

Simonovits András:

Robert M. Solow (1924—2023)

2023. december 21-én hunyt el Robert M. Solow, a neoklasszikus növekedéstudomány atyja, aki *növekedéstudományi hozzájárulásáért* 1987-ben elnyerte a Svéd Nemzeti Bank közgazdaságtudományi Nobel-émlékdíját (vö. Nobel memorial prize in economics, 1988). Ebben a blogbejegyzésben megpróbálom röviden összefoglalni Solow jelentőségét. A részletek iránt érdeklődőknek ajánlom az angol nyelvű wikipedia szócikket vagy Simonovits (2005) áttekintését.

1. Növekedéstudomány Solow előtt

Szakítva a nagy elődökkel (Smith, Ricardo és Marx), a II. világháború előtt az akkori modern közgazdaságtan alig foglalkozott a gazdaság növekedésével, figyelmét a statikus általános egyensúlyelmélet kidolgozása kötötte le. Neumann (1938) megalkotta ugyan a többszektoros gazdaság növekedési modelljét, ez azonban úttörő matematikája ellenére, a technológiai haladás, a termékek közti helyettesítés és az optimalizáló fogyasztó hármass *hiánya* miatt zárvány maradt. Harrod (1939) és Domar (1946) makronövekedési modelljei gyakorlatiasabbak voltak, azonban belőlük is hiányzott a tőke—munka-helyettesítés. Egyik fő eredményük szerint a gazdaság borotvaélen táncoló egyensúlyi növekedési üteme a tőkehatékonyság és a beruházási hányados szorzata – ez azonban elhanyagolta azt a szocialista gazdaság gyakorlatából túl jól ismert következményt, hogy túl magas beruházási hányados lerontja a tőkehatékonyságot.

2. Solow növekedéstudománya

Némi kísérletezés után (az MIT közgazdasági tanszékén Samuelsonnal együtt dolgozó) Solow rátalált élete nagy felfedezésére: Solow (1956) cikkben leírta a tőke-munka helyettesítésen alapuló neoklasszikus növekedési modellt, majd Solow (1957) cikkben empirikusan tesztelte elméletét. Talán nem felesleges röviden ismertetni a modellek egyenleteit:

A kiindulás a neoklasszikus termelési függvény:

$$Y=F(K, N),$$

ahol Y a kibocsátás, K a tőke és N a munkaerő időben változó mennyisége. Egységnyi skáláhozadékokat feltételezve, a kamatláb és az órabér a termelési függvény tőke- és munka

szerinti parciális deriváltjai. A legegyszerűbb alak a nevezetes Cobb–Douglas-féle termelési függvény:

$$F(K, N) = AK^\alpha N^{1-\alpha}, \text{ ahol } 0 < \alpha < 1 \text{ és } A > 0 \text{ állandó.}$$

Érdemes bevezetni az egy főre jutó változókat:

$$y = Y/N, \quad k = K/N \quad \text{és} \quad f(k) = F(K, N)/N = F(k, 1).$$

Itt nem részletezett számításból adódik a modell *alapegyenlete*:

$$k' = sf(k) - vk,$$

ahol k' az egy főre jutó tőke időbeli változási üteme, és v a népesség növekedési üteme. Ez egy nemlineáris differenciálegyenlet, amelynek megfelelő közgazdaságtani feltevések mellett minden $k_0 > 0$ induló állapot esetén egyetlenegy megoldása létezik.

A k^0 egyensúlyi állapotot az

$$sf(k^0) = vk^0$$

implicit egyenlet határozza meg. Grafikusan is belátható, hogy az egyensúlyi állapot alatt/fölött induló pálya növekvőn/csökkenően tart az egyensúlyhoz.

Rátérünk az empirikus elemzéshez elengedhetetlen *technikai haladásra*. Egyszerűség kedvéért a már említett, de most időben változó Cobb–Douglas-függvényre szorítkozunk:

$$F(t, K(t), N(t)) = A(t)K(t)^\alpha N(t)^{1-\alpha}, \text{ ahol } 0 < \alpha < 1 \text{ és } A(t) > 0.$$

Tegyük föl, hogy $A(t)$, $K(t)$ és $N(t)$ exponenciális ütemben nő:

$$A(t) = A_0 e^{at}, \quad K(t) = K_0 e^{bt} \quad \text{és} \quad N(t) = N_0 e^{vt}.$$

Behelyettesítve az exponenciális pályákat a termelési függvénybe:

$$F(t, K(t), L(t)) = A_0 e^{at} K_0^\alpha e^{\alpha bt} L_0^{(1-\alpha)\lambda t} = A_0 K_0^\alpha L_0^{[a + \alpha b + (1-\alpha)v]t}.$$

Összegezve: a kibocsátás növekedési üteme

$$\gamma = a + \alpha b + (1-\alpha)v.$$

Szóban kifejezve (a sorrendet megváltoztatva): a termelés kibocsátási üteme három részből tevődik össze: a b tőkenövekedési ütem α -szorosából, a v létszámnövekedési ütem $(1-\alpha)$ -szorosából és a *technikai haladásnak* nevezett a reziduumból (maradványból). (Ha folytonos

helyett a látszólag egyszerűbb diszkrét időben számolnánk, akkor a felbontásnál másodrendű tagok lépnének föl.)

Solow (1957) cikkében az Egyesült Államok 1909–1949-es időszakára becsülte a termelési függvényt, és azt a meglepő eredményt kapta, hogy *a létszám-növekedés fölötti részben a technikai haladásé az oroszánrész, kb. 7/8*. A cikk megjelenése óta rengeteg országra tömérdek módszerrel kiszámoltak a Solow-reziduomot. Sőt, a *teljes termelékenységi tényezőnek* elnevezve alkalmazták a különböző országok növekedésének hatékonysági elemzésére. Szokolczi (1967, 122. o.) hangsúlyozza, hogy Solow igazi újítása nem annyira a technikai haladás mérése (vö. Abramowitz, 1956), hanem a reziduumnak a termelési függvényből való származtatása volt.

Sajnálatos módon az első Solow cikkel egy évben, de ausztrál folyóiratban megjelent Swan (1956) annak idején szinte semmilyen hatást sem keltett.

3. Növekedéelmélet Solow után

Solow két cikkének megjelenése után hamarosan a reagáló cikkek százai jelentek meg. Az elméleti cikkek főleg az optimalizálás irányába fejlesztették tovább a modellt: először optimalizálták az időben állandó beruházási hányadot (Phelps, 1961), majd meghatározták a hányad optimális pályáját (Cass, 1965; Koopmans, 1965). Az empirikus cikkek az egyes országok növekedési modelljét becsülték meg. Jellemző az akkori élénk hazai érdeklődésre, hogy a témakörből viszonylag gyorsan két magyar nyelvű válogatott kötet megjelent: Szokolczi (1963, 1967). Aztán a lelkesedés világszerte alábbhagyott; egészen addig, amíg meg nem jelentek a *reál üzleti ciklusok* elmélete (Kydland—Prescott, 1982) és az *endogén növekedési modellek* (Romer, 1986; magyar nyelvű összefoglaló, Valentinyi, 1995). De ebben már Solownak csak a kritikusi szerep maradt.

4. Zárszó helyett

Hosszú élete során Solow sokáig élvonalban maradt, de már nem sikerült megközelítenie korai két munkája hatását. A Nobel-díj bizottság által felkért egyik méltatója, Matthews (1988, 16. o.) a kitüntetett munkásságának összefogott körvonalazásán túl nagyon mélyen elemezte Solow kutatói magatartásának sajátosságait. Ebből a részből idézek pár sort:

„Solow nem vált egy specializált kutatási terület vagy gondolatirányzat vezetőjévé, mint néhány korábbi díjazott, és nem is akart azzá válni. Ennek egyik oka vélhetőleg az, hogy figyelemre méltó kritikai intelligenciája megakadályozta, hogy azt higgye: bármelyik kérdés vagy elmélet mindennél fontosabb. A kételkedés elnyomása és bizonyos fokú elfogultság szükséges lehet egyfajta közgazdaságtani vezető szerep kivívásához. Solow – nem teljesen tréfálkozva – maga is feltette a kérdést: vajon az a tulajdonsága, hogy minden kérdésnek látja mindkét oldalát, nem valami alkati gyengeség-e? Mások azonban úgy érezhetik, hogy ez inkább erősség, amely szintén hozzájárult a közgazdasági gondolkodás megfelelő vonalához a jelenlegi helyzetben. Nem törekedett hírnévre és befolyásra szélsőséges gazdaságpolitikai vélemények hangoztatásával. És egyre inkább ellenállt annak, hogy részt vegyen az újabb tételek bejelentéséből álló játékban.”

Végül egy személyes emléket osztok meg, amely tükrözi Solow szellemességét. 1999-ben Buenos-Airesben részt vettem a Nemzetközi Közgazdasági Társaság kongresszusán. Egyik ebédszünetben Kornai János és felesége, Dániel Zsuzsa elhívott egy vendéglőbe, hogy szűk körben találkozzam Solow-val és feleségével. Öt pizzát rendeltünk, de a pincér nem hallotta meg az én rendelésem, és félóra múlva csak négy frissen sült pizzát hozott. A szűkre szabott ebédidő miatt már nem volt idő a korrekcióra, ezért mind a négyen gondolkodás nélkül nekem ajándékozták pizzájuk egy-egy negyedét. A hibátlan testalkatú Solow nagyon szellemesen megjegyezte: „ez egy Pareto-javítás, amelyben mindenki jól jár: mi csak $\frac{3}{4}$ pizzát eszünk, te meg ingyen jutsz egy egész pizzához.” (Sietek leszögezni, hogy megjegyzésében semmi sértés sem volt.)

Hivatkozások

ABRAMOVITZ, M. (1956): Resource and Output Trends in the United States Since 1870.

American Economic Review, Vol. 46, 5-22. Magyarul: Az erőforrások és a termelés időbeli alakulása az Egyesült Államokban, 1870 óta. *Szakolczai szerk. (1967)*, 17-36. o.

CASS, D. (1965): Optimum Growth in an Aggregate Model of Capital Accumulation, *Review of Economic Studies*, 32, 233-240. o.

DOMAR, E. E. (1946): Capital Expansion, Rate of Expansion and Employment, *Econometrica*, 14, 137-147. o. Magyarul: Tőkenövekedés, műszaki haladás és növekedés, *Szakolczai szerk. (1963)* 137-168. o.

- HARROD, R. (1939): An Essay on Dynamic Economics, *Economic Journal*, 49, 14-33. o.
- Magyarul: Egy esszé a dinamikus elméletről, *Szakolczai, szerk. (1963)*, 169-192. o.
- KOOPMANS, T. C. (1965): On the Concept of Optimal Economic Growth, *Semain d'Etude sur le Role de l'Analyse Econometrique dans la Formulation due Plans de Développement*, Vatikán, A Pápai Tudományos Akadémia, I. kötet, 225-287. o.
- KYDLAND, F. E.–PRESCOTT, E. C. (1982): Time to Build and Aggregate Fluctuations, *Econometrica*, 50, 1345-1370. o.
- MATTHEWS, R. C. O. (1988): The Work of Robert M. Solow, *Scandinavian Journal of Economics*,. 90, 13-16. o.
- NEUMANN, J. (1938): Model of General Equilibrium, *Review of Economic Studies*, 13 (1945), 1-18, a német eredeti angol fordítása. Magyarul: Egy általános egyensúlyi modell, *Neumann J.: Válogatott előadások és tanulmányok*, Budapest, KJK, (1965) 160-176. o.
- THE NOBEL MEMORIAL PRIZE IN ECONOMICS 1987, (1988) *Scandinavian Journal of Economics*, 90, 1-5. o.
- PHELPS, E. (1961): The Golden Rule of Accumulation: A Fable for Growthmen, *American Economic Review*, 51, 638-643. o. Magyarul: A felhalmozás arany szabálya: Tanmese, *Szakolczai, szerk. (1967)* 266-275. o.
- ROMER, P. M. (1986): Increasing Returns and Long-Run Growth, *Journal of Political Economy*, 94, 1002-1037.
- SIMONOVITS, A. (2005) „Robert M. Solow, Bekker Zs. szerk. Közgazdasági Nobel-díjasok 1969–2004”, Bp. KJK, 431–444.
- SWAN, T. W. (1956): Economic Growth and Capital Accumulation, *Economic Record*, 66, 334-361. o.
- SZAKOLCZAI, GY., szerk. (1963): *A gazdasági fejlődés feltételei*, Budapest, KJK.
- SZAKOLCZAI, GY., szerk. (1967): *A gazdasági növekedés feltételei*, Budapest, KJK.
- VALENTINYI, Á. (1995): Az endogén növekedésemélet: Áttekintés, *Közgazdasági Szemle*, 42, 582-594. o.