundum sami hópurinn. Þetta á t.d. í ríkum mæli við um fiskveiðar. Þá er rétt að vekja athygli á því að aðstæður geta verið þannig að þolendur hagnist af nýtingu upp að vissu marki og/eða notendur tapi á henni.
6. Mjög mikilvægt er að átta sig á því að svo framarlega sem um staðgöngu getur verið að ræða draga tæknileg skilyrði sem slík ekki úr notkun auðlindarinnar.

### (2) Magntakmarkanir

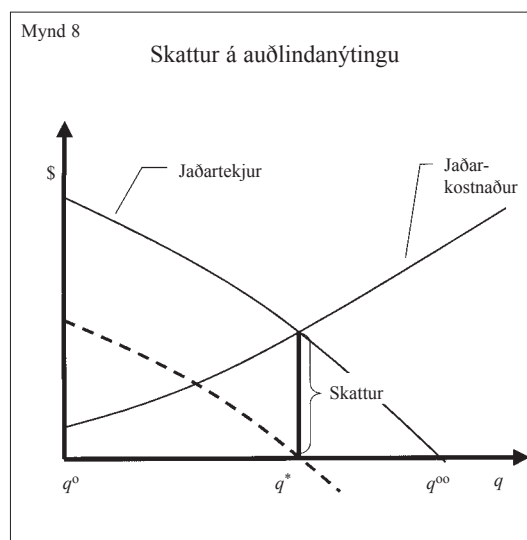
Með magntakmörkunum er leitast við að framkalla hagkvæmstu nýtingu náttúruauðlinda með beinum fyrirmælum. Með hliðsjón af línuritinu í mynd 6 þýðir þetta að notkunarmagnið er einfaldlega takmarkað við  $q^*$ . Sé ekki um staðgöngumöguleika að ræða, þ.e.  $q$  mælir alla viðkomandi auðlindanýtingu, mun þessi aðgerð ná markmiði sínu. Dæmi um svona magntakmarkanir eru útblásturs- og aflakvótar. Dæmi um staðgöngumöguleika, sem grafa undan magntakmörkunum, eru t.d. framleiðsluhættir sem sniðganga útblástursmælingar og brottkast fiskafla.

Þótt magntakmarkanir kunni að framkalla hagkvæmstu heildarnýtingu auðlindarinnar eru á þessari aðferð samt sem áður veigamiklir ókostir. Í fyrsta lagi er kostnaðarsamt að finna og framfylgja  $q^*$ . Algengt er að þessi rannsóknar-, eftirlits- og löggæslukostnaður nemi mjög verulegum hluta ávinningsins. Hann getur jafnvel verið meiri en mögulegur ávinningur. Mikilvægara er þó að notendur auðlindarinnar eru jafnan fleiri en einn aðili. Þá er í rauninni aðeins tvennt til; (i) láta þá keppa sín á milli um hlutdeild í leyfðu heildarmagni eða (ii) skipta leyfilegu magni milli þeirra. Fyrri leiðin skapar vandamál sameiginlegra auðlinda með tilheyrandi efnahagslegri sóun. Sú síðari breytir magntakmörkunum í einstaklings- eða fyrirtækjabundna kvóta sem eru viss tegund af séreignarrétti. Gallinn er hins vegar sá að slíkir einstaklings- eða fyrirtækjabundnir kvótar, sem úthlutað er af yfirvaldi, eru jafnan efnahagslega óhagkvæmir. Ástæðan er sú að hagkvæmasta skipting slíkra kvóta krefst þess að hreinn jaðarábati hvers fyrirtækis af nýtingu kvótanna sé jafn. Nánast óhugsandi er að þeirri stöðu sé unnt að ná og viðhalda nema með fjáls- um viðskiptum með kvóta.

### (3) Skattar og uppbætur

Með því að beita sköttum og uppbótum er unnt að breyta svo rekstrarskilyrðum aðila að þeir kjósi sjálfir hagkvæmstu nýtingu auðlindarinnar. Uppbótum er beitt þegar nýtingin eða starfsemin (t.d. viðhald eða hreinsun náttúruauðlinda) er of lítil, sköttum þegar nýtingin er of mikil. Í mynd 8 er tilhneiging til of mikillar nýtingar og því

lagður (fastur) jaðarskattur á notkun auðlindarinnar. Þessi skattur lækkar jaðarábata notenda af nýtingu auðlindarinnar og minnkar því þá nýtingu sem þeir telja sér hagkvæma. Sé skatturinn rétt valinn munu notendur kjósa þjóðhagslega hagkvæmstu auðlindanýtinguna  $q^*$ .



Til þess að framkvæma þetta þarf þó sem fyrr kostnaðarsamar rannsóknir til að finna  $q^*$  auk víðamikilla rannsókna á hagnaðarföllum aðila til að spá fyrir um viðbrögð þeirra við skattlagningunni (Ragnar Árnason 1990). Þá er nauðsynlegt að leggja talsvert fé í að framfylgja reglum og innheimta skattinn. Allt er þetta mjög í hátt við það sem nauðsynlegt er í magntakmörkunum. Á hinn bóginn hefur auðlindastjórnun með sköttum það umfram magntakmarkanir að hún mun sjálfvirkt tryggja að jaðarábati notenda af notkun auðlindarinnar verði jafn. Ástæðan er sú að sérhver notandi fer með nýtingu sína að þeim punkti þar sem jaðarábatinn er jafn jaðarskattinum. Skattlagning skiptir því nýtingu auðlindarinnar á notendur á þjóðhagslega hagkvæmasta hátt.

Umhugsunarvert er hvernig sá ábati sem auðlindastjórnun með sköttum framkallar skiptist á milli aðila. Þessi skipting ræðst að sjálfsögðu af upphafsstöðunni áður en stjórnunin er tekin upp.

Gerum ráð fyrir að hún sé  $q^{\circ}$ , þ.e. notendur hafi farið sínu fram. Þá er með hliðsjón af mynd 8 auðvelt að ganga úr skugga um að ávinningur aðila er sem hér segir:

1. Skattheimtumaður (hið opinbera):  $q^* \cdot \tau$ , þar sem  $\tau$  er skatthlutfallið (á einingu).
2. Notendur:  $-\left(\int_{q^*}^{q^{\circ}} D(q) dq + q^* \cdot \tau\right)$ , þar sem  $D(q)$  er sem fyrr jaðarábati notenda.
3. Þolendur:  $\int_{q^*}^{q^{\circ}} S(q) dq$ , þar sem  $S(q)$  táknar jaðarkostnað þolenda.

Auðvelt er að ganga úr skugga um að hefði upphaflega staðan á hinn bóginn verið engin notkun náttúruauðlindarinnar, sem er t.a.m. staðan áður en virkjanaleyfi er gefið út, myndu notendur hafa hagnast og þolendur tapað.

#### (4) Eignarréttur

Sé fyrir hendi eignarréttur á auðlindinni er ekki unnt að nýta hana nema með samkomulagi við eigandann. Við þær aðstæður má skoða jaðarkostnaðarfall þolanda (nú eigandans) sem framboðsfall hans og jaðartekjufall notanda sem eftirspurnarfall hans. Jafnvægi myndast eins og á venjulegum mörkuðum þar sem framboð og eftirspurn skerast, þ.e. við auðlindanotkunina  $q^*$  í myndum 6, 7 og 8. Þannig mun eignarréttarskipan á nánast sjálfvirkan hátt framkalla hagkvæmstu nýtingu náttúruauðlinda. Þetta kemur auðvitað ekki á óvart. Séreignarréttur er forsenda markaðsskipulagsins og það er vel þekkt að séu tiltekna forsendur til staðar mun markaðsskipulagið leiða til hagkvæmni. Að því er þetta varðar er ekkert sérstakt við náttúruauðlindir. Séu þær á annað borð í séreign mun hin ósýnilega hönd markaðsaflanna leiða til hagkvæmstu nýtingar þeirra eins og annarra vara. Fjölmargar náttúruauðlindir eru þegar í séreign. Þeirra á meðal má nefna land, laxveiðiár, garða fólks, námur af ýmsu tagi, margar orkulindir o.s.frv. Ekki fer miklum sögum af öðru en því að þessi náttúrugæði séu nýtt af hagkvæmni, a.m.k. jafn langt og séreignarrétturinn nær.

Samkvæmt þessum niðurstöðum er unnt að framkalla hagkvæma auðlindanýtingu með því að koma á eignarrétti á auðlindinni. Unnt er að sýna fram á að því fullkornari<sup>7</sup> sem þessi eignarréttur er þeim mun hagkvæmari verður auðlindanýtingin og öfugt (Ragnar Árnason 2005). Í þessu samhengi er mikilvægt að átta sig á því að sameignarréttur er afar veikt fyrirkomulag eignarréttar. Það kallar á vandamál sameiginlegra náttúruauðlinda sem leiðir jafnan til mikillar óhagkvæmni nema gripið sé til frekari stjórnunar.

Að því er eignarréttarskipan snertir er vandinn að skýrgreina og framfylgja nægilega góðum eignarrétti. Sá vandi er bæði tæknilegur og félagslegur. Tæknilegi vandinn er m.a. sá að margar náttúruauðlindir eru hreyfanlegar í rúmi. Það er því erfitt að koma böndum á þær þannig að halda megi þeim á umráðasviði tiltekens eiganda. Þetta á t.d. við um andrúmsloft og lofttegundir, vökva og uppleyst efni í þeim, fjölmargar dýrategundir, þ.á m. fiskistofna o.fl.). Ljóst er að erfitt er að skýrgreina og framfylgja séreignarrétti yfir þessum auðlindum á grundvelli núverandi séreignartækni. Félagsslegi vandinn er einkum sá að upptaka séreignarréttar á auðlindum sem til þessa hafa verið í almannaeygu felur í sér breytingu á samfélagsstofnunum, sköpun nýs auðs og iðulega ójafnrar skiptingar hans og jafnvel tap eða óþægindi fyrir suma. Allt kallar þetta á samfélagslega andstöðu og oft heiftúðugar deilur.<sup>8</sup>

Af ofangreindum fjórum helstu aðferðum við auðlindastjórnun eru það aðeins síðustu tvær: aðferð (3) skattar og uppbætur og aðferð (4) eignarréttarfyrirkomulag, sem geta verið hagfræðilega skilvirkar. Það er því afar sérkennilegt, svo að ekki sé meira sagt, að það eru einkum fyrri aðferðirnar tvær sem beitt hefur verið hér á landi við auðlindastjórnun. Aðferð (1), tæknilegar takmarkanir, er í flestum tilfellum verri en ekkert frá þjóðhagslegu

7. Með tilliti til öryggis, varanleika, seljanleika og útilokunarleika (e. *exclusivity*).

8. Við þessa erfiðleika er því síðan að bæta að ýmsar náttúruauðlindir eru almagnagæði í þeim skilningi að not þeirra rýra ekki náttúruauðlindina (t.d. útsýni). Við þær aðstæður er séreignarréttur e.t.v. ekki hagkvæmasta fyrirkomulagið.



sjónarmiði. Það er því vandséð hvers vegna einhvern tíma ætti að beita þeirri aðferð nema e.t.v. til að forðast tor- eða óafturkræfan auðlindaskaða og þá því aðeins að engar aðrar aðferðir séu tiltækar. Aðferð (2), magntakmarkanir, hefur umtalsverða hagkvæmniseiginleika sé henni rétt beitt. Þótt sú aðferð geti ekki verið fyllilega hagkvæm geta þessir eiginleikar réttlætt notkun hennar þegar aðferðir (3) og (4) eru ekki tiltækar.

Aðferðir (3) og (4) eru frá fræðilegu sjónarmiði báðar þess umkomnar að skapa hagkvæmni í nýtingu náttúruauðlinda. Munurinn á þeim tveimur liggur einkum í því að aðferð (3) krefst virkrar og stöðugar þátttöku stjórnandans (þ.e. skattheimtumannsins) í auðlindanýtingunni. Þessi aðili þarf stöðugt að setja og aðlaga skatthlutfallið, þ.e. verðið fyrir nýtingu auðlindarinnar. Hlutverk hans er því svipað og hins opinbera í miðstýrðum hagkerfum (sbr. Lange og Taylor 1938). Bæði reynslan og heilbrigð skynsemi sýna að svona hagstjórn er opinberum aðilum yfirleitt um megn. Aðferð (4) beitir markaðsöflum til að leysa verðlagningarvandamálið. Sú aðferð þarf því ekki á afskiptum opinberra aðila að halda nema e.t.v. til þess að framfylgja eignarréttinum. Annar veigamikill munur er á aðferðunum tveimur. Skattar og uppbætur krefjast afskipta ríkissjóðs eða hliðstæðrar fjármálastofnunar. Þegar sköttum er beitt rennur hluti heildarábatans í þennan sjóð. Þegar um uppbætur er að ræða flæðir fé úr sjóðnum. Við eignarréttarskipan bera einkaaðilar hins vegar sjálfir ábata og kostnað af aðgerðum sínum. Þessi mismunur getur skipt efnahagslega miklu máli, ekki sist ef ekki er víst að sjóðsstjórnendur ráðstafi skattfé af skynsemi.

#### 4. Hvað þarf að gera?

Náttúruauðlindir gegna miklu hlutverki í íslensku efnahagslífi og hagsæld þjóðarinnar. Grunnatvinnuvegirnir, sjávarútvegur, orkuiðnaður, ferðamennska og landbúnaður byggjast á náttúruauðlindum í ríku mæli. Fjölmörg umhverfisgæði, hreint loft, hreint vatn, landslag og náttúrufegurð eru bein neyslugæði landsmanna og skipta miklu um hagsæld þeirra.

Fyrir liggur sú almenna hagfræðikenning, studd reynslu úr öllum heimshornum, að nýting náttúruauðlinda, sem eru ekki í séreign, er jafnan

efnahagslega óhagkvæm. Stór hluti íslenskra náttúruauðlinda, sem efnahagslíf og hagsæld landsmanna byggist á í ríku mæli, er ýmist háður ófullkomnum eignarrétti eða alls engum. Dæmi um hið fyrrnefnda, þ.e. ófullkomið, takmarkað eignarhald, eru margir stofnar villtra dýra lands og sjávar og umhverfi þeirra, hálendið, orkulindir o.s.frv. Dæmi um hið síðarnefnda, þ.e. nánast ekkert eignarhald, er andrúmsloftið og hreinleiki þess og fjölmargir aðrir umhverfisþættir.

Af þessum sökum má fullvist telja að nýting íslenskra náttúruauðlinda sé nokkuð langt frá því að vera hagkvæm. Tjónið af þessum sökum getur hæglega verið mjög mikið, jafnvel miðað við landsframleiðsluna í heild. Allir þekkja hversu miklu það hefur breytt fyrir afrakstur í fiskveiðum og þjóðarþúið í heild að gerðar hafa verið verulegar umbætur á stjórnunarumgjörð sjávarútvegs. En betur má ef duga skal. Ekki má gleyma að sömu hagkvæmnisvandamál og kvótakerfið hefur að verulegu leyti unnið bug á í sjávarútveginum eru enn fyrir hendi í ríku mæli í annari íslenski auðlindanýtingu. Þeirra á meðal má nefna nýtingu lands, náttúruperla, orkulinda og umhverfisgæða af fjölmörgu tagi. Ekki er ólíklegt að samanlagt gildi þessara auðlinda fyrir hagsæld þjóðarinnar sé langt umfram gildi sjávarauðlinda.

Skynsamleg auðlindastjórn felst í því fyrst og fremst að skapa hvata til hagkvæmrar nýtingar auðlindanna. Fræðileg greining bendir til þess að þessir hvatar verði best skapaðir með séreignarrétti verði honum á annað borð við komið. Í sumum tilfellum er unnt að koma við séreignarrétti með hefðbundinni einkavæðingu, þ.e. stjórnvöld færa þær náttúruauðlindir, sem þau hafa yfirráð yfir, til einkaaðila. Ríkisjarðir og svokallaðar þjóðlendur eru dæmi um svona tækifæri til að skapa séreignarrétt. Í öðrum tilfellum er nauðsynlegt að leita nýrra forma eignarréttar. Dæmi um að slík form hafi fundist og skilað árangri eru t.d. aflakvótar í fiskveiðum og svokallaðir mengunarkvótar.

Sé ekki unnt að koma við eignarrétti eru skattar og uppbætur (svokallaðir grænir skattar) vænlegasta aðferðin til að leiða auðlindanýtingu í hagkvæmnisátt. Sú aðferð getur frá fræðilegu sjónarhorni skilað allt að því jafngóðum árangri og eignarréttarskipan. Til þess að svo megi verða

er á hinn bóginn nauðsynlegt að stjórnvöld, eða öllu heldur skattheimtumaðurinn, sé afskaplega vel upplýstur og vökull í sínu starfi. Reynslan sýnir að ekki er varlegt að treysta því um of.

Sé hvorki unnt að koma við eignarréttarskipan né sköttum og uppbótum er næst að grípa til magntakmarkana. Sú aðferð, sé hún framkvæmd af vandvirkni og árvekni, getur skilað vissri hagkvæmni en er þó alvarlegum annmörkum háð eins og rakið var í kafla 3 hér að framan. Magntakmörkunum ætti því aðeins að beita í þeim sértilfellum þar sem hvorki er unnt að koma við eignarréttarskipan né grænum sköttum.

Síðasta tegund aðferða við að stjórna auðlindanýtingu, þ.e. tæknileg skilyrði, er líklegri til að gera illt verra en hitt frá þjóðhagslegu sjónarmiði eins og útskýrt var í kafla 3. Þessum flokki aðferða ætti aldrei að beita nema e.t.v. í sérstökum vel rökstuddum undantekningartilfellum.

Í ljósi þessara niðurstaðna er það þyngra en tárúm taki að stjórnun íslenskrar auðlindanýtingar – að því marki sem hún hefur yfir höfuð verið fyrir hendi – hefur að mestu miðast við tæknileg skilyrði (hreinþibúnað, vélarstærð, verksmíðjugarð o.þ.h.) eða magntakmarkanir (hámarksútflæði/útblastur). Helsta undantekningin er kvótakerfið í sjávarútvegi sem freistar þess að skapa hagkvæmni með hjálp eignarréttar. Skattlagningu (grænum sköttum) hefur lítið sem ekkert verið beitt hér á landi til þessa. Á hinn bóginn er ljóst að til þess að þjóðinni verði sem mest úr þeim náttúruauðlindum, sem landinu eru búin, og glutri ekki niður þeim tækifærum, sem í þeim felast, er nauðsynlegt að taka upp skynsamlega auðlindastjórn.

Allar aðferðir við auðlinda- og umhverfisstjórnun nema eignarréttarskipan<sup>9</sup> krefjast þess að stjórnandinn finni hagkvæmasta nýtingarstigið. Til þess að leysa það verkefni kemst hann ekki hjá því að meta kostnað og tekjur af auðlindanýtingunni. Mikilvægt er að átta sig á því að það nægir ekki að mæla kostnað og tekjur í einum punkti auðlindanýtingar. Til þess að geta ákvarðað hagkvæmasta nýtingarstigið verður hann að

meta þessar stærðir sem föll af umfangi auðlindanýtingarinnar, a.m.k. yfir talsverða spönn þessarar auðlindanýtingar. Að öðrum kosti getur hann ekki fundið jaðarkostnaðar- og jaðartekjuföllin sem um er rætt í kafla 3 hér að framan. Jafnframt er mikilvægt að átta sig á því að ekki nægir að finna þessi föll í eitt skipti fyrir öll. Þessi föll þróast yfir tíma og þar með sú auðlindanýting sem hagkvæmust er. Föllin þarf því stöðugt að endurmeta.

Mörg af þeim verðmætum, sem í húfi eru við auðlindanýtingu, liggja ekki fyrir á markaði eða í rekstrarreikningum fyrirtækja. Þetta á ekki hvað síst við um virði auðlindanna í beinni neyslu. Hvernig breytist velferð einstaklinga þegar svifryk vex í andrúmsloftinu í Reykjavík? Hvaða tjón (eða ábata) hafa einstaklingar af því að fregna að vatnsaflsvirkjun rís við Kárahnúka? Svona verðmæti geta ekki birst á markaði og endurspeglast ekki í verðum nema e.t.v. mjög óbeint og að takmörkuðu leyti. Þau geta engu að síður verið mjög veruleg og numið háum upphæðum ef þau væru reiknuð á þann mælikvarða.

Á síðustu áratugum hafa verið þróaðar innan auðlindahagfræðinnar aðferðir til að meta verðmæti af þessu tagi. Þessar aðferðir verða sífellt betri og er nú þegar beitt í ríkum mæli við umhverfismat erlendis (sjá t.d. Hanley o.fl. 1997 og Kolstad 2000 og tilvísanir í þeim bókum). Á meðal þessara aðferða má nefna (i) skilyrt verðmætamat (e. *contingent valuation*) og hin ýmsu afbrigði þess, (ii) aðferð ánægjuverða (e. *hedonic price method*), ferðakostnaðaraðferðina, tilraunir og margt fleira.

Skynsamleg umhverfisstjórnun krefst þess að þessum aðferðum og fleirum sé beitt með skipulegum hætti í því skyni að meta kostnaðar- og ábataföll af nýtingu hinna ýmsu auðlinda og umhverfis. Þrátt fyrir mikilvægi náttúruauðlinda og veruleg fjárframlög til þeirra mála vantar talsvert á að svona sé gengið til verks á Íslandi. Á Íslandi þarf að byggja upp þekkingu og getu til að framkvæma þessar mælingar. Jafnframt þurfa opinberar stofnanir á sviði umhverfis- og umhverfisstjórnunar að taka upp starfshætti sem eru í samræmi við fyrirliggjandi þekkingu á hagfræði umhverfisins og auðlindanýtingar almennt.

9. Rétt er að vekja athygli á því að sum afbrigði ófullkomins eignarréttar, s.s. kvótar, krefjast þess að einhver aðili setji heildarkvóta.

## Heimildaskrá

- Aronsson, T. (1996). Welfare Measurements, Green Accounting and Distortionary Taxes, *Umeå Economic Studies* 426, Umeå University.
- Aronsson, T. og K.-G. Lövgren (1993). Welfare Consequences of Technological and Environmental Externalities in the Ramsey Growth Model, *Natural Resource Modelling* 7, 1-14.
- Arrow, K.J. (1951). An Extension of the Basic Theorems of Classical Welfare Economics, í J. Neyman (ritstj.), *Proceedings of the 2nd Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*. Berkeley/Los Angeles: University of California Press.
- Arrow, K.J. og G. Debreu (1954). Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy, *Econometrica* 22, 265-90.
- Brander, J.A. og M.S. Taylor (1998). The Simple Economics of Easter Island: A Ricardo-Malthus Model of Renewable Resource Use, *The American Economic Review* 88, 119-38.
- Coase, R.H. (1960). The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics* 3, 1-44.
- Dasgupta, P.S. og G.M. Heal (1979). *Economic Theory and Exhaustible Resources*. Cambridge: James Nisbet & Co.
- Debreu, G. (1959). *Theory of Value*. Cowles Foundation, Monograph 17. New Haven: Yale University Press.
- Dickey, D.A. og W.A. Fuller (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root, *Econometrica* 49, 1057-72.
- Engle, R. og C. Granger (1987). Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing, *Econometrica* 50, 987-1006.
- Furubotn, E.G. og R. Richter (1998). *Institutions and Economic Theory: The Contribution of the New Institutional Economics*. Michigan: University of Michigan Press.
- Hanley, N., J.F. Shogren og B. White (1997). *Environmental Economics in Theory and Practice*. New York: Macmillan Texts in Economics, Macmillan Press.
- Johansen, S. (1995). *Likelihood-based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*. Oxford: Oxford University Press.
- Kolstad, C.D. (2000). *Environmental Economics*. Oxford: Oxford University Press.
- Koopmans, T.C. (1957). *Three Essays on the State of Economic Science*. London: McGraw-Hill.
- Lange, O. og F.M. Taylor (1938). *On the Theory of Socialism*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Ragnar Árnason (1990). Minimum Information Management in Fisheries, *Canadian Journal of Economics* 23, 630-53.
- Ragnar Árnason (2003a). Green National Accounts for Iceland: First Hesitant Steps, í G. Jonsson (ritstj.), *Nordic Historical National Accounts. Proceedings of Workshop VI*. Institute of History, University of Iceland.
- Ragnar Árnason (2003b). Global Warming and North Atlantic fisheries: Attempting to Assess the Economic Impact, *Tímarit um viðskipti og efnahagsmál* 1, 109-28.
- Ragnar Árnason (2005). Property Rights Quality and Economic Efficiency of Fisheries Management Regimes: Some Basic Results. Í Árnason, Björndal, Gordon og Sumaila (ritstj.). *Essays in Honour of Professor Gordon Munro*. Blackwell (væntanlegt).
- Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Ed. E. Cannan 1977. Chicago: University of Chicago Press.
- Smith, V.L. (1975). Primitive Hunter Culture, Pleistocene Extinction, and the Rise of Agriculture, *Journal of Political Economy* 83, 227-55.
- Sveinn Agnarsson og Ragnar Árnason (2003). The Role of the Fishing Industry in the Icelandic Economy: A Historical Examination, *Institute of Economic Studies Working Paper* W03:08.
- Sveinn Agnarsson og Ragnar Árnason (2004). The Role of the Fishing Industry in the Icelandic Economy, í Björndal, T., Ragnar Árnason og D. Gordon (ritstj.). *Essays in Fisheries Economics in the Honour of Professor Gordon Munro*. Edward Elgar Publishing (væntanlegt).
- Varian, H.R. (1992). *Microeconomic Analysis*, 3. útgáfa. New York: Norton and Company.
- Willig, R.D. (1976). Consumer Surplus without Apology, *American Economic Review* 66, 589-97.
- Þjóðhagsstofnun (2004). Gögn á heimasíðu [www.ths.is](http://www.ths.is).