

BRÓDY ANDRÁS

Bevezetés a mozgáselméletbe

Neumann János egyensúlyi modelljét elemezve, és a keresztszabályozás logikáját követve, világossá válik, hogy a gazdaság mozgása nem tart, és nem is tarthat nyugalmi helyzet vagy egyensúlyi növekedési pálya felé. Az elméletileg kielégítő, lehetséges mozgás az egyensúlyi pálya körüli kváziperiodikus ciklusok formáját ölti. A piac működésének Adam Smith és David Ricardo által megadott leírását, a gazdasági egyensúly kialakult fogalmát újra kell vizsgálni. A gazdasági mozgás dinamikus egyenleteinek formáját e vizsgálat alapján kell és lehet megalkotni.*

Az új évszázadban ki fog alakulni a gazdasági mozgás általánosan elfogadott elmélete és matematikai egyenleteinek rendszere. A többi „kemény” tudomány mintájára, a deskripció és a statika korszakát meghaladva, a gazdaságelmélet is megfogalmazza majd dinamikus matematikai egyenleteit, és elindul a „kinézis” szokásos útján. A vizsgálat a jelenségek egyre pontosabb és szabatosabb leírásához vezet. Ez először a nyugalmi, szokásos, átlagos, természetes vagy statikus helyzet egyre logikusabb megfogalmazását adja. Leírják az úgynevezett egyensúlyi állapotot, ezzel lehetővé és szükségessé válik a matematika bevezetése is. Ez segíti az észlelések és mérések ellenőrzését és az elmélet ellentmondásainak feloldását. Matematikai elmélet nélkül nagy és komplex rendszer nem kezelhető, nem elemezhető, állapota és mozgása nem jelezhető előre megbízhatóan.

Míg az egyensúlyi elméletének kibontakozását az ezt megfogalmazó egyenletek megjelenése jelzi, a mozgás törvényszerűségeivel foglalkozó újabb szakasz matematikai nyelve a differenciál- (esetleg differencia-) egyenletek rendszere és a variációszámítás lesz. Ilyen jellegű dinamikus szemlélet már felmerült az elmúlt században, és terjedni kezdett a 20. század második felében, de e szemléletmód még nem vált általánosan elfogadottá. Mind az alkalmazott, mind az oktatott elmélet megmaradt félúton, a komparatív statika gondolati rendszerében. Az elemzés a feltételes szélsőértékek és Lagrange-szorozók (jobbára csak elméleti, ritkán gyakorlati) kiszámítására hagyatkozik.

A statikáról a dinamikára való átmenet általában általában hosszadalmas és belső vitákkal terhelt időszakában minden diszciplína alapvetően az idő szerepével, tehát Zenon harmadik paradoxonának szakmailag helyes és filozófiailag elfogadható feloldásával foglalkozik. Mint tudjuk, Zenon nyila azért nem mozdul, mert az idő minden egyes pillanatában meghatározott helyen van. E helyek mozgással történő összekötése logikailag

* Kutatásomat az OTKA 15 828 sz. támogatása segítette. Köszönettel tartozom *Laki Mihálynak* és *Madarász Aladárnak*, akik a beszámoló első magyar vázlatához adtak jó tanácsokat, *Simonovits Andrásnak* és *Anne Carternek*, akik a részletes angol beszámólót (amelynek itt erősen rövidített kivonatát adom) alaposan és több ízben is bírálták és javították. Természetesen egyikük sem felel a tanulmány megmaradt hibáért és esetleges tévedéseimért, érdemeiben azonban, ha vannak, részük van.

nehéz. Az ellentmondást csak az idő folytonos és végtelenül osztható voltának feltételezése oldhatja fel.¹

Az első tudományág, amely e kérdést a maga számára kielégítően megoldotta, a csillagászat volt a Kopernikustól Newtonig tartó másfél évszázad alatt. A megoldás pedig úgy történt, hogy szakítva Arisztotelésznek az erő és mozgás kapcsolatát tárgyaló, az entrópia fogalmát megelőlegező gondolataival, Galilei kísérleteire és gondolataira alapozva, Newton az egyensúly fogalmába eleve belefoglalta az állandó sebességgel történő, tehát egyenletes és egyenes vonalú mozgás jelenségét. Arisztotelész még úgy vélte, hogy a folytonos mozgás folytonos erő kifejtést igényel, tehát kizárólag disszipatív folyamatokat ismert el. Az egyensúlynak a változással való összekapcsolása, tehát a statikus egyensúly állapotának a legegyszerűbb dinamikus folyamattal való kiegészítése később sok más tudományágban is sorra megtörtént.

Ezt a gondolati lépést a gazdaságtan is megtette, hiszen gondolati rendszere az Adam Smith által megkezdett úton eleve a tömegvonzás elméletét másolta, vagy legalábbis ezzel kacérkodott. Matematikailag identikus vagy analóg struktúrájú rendszerben gondolkodott, illetételezett fel. Az egyensúly állapota vagy folyamata a gazdasági elméletben is összefér az egyenletes növekedéssel. Az így kialakított egyensúly mégsem ad kielégítő dinamikus rendszert, mivel a tömegvonzás által létrehozott összes forma közül csak a központ felé, az egyensúlyi pont irányába tartó mozgás játszott szerepet a gazdaságelméletben.

Ma gazdaságtani paradigma az, hogy a piac létrehozza az egyensúlyt. A piac az oktatott elmélet szerint vagy egyensúlyban van, vagy ha nincs egyensúlyban, akkor e helyzet felé tart, az egyensúlyhoz „konvergál”. Ez az állítás azonban ellentétben áll az általános tapasztalattal és minden egyes megfigyelésünkkel. A valóságos gazdaság működéséről, akár a piaci, akár a központi utasításokkal működtetett gazdaságot, akár e kettő létező vegyületeit tekintjük, csupán azt mondhatjuk, hogy bár sohasem találjuk egyensúlyi helyzetben, de a lefolytatott csere, a piac működése vagy a hatóságok beavatkozása mégis az egyensúly közelebbi vagy távolabbi környezetében tartja a rendszer egészét, amely ezért kellő stabilitással, állandósággal bír.

A kétfajta állítás eltérése csekély; látszólag inkább csak a felfogás, a fogalmak kisebb hangsúlybeli eltolódását tükrözi. Hiszen az eltérésük, úgy tűnik, csupáncsak a vonzó és a semleges egyensúlyi állapot különbségét fogalmazza meg gyakorlatilag. A növekedési idősorok közelebbi vizsgálata mégis azt mutatja, hogy a két állítás különbsége igen lényegessé válhat. Az egyensúlytól való eltávolodás, tehát az ingadozások kilengésének növekedése és csökkenése egyaránt előfordulhat. A folyamat egésze azonban nem indokolható és nem magyarázható valamely tapasztalt, gyakorlatilag létező, de pillanatnyilag éppen megzavart egyensúly lassabb vagy gyorsabb helyreállításával.

A kétségtelenül és állandóan érvényesülő külső és zavaró hatások egyforma valószínűséggel csökkentik és növelik a kilengést, a gazdaság tehát láthatóan nem „tart” az egyensúly felé. Az egyensúlyi pont vagy pálya vonzása nem mutatkozik meg, nem hat a tényleges idősorok menetére. A statisztikai idősorok ábráiban látható fűrészfogak, lengések, látszólagos vagy valódi periodicitások általában nem árulják el még azt sem, hogy az egyensúlyt mely irányban kellene vagy lehetne éppen keresni. Ez a kellemetlen bizonytalanság előbb-utóbb szükségképpen paradigmaváltáshoz fog vezetni. Az ennek megfelelő változó szemléletet próbálok itt valamivel részletesebben kifejteni és indokolni – az egyensúly, a stabilitás, a mozgás és a ciklusok fogalmait újból és alaposabban szemügyre véve.

¹ Lásd C. F. Weizsäcker tanulmányát a természet egységéről szóló tanulmánykötetében, a „lehetőség” és a „mozgás” Arisztotelész által kifejtett kapcsolatáról (Weizsäcker [1972]).

Az egyensúly

Az egyensúly kritériuma ma nem csak kettős, hanem ennél szigorúbb, háromrétű követelmény. A keresletnek egyensúlyban kell lennie a kínálattal, az áraknak a költségekkel, a növekedési rátának pedig a növekedés hosszú távon is fenntartható mértékével. Már Ricardo az egyensúly feltételének tekintette az ágazatok és vállalatok profitrátáinak kiegyenlítődségét. Ez a kiegyenlítődség azonban sem az egyes gazdasági ágakon belül, sem pedig az ágazatok között soha, még közelítőleg sem következett be. A kiegyenlítődség felé ható valaminő tendencia persze feltételezhető, de eredményessége nyilvánvalóan kérdéses. A szokásos gazdasági mozgás, bár az elmélet az ellenkezőjét állítja, ismerten és megszokottan egyenlőtlen marad.

A kereslet és kínálat egyensúlya a kibocsátás és az ehhez szükséges ráfordítás egyenlőségét jelenti. Az árak és a költségek egyensúlya ennél bonyolultabb kívánalom. Az ismert növekedési modellekben ez a feltétel nem egyformán szerepel. Leontief gyakorlatilag mindig összevont modelljében az egyensúly a termelt termékek költségeire és áaira vonatkozik. Neumann elméleti – tehát tetszőleges részletességű – modelljének esetében viszont a termelési eljárások kibocsátásának és ráfordításának vannak kiadásai és bevételei. A termékek és a termelési eljárások száma azonban általában nem azonos. Leontief termékek szerint csoportosított rendszerének adatai mindig négyzetes mátrixokba foglalhatók, Neumann rendszere azonban általában téglalap alakú mátrixokhoz vezet. A téglalapokban az oszlopok és a sorok száma nem ugyanaz. Ennek elméleti és gyakorlati következményeit figyelembe kell venni.

A gazdaságtan a termék egységének költségét egyszerűen megállapíthatónak véli. Pontosabb meghatározását mégis az üzemgazdaságtanra vagy a számvitelre bízta. E tantárgyakból azonban kiderül, hogy az adott termék egységköltsége korántsem egyértelmű. A költségek dandárja nem közvetlen ráfordítás, hanem általános, más termékekkel közösen viselt, bizonyos esetekben pedig egyenesen rögzített, tehát a termékek termelt mennyiségétől látszólag teljesen független költség. A disznótarja kilójának például világos eladási ára van, költsége azonban, amely a tenyésztés és feldolgozás költségeiből tevődik össze, igen változatos módokon osztható fel e „termelési eljárás” által kibocsátott végtermékek egyvelege között. Bármennyire rokon természetű tehát Neumann és Leontief rendszere (az utóbbit mindig fel is lehet írni az előbbi matematikai köntösében, bár ez megfordítva nem mindig lehetséges), még az egyensúlyi pont vagy pálya, valamint ennek megváltozása tekintetében sem adnak teljesen azonos választ.

A két rendszer eltérése érdemi. Neumann rendszerében, mint a klasszikus iskola érvelésében is, csak és kizárólag keresztszabályozás mehet végbe. Adott árak esetében az egyes termelési eljárások nyeresége vagy vesztesége megállapítható ugyan, de ez a tudás csak a termelési eljárások méretének szabályozását szolgálhatja; nem hat és nem is hathat közvetlenül az egyes termékek árára. Hasonlóképpen adott termelés és beszerzések esetén az egyes termékek túlkeresletének vagy túlkínálatának mértéke szintén szabatosan megállapítható. Ez az eltérés viszont csak a termékek árait módosíthatja. Az egyensúlytól való eltérés mértéke azért nem alkalmazható közvetlenül a termelés vagy a beruházások szabályozására, mert ez az információ nem a termelési eljárásokra, hanem szigorúan az egyes termékekre vonatkozik.

Ha n számú terméket m számú termelési eljárás állít elő, akkor a nyereségekre vonatkozó adatok száma szükségképpen a termelési eljárások számával egyezik meg, míg a kereslet eltéréseire vonatkozó adatok száma a termékek számával egyenlő. Mivel e két számosság nem azonos, teljességgel lehetetlen a kereslet eltéréseit a kereslet, a nyereség mértékét pedig a termék árának módosítására felhasználni. Az ilyen rendszerekben csak keresztszabályozás vihető végbe, a szabályozás minden más formája (hiába foglalkozik

elméletével bármilyen részletesen a gazdaságtan) a valóságban keresztülvihetetlen, és hibákkal terhesnek bizonyul. A hiány – mint az utasításos gazdaság tapasztalataiból jól megtanulhattuk – mindig specifikus, ezért nem engedelmeskedik semmiféle általános mozgósításnak. E tekintetben az utasításos gazdaság lényegesen könnyebbnek vélte a gazdaság irányításának feladatát, mint amilyenek az valójában bizonyult. De nem mentes itt az önbecsapástól a piaci rendszerek elmélete sem. A fogyasztó szupremáciájának hangzatos, de hamis jelszava eltakarja azt, hogy hirdetéssel, manipulációval, piaci szegmentálással és más eszközökkel a termelő sikerrel tudja saját termékválasztékának vásárlására ösztönözni a fogyasztót.

Ne feledjük, hogy e kétfajta adatsor külön-külön hatása azért érvényesül oly következetesen, mert ezek a termelési folyamat egészeinek két át nem hágható korlátját jelentik. Ez a fizikai és a pénzügyi mérlegek révén létrejövő kétfajta, de egyformán szigorú megkötés. Akkor is érvényesül, ha e mérlegeket senki sem vezeti, nem ismeri, és nem is tartja rendben. Mind a raktári, mind a pénzügyi túllépés csökkenti az adott időszak készletét. A gazdaság mozgását tehát mind a fizikai, mind a pénzügyi készletek mennyisége korlátozza. Negatív készlet nem lehetséges, állandó ráfizetés végül minden vállalkozást tönkretesz.

Mindezzel azonban még távolról sem határoztuk meg, mivel jár az egyensúly megsértése, tehát hogyan viselkedik a gazdaság, amikor nincs egyensúlyban. Ezért elméleti hiba az egyensúly stabilitásáról vagy instabilitásáról beszélni e viselkedés alapos ismerete nélkül. Az egyensúly egyenleteinek ismeretében az egyensúlyi pontot vagy pályát ki lehet számítani. Az egyensúly megközelíthető, mégpedig annál jobban, minél pontosabb a mérés és az adat. A gazdasági mozgás formája azonban ebből még nem vezethető le. Mondhatjuk azt, hogy az egyensúly számítása robusztus vagy bizonytalan eredményt ad, hogy a számítás könnyű vagy nehéz. Az is előfordulhat, hogy a számítási módszer még nem ismeretes, esetleg ismert ellenmondásos. Az egyenletrendszer lehet jól vagy rosszul kondicionált. Minderről lehet, sőt általában szükséges is tudni, azonban az adott egyensúlyi pont stabilitásáról még nem alkothatunk ítéletet. Stabilitásról vagy ennek hiányáról csak akkor mondhatunk véleményt, ha ismerjük a gazdaság működésének, azaz mozgásának szabályait, a nem egyensúlyi állapot „erőterét”. A stabilitás kérdése tehát nem az egyensúly, hanem a gazdaság működési mechanizmusának kérdése.

A stabilitás

Az egyensúlyi pont (vagy pálya) stabilitása csak a teljes működési rendszer tényleges vagy legalábbis feltételezett ismeretében tárgyalható. Ugyanaz a pont, amely egy adott vagy képzelt rendszer esetén stabil (vagy instabil), ellentettjévé fordulhat, ha a rendszer hatóerői megváltoznak.

A neoklasszikus iskola stabilnak, sőt „tökéletesen”, tehát aszimptotikusan stabilnak véli a piaci rendszert. A Leontief-rendszer vizsgálata azonban megmutatta, hogy az egyensúlyi pálya az adatok mátrixának legkisebb abszolút értékű, tehát biztos nem domináló sajátértékhez tartozik. Neumann rendszerében pedig egy nyeregponton találjuk az egyensúlyt. Ez azt jelenti, hogy e pont vagy pálya közvetlen környezetében mindig előfordul nagyobb és kisebb érték. Ez a pont tehát sem maximum, sem minimum nem lehet, vagy szabatosabban: egyes változók szerint minimális, míg mások alapján maximális. A modell alkotója tudatosan a gazdaságban érvényesülő ellentétes erők játékának egyensúlyát kereste. Így jutott a nyeregponti megoldáshoz.

Neumann világosan utalt dolgozatában a termodinamikai analógiára. J. W. Gibbs, amikor heterogén anyagok egyensúlyát és a közvetlenül össze nem mérhető energifajták

csereértékét határozta meg, hasonlóan nyeregponti megoldáshoz jutott (*Gibbs* [1906]). Ez az entrópiát maximálissá, az energiát minimálissá teszi. Neumann, ennek megfelelően, a gazdasági növekedést maximalizálta, a kamatrátáról pedig feltette, hogy minimális. Modellje a termelés mértékét növeli, habár a verseny ezenközben a lehető legalacsonyabbra szorítja az árakat. Az ilyen egyensúly, még ha nem is vonzó, tehát nem áll be véges időszak folyamán, beállhat esetleg végtelen idő alatt, vagy ha ezt sem cselekszi, konvergálhat valószínűségi változóként. Az utóbbi megengedi az állandó ingadozás fennmaradását, ha ez átlagában az egyensúly körül történik, és a változó relatív szórása csökken. A gyakorlatilag megfigyelhető ingadozás azonban ezeknél nagyobb mértékű. Ez igen sok gyakorlati kellemetlenséghez vezet, mint amilyen a munkanélküliség, a munkával és a termékekkel való pazarlás és általában a bizonytalanság és esetlegesség érzésének kialakulása.

Kétségtelen kedvezőbb volna, ha a piacgazdaságok a megfigyelt mértéknél kevésbé ingadoznának. De az ingadozás megszüntetése nem lehetséges. Valójában nagy baj és a gazdasági szabadság elvesztése volna, ha az ingadozás teljesen megszűnne, ezért csak mértékének csökkentése a kívánatos. A jelenlegi ingadozás a növekedés várható 2-3 százalékos átlagánál valamivel nagyobb kilengésekhez vezet, mind pozitív, mind pedig negatív irányban. Ezért időnként mélyebb krízis, a termelés hirtelen csökkenése is előfordulhat. Nem volna vele gond tehát, ha a kilengés csak fele vagy negyedakkora lenne, a nyereség ösztökéje pedig kevésbé kízó és vak volna. Így is látjuk, hogy a minden cselekedetet hozamával mérő, közvetlen és gyors hasznot húzó igyekezet sok jeles erkölcsi, művészi és tudományos érték érvényesülését hátráltatja, mivel ezek hatása csak hosszú távon és lassan érvényesül, vagy nem összemérhető, pénzben ki nem fejezhető.

De miből is ered a piac „optimalitásának”, a működés automatizmusának, a piac önszabályozó, öngyógyító erejének a hite? A klasszikusok ábrándosan vág্যakozó olvasatából. Adam Smith gazdaságtani egyszeregyét, a piaci mozgás alapvető formáját Ricardo ugyanis röviden így foglalja össze:

„Tételezzük fel ... a kereslet nő a selyemárunk, de csökken a gyapjúárunk iránt... a piaci ár emelkedik a selyemárunknál és esik a gyapjúárunknál. Ennélfogva a selyemárugyáros profitja meghaladja, a gyapjúárugyárosé nem éri el az általános és kiegyenlített profitrátát ... Csakhogy a selyemárunk iránti megnövekedett kereslet hamarosan kielégítést nyer, mert a tőke és a munkaerő a gyapjúiparból átáramlik a selyemiparba. Amikor ez megtörtént, akkor mind a selyemárunk, mind pedig a gyapjúárunk piaci ára újból megközelíti a természetes ár szintjét, s így a két termék előállítói megint csak a szokásos profitrátára tesznek szert.”²

A logikailag támadhatatlan következtetés tehát azt mondja: *a)* a túlkereslet áremelkedéshez *s ez b)* a profit(ráta) növekedéséhez vezet, *c)* ez megindítja a tőkeáramlást e terület felé, *d)* kiváltva a kínálat növekedését. Ugyanennek az ellentette is bekövetkezhet. Törvényszerű tehát az ellentétes folyamat is. A túlkínálat \Rightarrow árcsökkenéshez \Rightarrow a profit eséséhez \Rightarrow tőkék elvonásához vezet \Rightarrow ez megszünteti a túlkínálatot \Rightarrow *s* a profit-ráta kiegyenlítődik. Mivel mind a túlkereslet, mind pedig a túlkínálat megszünteti önmagát, ezért a gazdaság az egyensúly megbomlása esetén, az egyensúly felé gravitálva, kigyógyítja önmagát.

Legalábbis mindeddig ezt olvasta ki a gazdaságtan a klasszikus auktorok műveiből, *s* a modern gazdaságelmélet is ugyanerre a szillogizmusra épül, bár matematikai formája egyre csiszoltabbá válik. Csakhogy figyelmetlenül olvasta ki. A fizikához hasonlóan a gazdaságban sem létezik végtelen gyorsasággal terjedő távhatás. Ezért, helyesen, mind Smith, mind Ricardo leírásában szerepel a „nemsokára”, „hamarosan” (*soon*) szó. Ez

² Ricardo [1959] 107. o. Vegyük észre, hogy a klasszikusok csak a keresletszabályozás esetét tárgyalják.

jelzi, hogy az alkalmazkodás folyamata időt igényel. Nyilvánvaló, hogy bármilyen gyors is ez a „nemsokára”, a közben történeteket is figyelembe kell venni. Gondoljuk hát meg, mi történik a folyamat során. A különféle termékek esetében különböző, esetenként eléggé hosszú idő telik el, amíg az átáramló tőke új termelési kapacitásokat teremt, s a szükséges árutöbbletet a piacra vihető.³

Bármekkora legyen is a szokásos hossza e késlekedésnek, erre az időszakaszra elejétől végéig a túlkereslet lesz a jellemző. A túlkereslet mindaddig fennmarad, amíg végül a szükséges többlet a piacra érve, helyre nem állítja a mennyiségi egyensúlyt. Ami azt jelenti, hogy az ár az egész idő folyamán szüntelenül növekszik. Mire a hiányt pótolják, addigra az ár, a profitrátával együtt éppen eléri a tetőfokát. A profitráta az átlagosnál tehát biztosan magasabbá vált. Ezért most biztosan fel is borítja a pillanatnyi mennyiségi egyensúlyt. Szükségszerű túlkínálatot idéz elő. Ez a túlkínálat a maga részéről később megint le fogja nyomni az árakat, és ezzel a profitrátát is. A tőke kivonásához azonban éppen idő szükséges, mint a beáramlásához. Mindaddig tehát, amíg a profitráták ki nem egyenlítődnek, most már a túlkínálat növekedésének időszaka következik be. Mire bekövetkezik, az ismét csak pillanatnyi egyensúly az ár és a profitráta tekintetében, a mennyiségi túlkínálat érkezett el tetőpontjához.

Mindez tehát szükségszerűen ismétlődő folyamatot hoz létre. Nevezhető az ilyen folyamat az egyensúly felé való gravitálásnak?⁴ Igen. Csakhogy ez a gravitálás nem Galilei ejtési és gurítási kísérleteit, hanem a bolygók mozgását idézi fel. Nem arról a jelenségről van itt szó, amikor a feldobott kő hamarosan visszaesik a földre, hanem arról, amikor az inga periodikusan mozog, vagy amikor a Föld kering a Nap körül.

A gazdasági folyamat e tényleges mozgását Marx világosabban fogalmazta meg: „... bár kereslet és kínálat egyetlen adott esetben sincs egyensúlyban, kilengéseik úgy következnek egymás után – s az egyik irányban való kilengésnek az az eredménye, hogy ellentétes irányú kilengést vált ki –, hogy egy hosszabb vagy rövidebb időtartamot a maga egészében véve kereslet és kínálat mindig fedi egymást, de csak mint a már végbement mozgás átlaga, s csak mint ellentmondásuk folytonos mozgása.” (Marx [1974] 182. o.)

Hogy mekkora ez a „hosszabb vagy rövidebb időtartam”, az a cikluselmélet alapkérdése. A klasszikus auktorok leírása alapján nyilván a (később „termelési körutaknak” elnevezett) termelési és forgalmi folyamatok tartama a döntő. Ezeket a szabályozásemélet nyelvén az „eltérési jel” és a „szabályozási folyamat” késlekedéseinek nevezhetjük. Stabillnak tekinthető az ilyen folyamat? Igen, mindaddig, amíg az egyensúlytól való eltérése korlátos marad. De általában nem aszimptotikusan stabil. Nem tart az egyensúlyi pont vagy pálya felé, és csak hosszabb időszak átlagában árulja el az egyensúly valóságos arányait. De akkor is csak annak, aki fel tudja lelteni, és meg tudja fejteni egymással összefonódó különböző hosszúságú ciklusait.

A ciklusok

Az egyensúly felé tartó konvergencia ismert bizonyításai elhanyagolják annak megfontolását, hogy mód nyílik-e a szükségessé váló változásoknak nemcsak az elhatározására, hanem időben történő végrehajtására is. Általában csak az egyik oldal, vagy csak az árak, vagy csak a mennyiségek konvergenciáját bizonyítják. Amikor mindkét oldalt fi-

³ Az ilyen rövidebb-hosszabb „termelési körutakkal” később az ausztriai iskola kezdett foglalkozni. Habár nem számszerűsítették a „körutak” időtartamát, ekkor válik nyilvánvalóvá, hogy a „soon” jelző nem szerencsés.

⁴ Smith szóhasználatán nyilvánvalóan érződik Newton hatása.

gyelembe veszik, mint például az úgynevezett pókháló-elméletben, amely ugyan ingadozáshoz, de bizonyos körülmények közt csökkenő ingadozásokhoz vezet (lásd például *Kaldor* [1934] korai és érdekes dolgozatát), akkor sem vizsgálják közelebbről, hogy a kínálat és kereslet módosításához milyen más előfeltételek teljesülése szükséges (*Kaldor* [1934] 122–136. o.).

Ha azonban észben tartunk minden fizikai és pénzügyi készlet okozta megkötést vagy késleltetést, és így olvassuk Ricardo leírását, akkor teljesen új kérdések merülnek fel. Hogyan mozgósítható az a tőke, amely helyreállítja a selyemipar piaci egyensúlyát? Honnan ered, s mikor áll rendelkezésre az a nyersanyag és gép, ami lehetővé teszi a kínálat növelését? A kérdés megválaszolása során a pénzügyi és leltári összefüggések nem mellőzhetők. A pénzügyi egyensúlyt a hitel varázsszava megoldani látszik. Biztosíték nélkül azonban általában nem lehet hitelhez jutni. S amikor mégis lehetővé válik ez, akkor a mégoly „puha” költségvetési korlát sem képes az ingadozás áthidalására, sőt inkább csak újabb zavart okoz. Tudjuk, hiszen megfigyelhettük, hogy hitel, pénz, sőt árak nélkül is kialakul az ingadozás, mégpedig körülbelül ugyanazokkal az időtartamokkal, amelyek a pénzzel való gazdálkodás menetét és fordulópontjait is meghatározzák.

Ricardo rövid összefoglalása azt sugallja, hogy a selyemiparba az a tőke áramlik át, amely a gyapjúiparban a kereslet csökkenése miatt felszabadul. A gyanútlan olvasónak az a benyomása támadhat, hogy ugyanígy a gyapjú is hamarosan selyemmé, a gyapjúszövéshöz használt gépek selyemszövőgéppé, a gyapjúipar munkásai pedig selyemipari szakemberekké válnak. A valóságban ez másképp történik. Ha a gyapjú kereslete csökken, akkor az itt foglalkoztatott tőkét nem lehet felszabadítani. Sőt, eleinte éppen a gyapjúipar az, ami hitelre szorul, mert szokott üzletmenete lelassult, amitől nagy valószínűséggel fizetési nehézségei támadnak. Csak bizonyos idő elteltével törődnek bele, hogy a kereslet csökkenése nem csak pillanatnyi vagy átmeneti. Ekkor látnak hozzá, hogy növekedésének szokásos terveit feladva, lassan kivonják a kivonható tőkét. Ez azt jelenti, hogy takarékoskodni kezdenek a berendezések felújításával, kisebb utánpótlási tételeket rendelnek a gyártáshoz szükséges nyersanyagokból, kezdik a hanyagnak vagy lustának tartott, vagy nem kellő szakértelmű munkásaikat elbocsátani.

Míndezzel nyomottá válik az üzletmenet a gyapjúszövőknak szállító összes más ágazatban is, egészen a birkákig és bárányokig, amelyek akkor sem alakulhatnak át selyemhernyóvá, ha a selyemipar majdan növekvő termelése többletkeresletet kelt irántuk. Ezek az alkalmazkodáshoz szükséges kellemetlen dolgok tehát éppen abban az időszakban történnek meg, amikor a selyemipar még képtelen kielégíteni a növekvő keresletet. A selyemipar jövődjének várható árbevétele ilyenkor még aligha pótolhatja a gyapjúipar már bekövetkezett csökkenésének kieső jövedelmét.

Ha a gazdaságban csak ennyi a változás, akkor hónapokig, esetleg évekig tartó nyomott üzletmenet lesz a jellemző, a szokásos profit és növekedés csökken és lassul. Ez tehát éppen a termelés válságának, recessziójának vagy krízisének időszaka. Éppen azért általános a panasz a pénz érezhető hiánya miatt, mert egy időben mindkét érintett iparágának pótlólagos pénzre és tőkére támad szüksége. A gyapjúszövőknak azért, mert hanyatlók a terméke iránti kereslet, a selyemiparnak pedig azért, mert már régen új beruházásokba volna érdemes kezdenie.

Amikorra a selyemipar végre képes piacra hozni a szükséges többletet, akkorra remélni lehet, hogy a gyapjúipar is berendezkedett a kevesebb gyapjú feldolgozásával járó helyzetre. A pangás idejének végére értünk. Az üzletmenet megélénkül, mert a gyapjútermelés már nem esik tovább, és a selyemtermelés végre kezd felfutni. Az elemzés szerint a piaci szabályozás szükségképpen túllő az egyensúlyon. A selyemáru éppen most a legkelendőbb, ára és profitja pedig a legmagasabb, hiszen már régóta túlkereslet mutatkozik iránta. Beköszönt hát a fellendülés – s vele együtt a pénz bősége is.

Mindezek a gyakorlatban lezajló folyamatok, amelyek összességükben a termelés ciklikus megújulásának különböző fázisait alkotják, ezért megkívánják, hogy mind tárgyi-fizikai, mind pedig pénzügyi-financiális oldalait, legalább elvont és leegyszerűsített formában, az eddigénél pontosabb modellekbe foglaljuk, hogy a piaci ingadozás belső és általános törvényeit jobban megközelíthessük.

A ciklushossz

A ciklus keletkezésének okát az előbbieken a keresztszabályozás ferde szimmetriájára vezettük vissza. A túlzott kereslet növeli az árat, de ha ennek következtében egy idő múlva magasabbá válik az ár, az csökkenti a keresletet. E negatív visszacsatolási folyamat sebessége szabja meg tehát az észlelhető ciklusok hosszát. A folyamat sebességét viszont befolyásolja és változtatja a mindenkori technika. Hogyan maradhat állandó vagy viszonylag állandó minden megfigyelt ciklus hossza, ha a technika, a kommunikáció, a hitelrendszer állandóan változik?

Az ismert ciklushosszak többségét vissza lehet vezetni az emberi újratermelés és gazdálkodás időtartamaira, ezeket pedig élettani arányokra. A lét ilyen arányai nem, vagy csak lassan változnak. Gondoljunk például az élet várható tartamára, a generációk váltására, a csecsemők kihordási és nevelési idejére, vagy a munkaerő pótlásának, kiképzésének és átképzésének időszükségleteire! Az élet jelenségeinek, az életpálya arányainak, a demográfiai összefüggéseknek döntő hatása természetes. Szinte magyarázat sem kell az ezekből eredő ismétlődés, a ciklusok keletkezésének megértéséhez.

Ha például egy adott időszakban kevesebb gyerek születik, mondjuk elhúzódó és heves háború miatt, mint mindenütt Európában az első világháború időszakában, akkor természetes, hogy 25-30 év múlva az átlagosnál kevesebb a nővé serdült lány. Ezért a születések száma ismét elmarad az átlagtól. Ha ez történetesen éppen a második világháború idejére esik (amely éppen 25 év múlva tört ki), akkor ez maradandóan egyenlőtlené teszi a lakosság korának megoszlását. Még ha védekezne is a ciklus ellen, ösztönösen vagy tudatosan alkalmazkodva, tehát ha a ritkán benépesült generáció növeli, a népesebb pedig ritkítja a szülés arányszámát, akkor is csak újabb ciklust okoz. Ennek tartama már két generációra nyúlik, és jól magyarázza a Kondratiev-féle hosszú hullám létrejöttét.

A generációs időtartam nagyságrendje egyébként is az élettervek természetes horizontja. Ez szabja meg azt a leghosszabb távot, amelyet saját érdekünkben át kell tekintenünk, amelyre fel kell készülnünk mint tevékenységünk normálisan megszabott tartamára. Ez az a leghosszabb tekintetbe vehető időszakasz, amely alatt befektetéseinknek és erőfeszítéseinknek (bármilyen jellegűek legyenek is ezek) meg kell térülniük, hogy gyümölcsüket láthassuk. S a generációs tartam hosszának reciproka éppen olyan pontosan megadja az átlagos gazdasági növekedés százalékos mértékét, mint ahogy a várható élettartam reciproka megszabja a konstans népesség fenntartásához szükséges évi születek számát. Ezek meglehetősen egyszerűen belátható matematikai összefüggések. Az így adódó, és már említett – körülbelül évi 3 százalékos – növekedésből vezethető le aztán a leghosszabb, mintegy 200 éves gazdasági lengés okozati láncának hipotézise is, amely újabban a gazdaságtörténelem figyelmét is felkelti.⁵

És mindez egyben felhívja figyelmünket arra, hogy az életjelenségek, sőt tágabban, maga a létezés ciklikus volta nem a gazdaságtan sajátos és elszigetelt jelensége. Szinte minden, ami van, tehát létezik és fejlődik, az elektronok gyors keringésétől a csillagkö-

⁵ Lásd például *Fisher* [1997] és *Homer* [1996] kutatásait, az árak, illetve kamatok mintegy 200 éves ingadozását illetően.

dők megsemmisüléséig, ciklikus rezgésekkel, ismétlődő történésekkel jár. Az ismétlés nemcsak a tanulás, hanem a megfigyelés, sőt a lét mestere is, nélküle az idő fogalma (és mértéke) ki sem alakult volna bennünk.

A modellezés szempontjából – éppen a szükséges időtartamok és késések mainál pontosabb megfigyelése végett – fokozott figyelmet kellene fordítani mind a háztartások, mind pedig az állami szervek töke számláinak alakulására. De ezeket sem a statisztika, sem a gazdasági számvitel rendszere nem tartja nyilván. Hiányuk miatt a gazdaság arányairól bennünk kialakult kép teljesen hibás és csonka. E területek úgynevezett gazdasági elemzéseit e kérdések elhanyagolása felületessé, érthetlenné és értelmetlenné teszi. Az állam működéséről és az életszínvonal alakulásáról így kizárólag téves, haszontalan, elfogadhatatlan jelentések és beszámolók szülehetnek. Mindezek a politikában állandó jelleggel szereplő különféle beszámolók semmi érdemi információt nem adnak, és nem is adhatnak. Ezért mindig teljes joggal vitatottak és azok is maradnak, amíg nem fogják fogalmakat és beszámolókat körüket tisztázni, teljessé és mindenki által ellenőrizhetővé tenni.

Hasonlóan bizalmatlanok lennének az olyan banki beszámolók iránt, amelyeket kizárólag a pénztári forgalom alapján állítanak ki, de a megbízható mérlegek és számlák teljes hiányában semmilyen tájékoztatást sem adnak a bank vagyonáról és ennek változásáról. Az ilyen bank működhet talán jól, ha vagyona gyarapszik, de az is lehet, hogy már rég a csőd szélén vagy akár közepén van, vagyona fogy, vagy azt már fel is élte. A gazdasági számvetés e területekről hallgatva az ország vagyonának túlnyomó részétől tagadja meg a tárgyilagos és valós számbavételt. Nem kétséges, hogy egy ország vagyonának legfontosabb része nem a néhány év alatt újratemmelhető üzleti tőke, habár erről manapság már illendő pontos és ellenőrzött számadást közzétenni. A vagyon elhanyagolt és ismeretlen, de értékének túlnyomó többségét kitevő része az emberi tőkéhez kapcsolódik. Vagy egyszerűbben szólva: minden egyes ország gazdagságának zömét a munkaerő, e munkaerő képzettsége, kifinomodottsága, valamint a képzését, fenntartását, kommunikációját és áramlását szolgáló komplex és bonyolult infrastruktúra határozza meg. Ez a soha rendszeresen át nem tekintett, fel nem tárt, jószerivel ismeretlen tömeg határozza meg a gazdaság működését és ciklusait egyaránt. Helyes volna az eddiginél sokkal szorosabb elszámolás alá vonni.

Ezek azok a területek tehát, amelyek terhére, szokás szerint, az üzleti és állami életben felmerülő problémákat megoldják. Vajon mikorra válik annyira fontossá, hogy valóban beszámoljanak az emberi tőke mértékéről és létrejöttének valódi körülményeiről? Mikor veszik észre, hogy a mindennapi élet mindenkori lehetőségeit megszábó tehetség, értelem, tudás, munka mennyisége és minősége a gazdaság legfőbb erőforrása?

A variációs számításról

Miért bírálok a komparatív egyensúlyi elemzést, és miért szükséges ennek továbbfejlesztése? A neoklasszikus iskola sok hasznos és szép eredménye éppen a komparatív elemzésnek köszönhető. Szabatosan leírható feltételek fennállása esetében, nevezetesen éppen az egyensúly körülményei közt, nem is kifogásolható az alkalmazása. Matematikailag a *ceteris paribus* gondolatmenete, tehát az egyéb feltételek változatlanóságának feltételezése nem más, mint egy jól meghatározott parciális differenciálhányados kiszámítása a rendszer kijelölt állapotában, a vizsgált és változtatható tényező függvényeként. Ha a feltételezések helytállóak, akkor az eljárás is helyes, és nem támadható logikailag. Hátránya azonban, hogy csak a szigorú egyensúly körülményei közt indokolható a gondolatmenet. Az egyensúlyi helyzet ugyanis az egyetlen olyan pont, amelyben az egyéb feltételek változatlanósága valóban biztosra vehető.

Ha kimerészkedünk az egyensúlyból annak környezetébe, akkor a körülmények változatlanóságának feltevése többé nem tartható fenn, s általában hibához, mégpedig annál nagyobb hibához vezet, minél nagyobb intenzitással változnak az „egyéb” változók. Másképpen fogalmazva, a parciális derivált értéke roppant erősen megváltozhat már az egyensúlyi pont szoros és közvetlen környezetében is. Vagy még gyakorlatiasabban fejtsük ki a módszer veszélyét: nincs olyan gazdasági intézkedés, amelynek következményei minden körülmények közt azonos eredményhez vezetnének.

Az olyan változtatás tehát, ami helyes és célszerű, mondjuk a fellendülés idején, határozottan károsnak bizonyulhat a válságban, és megfordítva: ami segít kilábalni a stagnálásból, nem biztosan hasznos a jó konjunktúra idején. Ismét más oldalról megvilágítva ugyanezt a problémát: mindenki tudja, hogy a gazdasági intézkedések jó időzítése mennyire fontos. Eső után már keveset használ a köpönyeg, míg a napszemüveg használata nem föltétlenül ajánlott ködös időben.

Nincsenek tehát olyan gazdasági orvosságok, amelyek minden körülmények közt ugyanazt az eredményt hozzák, aminthogy a régi elixírek, ha egyáltalán használtak, más hatással voltak lábtörés, mint tüdőtágulás esetén. Az általános és mindenre jó panacea régmúlt századok orvoslási gyakorlatát idézi, s minél korábban szakítunk vele, annál jobban járunk.

Bellman dinamikus programozása vagy Pontrjagin optimális folyamatainak elmélete, a modern gazdasági elemzés korszerű módszerei egyaránt a variációszámítás általánosításaként fejlődtek ki. Legfőbb ideje, hogy ezek az eszközök bevonuljanak a gazdaságtani oktatás alapvető tananyagába. Ha a függvénydiszkussziót oly’ nagy gonddal és haszonnal oktatja a kalkulus, itt az ideje megtanulni a matematikától azt is, hogyan válasszuk ki adott esetben a legjobbat a megengedhető függvények közül.

Az idő $y = f(t)$ alakú függvényében y csak azon t értéknél lehet maximum, ahol a függvény differenciálhányadosa, df/dt eltűnik.⁶ A variációszámítás viszont megmutatja azt is, hogy egy x vektortól és ennek deriváltjától, valamint a t időtől függő I függvény integrálja, amelyet jelöljön

$$\int I(t, \mathbf{x}, \dot{\mathbf{x}}) dt \quad (1)$$

csak akkor lehet minimális, ha fennáll az Euler–Lagrange-féle

$$\partial I / \partial \mathbf{x} = d(\partial I / \partial \dot{\mathbf{x}}) / dt \quad (2)$$

másodrendű közönséges differenciálegyenlet. Szavakba foglalva: csak olyan I függvények jönnek szóba, amelyek x szerinti parciális deriváltja azonos ugyanezen függvény dx/dt szerinti parciális deriváltjának idő szerinti differenciálhányadosával.

Matematikában a megértés és a bizonyítás nem mindig azonos. Az utóbbit az idézett szakirodalomra bízva, a megértés érdekében a következőt kell mondani. A függvény maximuma hasonlít valamely hegy csúcsához. Mivel a hegy csúcsa az a pont, ahonnan már nem lehet feljebb menni, biztosan tudjuk hogy ez a csúcs legalábbis egy igen kicsi – infinitezimális – helyen vízszintes. Hajlásának szöge ott tehát zérus. Mivel ezt a hajlásszöget a differenciálhányados fejezi ki, ezért annak a maximum helyén el kell tűnnie. Ha maximum van, akkor eltűnik, de persze eltűnhet a völgyben is, és esetleg eltűnik a hegygerinc egy éppen nem emelkedő és nem lejtő darabján is. A feltétel tehát szükséges, de nem elégséges. Ami viszont a variációszámításban figyelembe vett integrál szélső értékét illeti, az csak akkor nem növekszik, ha az integrált függvény azonosan zérus az egész figyelembe vett tartomány minden egyes pontjában. Ezt a feltételt mondja ki a

⁶ Az ismertetés *Simonyi* [1968] és *Bajcsy* [1957] műveire támaszkodik.

variációs számítás első segédtetele, úgynevezett alaplemmája. Miután pedig az integrál értéke éppen a (2) egyenlet bal és jobb oldalának különbsége, a két oldalnak azonosnak kell lennie, különben a különbségük nem lehet zérus. A feltétel ismét szükséges, de nem elégséges.

Ilyen ismertebb, a variációs számítás elméletéből levezetett modellt dolgozott ki az optimális beruházások tárgyalására először Ramsey [1928], majd a növekedés más kérdéseire többek közt Gale [1967] és Magill [1981] is. Ilyen a ciklusok leírására javasolt modell is. Ez utóbbit azért érdemes bemutatni, mert igen egyszerűen alakul éppen ez az Euler–Lagrange-féle egyenlete. Magát a modellt mint a legkisebb veszteséget biztosító differenciálegyenletek rendszerét írhatjuk fel. Soha nincs egyensúlyban, de a fizikai és pénzügyi mérlegek kívánalmait minden pillanatban betartva, nem is pazarol szükségtelenül.

Az egyenletes növekedést és erre rakódó ciklusokat leíró modellt az

$$Sdz/dt = Kz \quad (3)$$

alakban fogalmaztam meg idézett cikkeimben. Itt z a fundamentális változók (árak és mennyiségek) vektora, S szimmetrikus (tőke)mátrix, K pedig ferdén szimmetrikus (folyó ráfordítási) mátrix. Mindkét mátrix zérustere az egyensúlyi növekedés vektorára korlátozódik. A rendszernek ezen kívül csak ciklikus megoldásai vannak.

Az integrálandó függvény mármost éppen a terméktöbblet (értéktöbblet) és a beruházás (profit) különbsége. Ez (4) függvényben adható meg, amely a tényleges különbség kétszerese (a szimmetria miatt):

$$I = z'Kz - z'Sdz/dt. \quad (4)$$

Ez tehát a rendelkezésre álló és a beruházott többlet egyenlege. E függvény z szerinti parciális deriváltja: $z'K + Kz - Sdz/dt$. A dz/dt szerinti parciális derivált pedig $-z'S$. Ennek idő szerinti parciális deriváltja ismét $-dz'/dtS$. Ezeket a tagokat összegezve a (3) egyenlet kétszeresét kapjuk. Pontosabban először az eredeti egyenletet, aztán az ezzel azonos transzponált alakot. Az eredeti egyenlet tehát kielégíti, sőt, egyenlő a saját variációs egyenlete felével.

Meg kell jegyeznünk, hogy ha a rendszer egyensúlyban van, ami persze a gyakorlatban sohasem fordul elő, akkor $z = z^*$ maga az egyensúlyi vektor. Az egyensúlyban az I függvény eleve a zérus értéket adja, hiszen az egyensúlynak ez éppen az egyik feltétele. De ha nincs éppen egyensúlyban, akkor ez az érték konstans marad, és a fundamentális változók az egyensúly felé vezető vektorra merőlegesen mozdulnak el. A modell a gazdasági ciklusok első olyan gyakorlati dinamikus modellje, amely megfelel a variációs számítás szükséges, de nem elégséges feltételeinek is.

A kísérleti számítások azt mutatták, hogy a modell a tényleges ingadozásnak felét vagy valamivel több, mint felét képes megmagyarázni. Ennél többre jobb és részletesebb adatok birtokában sem lesz képes, mert a maradék, mintegy 2 százalékos ingadozást a ki nem küszöbölhető mérési és adathibák, valamint az előre nem jelezhető véletlen zavarok okozzák. Az előrejelzés kilengése minden esetben alulbecsülte a tényleges mozgást. Ennek az lehet az oka, hogy az erősen összevont modellek (a mátrixok 7, illetve 39 ágazat pályájának számítását tették lehetővé) kevesebb ciklust tükröznek, mint amennyi a valószínű gazdasági életben létrejön. A modell pályáját a számítógép ugyan nagyobb részletességgel is ki tudná számítani, de a rendelkezésre álló adatok, az áttekinthetőség és az elemelhetőség követelményei ebben is korlátokat szabnak az igyekezetnek.

Hivatkozások

- BAJCSAY PÁL [1957]: Variációszámítás. Tankönyvkiadó, Budapest.
- BRÓDY ANDRÁS [1997]: A piac és az egyensúly. A neumanni és a kvázihamiltoni rendszer. Közgazdasági Szemle, 9. sz.
- BRÓDY ANDRÁS [2001]: The Wave Matrix. Cultural Change and Economic Dynamics, 11. sz.
- DORE, M.–CHAKRAVARTY, S.–GOODWIN, R. (szerk.) [1989]: John von Neumann and Modern Economics. Clarendon Press, Oxford.
- FISHER, D. M. [1977]: The Great Wave. Oxford University Press, Oxford–New York.
- GALE, D. [1967]: On optimal development in a multi-sector economy. Review of Economic Studies, 34. 1. 1–18. o.
- GIBBS, J. W. [1906]: On the Equilibrium of Heterogeneous Substances. Megjelent: The Scientific Papers of J. W. G. Vol. I. Dover Inc., New York.
- GOODWIN, R. [1953]: Static and Dynamic Linear General Equilibrium Models. Input-Output Relations. Megjelent: Essays in Linear Economic Structures. The Macmillan Press. London, 1983.
- HOMER, S. [1996]: A History of Interest Rate. New Brunswick. N. J.
- KALDOR, N. [1934]: A classificatory note on the determination of equilibrium. Review of Economic Studies, 1. január.
- LEONTIEF, W. (és szerzőtársai) [1953]: Studies in the Structure of the American Economy. Oxford University Press, New York.
- MAGILL, M. J. P. [1981] Infinite horizon programs. Econometrica, 49. 3. 679–711. o.
- MARX, K. [1974]: A tőke. III. Kossuth Könyvkiadó, Budapest.
- NEUMANN, J. v. [1963]: Collected Works. Pergamon Press, London.
- RAMSEY, F. P. [1928]: A mathematical theory of saving. Economic Journal, 38. december.
- RICARDO, D. [1959]: A politikai gazdaságtan és az adózás alapelvei. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- SIMONYI KÁROLY [1986]: A fizika kultúrtörténete. Gondolat, Budapest.
- SMITH, A. [1976–1983]: An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. Megjelent: Works and Correspondence of A. S. Clarendon Press, Oxford.
- WEIZSÄCKER, C. F. [1972]: Die Einheit der Natur. Hanser, München.