

SIMON GYÖRGY

Technikai haladás, érték és profit

A tanulmány a technikai haladást a fizikai és a humán tőke kombinált effektusaként értelmezi, figyelembe véve mind az azonnali, mind pedig a késleltetett kumulatív hatásokat. Ebből kiindulva közelíti meg az új növekedésemélet alapkérdéseit, nevezetesen a gazdaságfejlődés problémáit, továbbá az egyensúlyi árak (érték), profitok és bérek képződését. A szerző kidolgozott egy modellrendszert, amely felöleli a technikai haladás volumen- és értékfüggvényét, a profithányadfüggvényét, valamint az e függvényeket tartalmazó termelési függvényét, értékfüggvényét és ármodellt, továbbá a profit- és bérfüggvényét. Az elvi feltevéseket és modelleket a világgazdaságban domináns szerepet játszó országok (Egyesült Államok, Japán, NSZK, Anglia és Franciaország) fejlődésének ökonometriai analízise révén verifikálja.*

A gazdasági növekedés és a technikai haladás mechanizmusa a közgazdaságtan egyik kulcsterülete. Jelentőségét növeli, hogy a *neoklasszikus elmélet* felhasználja a termelési függvényen alapuló *növekedési modellt* az egyensúlyi árak és a jövedelemelosztás magyarázatára (Samuelson–Nordhaus [1987], Solow [1956], [1957]).

Az utóbbi évtizedben a *humán tőke* került a növekedéseméleti kutatások középpontjába. Nemcsak a képzettség gazdasági szerepéről van szó, hanem lényegében ide sorolható a kutatás-fejlesztés (K+F) és általában az ismeret-felhalmozás, a tudástermelés problémaköre is. Számos szerző e tényezők felhasználásával igyekszik feltárni az úgynevezett semleges technikai haladás mechanizmusát, amelynek a vizsgálati tapasztalatok szerint döntő szerepe van a modern gazdasági növekedésben. A szakirodalomban megjelent az új növekedésemélet, továbbá az *endogén növekedésemélet*.¹

A növekedésemélet centrális kérdései (vö. Romer [1996]): 1. milyen tényezők határozzák meg az országok közötti sok esetben igen nagy jövedelemkülönbségeket, 2. mi okozza a növekedési ütemekben megfigyelhető eltéréseket, például az úgynevezett gazdasági csodák keletkezését és megszűnését. *Fentiek értelmében ehhez járulnak a következő alapvető kérdések:* 1. hogyan alakulnak ki kínálati oldalról az egyensúlyi árak, 2. mitől függ a jövedelemelosztás, nevezetesen a profit és a bér nagysága.

A válasz mindezekre a kérdésekre a *termelési függvény* alapján adódhat. Az új növekedésemélet jobban képes magyarázni az országok közötti jövedelemkülönbségeket és né-

* A kutatás OTKA-támogatással (T 019134) folyt. A szerző köszönettel tartozik Molnár Györgynek értékes tanácsaiért és észrevételeiért. A munka tartalmáért természetesen kizárólag a szerző felelős.

¹ Lásd például Romer [1990], [1994], Lucas [1988], Becker–Murphy–Tamura [1990], Grossman–Helpman [1994], Mankiw–Romer–Weil [1992], Jones [1995], Nonneman–Vanhoudt [1996], Weitzman [1998]. Áttekintést ad a problémakorról többek között Romer [1996], Meyer [1995], Valentinyi [1995]. Az új elképzeléseket több ponton élesen bírálja Solow [1994].

hány más problémát (lásd például Mankiw–Romer–Weil [1992], Nonneman–Vanhoude [1996]), bár erősen közelítő és nemegyszer ellentmondásos jelleggel (vö. például Valentinyi [1995] 591. o.). Az eredmények kétségtelenül a humán tőkével összefüggő tényezők figyelembevételének tudhatók be. A probléma megítélésem szerint főként abból adódik, hogy oly módon történt a humán tőke bekapcsolása a növekedési modellbe, hogy közben *változatlan maradt a termelési függvény alapkonstrukciója*: a tényezők közötti kapcsolatok jellegére vonatkozó feltételezések.

Az angol nyelvű szakirodalomban tudomásom szerint nincs olyan modell, amely számolna azzal, hogy a fizikai és a humán tőke, pontosabban a humán tényező e tőkékkel való felszereltségei között a multiplikatívnál „erősebb”, *hatványozási kölcsönhatás* áll fenn,² ami megváltoztatja a termelési függvényen alapuló növekedési modell jellegét, továbbá a levonható következtetéseket.

Allítható, hogy a növekedésmélet centrális problémája továbbra is a termelési függvény adekvát szerkezete: lényegében a technikai haladás mechanizmusa. Ha e problémára sikerül az eddiginél jobb megoldást találni, megnyílhat az út az új növekedésmélet átfogó kidolgozása előtt.

Technikai haladás

A *technikai haladást* a termelékenységi növekedésével szinonim fogalomnak tekintjük. A *termelési függvény elvi sémája*:

$$\text{kibocsátás} = \text{technikai haladás kumulált hatása} \times \text{munkaórák száma}.$$

Nem jelenik meg külön tényezőként sem a fizikai, sem pedig a humán tőke, mivel a technikai haladást a két tényező kombinált hatása eredményezi. A kérdés az, hogy miként.

Célszerű néhány fogalmat definiálni. *Kibocsátás*: hozzáadott érték (*value added*), makroszinten GDP. *Nettó kibocsátás*: kibocsátás mínusz amortizáció. *Bruttó kibocsátás*: kibocsátás plusz anyagköltség. A termelési függvényben a *kibocsátás volumenéről* van szó, amit összehasonlítható áron szokás kifejezni. A *kibocsátás értékén* a folyó áron mért outputot értjük, az árszínvonal-változás kiszűrése érdekében a GDP-t korrigáljuk a GDP-deflátorral. Ily módon a kibocsátás volumene és értéke mikroszinten (az ágazatok és a vállalatok tekintetében) eltér egymástól, makroszinten azonos nagyságú.

Fizikai tőkének az állótőkét tekintjük. Humán tőke: munkaképes ember öröklött és szerzett tulajdonságaival.

A legfontosabb szerzett tulajdonság a *képzettség* (általános és szakmai), amelynek természetes mértékegysége a képzési évek száma. A humán tőke rendkívül fontos komponense a *kutató-fejlesztő képességek és képzettség*. Utóbbi nagysága a kutató-fejlesztő munkát végző tudósok és mérnökök számával jellemezhető.

Az ember annak idején el tudta tartani magát állótőke (munkaeszközök) és iskolai végzettség nélkül. Ezért kézenfekvő, hogy a humán tőkének van egy *alapkategorizációja*, amely a dolgozók számával jellemezhető. A termelési tényezők közötti összefüggésrendszer közép-pontjában a humán tőke alapkategorizáció áll. A többi tényező lényegében ennek az univerzális termelési tényezőnek a nagyságát növeli meg. Az összefüggésrendszert a felszereltségi mutatók és felszereltségi függvények felhasználásával modellezzük tanulmányunkban.

*Felszereltségi mutató*nak nevezzük valamely más termelési tényezőnek a humán tőke alapkategorizációjához viszonyított nagyságát. Négy felszereltségi mutatóval számolunk: 1.

² Bizonyos mértékben kivétel egy korábbi tanulmányunk (Simon–Samovol [1982]).

tőkefelszereltség (az egy dolgozóra jutó állótőke összehasonlítható áron), 2. *képzettség* (a képzési évek száma egy dolgozóra), 3. *kutatásfelszereltség* (a kutató-fejlesztő tudósok és mérnökök száma az összes dolgozó számához viszonyítva), 4. *munkaidő* (az egy dolgozó által teljesített munkaórák száma éves szinten).

Felszereltségi függvény: olyan kifejezés logaritmusa, amelyben a humán tőke alapkomponeense *plusz* valamely felszereltségi mutató szerepel (az utóbbit a normáló koefficienssel szorozzuk). A *normáló koefficiens* gazdasági hatását tekintve összemérhetővé teszi a felszereltségi mutató számlálójában szereplő tényezőt a humán tőke alapkomponeensével. Nagysága a termelési függvénnyel becsülhető (modelljeink formális leírását és a normáló koefficiensnek becsült értékét a tanulmány befejező része tartalmazza). A felszereltségi függvény tehát a humán tőke alapkomponeensének valamely más tényezővel kibővített értékét adja meg logaritmizált alakban.

A technikai haladásnak vannak a biológiai evolúció által létrehozott *kezdeti feltételei*. A létfenntartáshoz minimálisan szükséges javak egy munkaóra jutó mennyisége *kezdeti termelékenységnek* nevezhető, amely konstansként jelenik meg termelési függvényünkben. Nagysága a gazdaságfejlődési adatok alapján becsülhető.

Technikai haladás akkor mehet végbe, ha fizikai tőke és képzettség vagy/és kutató-fejlesztő kapacitás *egyidejűleg* rendelkezésre áll. A mind bonyolultabb fizikai tőke használata és fejlesztése szükségessé tett bizonyos képzettséget, a képzés pedig *ismeretfelhalmozást, tudástermelést*. *Kettős felhalmozás* indult be: a fizikai tőke felhalmozása és az ismeretek felhalmozása. Nemcsak extenzíven, hanem intenzíven mint tőkefelszereltség-növekedés és képzettségnövekedés.

A termeléssel és az oktatással összefüggésben mind nagyobb méretűvé vált a *kutató-fejlesztő tevékenység*, amely mindinkább specializálódott, egyrészt új eszmék létrehozására, új összefüggések feltárására (alap kutatás), másrészt azok gyakorlati hasznosítására (alkalmazott kutatás és fejlesztés). A növekedés intenzívvé vált: a kutató-fejlesztő tudósok és mérnökök száma gyorsabban nő, mint az összes dolgozóé, vagyis növekszik a kutatásfelszereltség.

A *technikai haladás kapcsán a kutatás közvetlen gazdasági jelentőségű része összefonódik a vállalatok tevékenységével*. Önálló ismeretfelhalmozó szektor lényegében csak az alapkutatás, amelynek nemzetgazdasági súlya nem nagy, általában kisebb, mint a GDP egy százaléka. Hosszú távon nélkülözhetetlen a technikai haladáshoz, amely azonban közvetlenül az alkalmazott kutatástól és fejlesztéstől, annak méretétől függ (vö. Weitzman [1998]).

Egészében a technikai haladás úgy jellemezhető, mint az ember kreatív tevékenysége által indukált folyamat, amelynek két alapvető, egymáshoz kapcsolódó válfaja a kutatói-fejlesztői és a vállalkozói kreativitás. A munka egyidejűleg, bár esetenként eltérő mértékben kreatív és reprodukív tevékenység. Eredménye a fizikai és humán tőkével való felszereltség függvénye, amelyek erős, hatványozási kölcsönhatásban állnak egymással.

A technikai haladás folyamatában létrejövő gazdasági erőhatások két fő típusba sorolhatók. Az egyik típus a gazdaságfejlődés során a *tőkefelszereltség függvényében* végig növekvő tendenciájú, ilyen értelemben *állandó, változatlan irányú hatás*. A másik típusú gazdasági erőhatás viszont csak a tőkefelszereltség bizonyos szintjéig növekszik, azután csökkenni kezd, vagyis *változó irányú hatás*. Az előbbi röviden *immobil hatásnak*, az utóbbit *mobil hatásnak* nevezzük.

Az *immobil hatás* abból adódik, hogy nagyobb felszereltség esetén mind a fizikai, mind pedig a humán tőke nagyobb hatékonyság elérését teszi lehetővé. *Mobil hatás* azért keletkezik, mert a technikai haladás folyamatában ellentétes irányú, egymással ütköző erőhatások is létrejönnek. Mit jelent ez kissé közelebről?

A fizikai tőkével való ellátottság viszonylag alacsony szintjén többnyire a felszereltség

növelése a kreatív tevékenység számára több teret biztosít, ezért a felszereltség növelésével a fajlagos hatás nő. Később viszont csökkenni kezd, mivel mind kevésbé lehet a bonyolult és egyre jobban automatizált termelőberendezéseket *felhasználásuk* helyén hatékonyabbá tenni. Ekkor a hatékonyság már elsősorban a fizikai tőke konstrukciójától és minőségétől (az *előállító vállalatban* végzett kutatói-fejlesztői és kivitelezői tevékenység színvonalától) függ, a felhasználó vállalat számára pedig főként immobil hatás formájában jelenik meg.

Mindezt figyelembe véve a *technikai haladás mechanizmusának elvi sémája* a következő:

$$\begin{aligned} &\text{technikai haladás kumulált hatása} = \\ &= \text{kezdeti termelékenység} \times \text{immobil hatás} \times \text{mobil hatás}. \end{aligned}$$

A felszereltségek egymást hatványozó effektusai az immobil és a mobil hatáson *belül* érvényesülnek (lásd modelljeink formális leírásánál). A fenti sémában nem jut explicit kifejezésre több fontos körülmény: 1. miként érvényesül a technikai haladás kumulatív jellege, 2. azonnali vagy késleltetett hatásokról van-e szó. Célszerű e kérdéseket vállalati szintről kiindulva tárgyalni.

Új vállalat esetében a termelékenységet a fizikai és humán tőke *azonnali* kombinált hatása határozza meg. A vállalaton kívüli korábbi technikai haladástól függ az alkalmazható tőkefelszereltség és a dolgozók képzettsége. Ilyen értelemben az új vállalat számára a technikai haladás kumulált hatása teljes egészében *exogén jellegű technikai haladás* eredménye, amely azonban a felszereltségi függvények felhasználásával *modellalakban konkrétan leképezhető*. Az exogenitás makroszinten is fennáll, ha a gépek és a technológia (nemritkán a szakemberek) külföldről származnak.

A már *működő vállalatok* esetében két esetet célszerű megkülönböztetni: 1. a vállalat nem végez (vagy végeztet) kutató-fejlesztő tevékenységet, 2. van vagy volt K+F-tevékenység, ideértve a külső kutatásokat is. Mindkét esetben végbemehet *endogén technikai haladás* mind vállalati, mind pedig makroökonómiai értelemben. Mit jelent ez kissé közelebből?

Mivel a képzettség növekedése általános tendencia (*Barro-Lee* [1993]), megfigyelhető egy ezzel kapcsolatos késleltetett kumulatív hatás. A késleltetés abból adódik, hogy adaptációs időre van szükség az újonnan belépő magasabb képzettségű dolgozók-nak a többteletermény produkálásához. Vizsgálati tapasztalataink szerint ez átlagosan két év.

A második esetben más hatások is keletkeznek, szintén késleltetéssel. Az egyik a kutató-fejlesztő dolgozók részarányának változásával kapcsolatos, és abból adódik, hogy a kutatófelszereltség magasabb színvonala javítja a hatékonyságot. Ez esetben vizsgálati tapasztalataink szerint az átlagos késleltetés ugyancsak két év. A másik hatás feltétele, hogy növekedjen (átlag három évvel korábban) a tőkefelszereltség, amelynek eredményét a kutató-fejlesztő tevékenység *meghatványozza*. A késleltetést a két utóbbi esetben elsősorban a K+F-tevékenység időigénye okozza.

Valamennyi késleltetett kumulatív hatás mobil jellegű. Függ a képzettség, a K+F, a tőkefelszereltség *változásának* időpontjában fennálló tőkefelszereltségtől, a későbbi realizálási színvonalától, továbbá kezdetben növekvően, majd csökkenően függ a tárgy-időpontbeli tőkefelszereltségtől. Ezzel magyarázható a késleltetett kumulatív hatás mobil jellege.

A képzettség és a kutatófelszereltség *változásának* fajlagos hatását csökkenti az adott felszereltség színvonala (*telítődési effektus*). A képzettség *változásának* fajlagos hatását a kutatófelszereltség szintén negatívan befolyásolja, mert elvonja a szakemberek egy részét a reprodukív tevékenységtől. Ugyanakkor a tőkefelszereltség növekedésében igen erősen érvényesül a *kutatáskoncentráció*, nevezetesen a kutatás magasabb felszereltségi

szintjének pozitív hatása. Az elmondottak alapján a *technikai haladás mechanizmusának elvi sémája* a következő módon is felírható:

$$\begin{aligned} & \text{technikai haladás kumulált hatása} = \\ & = \text{kezdeti termelékenység} \times \text{azonnali hatás} \times \text{késleltetett kumulatív hatás}. \end{aligned}$$

Az *azonnali hatáshoz* tartozik az immobil effektus, valamint az azonnali mobil hatás. A technikai haladás vázolt mechanizmusát leképező *termelési függvény elsőfokú homogén*. Független változóit egy skalárral megszorozva, a kibocsátás szintén ezzel az értékkel szorozódik, mivel a felszereltségi mutatók nem változnak, ezért a technikai haladás kumulált hatása konstans. Fennáll tehát a következő *összefüggés*:

$$\text{kibocsátás} = \text{konstans} \times \text{munkaórák száma}.$$

Ez nem azt jelenti, hogy az output általában a munkaórák számával arányos, mivel a technikai haladás kumulált hatása időben és térben különböző. A gazdaságfejlődés során a felszereltségi mutatók többnyire nőnek. Ezzel függ össze a technikai haladás és termelékenységemelkedés, továbbá javarészt a gazdasági növekedés is a modern gazdaságban.

Értéktranszformáció

Az áru értékén tanulmányunkban az egyensúlyi árat értjük. A termelési függvény a kibocsátás volumenére vonatkozik, azonban felhasználásával a termelési tényezők és termékek egyensúlyi árát is megkaphatjuk. Ennek érdekében a függvényt át kell alakítani. Ezt a műveletet nevezzük most *értéktranszformációnak*, az átalakított termelési függvényt pedig *értékfüggvénynek*.³

A *neoklasszikus elmélet* értelmében a termelési tényezők (a munka és a tőke) egyensúlyi árai a tényezők makroökonómiai határtermékei, a termékek egyensúlyi árát pedig az előállításukhoz felhasznált termelési tényezők – ily módon képzett – áraiból kapjuk meg. Termelési függvényünk korábbi változatával *megvizsgáltuk* az értéktranszformációnak ezt a módját. Olyan eredményeket kaptunk („inverz elosztás”, a mikroökonómiai határtermékek szignifikáns szerepe stb.), amelyek nem egyeztethetők össze az elmélettel (Simon [1998a]).

Felmerül a kérdés: az anomáliák hatásáról (tökéletlen verseny, a monopóliumok szerepe stb.) van szó, vagy pedig arról, hogy *a gazdaság az eddig feltételezettektől eltérő törvényszerűségek szerint működik*. Kutatásunk az utóbbi feltevést támasztja alá. Sikerült kialakítani egy olyan értékfüggvényt, amely nincs ellentmondásban a vizsgálati eredményekkel.⁴ *Alapfeltevésünk a következő: az érték (egyensúlyi ár) a technikai haladásnak a piaci verseny által transzformált kumulált eredménye*. A transzformálás mindenekelőtt a következő két törvényszerűség egyidejű, egymás ellen ható érvényesülését jelenti.

1. *Kiegyenlítődség*: az egyensúlyi árakban a technikai haladás kumulált hatása nemzetgazdasági szinten kiegyenlítődik.

2. *Differenciálódás*: annak a következménye, hogy egyensúlyi helyzetben a fizikai és a humán tőke tulajdonosainak befektetéseikért *legalább a szubjektív diszkontrátának* megfelelő jövedelmet kell megkapniuk.⁵ Ha a kiegyenlítődség teljessé válna, vagy túllépne egy

³ Simon [1998a]-ban és [1998b]-ben az ármodell és a duálmodell kifejezést használtuk.

⁴ A modell első változatát Simon [1998b] tartalmazta.

⁵ A szubjektív diszkontráta az a reálkamatláb, amelyért az emberek készek elhalasztani a jelenbeli fogyasztást a jövőbeli javára – vö. például Valentinyi [1995].

bizonyos határt, e követelmény a tőkeigényes ágak esetében nem teljesülne, ezért az ilyen ágazatok nem ruháznának be, termelésük a tőke elhasználódása miatt csökkenne. Ugyanakkor a kevésbé tőkeigényes ágakban túlberuházások keletkeznének. Az előbbiekéi ára a kereslet viszonylagos megnövekedése miatt emelkednének, az utóbbiaké a túlkínálat miatt csökkennének. Az egyensúly a kiegyenlítődé és differenciálódás bizonyos kombinációja esetén jöhet létre.

A differenciálódás részben (de csak részben!) hasonló jelenség, mint a *profitráták kiegyenlítődé*. Van két lényeges különbség. Az egyik az, hogy *nemcsak a fizikai, hanem a humán tőkére is vonatkozik*, ami elsősorban abból adódik, hogy a háztartások bizonyos mértékben dönthetnek, hogy fizikai vagy humán tőke létrehozására használják-e fel megtakarításaikat. A másik különbség az, hogy *alsó határról van szó*. A technikai haladás viszonyai között állandóan vannak vagy lehetnek olyan vállalatok és ágazatok, amelyek magasabb profitrátát érnek el, nem egy esetben hosszú időn keresztül. Ez biztosítja azt a *húzóerőt*, amely a fizikai és a humán tőkét a technikai haladás szempontjából élenjáró területekre vonzza.

A kiegyenlítődé és differenciálódás kombinált figyelembevétel az *azonnali hatás* esetében oly módon oldható meg, hogy az értékfüggvényben a felszereltségi függvények helyébe a *transzformált felszereltségi függvények* lépnek, a *késleltetett kumulatív hatás* esetén pedig egy ezzel *analóg eljárás* alkalmazásával. A *transzformált felszereltségi függvény* olyan szorzat, amelynek egyik tényezője a makroökonómiai felszereltségi függvény, kitevőjében az úgynevezett *versenyparaméterrel*, másik szorzótényezője pedig a neki megfelelő mikroökonómiai, illetve ágazati függvény. Az utóbbi hatványkitevője a versenyparaméter 1-től való eltérése, azaz 1-versenyparaméter.

A *késleltetett hatások* esetében *transzformált kumulatív függvények* szerepelnek. Ezekben a versenyparaméterrel szorzott makroökonómiai kumulatív hatáshoz hozzá kell még adni a neki megfelelő mikroökonómiai függvény értékét, s meg kell szorozni a versenyparaméter 1-től való eltéréseivel.

Ha az árakban a technikai haladás makroszintű eredményei realizálnának a *versenyparaméter* 1 lenne. Egyensúly viszont a fentebb vázolt okokból 1-nél kisebb paraméter esetén jöhet létre. Vizsgálatunk során 0,8-as paraméterérték adódott, ami arról tanúskodik, hogy a fizikai és a humán tőkével való felszereltségben levő különbségek lényegesen befolyásolják a piaczgazdaság árait.

A kiegyenlítődé a hasznosságvolumenek bizonyosfajta újraelosztása, *redisztribúciója*. A piaci verseny a technikai haladás kumulált eredményét más tekintetben is újra elosztja. Mit jelent ez közelebbről?

A mobil hatást a verseny bizonyos mértékben „lefარagja” a stabilabb jellegű immobil hatás javára, mint arra a vizsgálati eredményekből következtetni lehet (mobil-immobil transzfer). Egy másik lényeges redisztribúciós hatás úgy jellemezhető, hogy a kutatásfelszereltségnek a tőkefelszereltség változásával kombinált eredménye az egyensúlyi árakban külön nem jelenik meg, hanem növeli a kutatásfelszereltség változásának eredményét, továbbá az immobil hatást.

Profitképződés

Mindenekelőtt definiálunk néhány fogalmat. *Bruttó profitnak* nevezzük a hozzáadott érték és a bruttó bér különbözetét, *profitnak* a bruttó profit mínusz az amortizációt. A *bruttó bér* a béreken és fizetéseken kívül tartalmazza a béren kívüli juttatásokat, valamint a nem bérből és fizetésből élő dolgozók ennek megfelelő szintű jövedelmét. Tanulmányunkban az adók és az infláció kérdésével nem foglalkozunk.

*A profitképződés mechanizmusa a szakirodalomban vita tárgya, különböző álláspontok ütköznek egymással.*⁶ Ehelyütt a technikai haladásról és az értéktranszformációról kifejtettek figyelembevételével közelítjük meg a problémát.

Alapfeltevésünk a következő: a technikai haladás kumulált eredményének⁷ a kezdeti szintet meghaladó része kerül elosztásra. Egyensúly esetén mind a fizikai, mind pedig a humán tőke tulajdonosai tőkéjükért mindenképpen megkapják legalább a szubjektív diszkontrátával ekvivalens jövedelmet, valamint a fenntartási költségeket: a fizikai tőke esetében az amortizációt, a humán tőke tekintetében pedig a létfenntartási költségeket.

Felmerülnek azonban a következő *problémák*.

1. A létfenntartási költségek a technikai haladás függvényei, legalábbis ami a kezdeti értéket meghaladó részüket illeti.

2. A technikai haladás viszonyai között többnyire jóval magasabb fizikai és humán tekejövdelemek keletkeznek, mint ami a szubjektív diszkontráta alapján várható lenne.

3. A szubjektív diszkontráta függ a jövedelemszinttől, az pedig a technikai haladástól.

4. A profit nagysága és a kibocsátásban való részaránya függ a gazdasági növekedés ütemétől, utóbbi pedig ugyancsak a technikai haladástól.

5. A jövedelemelosztást lényegesen befolyásolhatják olyan tényezők, mint a monopóliumok, a bérharc és az állami beavatkozás.

Kidolgozható-e a profitképződés és jövedelemelosztás *konkrét* modellje? Első pillanatra a legnagyobb akadálnak az 5. probléma tűnik, mivel a többi esetben lényegében a technikai haladás befolyásáról van szó, amiről már vannak elképzeléseink, bár azokat konkretizálni kell. Tétélezzük fel, hogy ez sikerült, és van egy modellünk. A kérdés az, hogy miként befolyásolja az eredményeket az 5. pontban szereplő tényezőcsoport. Elvileg több eset lehetséges.

a) A profitok és a bérek másként alakulnak, mint az a modell alapján várható lenne.

b) A szóban forgó tényezőcsoport csupán egyensúlyi értékeik körül ingadoztatja (konjunkturális hatásokkal együtt) a jövedelemelosztási arányokat.

c) Épp ezek a többnyire ellentétes irányú erőhatások biztosítják az egyensúlyi elosztás tendenciaszerű érvényesülését.

Vizsgálati eredményeink alapján az a) eset kizártnak tekinthető. Legvalószínűbbnek a c) eset tűnik, amely gyakorlatilag nem különböztethető meg a b) esettől.

Fentiek szerint az egyensúlyi jövedelemelosztás a technikai haladás kumulált eredményének a kezdeti szintet meghaladó részére vonatkozik, amely a fizikai és a humán tőke kombinált hatása révén keletkezik. Az értékfüggvény alapján becsülhető e jövedelemrész nagysága mind makro-, mind pedig ágazati, illetve mikroszinten. A kérdés tehát az, hogy milyen arányban kerül megosztásra a szóban forgó jövedelem a fizikai és a humán tőke tulajdonosai között.

A legegyszerűbb feltevés az, hogy valamilyen állandó arányban. Ez azonban vizsgálati tapasztalataink szerint túlságosan durva közelítése lenne a valóságnak. Célszerűbb időben és térben eltérő arányokat feltételezni, és keresni egy olyan modellt – ezt nevezzük *profithányadfüggvénynek* –, amely jó közelítésben magyarázatot ad a mindenkori jövedelem elosztási arányokra.

Mitől függ a *profithányad*? Modellünkben a következő *feltételezésekkel* élünk.

1. *Stacioner gazdaságban* a profithányad két változótól, a tőkefelszereltségtől és a

⁶ Lásd például Samuelson–Nordhaus [1987], Duménil–Lévy [1993].

⁷ A technikai haladás kumulált hatása (az értéktranszformáció figyelembevételével) szorozva a munka-órák számával.

képzettségtől függ. Mikroszinten lényeges körülmény, hogy a felszereltségi függvények a profithányadmodellben nincsenek transzformálva.

2. *Nem stacioner gazdaságban* a kibocsátás volumenének változási üteme számottevően befolyásolja a profithányadot.

3. *Mikroszinten* a profithányad jelentősen függ a munkaidő hosszának a makroszintű munkaidőhossztól való eltérésétől.

Miként befolyásolják a profithányadot ezek a körülmények?

A *kibocsátás volumenének változási üteme* tekintetében a statisztikai adatokból látható, hogy gazdasági növekedés esetén a profithányad általában nagyobb, recesszió esetén kisebb. A jelenség oka, hogy a viszonylag állandó költségek részaránya növekedéskor csökken, visszaeséskor nő.

A makroszintűnél hosszabb munkaidő mikroszinten növeli, a rövidebb viszont csökkenti a profithányadot. Hosszabb munkaidő esetén ugyanis többnyire jobban használják ki a termelőberendezéseket, ezért az állandó költségek részaránya csökken, a profithányad nő. Ennek fordítottja történik akkor, ha a munkaidő rövidebb a makroszintűnél.⁸ *Makroszinten* a profithányad vizsgálati tapasztalataink szerint nem függ szignifikánsan a munkaidő hosszától, feltehetőleg a verseny kiegyenlítő szerepe miatt. Más a helyzet a profit és a bér *nagysága*, továbbá a kibocsátás volumene és értéke vonatkozásában, ami a technikai haladás mechanizmusával függ össze. E kérdéssel a modellek konkrét ismeretésekor foglalkozunk.

Hogyan befolyásolja a tőkefelszereltség és a képzettség a profithányadot? Első pillanatra azt gondolnánk, hogy a fenti módosító hatásoktól eltekintve, a profithányad egyedül a tőkefelszereltségtől függ, lényegében a neoklasszikus profitelméletnek megfelelő módon. Figyelembe kell azonban venni, hogy a profithányad a bérhányadot is nagymértékben determinálja, ezért a képzettség szintén befolyásolja, legalábbis ellenható tényezőként. Valójában a helyzet még bonyolultabb.

A megoldáshoz közelebb juthatunk, ha *a profithányadot meghatározó összefüggérendszer a technikai haladás mechanizmusának jövedelemelosztási vetületeként fogjuk fel*. Ennek megfelelően a profithányadfüggvény két fő komponensből áll: a technikai haladás immobil és mobil hatásához hasonló összetevőből. Az előbbi az immobil, az utóbbi a mobil profithányadot determinálja. Miként jellemezhetők e komponensek?

Az *immobil profithányad* pozitívan függ mind a tőkefelszereltségtől, mind pedig a képzettségtől.

A *mobil profithányad* egy bizonyos szintig ugyancsak nő mind a tőkefelszereltség, mind pedig a képzettség függvényében. Ezt követően azonban csökkenni kezd. A mobil profithányadra bizonyos szint felett nemcsak a nagyobb tőkefelszereltség hat csökkentően, hanem a magasabb képzettség is. Feltehetőleg azért, mert egy bizonyos minimális szint felett a képzési ráfordításoknak meg kell térülniük a bérben, legalábbis a bruttó bérben. E szint alatt a képzés nem okoz jelentős jövedelemkiesést a humán tőke tulajdonosainak, mivel nem munkaképes korban történik, továbbá a költségeket javarészt az állam viseli. Ugyanakkor a képzés gazdasági eredménye már ekkor igen jelentős, ami a profithányadra és a profit nagyságára kedvezően hat.

Miért befolyásolja bizonyos szint felett csökkentően a mobil profithányadot a tőkefelszereltség? Feltehetőleg azért, mert a technikai haladás mobil komponense szintén csökken. Ehhez járul, hogy a tőkefelszereltség és a képzettség magasabb szintjén megnő az immobil profithányad. Utóbbi növekedése azonban olyan felső határhoz tart, amely jóval kisebb 1-nél, miközben a mobil profithányad nullához tart.

Milyen alapvető körülmények szabnak határokat hosszú távon a profithányadnak? Rész-

⁸ Magasabb képzettségi szinten ez a hatás tapasztalataink szerint csökken.

ben a szubjektív diszkontráta csökkenése, ami a technikai haladás által biztosított egyre magasabb jövedelemszint törvényszerű következménye. Van egy másik lényeges ok is: a humán tőke létrehozásának és fenntartásának magasabb költségei, amit lényegében a bérekből (bruttó bérekből) kell fedezni, részben az államnak fizetett adókon keresztül. A profithányadfüggvény ismeretében a profit és a bér viszonylag egyszerűen meghatározható, kiindulva az értékfüggvényből. (A képleteket lásd a modellek leírásánál.)

Vizsgálati eredmények

Esetünkben az ökonometriai vizsgálatnak kettős szerepe volt: a modellek szerkezetének konkretizálása, valamint feltevéseink verifikálása.

Modelljeink paraméterei első közelítésben becsülhetők a függvények logaritmizált változatával. Kivétel a versenyparaméter, amelynek indulóértékét közgazdasági megfontolások alapján adtuk meg, majd nagyságát változtatva pontosítottuk.

A *paraméterszerű modellkomponenseket*, nevezetesen a felszereltségi függvények hatványkitevőit és néhány belső konstanst a vizsgálat első szakaszában együtt becsültük – segédváltozók felhasználásával – a paraméterekkel. A becslési értékeket kerekítettük, ami azonban az illeszkedés pontosságát nem befolyásolja szignifikánsan. A *késleltetés* értéke (két vagy három év) próbaszámítások eredményeként adódott. A vizsgálati eredményeket oly módon határoztuk meg, hogy a *szabadságfokot* csökkentettük a paraméterek, paraméterszerű modellkomponensek és normáló koefficiensek együttes számával.

A vizsgálat második szakaszában a becslési eredményeket a függvények végleges, nem logaritmizált változata alapján pontosítottuk, a *nemlineáris legkisebb négyzetek módszerével* (lásd például Kőrösi–Mátyás–Székely [1990]).

A feltevések verifikálása érdekében a vizsgálatot kellően nagy reprezentatív minta alapján kell végezni. Mi tekinthető esetünkben ilyen mintának? A legfejlettebb országok egy csoportját (Egyesült Államok, Japán, NSZK, Anglia, Franciaország) választottuk, mindenekelőtt azért, mert ez az országcsoport a világ gazdaság nagy hányadát, körülbelül felét jelenti, továbbá a vizsgálathoz szükséges adatok itt általában rendelkezésre állnak, és viszonylag megbízhatók. Lehetséges volt hosszabb időszakot (1951–1992) elemezni, ami főként azért fontos, mert Japán és az NSZK az ötvenes évek elején alacsony szintről indult. Ily módon a vizsgálat az alacsonyabb fejlettségi szinteket sem hagyta figyelmen kívül.

A modellek paramétereit *paneladatok* alapján becsültük a feldolgozóipar és a szolgáltatások figyelembevételével.⁹ A paraméterbecslés 420 *megfigyelésre* támaszkodott (öt ország, két ágazat, 42 év).

A *késleltetett kumulált hatások integrálása* közelítő módszerrel történt. Az 1951-ig terjedő időszakra (a késleltetett hatásokat tekintve 1948-1949-ig) azzal a feltételezéssel éltünk, hogy a tőkefelszereltség, képzettség és kutatásfelszereltség arányosan változtak a kezdeti állapottól, amikor értékük nulla volt, a szóban forgó időpontig. Az ezt követő időszakra az éves statisztikai adatokat használtuk fel.

A *statisztikai adatok* forrásait az 1. táblázat tartalmazza. Az *összehasonlítható árak* 1985. évi dollárárak. Japán, NSZK, Anglia és Franciaország adatait a *vásárlóerő-paritás* figyelembevételével számítottuk át dollárra, az ENSZ vizsgálati eredményeire támaszkodva (UN [1985] 1127. o.). Az *állótőkére* vonatkozó év végi adatokat átlagoltuk az előző évivel. A szolgáltatások és a nemzetgazdaság állótőkéértéke a lakásokat is tartalmazza. A szolgáltatásoknak az iparon (feldolgozóipar, bányászat, villany, gáz- és víz-

⁹ A vizsgált országcsoportban ezek az ágazatok adják a nemzetgazdasági output több mint 90 százalékát.

szolgáltatás) és mezőgazdaságon kívüli gazdaságot vesszük. A képzési évek számát *Barro–Lee* [1993] alapján vettük számításba, feltételezve, hogy a megadott értékek a dolgozókra is vonatkoznak, ágazatilag nem térnek el.

A vizsgálatot – a termelési függvényre, az értékfüggvényre és a profitfüggvényre – két változatban végeztük el: a *kibocsátásra* és a *nettó kibocsátásra*, a profit esetében a bruttó profitra és a profitra. Az első változatot *bruttó változatnak*, a másodikat *nettó változatnak* fogjuk nevezni. A nettó változat modelljei csak a függő változó és a paraméterértékek tekintetében különböznek a bruttó változattól. A bérfüggvény a bruttó bérre vonatkozik, ezért a bruttó változathoz sorolható. A bruttó változat esetében az eredmények részben összehasonlíthatók *korábbi vizsgálati* eredményekkel (*Simon* [1998a], [1998b]), amire utalni fogunk.

A *nemzetgazdasági output becslése* az ágazati adatok alapján nyert paraméterek felhasználásával történt. Az ágazati vizsgálati adatok mezőgazdaság és egyéb ipar nélkül értendők.

A vizsgálati eredményeket tartalmazó táblázatokban a *korrigált determinációs együtthatókat* adjuk meg. Ezek az együtthatók arra vonatkoznak, hogy milyen mértékben határozzák meg az adott modell független változói a függő változó értékét. A kérdést megvizsgáltuk éves szinten, továbbá a *kumulált* outputok alapján, az 1950 utáni időszakot véve figyelembe. A táblázatokban mindkét eredményt közöljük.

A termelési függvény

A termelési függvény két változatával kapcsolatos legfontosabb vizsgálati eredményeket az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A termelési függvénnyel nyert főbb eredmények

Szféra	Mutató	Éves eredmények		Kumulált eredmények	
		bruttó	nettó	bruttó	nettó
Nemzetgazdaság	R^2	0,996	0,996	0,998	0,998
Ágazatok	R^2	0,998	0,998	0,999	0,999
Nemzetgazdaság	standard hiba(százalék)	5,7	6,2	6,2	6,3
Ágazatok	standard hiba(százalék)	5,1	5,7	4,1	6,2
Paraméter*	Becslés		t hányados		
	bruttó	nettó	bruttó	nettó	
g_I	0,000114	0,000101	19,78	19,69	
g_M	0,360	0,334	18,43	17,72	
g_R	0,0790	0,0853	16,05	15,79	
g_{RK}	0,00185	0,00194	19,20	19,04	
g_H	0,080	0,107	18,63	19,00	
g	0,151		19,91		

*A jelölések magyarázatát lásd a függelékben.

Forrás: National Account Statistics UN; National Accounts OECD; Statistical Yearbooks UN; Statistical Yearbooks UNESCO; Yearbooks of Labour Statistics UN; Flows and Stocks of Fixed Capital 1955-1980, 1960-1985, 1967-1992, OECD; Statistical Abstracts of the United States; Historical Statistics of the United States. U.S. Department of Commerce. Washington 1975; White Papers of Japan; *Liesner* [1985]; *Mitchell–Jones* [1971]; *Barro–Lee* [1993].

Milyen következtetések vonhatók le az 1. táblázatban közölt vizsgálati eredményekből?

1. A determinációs együtthatók megközelítik, sőt az ágazati kumulált outputok esetében eléri a „három kilences” értéket, vagyis a termelési függvény jó magyarázatot ad a kibocsátás volumenére, annak országok, ágazatok és időszakok közötti többnyire igen nagy különbségeire.

Ismeretes, hogy Japán és az NSZK háború utáni fejlődését sokan hosszabb-rövidebb ideig gazdasági csodának tartották. Vizsgálati eredményeinkből az következik, hogy nem volt semmiféle csoda: a gazdasági növekedés mindenütt azonos törvényszerűségek szerint ment végbe.

2. A standard hibák viszonylag alacsonyak (5 százalék körüli értékek), és jóval kedvezőbbek a korábbiaknál (vö. Simon [1998a], [1998b]). A javulás feltehetőleg főként a késleltetett kumulatív hatás figyelembevételének tudható be.

3. A paraméterekre kapott eredmények megfelelnek az elméletileg vártaknak mind előjelük, mind pedig nagyságrendjük tekintetében.

4. A g paraméter értékéből arra lehet következtetni, hogy a kezdeti termelékenységgel hozzávetőlegesen fele vagy harmada lehetett a gazdaságilag legkevésbé fejlett országok mai termelékenységi színvonalának (vö. Summers–Heston [1991]).

5. Az ágazati becslés jobb eredményeket ad, mint az aggregált nemzetgazdasági kibocsátásra vonatkozó. Ez részben a szűkös természeti tényezők (föld, ásványkincsek) szerepével függ össze. Úgy tűnik, levonhatunk olyan következtetést is, hogy a modell a mostaninál dezaggregáltabb rendszerben is jó eredményeket produkálhat.

6. A nettó kibocsátásra vonatkozó vizsgálati eredmények nem különböznek nagymértékben a bruttó változat értékeitől, ami azzal függ össze, hogy az amortizáció az outputhoz képest általában nem nagy.

Az értékfüggvény

A 2. táblázat tartalmazza az értékfüggvényre vonatkozó legfontosabb vizsgálati eredményeket.

2. táblázat

Az értékfüggvénnyel nyert főbb eredmények

Szféra	Mutató	Éves eredmények		Kumulált eredmények	
		bruttó	nettó	bruttó	nettó
Nemzetgazdaság	R^2	0,997	0,996	0,998	0,998
Ágazatok	R^2	0,997	0,997	0,999	0,998
Nemzetgazdaság	standard hiba(százalék)	5,4	6,3	5,1	5,6
Ágazatok	standard hiba(százalék)	6,2	6,8	5,2	5,8
Paraméter*	Becslés		t hányados		
	bruttó	nettó	bruttó	nettó	
v_I	0,000194	0,000190	19,93	19,83	
v_M	0,340	0,336	16,52	16,45	
v_R	0,472	0,405	17,03	16,05	
v_H	2,28	2,36	6,25	7,47	

*A jelölések magyarázatát lásd a függelékben.

Az értékfüggvénnyel nyert vizsgálati eredmények (2. táblázat) hasonlóan jók, mint a termelési függvénnyel kapottak.

1. Az értékfüggvénnyel a nemzetgazdasági mutatók többnyire pontosabban becsülhetők, mint a *termelési függvénnyel*. Ez azzal magyarázható, hogy az árárányok változása befolyásolja az aggregált nemzetgazdasági eredményeket, amit itt figyelembe vettünk, eltérően a termelési függvénytől.

2. Az *illeszkedés jobb, mint a határtermékek esetében*, és ami még fontosabb: nincs ellentmondás az *elméleti koncepció és az ökonometria vizsgálat eredményei között* (vö. Simon [1998a]).

3. A *mobil-immobil transzferre* utal az az eredmény, amely szerint a v_I paraméter becsült nagysága jóval nagyobb, mint g_I .

4. *Redistribúciós hatásra* következtethetünk abból is, hogy a v_R paraméterre vonatkozó t -hányados (és konfidenciaintervallum) kedvezőbb a g_R paraméterhez tartozónál.

A profitfüggvény

A profitfüggvénnyel kapcsolatos legfontosabb vizsgálati eredményeket a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat
A profitfüggvénnyel nyert főbb eredmények

Szféra	Mutató	Éves eredmények		Kumulált eredmények	
		bruttó	nettó	bruttó	nettó
Nemzetgazdaság	R^2	0,990	0,968	0,997	0,990
Ágazatok	R^2	0,991	0,975	0,999	0,996
Nemzetgazdaság	standard hiba (százalék)	9,2	16,3	6,4	12,6
Ágazatok	standard hiba (százalék)	11,5	19,0	4,6	9,6
Paraméter*	Becslés		t hányados		
	bruttó	nettó	bruttó	nettó	
P_I	0,322	0,257	19,04	18,21	
p_M	0,415	0,302	19,05	18,02	
p_Y	1,68	2,69	6,74	7,13	
p_D	15,4	23	14,13	13,49	

*A jelölések magyarázatát lásd a függelékben.

Az 3. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy az új profitfüggvény fordulatot hozott a becslések pontosságát tekintetében. A kumulált bruttó profit becslése most már hasonlóan jó, mint a kibocsátás volumenéé és értékéé.

Nagyon jelentős a javulás az éves eredmények tekintetében is (vö. Simon [1998a], [1998b]), bár a profit erős konjunktúrafüggése miatt a standard hibák itt magasabbak. A becslési eredményekből arra lehet következtetni, hogy elvi feltevéseink közelítően a piacgazdaság valóságos jövedelem elosztási viszonyait tükrözik.

A paraméterek nagyságára kapott becslési eredmények megfelelnek az elvi feltevéseknek és megítélésünk szerint reálisak. A p_I paraméter alapján arra lehet következtetni, hogy a profit részaránya a nettó kibocsátásban távlatilag körülbelül 25 százalék lesz.

A bérfüggvény

A bérfüggvény nem tartalmaz új paramétert. Elérhető-e kellő becslési pontosság ily módon? A 4. táblázat adatai alapján a kérdésre pozitív válasz adható.

4. táblázat
A bérfüggvénnyel nyert főbb eredmények
(bruttó bér)

Szféra	Mutató	Éves eredmények	Kumulált eredmények
Nemzetgazdaság	R^2	0,995	0,998
Ágazatok	R^2	0,995	0,998
Nemzetgazdaság	standard hiba (százalék)	7,1	6,1
Ágazatok	standard hiba (százalék)	8,3	7,3

A korábbi vizsgálatok (Simon [1998a], [1998b]) a bérmodell paramétereinek közvetlen becslésével történtek. Ennek ellenére a most kapott eredmények többnyire jobbak.

Végeredményben megállapítható, hogy eredményeink alátámasztják a tanulmányban kifejtett elméleti koncepciót.

A modellek

A változók

- Y = a kibocsátás volumene: hozzáadott érték (GDP) összehasonlítható áron;
 Y_v = a kibocsátás értéke: hozzáadott érték (GDP) folyó áron, változatlan árszinten;¹⁰
 P_B = bruttó profit folyó áron, változatlan árszinten;
 P = profit (bruttó profit mínusz amortizáció) folyó áron, változatlan árszinten;
 W_B = bruttó bér folyó áron, változatlan árszinten;
 K = állótőke (bruttó) összehasonlítható áron;
 L = a dolgozók száma;
 M = a munkaórák száma;
 H = a képzési évek száma;
 R = a kutató-fejlesztő tudósok és mérnökök ($K + F$) száma.

Minden változó az idő (t) függvénye. Az időindexet a késleltetett hatások esetében tüntetjük fel. A képletekben a nagybetű függvényt (T kivételével, amely a tárgyidőszak jele), a kisbetű paramétert (kivéve a t változót) jelöl.

Felszereltségi függvények:

$$F_K = \ln[(L + n_K K)/L]; F_H = \ln[(L + n_H H)/L]; \\ F_R = \ln[(L + n_R R)/L]; F_M = \ln[(L + n_M M)/L].$$

Normáló koeficiensek

$$n_K = 1/250; n_H = 1; n_R = 1000; n_M = 1/1000.$$

Kerekített értékek, amelyek nem különböznek szignifikánsan a becslésektől. A becslés

¹⁰ A GDP-deflátorral korrigált folyó ár. Ez a profitra és a bérre is vonatkozik.

a termelési függvény felhasználásával történt. Az n_K paraméter 1985. évi dollárarakra vonatkozik.

A *normálás* összemérhetővé teszi az adott tényezőt a humán tőke alapkomponeensével, L -lél. Így például n_H értéke arra utal, hogy az iskolai képzés nélkül szerzett ismeretek gazdasági hatása ekvivalens egyévi iskolai képzésével.

Transzformált felszereltségi függvények:

$$F_i = F_i^{1-c} F_i^c, \text{ ahol } i = K, H, M.$$

F_i aláhúzva *makroökonómiai*, aláhúzás nélkül *mikroökonómiai*, illetve ágazati felszereltségi függvény, c a *versenyparaméter*, amelynek becslt értéke 0,8.

A technikai haladás volumenfüggvénye (kibocsátás)

$$A = g \times \exp(G_0 + G_T). \quad (1)$$

A g paraméter az egy munkaóra alatt állótőke nélkül előállított kibocsátás. Nagyságát a (4) termelési függvénnyel becsültük, és az eredményeknél adjuk meg, modelljeink más paramétereivel együtt.

Az (1) összefüggésben $\exp(G_0)$ az *azonnali*, $\exp(G_T)$ a *késleltetett kumulatív hatás* függvénye. Részletesebben felírva:

$$G_0 = (G_{KI} + G_{KM})G_{KH}; \quad G_T = G_K \int_{t_0}^T G_{KT} (G_R + G_{RK} + G_H).$$

A függvénykomponensek tartalma:

– azonnali hatás

$$G_{KI} = 1 - \exp(-g_K F_K^4); \quad G_{KM} = g_M F_K^3 \exp(-4/5 F_K - F_M^2/4) \\ G_{KH} = F_K [1 - \exp(-F_H^3)]$$

– késleltetett kumulatív hatás

$$G_K = F_K \exp(-F_K/4); \quad G_{KT} = F_{K(t-3)}^3 \exp(-F_{K(t)}/2) \\ G_R = g_R \exp(-F_{R(t-2)}) dF_{R(t-2)}/dt \\ G_H = g_H \exp[-(F_{H(t-2)} + F_{R(t-2)})/2] dF_{H(t-2)}/dt \\ G_{RK} = g_{RK} F_{R(t-2)}^3 dF_{K(t-3)}/dt$$

A *technikai haladás volumenfüggvényének paraméterei*: $g_P, g_M, g_R, g_H, g_{RK}, g$. Eméleti feltevéseink szerint a paraméterek értéke pozitív, amit az ökonometria vizsgálat igazolt.

Az immobil hatást az $\exp(G_I)$, a mobil hatást az $\exp(G_M)$ függvény képezi le.

$$G_I = G_{KI} G_{KH}; \quad G_M = G_{OM} + G_T, \text{ ahol } G_{OM} = G_{KM} G_{KH}.$$

A tárgyalás egyszerűsítése érdekében *normált képzettségnek* fogjuk nevezni az $F_{HN} = 1 - \exp(-F_H^3)$ kifejezést.

Az immobil hatás olyan szorzattól függ, amelynek első tényezője (G_{KI}) a tőkefelszereltség normált függvénye (nulla és 1 közötti értéket vehet fel), második tényezője (G_{KH}) pedig a tőkefelszereltség (pontosabban F_K) szorzata a normált képzettséggel, F_{HN} -nel, ez utóbbinak szintén nulla és 1 között változhat az értéke.

A G_{KI} függvény az egy munkaóra jutó outputnak a G_{KH} függvény szerinti *rugalmasságát* adja meg az immobil hatás tekintetében. A rugalmasság a tőkefelszereltség (F_K) nemli-

neáris függvénye. G_{KI} nulla, ha nincs fizikai tőke ($K=0$), ellenkező esetben nagyobb nullánál, s a magasabb tőkefelszereltség függvényében kezdetben gyorsabban, majd lassabban nő. A tőkefelszereltség nagyon magas értékeinél G_{KI} aszimptotikusan 1-hez tart.

A G_{KH} függvény ($F_K F_{HN}$) a fizikai és a humán tőke közötti erős kölcsönhatás modellbeli leképezésének egyik eszköze. A technikai haladás folyamatában mind F_K , mind pedig F_{HN} növekszik. Utóbbi értéke nulla, ha a dolgozóknak nincs iskolai végzettsége ($H=0$). Ez esetben sem az immobil, sem pedig a mobil hatás nem növeli a kezdeti termelékenységet ($G_T = G_M = 0$). Amennyiben H nagyobb nullánál, a normált képzettség kezdetben gyorsabban, majd lassabban nő, és F_H magas értékeinél 1-hez tart.

A G_{KM} függvény az egy munkaóra jutó outputnak a G_{KH} függvény szerinti rugalmasságát adja meg az azonnali mobil hatás tekintetében. A tőkefelszereltség függvényében kezdetben gyorsan, majd egyre lassabban nő, később csökkenni kezd. E körülménnyel függ össze G_{OM} mobil jellege, továbbá jórészt az úgynevezett gazdasági csodák keletkezése és megszűnése.

A hosszabb munkaidő (F_M) negatívan befolyásolja G_{KM} és G_{OM} nagyságát, mivel csökkenti a munkaintenzitást és a kreatív tevékenységhez rendelkezésre álló szabadidőt. A G_{KM} függvényben a kvadrátikus alakot az indokolja, hogy ez fokozottan érvényes a munkaidő magasabb értékeinél.

Ugyanakkor a hosszabb munkaidő elősegíti a fizikai tőke jobb kihasználását és a kutatás-fejlesztési eredmények hasznosítását. Mindez tapasztalataink szerint ellensúlyozza a negatív effektust az immobil hatást és a késleltetett kumulatív hatást tekintve.

A G_T függvény olyan mobil jellegű hatásokat képez le, amelyek akkor keletkeznek, ha a tárgyidőszak előtt változtak a humán tőkére vonatkozó felszereltségi mutatók, továbbá a tőkefelszereltség. Valamennyi ilyen jellegű gazdasági erőhatás függ mind a tőkefelszereltség múltbeli (G_{KT}), mind pedig T időpontbeli (G_K) szintjétől. Az összegezés a t_o -tól T terjedő időszakokra történik, ahol t_o olyan időpont, amikor R és H nulla.

G_R a kutató-fejlesztő tevékenység szintjének változására, G_{RK} a tőkefelszereltség változására, annak a $K+F$ -fel kombinált hatására, G_H a képzettség változásának késleltetett kumulatív effektusára vonatkozik. A G_R és a G_H nagyságát telítődési effektusok befolyásolják (lásd e függvények exponenciális részét), G_{RK} -ban pedig kifejezésre jut a kutatás koncentráció pozitív hatása, mint arról az előzőekben már szó volt.

A G_K függvény harang alakú, a G_{KM} tőkefelszereltségtől függő részéhez hasonlóan, de értéke kezdetben nem nő olyan gyorsan, majd a maximumpont után lassabban csökken. G_K ilyen jellegéből adódik valamennyi késleltetett kumulatív hatás mobil jellege.

A G_{KT} függvény abban különbözik a G_{KM} analóg részétől, hogy más időpontokra vonatkozik, és maximumpontja a tőkefelszereltség magasabb értékénél van.

A késleltetés tekintetében vizsgálatunk a következő főbb következtetésekhez vezetett.

1. A tőkefelszereltség változásának a kutatás felszereltséggel kombinált hatása átlagosan hároméves késleltetéssel mutatható ki.

2. A három évből egy azzal telik el, hogy az új technika lehetőségeit kiismerjék. Ezt követően kezdődhet meg a továbbfejlesztés. Jórészt e körülménnyel függ össze, hogy a $K+F$ -tevékenység, valamint a képzettség változásának esetében kétéves a késleltetés.

3. A humán tőkével kapcsolatos késleltetésben annak is szerepe van, hogy a továbbfejlesztés eredményeit szintén el kell sajátítani, ami átlagosan újabb egy év.

A technikai haladás értékfüggvénye (kibocsátás)

$$A_v = g \times \exp(V_o + V_T). \quad (2)$$

V_0 és V_T szerkezeti felépítése hasonló G_0 -hez és G_T -hez. Az eltérések az értéktranszformáció következményei. Ily módon adódnak a következő képletek.

$$V_0 = (V_{KI} + V_{KM})V_{KH}; \quad V_T = (1-c)V_T + cV_{T'}$$

A vastag betű transzformált függvényt jelöl. Az aláhúzott V_T függvény makroökonómiai, az aláhúzás nélküli mikroökonómiai, illetve ágazati. Az azonnali hatásra vonatkozó V_0 kifejezés abban különbözik a termelési függvényben szereplő G_0 -tól, hogy transzformált felszereltségi függvényeket tartalmaz, valamint a becsült paraméterek nagyságában.

A képleteket részletesebben is felírjuk.

$$V_I = V_{KI}V_{KH} \text{ (immobil hatás);}$$

$$V_{0M} = V_{KM}V_{KH} \text{ (azonnali mobil hatás);}$$

$$V_T = V_K \int_{t_0}^T V_{KT}(V_R + V_H) \text{ (késleltetett kumulatív hatás).}$$

A függvénykomponenseket a következő összefüggések határozzák meg:

– azonnali hatás

$$V_{KI} = 1 - \exp(-v_I F_K^4); \quad V_{KM} = v_M F_K^3 (\exp(-4/5 F_K - F_M^2/4))$$

$$V_{KH} = F_K [1 - \exp(-F_H^3)],$$

– késleltetett kumulatív hatás

$$V_K = F_K \exp(-F_K/2); \quad V_{KT} = G_{KT}/F_{K(t-3)}$$

$$V_R = v_R dF_{R(t-2)}/dt$$

$$V_H = v_H \exp(-2F_{H(t-2)} - F_{R(t-2)}) dF_{H(t-2)}/dt.$$

A *technikai haladás értékfüggvényének paraméterei* v_P, v_M, v_R, v_H , továbbá a c versenyparaméter. Elméleti feltevéseink szerint a paraméterek értéke pozitív. A vizsgálati eredmények megfelelnek a várakozásnak.

A profithányadfüggvény

A profithányad (P_S) függvény általános képlete a bruttó profitra:

$$P_S = (P_I + P_M) P_D. \quad (3)$$

$P_I P_D$ az immobil, $P_M P_D$ a mobil profithányadra vonatkozik.

$$P_I = p_I \{1 - \exp[-1/7 \times 10^{-4} \exp(5/4(F_K + F_H))]\}$$

$$P_M = p_M F_K F_H^2 \exp(-F_K/4 - F_H^2/2)$$

$$P_D = 1 + \operatorname{sgn} P_{D0} [1 - \exp(-|P_{D0}|)], \text{ ahol}$$

$$P_{D0} = p_Y d(\ln Y)/dt + p_D \operatorname{sgn}(F_M - F_M') [1 - \exp(-10^3(F_M - F_M')^2) \exp(-F_H^3/3)].$$

A *profithányadfüggvény paraméterei* p_P, p_M, p_Y, p_D . Elvi feltevéseink szerint a paraméterek értéke pozitív, amit a vizsgálati eredmények igazoltak.

A *profit* esetében a profithányadfüggvényt P_{SN} -nel jelöljük, amely paramétereinek nagyságában különbözik P_S -től.

A modellek teljes alakja

A termelési függvény (a kibocsátás volumene)

$$Y = A M. \quad (4)$$

Az értékfüggvény (a kibocsátás értéke)

$$Y_v = A_v M. \quad (5)$$

A profitfüggvény

– bruttó változat:

$$P_B = P_S(A_v - g) M, \quad (6)$$

– nettó változat:

$$P = P_{SN}(A_{vN} - g)M. \quad (6a)$$

A_{vN} a technikai haladás kumulált hatásának értékfüggvénye a *nettó kibocsátásra*. Paramétereiben különbözik A_v -től.

A bérfüggvény (bruttó bér)

$$\begin{aligned} W_B &= gM + W_S(A_v - g)M \\ W_S &= 1 - P_S \end{aligned} \quad (7)$$

Az input-output módszert felhasználva, a modellekkel becsülhetők az árak, továbbá a bruttó jellegű mutatók, például a bruttó kibocsátás volumene és értéke.

Hivatkozások

- BARRO, R. J.–LEE, J. W. [1993]: International Comparisons of Educational Attainment. *Journal of Monetary Economics*, 32. 363–394. o.
- BECKER, G. S.–MURPHY, K. M.–TAMURA, R. [1990]: Human Capital, Fertility and Economic Growth. *Journal of Political Economy*, 98. 12–37. o.
- DUMÉNIL, G.–LÉVY, D. [1993]: *The Economics of the Profit Rate*. Edward Elgar, Aldershot.
- GROSSMAN, G. M.–HELPMAN, E. [1994]: Endogenous Innovation in the Theory of Growth. *Journal of Economic Perspectives*, 8. 23–44. o.
- JONES, C. I. [1995]: R&D-Based Models of Economic Growth. *Journal of Political Economy*, 103. 759–784. o.
- KÖRÖSI GÁBOR–MÁTYÁS LÁSZLÓ–SZÉKELY ISTVÁN [1990]: *Gyakorlati ökonometria*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.
- LIESNER, T. [1985]: *Economic Statistics 1900–1985*. The Economist, London.
- LUCAS, R. E., JR. [1988]: On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22. 3–42. o.
- MANKIW, N. G.–ROMER, D.–WEIL, D. N. [1992]: A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 107. 407–437. o.
- MEYER DIETMAR [1995]: Az új növekedésmélelet. Vázlatos áttekintés. *Közgazdasági Szemle*, 4. sz.
- MITCHELL, B. R.–JONES, H. G. [1971]: *Second Abstract of British Historical Statistics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- NONNEMAN, W.–VANHOUDT, P. [1996]: A Further Augmentation of the Solow Model and the Empirics of Economic Growth for OECD Countries. *Quarterly Journal of Economics*, 111. 943–953. o.
- ROMER, D. [1996]: *Advanced Macroeconomics*. The Mc Graw-Hill Companies, Inc. New York and other cities.

- ROMER, P. M. [1990]: Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98. 71–102. o.
- ROMER, P. M. [1994]: The Origins of Endogenous Growth. *Journal of Economic Perspectives*, 8. 3–22. o.
- SAMUELSON, P. A.–NORDHAUS, W. D. [1987]: *Közgazdaságtan. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.*
- SIMON GYÖRGY–SAMOVOL, V [1982]: *On the Economic Growth Functional. Matekon Spring, 18. 65–84. o., New York.*
- SIMON GYÖRGY [1998a]: Növekedési tényezők, ár-, bér- és profitmechanizmus a modern gazdaságban. *Közgazdasági Szemle*, 2. sz.
- SIMON GYÖRGY [1998b]: Duális növekedés és elosztási viszonyok a mai gazdaságban. *Külgazdaság*, 10. sz.
- SOLOW, R. M. [1956]: A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70. 65–94. o.
- SOLOW, R. M. [1957]: Technical Change and Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics*, 39. 312–320. o.
- SOLOW, R. M. [1994]: Perspectives on Growth Theory. *Journal of Economic Perspectives*, 8. 45–54. o.
- SUMMERS, R.–HESTON, A. [1991]: The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950–1988. *Quarterly Journal of Economics*, 106. 327–368. o.
- UN [1985]: *Statistical Yearbook UN 1983–1984*, UN, New York.
- VALENTINYI ÁKOS [1995]: Endogén növekedésmélet. Áttekintés. *Közgazdasági Szemle*, 6. sz.
- WEITZMAN, M. L. [1998]: Recombinant Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 113. 331–360. o.