

Pataki György

Biofizikai közgazdaságtan és entrópia

Bevezetés Nicholas Georgescu-Roegen közgazdasági munkásságába

Nicholas Georgescu-Roegen 1906. február 4-én, a romániai Constanțában született egy szegény családból származó írástudatlan édesanya és egy katonatiszt édesapa gyermekeként. Édesanyja egy leányiskolában varrást tanított, édesapja kényszernyugdíjazása után korai haláláig fia tanításának szentelte idejét. Georgescu-Roegen az iskolában korán kitűnt tehetségével – ennek és kiváló tanárainak köszönhetően kiemelkedő matematikatudását. Egyik kedvenc tanára, Gheorghe Rădulescu biztatására jelentkezett egy újonnan alapított katonai iskolába, ám ott az I. világháború kitörése és a német csapatok bevonulása miatt csak két év múlva kezdhetette meg tanulmányait. Ez öt évig tartó kemény és – a kolostorszerű intézményben – a világtól meglehetősen elszigetelt munkát jelentett. Végzése után 1923-ban a Bukaresti Egyetem matematika fakultására nyert felvételt. Romániai egyetemi tanulmányait, középiskolai tanári diplomát is szerevezve, 1926-ban fejezte be – a fiúk között évfolyamelsőként. 1927 novembere már Párizsban a Sorbonne-on találta, ahová egy ösztöndíj segítségével jutott statisztikát tanulni. Disszertációját 1930-ban a legkiválóbb minősítéssel védte meg.

1931-ben Londonban, Karl Pearson mellett folytatta statisztikai stúdiumait, s ez nagy hatással volt tudományfilozófiai hitvallására is. Innen ered hite abban, hogy a tudományos absztrakció és analízis nem szakadhat el a valóságtól, azaz a feltevéseknek és a modelleknek empirikusan igazolhatónak és értelmezhetőeknek kell lenniük. Londoni munkájára az egyesült államokbeli Harvard Egyetemen is fölfigyeltek, s a Rockefeller Alapítvány ösztöndíjával a *Harvard Economic Barometer* kutatási programhoz invitálták. Mire azonban 1934 őszén Massachusettsbe érkezett, már nem találta e program iródjait: a kutatást főlszámolták. Végző ötlekként bejelentkezett Joseph Schumpeterhez, aki a Harvardon dolgozott *Üzleti ciklusok* című könyvében. Ez a találkozás döntő fordulatot hozott Georgescu-Roegen életében: Schumpeter körében olyan közgazdászok társaságába került, mint például Wassily Leontief, Edgar Hoover, Frank Taussig, Oskar Lange, Fritz Matchlup, Gerhard Tinter, Nicholas Kaldor és Paul Sweezy. Nicholas Georgescu-Roegen az „Universitas Schumpeteriana” hallgatójaként menthetetlenül közgazdásszá vált (Mayumi–Gowdy [1999]).

Harvardi pályafutásának termékeként négy, igen jelentős publikációt alkotott a hasznosságelmélet és a termeléselmélet témaköreiben (1935a, 1935b, 1936a, 1936b). Ezekben a neoklasszikus mikroökonómia egyik alapvető fogalmát, a közömbösség koncepcióját tette matematikai és fogalmi

vizsgálata tárgyává, végül bizonyítva, hogy az instrumentális racionalitás vezette hasznosság-maximalás feltevése nem tesztelhető, ezért a neoklasszikus közgazdaságtan fogyasztói magatartás elmélete, amelynek ez alapeleme, empirikusan elfogadhatatlan (1936b). A neoklasszikus elmélet egy másik alapvető feltevésével is szembeeszállt, nevezetesen azzal, hogy a közömbösségi görbe általában és jellemző módon negatív meredekségű (ami a cserére való hajlandóságnak és a termékek helyettesíthetőségének feltevéséből fakad). Georgescu-Roegen rámutatott az irreducibilitás (alapvetőbb elemekre nem bonthatóság) elvének fontosságára, amely – megsértve az előző feltevéseket – úgynevezett lexikografikus (lexikonszerű) preferenciarendezést eredményez (a közömbösségi görbe így koordináta-rendszerben ábrázolva nem folytonos és nem negatív lejtésű; azaz a fogyasztó nem hajlandó cserélni bizonyos javakat, például egy folyó szépségét más javakra, például olcsóbb energiára). Ugyancsak kiemelte a hasznosságelméletnek azt a hiányosságát, hogy az nem tesz különbséget az összehasonlíthatóság és a mérhetőség között – ott is mennyiséget keresve, ahol csak „több” vagy „kevesebb” van (Gowdy–Mesner [1998]). Georgescu-Roegen ez irányú elemzéseinek remek összefoglalóját adja *Analitikus közgazdaságtan* című kötete (1966).

Schumpeter révén katedrát kapott volna a Harvard Egyetemen, ám ő úgy döntött, hogy hazatér. Otthon, 1937-től a Román Nemzeti Paraszt Párt munkatársaként igyekezett bekapcsolódni az ország sorsának alakításába. Négy diktatúrát vészelt át, ám 12 év után, 1948-ban mégis hamis útlevéllal, egy török áruszállító hajón kellett elszöknie. Számos viszontagság után Franciaországból tért vissza az Egyesült Államokba. 1949-ben a Nashville-i (Tennessee állam) Vanderbilt Egyetem közgazdasági karán kapott professzori állást, amelyet egészen 1976-os nyugdíjazásáig megőrzött. Ujításait és kritikáit mindvégig visszhang nélkül hagyták a főáramú közgazdászok (erről lásd Daly [1997]; Solow [1997]; Stiglitz [1997]), Georgescu-Roegen elszigetelődött, végül az Amerikai Közgazdasági Társaságból is kilépett. 1994. október 30-án bekövetkezett haláláig Nashville-ben élt és dolgozott, (Mayumi–Gowdy [1999]).

Georgescu-Roegen az agrárökonómia terén szintén maradandót alkotott. Részben kapcsolódva hasznosságelméleti írásaihoz, egy fontos cikkében újrafogalmazta a paraszti gazdaság hasznosságfüggvényét, amelyben a saját haszon mellett a közösség haszna is helyet kapott (1960). Hangsúlyozta, hogy az elemzés egysége nem a különálló, egyéni paraszti gazdaság, hanem a faluközösség. Az egyéni parasztgazdaság és a közösségi intézmények kölcsönösségi viszonyban állnak egymással. Ugyanakkor nem győzte ismétlni a matematikai eszköztár használatának korlátozottságát, mikor rámutatott a szóbeli tradíciók ökonómiai fontosságára a paraszti gazdálkodás folyamatosságának és stabilitásának megőrzésében. Ezek a tradíciók pedig nemcsak

hogy megsérthetik az egyéni hasznosság-maximalás elvét, hanem történeti vizsgálódást is igényelnek. A paraszti gazdálkodást elemezve Georgescu-Roegen kiemelte a gazdaság függését a biológiai alapoktól (Gowdy–Mesner [1998]). Ezek pedig már az első lépések afelé az általános elméleti belátás felé, amelyben valamennyi gazdasági tevékenység, illetve a gazdaság mint rendszer alapvető biofizikai meghatározottságát és korlátait mutatta meg.

Georgescu-Roegen közismert újítása a közgazdaságtanban a termodinamikai fizika második főtörvényének, az entrópia törvényének alkalmazása a gazdaságra, illetve a gazdaságelméleti következményei levonása. Ebben a tekintetben főműve az 1971-ben megjelent *Az entrópia törvénye és a gazdasági folyamat* című könyve. Georgescu-Roegen sokszor hangoztatta, hogy az entrópia törvénye „az összes természeti törvény közül természeténél fogva a leginkább ökonómiai”, és az entrópia, pontosabban az alacsony entrópiájú értékes anyag/energia „a gazdasági szűkösség főgyökere”. Az uralkodó, neoklasszikus közgazdaságtan máig elmulasztotta levonni azokat az alapvető következtetéseket, amelyek a termodinamika alapján mechanisztikus modelljeinek elengedhetetlen átalakítására vonatkoznak. A neoklasszikus egyensúlyelméleti modell – a newtoni mechanika hű leképezőjeként – nem képes számot vetni a minőségi változások, az irreverzibilitás (visszafordíthatatlanság), a meghatározatlanság vagy az abszolút szűkösség jelenségeivel.

Az uralkodó közgazdaságtan tankönyvi megjelenítése továbbra is a gazdaság zárt, körkörös folyamatként és különálló rendszerként történő bemutatásával él – a neoklasszikus gazdaság tulajdonképpen egy perpetuum mobile: fizikai lehetetlenség. Az entrópia alapján Georgescu-Roegen a gazdaság anyagi értelemben zárt, energia vonatkozásában nyitott rendszerét változtatta föl, amelyben a gazdasági folyamat szükségképpen egyirányú: alacsony entrópiájú (értékes) anyag/energia fölhasználásával állít elő az embernek hasznos termékeket és szolgáltatásokat, végül pedig magas entrópiájú (értéktelen) anyagot/energiát bocsát ki. A gazdasági folyamat tehát egyirányú, minőségi és irreverzibilis (visszafordíthatatlan) változást okoz, végső költségeként az úgynevezett átmenő teljesítmény (throughput) fogható föl. Az egyetlen ésszerű gazdasági cél az átmenő teljesítmény minimalása úgy, hogy a lehető legnagyobb hasznosságot nyerhessük közben az embereknek nyújtott szolgáltatásokkal.

Georgescu-Roegen elvülhetetlen – bár eleddig a közgazdaságtanban alig hasznosított – elemzéseket adott a termelési folyamatról, illetve a termelési tényezők szerepéről, az azok között meglévő minőségi különbségeket föltárva. Georgescu-Roegen szerint a termelési folyamatban az úgynevezett *alapot* játszanak szerepet, amelyek közé a munkaerő (L), a technikai tőke (K) és a ricardói föld (R) tartozik. Ezek a termelés ágensei (cselekvői, működtetői), amelyek a természeti erőforrások áramát gazdaságilag értékes jó-

szággokká alakítják. Minden gazdasági folyamat kivétel nélkül igényel áram (flow) típusú termelési tényezőket (inputokat) is, anyag/energia és szennyezésbefogadó képesség formájában. Az áram jellegű termelési bemeneteket az alapok (a termelési folyamat cselekvői) változtatják produktív inputokká. Meg kell különböztetni továbbá az úgynevezett stock (állomány) típusú termelési tényezőket, amelyek bármilyen – általunk kívánatos – felhasználási ütem mellett képesek valamilyen fizikai áramot (flow-t) nyújtani. Ezzel szemben az alapok csak korlátozott ütemben képesek szolgáltatást nyújtani.

Georgescu-Roegen definíciója szerint minden megvalósítható technológia képes előállítani valamely gazdasági jószágot bizonyos időtartam alatt. Ám nem minden megvalósítható technológia egyúttal életképes (viable) is – Georgescu-Roegen-i értelemben. Adott technológia akkor és csak akkor életképes, ha képes megőrizni azt az anyagi struktúrát, amely erőforrással és befogadóval ellátja. Vagyis egy életképes technológia adott környezeti feltételek mellett végtelenségig képes fenntartani az emberi tevékenységet. Az olyan technológia, amely elfogyasztja a nem helyettesíthető állományt (stock) vagy a befogadó képességet meghaladó szennyezést produkál vagy megakadályozza a termelési folyamat alapjait befogadó és megújuló szolgáltatásainak nyújtásában, nem életképes. Az életképes technológia ugyanis megőrzi az alap típusú tényezőket, az emberi munkaerőt, a technikai tőkét és a ricardói földet. Az életképesség tehát annyit tesz, hogy meg kell őrizni a társadalmi és az ökológiai környezet integritását – már csak a piaci gazdaság vagy bármilyen más gazdasági rendszer fenntartása érdekében is. A fenntarthatóság követelménye és teljesülésének megítélése a teljes ökológiai-társadalmi-gazdasági rendszerre vonatkozik, nem csupán az egyik alrendszerre, mondjuk a gazdaságra (Gowdy-O'Hara [1997]).

Georgescu-Roegen részletesen érvelt amellett, hogy például az iparszerű, intenzív mezőgazdálkodás hosszú távon gazdaságtalan, nem felel meg az életképes technológiával szemben támasztott követelménynek. A mezőgazdálkodás iparszerűvé tétele során éppen a napenergia bőségesebben rendelkezésre álló és megújuló formáját váltottuk ki egy szűkösebb és kimeríthető forrással (az ökröt traktorra, a szerves trágyát műtrágyára cserélve), miközben a biológiai sokféleség, különösen genetikai szinten, beszűkül(t). Az ellenérv rögtön rendelkezésre áll: a technológiai fejlődés hatalma korlátlan, majd megoldja ezt a problémát is, a szűkössé váló alacsony entrópiájú anyag- és energiaforrásról áttérünk a bőségesebbre.

Georgescu-Roegen szerint a technológiai fejlődés története korántsem igazolja ezt az optimista fölfogást: a technológiai haladás nagy áttörései a hozzáférhető energia más-más forrásának fölhasználásához kötődnek, amely mindig az ásványi anyagok fölhasználásának újabb és újabb kiterjedését hozta. Az entrópia kíméletlen törvénye miatt még a Daly-féle úgynevezett állandó állapotú (steady-state) gazdaság (az átáramló teljesítményt kons-

tansnak tartó gazdaság – Daly [1991]) sem tartható fenn a végtelenségig egy véges világban – hangzik Georgescu-Roegen egyértelműen pesszimista álláspontja. Mindezt elsősorban az általa a termodinamika negyedik főtörvényének nevezett tételre alapozta: az olyan zárt rendszerben, mint a Föld, az anyag-entrópia végül maximális értéket vesz föl, s így minden anyag hozzáférhetlenné válik. Georgescu-Roegennek ez a megállapítása a fizikusok részéről is számos bírálatot váltott ki, s úgy tűnik, nem egyeztethető össze a termodinamikai fizika uralkodó értelmezésével (lásd Mayumi [1995]; Ayres [1997], [1998]; Kåberger–Månsson [2001]). Georgescu-Roegen számára az időleges kiutat a népességnövekedés megállítása, az organikus mezőgazdálkodásra és általában a napenergián alapuló gazdaságra történő átállás jelentette.

Georgescu-Roegen vezette be a *biofizikai közgazdaságtan* (bioeconomics) kifejezést annak jelölésére, hogy ne feledhessük a gazdasági folyamat biológiai-fizikai alapjait, és figyelmeztessen arra az alapvető problémára, hogy a hozzáférhető erőforrások abszolút értelemben korlátosak. Georgescu-Roegen – kölcsönvéve Alfred *Lotka*, matematikus-biológus fogalmait – az emberi történelmet az endoszomatikus (testen belüli, testhez tartozó) szervekről az exoszomatikus (testen kívüli) szervek, azaz lényegében a különféle tárgyi eszközök használatára való áttérésként írja le. Szerinte mindez egyúttal egyfajta függőséget hozott létre az exoszomatikus szervek (tárgyak) nyújtotta kényelem és örömezzet iránt. Az emberiség nagy problémája abból adódik, hogy tárgyaink létrehozása a hozzáférhető anyag és energia véges állományán alapul. Ráadásul, állítja Georgescu-Roegen, az exoszomatikus szervek megjelenése és burjánzása hozza el a társadalmi konfliktusokat és azok mélyülését (Gowdy–O’Hara [1997]).

Georgescu-Roegen „minimális biofizikai közgazdaságtani programja” szerint (1) a fegyvergyártást teljesen le kell állítani, hogy fölszabaduljanak az ott leköötött termelési tényezők békésebb és értelmesebb célok javára, (2) az alulfejlett, szegény országokat olyan azonnali segélyben kell részesíteni, amelynek segítségével megteremthetik a jobb élet alapjait, (3) fokozatosan olyan szintre kell csökkenteni az emberi populáció nagyságát, amelyet kizárólag organikus mezőgazdálkodással fenn lehet tartani, (4) az energia-pazarlás minden formáját kerülni kell, (5) az extravagáns tárgyaktól való függőségünket föl kell számolni, (6) meg kell szabadulnunk a divattól, (7) tartós és javítható termékeket kell gyártanunk, (8) ki kell gyógyulnunk a munka szabadidő rovására való túlhajtásából (workaholism), s ezeket kellő egyensúlyba kell hozni. (Georgescu-Roegen [1972])

Nicholas Georgescu-Roegen kétségkívül a XX. század egyik legjelentősebb közgazdásza, mivel analitikus igényességgel tárta föl a gazdasági folyamat biofizikai alapjait és elindította az ökológiai közgazdaságtan egyik jelentős irányzatát (a biofizikai közgazdaságtant – lásd Cleveland–Ruth

[1997]), valamint olyan doktorandusz-hallgatókat nevelt ki, mint például Herman *Daly* vagy John *Gowdy*, akik ma az ökológiai közgazdaságtan vezető elméleti szakemberei. Georgescu-Roegen gondolatai nemcsak mint klasszikus szövegek érdekesek az olvasásra, de – sajnos – aktualitásukat az is adja, hogy sem az elméleti közgazdaságtan, sem a gyakorlati gazdaságpolitika nem vonta még le az elengedhetetlen következtetéseket bioszféránk egyediségéből és biofizikai korlátosságából.

HIVATKOZÁSOK

- Ayres, R. U. [1997]: *Comments on Georgescu-Roegen*; *Ecological Economics* 22 (3), 285–287. o.
- Ayres, R. U. [1998]: *Eco-thermodynamics: economics and the second law*; *Ecological Economics* 26, 189–210. o.
- Cleveland, C. J. – Ruth, M. [1997]: *When, where, and by how much do bio-physical limits constrain the economic process? A survey of Nicholas Georgescu-Roegen's contribution to ecological economics*; *Ecological Economics* 22 (3), 203–223. o.
- Daly, H. E. [1991]: *Steady-state Economics*; 2. kiadás, Island Press, Washington, DC – Covelo, CA
- Daly, H. E. [1995]: *On Nicholas Georgescu-Roegen's contribution to economics: An obituary essay*; *Ecological Economics* 13, 149–154. o.
- Daly, H. E. [1997]: *Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz*; *Ecological Economics* 22 (3), 261–266. o.
- Georgescu-Roegen, N. [1935a]: *Note on a proposition of Pareto*; *Quarterly Journal of Economics* 49, 706–714. o.
- Georgescu-Roegen, N. [1935b]: *Fixed coefficients of production and the marginal productivity theory*; *Review of Economic Studies*, XX, 40–49. o.
- Georgescu-Roegen, N. [1936a]: *Marginal utility of money and elasticities of demand*; *Quarterly Journal of Economics* 50, 533–539. o.
- Georgescu-Roegen, N. [1936b]: *The pure theory of consumer's behavior*; *Quarterly Journal of Economics* 50, 545–593. o.
- Georgescu-Roegen, N. [1960]: *Economic theory and agrarian economics*; *Oxford Economic Papers*, N. S. 28, 1–40. o.
- Georgescu-Roegen, N. [1966]: *Analytical Economics*; Harvard University Press, Cambridge, MA

- Georgescu-Roegen, N. [1971]: *The Entropy Law and the Economic Process*; Harvard University Press, Cambridge, MA
- Georgescu-Roegen, N. [1972]: *Energy and Economic Myth*; in: Georgescu-Roegen, N.: *Energy and Economic Myths: Institutional and Analytical Economic Essays*; Pergamon Press, New York, 1976, 3–36. o.
- Gowdy, J. M. – Mesner, S. [1998]: *The evolution of Georgescu-Roegen's bioeconomics*; Review of Social Economy 56, 136–156. o.
- Gowdy, J. M. – O'Hara, S. [1997]: *Weak sustainability and viable technologies*; Ecological Economics 22 (3), 239–247. o.
- Kåberger, T. – Månsson, B. [2001]: *Entropy and economic process – physics perspectives*; Ecological Economics 36, 165–179. o.
- Mayumi, K. [1995]: *Nicholas Georgescu-Roegen (1906–1994): An admirable epistemologist*; Structural Change and Economic Dynamics 6(3), 261–265. o.
- Mayumi, K. – Gowdy, J. M. [1999]: *Introduction: Theory and reality – the life, work and thought of Nicholas Georgescu-Roegen*; in: Mayumi – Gowdy (szerk.): *Bioeconomics and Sustainability: Essays in Honor of Nicholas Georgescu-Roegen*; Edward Elgar, Cheltenham, UK – Northampton, MA, 1–12. o.
- Maneschi, A. – Zamagni, S. [1997]: *Nicholas Georgescu-Roegen, 1906–1994*; Economic Journal 107, 695–707. o.
- Mirowski, P. [1988]: *Nicholas Georgescu-Roegen*; Journal of Economic Issues XXII, 820–828. o.
- Solow, R. M. [1997]: *Reply: Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz*; Ecological Economics 22 (3), 267–268. o.
- Stiglitz, J. E. [1997]: *Reply: Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz*; Ecological Economics 22 (3), 269–270. o.

