

SIMON GYÖRGY

Növekedési mechanizmus – növekedési modell

A tanulmány 131 országot felölelő világméretű vizsgálatra támaszkodva tárgyalja a gazdasági növekedés alapvető problémáit. A szerző új tényezők, nevezetesen a tradicionális képzettség, a föld és az ásványkincsek (olaj- és földgázvagyon) szerepének figyelembevételével általánosítja növekedési modelljét. Ökonometriai vizsgálattal bizonyítja, hogy az általánosított modell alapján válasz adható a növekedésemélet centrális kérdésére: milyen tényezők határozzák meg a világ országai közötti óriási jövedelmi különbségeket. A modell új információt nyújt a gazdaságpolitika számára a gazdasági növekedés meggyorsításáról és a fejlett országok szintjéhez való felzárkózásról.*

A növekedést meghatározó összefüggések, törvényszerűségek rendszerét a gazdasági növekedés mechanizmusának, röviden növekedési mechanizmusnak nevezhetjük. Lényegében ez a tárgya a növekedéseméletnek, amely – mint ismeretes – a második világháború után vált a közgazdaságtan viszonylag önálló területévé. A növekedésemélet napjainkig több fejlődési szakaszon ment át, számos változatát, modelljét dolgozták ki, azonban mindmáig nem tekinthető lezárt, kiforrott elméletnek. Miért?

Az utóbbi évek kutatásai bebizonyították, hogy a ma leginkább elfogadott elvi elképzelések és modellek, nevezetesen a standard neoklasszikus modell, továbbá annak humán tőkével bővített változata nem adnak választ az alapvető növekedéseméleti kérdésekre. A legfontosabb ezek közül, hogy mi okozza a világ országai közötti óriási jövedelmi különbségeket. A szakirodalom napjainkban ezt tekinti a növekedésemélet központi kérdésének. *Hall-Jones* [1999] tanulmánya 127 országra kiterjedő ökonometriai vizsgálattal bizonyította, hogy a szóban forgó modellek és ezek alapjául szolgáló elméletek alkalmatlanok a kérdés megválaszolására. Jelen munkában más elvi elképzelések és egy új növekedési modell alapján 131 országra kiterjedő ökonometriai vizsgálattal bizonyítjuk, hogy a növekedésemélet központi kérdése megválaszolható.

A problémakör egyik rendkívül fontos aspektusa a *humán tőke*, a képzettség szerepe a gazdasági növekedésben. Az ezt vizsgáló kutatás, mint azt *Dedák* [2000] is megjegyzi, sokszor csak nagyon gyenge kapcsolatot tárt fel a jövedelmek nagysága és a humán tőke között (*Benhabib-Spiegel* [1994], *Hall-Jones* [1999]). Miért van ez így? *Dedák* István feltételezi, hogy azért, mert a képzettség komplementer tényező. Vizsgálati eredményeink – mint azt a továbbiakban bemutatjuk – más választ adnak a problémára.

*A kutatás OTKA-támogatással (T 031743) folyt. A szerző köszönettel tartozik *Molnár Györgynek* értékes tanácsaiért és észrevételeiért. A munka tartalmáért természetesen kizárólag a szerző felelős.

Napjainkban nem kis aktualitása van a *természeti erőforrások* – a föld és az ásványkincsek, főként az olaj- és földgázvagyron – szerepének a gazdasági növekedésben. A növekedési modellekben többnyire eltekintenek a problémakörtől. Emiatt az ökonometriai vizsgálatok során mellőzik az olajországokat, vagy kihagyják a nemzetgazdaságból a bányászatot (például *Hall–Jones* [1999]). Világgazdasági kutatásunk során más utat választottunk – erről szintén szó lesz ebben a tanulmányban.

További kérdések merülnek fel annak kapcsán, hogy a neoklasszikus közgazdasági elmélet (*Samuelson–Nordhaus* [1987], *Solow* [1956], [1957]) felhasználja a Cobb–Douglas-típusú termelési függvényen alapuló növekedési modellt az egyensúlyi árak és a jövedelemelosztás magyarázatára, alapvető szerepet tulajdonítva mindebben a termelési tényezők – a tőke és a munka – határtermékeinek. Ökonometriai vizsgálataink (*Simon* [1998a], [1998b]) ezt nem támasztották alá, ezért más magyarázatot kellett keresni (*Simon* [1999]). Jelen munkában az egyensúlyi árak modellezésével új kutatási eredmények alapján foglalkozunk.

A gazdasági növekedés nagyon fontos feltétele a megfelelő gazdaságpolitika és intézményi rendszer. A szakirodalom egy részében nagy hangsúlyt kapnak az ezzel kapcsolatos kérdések. *Hall–Jones* [1999] hipotézise szerint a szociális infrastruktúra, nevezetesen az intézményi rendszer és a gazdaságpolitika országok közötti eltéréseinek alapvető szerepe van a tőkefelhalmozás és a termelékenység, következésképpen a gazdasági növekedés alakulásában. A hazai szakirodalomban többek között *Dedák* [1998], [2000], *Darvas–Simon* [1999], *Erdős* [2000], *Valentinyi* [2000], *iff. Simon* [2000], [2001] érintik a problémakört, amelyről vizsgálati eredményeink alapján ugyancsak szó lesz.

A következőkben mindenekelőtt verbálisan tárgyaljuk a növekedési mechanizmus alapkérdéseit: a növekedési tényezőket és kölcsönhatásokat a gazdaságfejlődés folyamatában. Ily módon elvileg jellemezzük a tanulmány második felében szereplő növekedési modellt, amelyet két változatban mutatunk be: a természeti erőforrások (a föld és az ásványkincsek) figyelembevétele nélkül és figyelembevételével (általánosított modell). Mindkét modellváltozatot ökonometriai vizsgálattal verifikáljuk, az általánosított modellt 131 ország adatai alapján.

Növekedési mechanizmus

A növekedési mechanizmus kapcsán lényegében arra a kérdésre kell választ találni, hogy milyen tényezők és kölcsönhatások határozzák meg a gazdaság fejlettségi szintjét és annak változását. Mindebben valamennyi termelési, illetve növekedési tényezőnek (röviden tényezőnek) szerepe van, ami azonban nem zárja ki az egyes tényezők hatásának mérhetőségét, természetesen a konkrét körülmények figyelembevételével. Kicsit hasonló a helyzet a fizikához, ahol szintén sok a tényező, gondoljunk az úgynevezett elemi részecskékre, amelyek többfajta kölcsönhatásban (erős, gyenge, elektromágneses stb.) állnak egymással. Ha a probléma bonyolultsága miatt a fizikusok szkeptikus álláspontra helyezkedtek volna, nem létezne modern civilizációnk.

A közgazdászoknak nincsenek kísérleti eszközeik, például részecskegyorsítók, mint a fizikusoknak, de erre nincs is szükség. A gazdaságfejlődés folyamata maga produkálja a kísérleti eredményeket, amelyeket mérni és elemezni lehet. A mérés terén a modern statisztika jelentős eredményeket ért el, bár problémák kétségtelenül még vannak. Az analízist illetően aligha túlzás azt állítani, hogy a matematikai statisztika és a modern számítástechnika fronttörtést hozott. Mindennek alapján ökonometriai módszerekkel lehetségessé vált a tényezők hatásának mérése és a köztük érvényesülő bonyolult kölcsönhatások fokozatos feltárása. Lényegében erről lesz szó a továbbiakban.

A növekedéstudomány eddigi fejlődése három fő szakaszra osztható: 1. keynesi növekedéstudomány (Harrod–Domar-modell); 2. neoklasszikus növekedéstudomány (Solow-modell, használatos a Solow–Swan-modell kifejezés is); 3. új növekedéstudomány, amelynek domináns irányzata napjainkban a Solow-modell humán tőkével bővített változata (a szakirodalom egy része endogén növekedéstudománynek nevezi).

A Harrod–Domar-modell egy tényező, a fizikai tőke, valamint az azt növelő beruházások figyelembevételével magyarázza a gazdasági növekedést. A modell leírását lásd például *Andorka–Dányi–Martos* [1967], bírálatát *Solow* [1994] és *Valentinyi* [1995].

A Solow-modell a fizikai tőke mellett bekapcsolta a növekedéstudományba a munkát, valamint az idő függvényében felfogott úgynevezett semleges technikai haladást. Ugyanakkor a gazdasági növekedés valóságos folyamataihoz képest a neoklasszikus modell szintén tartalmaz nagyon erős egyszerűsítéseket. Például a semleges technikai haladást mindenütt egyformán ható tényezőként fogja fel. Utóbbit az újabb szakirodalom a tényezők együttes hatékonyságának (*total factor productivity, TFP*) nevezi. Ez azonban a lényegesen nem változtat: továbbra is rejtély maradt, hogy miként jön létre ez a többnyire nagyon jelentős effektus.

Az újnak vagy endogénnek nevezett növekedéstudomány nem egységes irányzat, több változata van. A nyolcvanas évek második felében jelent meg *P. Romer* [1986] és *Lucas Jr.* [1988] publikációival.¹ Növekvő hozadékot feltételező változatai az utóbbi években, úgy tűnik, háttérbe szorultak, feltehetőleg részben *Solow* [1994] bírálatának hatására. A fő újdonság a humán tőke bekapcsolása a Solow-modellbe (lásd például *Mankiw–Romer–Weil* [1992], *Becker–Murphy–Tamura* [1994]). Nem kevésbé fontos, hogy kezd szabállyá válni az elvi elképzelések és modellek ütköztetése a valósággal, még hozzá nem csupán egyes országokra, hanem a világgazdaságra kiterjedő ökonometriai vizsgálat révén. Ebben nélkülözhetetlen szerepe volt, illetve van a statisztikai adatbázis bővülésének, mindenképp R. Summers és A. Heston munkásságának köszönhetően. A világgazdaságra vonatkozó vizsgálatunknak az irányításukkal kidolgozott legújabb adatbázis szolgált alapul (*World Table* [1994]), más statisztikai forrásokkal kiegészítve. Bármennyire jelentős eredmény, a humán tőke szerepének figyelembevétele a növekedéstudományban önmagában véve nem oldja meg a bevezetésben vázolt problémákat. Ennek megítélésünk szerint két fő oka van: 1. a tényezők körét nem bővítették ki kellő mértékben; 2. a termelési tényezők kölcsönhatását túlzottan leegyszerűsítetten kezelték. Mit jelent mindez közelebbről?

A tényezők köre

A tényezők körével kapcsolatos kérdéseket kezdjük a humán tőkével! A humán tőke fogalma és statisztikai identifikálása a különböző publikációkban eltérő. A statisztikai identifikálás nemegyszer nagyon hozzávetőlegesen történik, például a középiskolai képzésben részesülők arányával. Lényegesen pontosabbak a képzési évek számát figyelembe vevő vizsgálatok, mint például *Hall–Jones* [1999] és *Tarján* [2000], amelyek rendszerint Barro és Lee adataira támaszkodnak. Az iskolai végzettséget saját kutatásunk során szintén ily módon identifikáltuk.

Vannak szerzők, akik a humán tőke kapcsán a kutató-fejlesztő tevékenységre helyezik a hangsúlyt, mint például *Jones* [1995]. A természetes mértékegység ebben az esetben a kutató-fejlesztő munkát végző tudósok és mérnökök száma. Az utóbbit vesszük figye-

¹ Ismertetését lásd például *Barro–Sala-i-Martin* [1995] és *D. Romer* [1996], magyar nyelven *Meyer* [1995] és *Valentinyi* [1995].

lembe saját vizsgálataink során is. Ugyanakkor a kutató-fejlesztő tevékenységnek költségei, tőkeigénye is van (az iskolai képzésnek szintén). Ennek alapján más szerzők a költségeket veszik számításba modelljeikben (például *Nonneman–Vanhoudt* [1996]). Vannak olyan munkák, amelyek mind az iskolai végzettséggel, mind pedig a kutató-fejlesztő tevékenységgel számolnak, mint *Nonneman–Vanhoudt* [1996], saját vizsgálataink, továbbá *iff. Simon* [2000], [2001].

A humán tőke fogalma valójában szélesebb a fentebb vázoltnál: 1. öröklött képességek; 2. tradicionális, apáról fiúra szálló képzettség; 3. iskolai végzettség; 4. kutató-fejlesztő képességek és képzettség. Az első két komponens a növekedési modellekben eddig általában nem jelent meg explicit alakban. De vajon megjelenhet-e egyáltalán?

Az öröklött képességek egyénekenként különbözők, de vállalati vagy nemzetgazdasági méretben átlagolódnak, ezért jellemezhetők a dolgozók számával. Mi a helyzet a tradicionális képzettséggel? Létezését és történelmi szerepét nehéz lenne kétségbe vonni, mivel a gazdaság nagyon hosszú ideig működött iskolák és írásbeliség nélkül, miközben már volt fizikai tőke, bár a mainál kevésbé fejlett. Napjainkban a tradicionális képzettség szerepe a fejlett országokban viszonylag kicsi, a fejlődő országokban azonban sok esetben jelentős. Ezért az ilyen országokra is vonatkozó vizsgálat esetében a tradicionális képzettség fontos tényező. Vajon miként lehet identifikálni? Erről a továbbiakban lesz szó.

A növekedési mechanizmusban játszott szerepével összefüggésben pontosítani kell a fizikai tőke fogalmát, amely a korábbi tőkefogalom helyébe lépett (a humán tőkével együtt) napjaink növekedési modelljeiben. Az ökonometriai vizsgálatok a fizikai tőkét rendszerint az állótőke (állóeszközök) bruttó értékével reprezentálják. Ilyen módon járunk el mi is. Kérdés, hogy indokolt-e elvileg a készletek, a forgótőke elhanyagolása, továbbá nem kellene-e az állótőke bruttó értéke helyett a nettó értékkel számolni.

Megítélésünk szerint azzal a szerencsés esettel van dolgunk, amikor a statisztikai információ szűkössége helyes irányban befolyásolja a modellszerkesztést. Miért? Tekintsük előbb a forgótőke kérdését! Nyilvánvaló, hogy a vállalkozó számára ez utóbbi az állótőkével analóg tőke, amelyért profitot vár. A növekedési mechanizmust illetően azonban más a helyzet. Az állótőkétől – a munkaeszközöktől – eltérően a készletek nem vesznek részt közvetlenül a termelőfolyamatban. A készlet lényegében komplementer jellegű termelési tényező, amely nélkül nem folytatható termelés, de bizonyos szintet meghaladó mennyisége nem növeli a kibocsátást. Ezért a növekedési modellben nem célszerű fizikai tőkeként szerepeltetni.

Fordított a helyzet a bruttó vagy nettó érték dilemmájával kapcsolatban. A vállalkozó profitot a nettó érték után vár, mivel a bruttó és nettó érték különbsége számára nem tőke. Ugyanakkor egy félig vagy akár még nagyobb mértékben leírt gép teljes terjedelmében vesz részt a termelőfolyamatban. Ha megpróbálnák a berendezéseket nettó értékük arányában üzemeltetni, ez alaposan lecsökkentené a kibocsátást. Felmerül ugyanakkor a kopás, főként az erkölcsi kopás kérdése. Vajon figyelembe lehet-e venni a növekedési modellben? Az eddigiek alapján úgy tűnik, hogy nem. Valójában más a helyzet, mint azt a továbbiakban látni fogjuk.

A szűkös természeti erőforrások – a termőföld és az ásványkincsek – az állótőkével analóg szerepet töltenek be a termelőfolyamatban, következésképpen a növekedési mechanizmusban. Ezért elvileg a fizikai tőkéhez sorolandók. Mivel azonban kölcsönhatásuk módja sajátos, célszerű őket külön tényezőkként kezelni a növekedési modellben. Az a körülmény, hogy a növekedési modellek többnyire nem számolnak a földdel és az ásványkincsekkel, a fejlett országokat illetően elfogadható egyszerűsítés, tekintettel a szóban forgó tényezők viszonylag mérsékelt szerepére; a fejlődő és az olajországokat tekintve, azonban komoly hiányosság. Ezért világgaz-

dasági vizsgálatunkba bevontuk a termőföldet (hektárban kifejezve), továbbá az ásványkincseket: az olaj- és földgázvagyon (olajtonnában mérve). Felmerül a kérdés, hogy mennyiben reprezentálja az olaj- és földgázvagyon a teljes ásványkincset. 1994-ben a bányajáradék négyötöde világméretben a kőolaj- és földgáztermelésben keletkezett (Weitzman [1999]).

A természeti erőforrások szerepe egyes ágazatokban – a mezőgazdaságban és a bányászatban – rendkívül nagy, más ágazatokban viszont közvetlen hatásuk nincs. Ennek kapcsán felmerül a növekedési modell adekvát szerkezetének kérdése. Az elvileg helyes megoldás a modell dezaggregálása lenne: ágazati növekedési modellt kellene kidolgozni a mezőgazdaságra, továbbá a bányászatra. Az ilyen modelleket illetően már vannak bizonyos tapasztalatok (lásd Simon [1983], Simon–Kőrösi [1983] és más munkák). Világméretben azonban nehéz lenne dezaggregált növekedési modellt alkalmazni, főként adatproblémák miatt. Ezért az általánosított növekedési modellt oly módon alakítottuk ki, hogy az aggregált makromodellt egészítettük ki a szűkös természeti erőforrásokkal, ami analóg a föld szerepének figyelembevételével a neoklasszikus modellben (lásd például Meade [1961], Andorka–Dányi–Martos [1967]).

Miként reprezentálható a növekedési modellben a munka? A foglalkoztatottak száma erre a célra nem alkalmas, mivel a humán tőke első komponensét reprezentálja. Gyakorlatilag egyedül a munkaórák száma jöhet számításba. Vizsgálataink során ezt a megoldást alkalmazzuk. A munka mennyisége azonban tudvalevően nemcsak a munkaórák számától, hanem a munkaintenzitástól, továbbá a dolgozók képzettségétől is függ. A probléma ezzel kapcsolatban az, hogy a munkaintenzitást a statisztika nem méri. Ezért a modellben vagy azonos munkaintenzitást kell feltételezni, vagy vizsgálat révén becsülni a munkaintenzitás alakulását, illetve hatását a kibocsátásra. Az utóbbi megoldást választottuk, mint arról a következőkben szó lesz.

A tényezők kölcsönhatása

Áttérve a tényezők kölcsönhatásának problémakörére, számos kérdés merül fel. Mindekelőtt az, hogy a növekedési mechanizmust miért a tényezők kölcsönhatása, nem pedig egymástól független hatásaik összegeződése jellemzi. Az mindenesetre kézenfekvő, hogy a kölcsönhatás kifejezés azt jelenti: a tényező effektusa befolyásolja a többi tényezőt, és viszont. Hogy azonban erre hol és hogyan kerül sor, csak a konkrét helyzet ismeretében adható válasz. A gazdasági életben a tényezők kölcsönhatása közvetlenül a vállalatokon belül érvényesül.

Ismeretes, hogy a neoklasszikus modellben a termelési tényezők – a tőke és a munka – nem egyszerűen befolyásolják egymás hatását, hanem csupán együttessen biztosíthatják a kibocsátást, egymás nélkül nem.² Evidensnek tűnik, hogy gazdasági tevékenység nem végezhető sem tőke, sem munka nélkül. A tényezők köre kapcsán kifejtetteket figyelembe véve, ez az állítás a fizikai tőkére, nevezetesen az állótőkére nem érvényes, hiszen a gazdaság kezdeti állapotában állótőke, munkaeszközök nélkül működött. Kétségtelen viszont, hogy a kezdeti állapotot meghaladó termelékenység állótőke nélkül nem biztosítható. Ilyen értelemben a fizikai tőkének a munkához és a humán tőkéhez hasonló szerepe van a növekedési mechanizmusban.

² Ezen nem változtat az a körülmény, hogy a neoklasszikus növekedési modell logaritmizálása révén a tényezők effektusát additív alakban szintén ki lehet fejezni.

A növekedési mechanizmus nélkülözhetetlen feltétele a humán tőke első komponense, továbbá a szélesebb értelemben vett képzettség, amely a kezdeti állapotban a tradicionális képzettséget jelentette, később viszont mind nagyobb mértékben az iskolai végzettséget. Ugyanakkor a humán tőke negyedikként említett komponense: a specializált kutató-fejlesztő tevékenység nem nélkülözhetetlen feltétele az egyes országok gazdasági növekedésének, ami azonban nem kérdőjelezi meg jelentőségét a modern gazdaságban.

A föld és az ásványkincsek, mint arra már utaltunk, bizonyos ágazatokban nélkülözhetetlen feltételei a termelőfolyamatnak, másutt nem. Termékeik révén azonban az egész gazdaság működésének, növekedésének nélkülözhetetlen tényezői. Meg kell jegyeznünk, hogy a növekedési modelleket rendszerint zárt gazdaságot feltételezve írják fel. Napjainkban lényegében csak a világgazdaság egésze zárt gazdaság. Az egyes nemzetgazdaságok külföldről is beszerezhetik például az energiahordozókat. A természeti erőforrások szűkössége azonban valamennyi nemzetgazdaság növekedését befolyásolja, elsősorban az árakon, az mindenekelőtt az olajárakon keresztül.

A tényezők kölcsönhatását illetően a neoklasszikus modell néhány további nagyon fontos feltevéssel él: 1. a tényezők hatása szorozódik egymással (multiplikatív kölcsönhatás), 2. valamely tényező mennyiségét növelve, miközben a többi változatlan, a kibocsátás a tényezőnél kisebb mértékben nő (csökkenő tényezőhozadék); 3. valamennyi tényezőt egyidejűleg és azonos arányban növelve, a kibocsátás ugyanilyen arányban változik (elsőfokú homogenitás, konstans skálahozadék). Kutatómunkánk során a harmadik feltevést fogadtuk el, az első két feltevést módosítottuk. Mit jelent ez közelebbről?

A konstans skálahozadék, illetve elsőfokú homogenitás feltételezése rendkívül fontos abból a szempontból, hogy a modellezés ne vezessen abszurd eredményekhez, például közgazdasági *big bang*hoz, nagy robbanáshoz, mint arra *Solow* [1994] felhívta a figyelmet. A konstans skálahozadék nem feltétlenül zárja ki a növekvő tényezőhozadékot, hanem csak akkor, ha valamennyi tényező hozadéka pozitív – ahogy azt a neoklasszikus elmélet feltételezi –, vagy legalábbis nem negatív. Két tényező (tőke és munka) hatását vizsgálva, indokoltnak tűnik pozitív tényezőhozadékokat feltételezni, a tényezők fentebb vázolt körére viszont, mint látni fogjuk, nem minden esetben. Ezért modelljeinkben³ lehet például a fizikai tőkének vagy a kutató-fejlesztő tevékenységnek növekvő hozadéka, legalábbis átmenetileg, a gazdaságfejlődés bizonyos szakaszaiban, ami megkönnyítheti például az úgynevezett gazdasági csodák megértését. Ugyanakkor érvényben marad az elsőfokú homogenitás, a konstans skálahozadék.

Miként módosul az első feltevés vizsgálataink alapján? A következőket állíthatjuk: 1. a tényezők nemcsak multiplikatív kölcsönhatásban állnak egymással; 2. a nem multiplikatív kölcsönhatások figyelembevétele révén a fizikai és a humán tőke együttes effektusát kifejező gazdasági erőterek modellbeli leképzése válik lehetségessé (az utóbbiakat nevezzük komplex tényezőknek); 3. a komplex tényezők, továbbá a felhasználással képzett úgynevezett szupertényezők állnak multiplikatív kölcsönhatásban egymással, valamint a munkaórában kifejezett munkamennyiséggel, ezért úgy is fogalmazhatunk, hogy modelljeinkben a tőke (fizikai és humán) helyébe a komplex és szupertényezők lépnek, amelyek a gazdaságfejlődés folyamatában létrejövő és állandóan változó gazdasági erőterek hatását hivatottak kifejezni; 4. az ilyen típusú modellre érvényes az elsőfokú homogenitás, illetve a konstans skálahozadék.

³ Azért használunk többes számot, mert – mint látni fogjuk – több modellel dolgozunk: primál-, duál-, természeti erőforrások nélküli és általánosított növekedési modell. Ugyanakkor a modellek alapvető sajátosságai azonosak.

A nem multiplikatív kölcsönhatások a komplex és szupertényezőkön belül érvényesülnek. Két fő típusuk az inverz multiplikatív és a hatványozási kölcsönhatás. Az inverz multiplikatív kölcsönhatás létrejötte kapcsán figyelembe kell venni, hogy a humán tőke első komponense bizonyos értelemben centrális tényező. A többi tényező megnöveli a humán tőke eredeti, öröklött értékét különböző módokon és irányokban (fizikai tőke, képzettség stb.), vagy biztosítja hatásának manifesztálódását, mint a munkaórák száma. Ezért a komplex és a szupertényezők alapelemei az alább jellemzett felszereltségi mutatók és felszereltségi függvények.

A *felszereltségi mutatókban* valamely más tényező osztva van a humán tőke első komponensével. Ezt az összefüggést nevezzük inverz multiplikatív kölcsönhatásnak, amelyet figyelembe véve nem nehéz belátni, hogy a humán tőke első komponensének negatív hozadéka van, ha a számlálóban szereplő tényező (például a fizikai tőke) hozadéka pozitív. Mivel a modellben van olyan tényező, amelynek a hozadéka az esetek többségében negatív, növekvő tényezőhozadék előfordulhat konstans skáláhozadék mellett is.

A humán tőke első komponensének többnyire azért negatív a hozadéka,⁴ mert mennyiségének növelése (miközben a többi tényező nagysága változatlan) csökkenti például a fizikai tőkével való felszereltséget.⁵

A hatványozási kölcsönhatás keletkezése azzal függ össze, hogy a gazdasági erőterekben, illetve a megfelelő komplex és szupertényezőkből a fizikai és a humán tőke hatása kombinálódik, méghozzá oly módon, hogy a felszereltségi mutatók hatványozzák egymás effektusát. Meg kell jegyeznünk, hogy utóbbi logaritmizálás révén multiplikatív formában írható fel. Részben ezzel kapcsolatos az úgynevezett felszereltségi függvények következőkben vázolt szerkezete.

A *felszereltségi függvény* olyan kifejezés logaritmus, amelyben a humán tőke első komponense, továbbá valamely felszereltségi mutató szerepel, utóbbi a normáló koefficienssel szorozva. A normáló koefficiens olyan konstans, amely gazdasági hatását tekintve összemérhetővé teszi a felszereltségi mutató számlálójában szereplő tényezőt, például a fizikai tőkét a humán tőke első komponensével.⁶ A felszereltségi függvény lényegében a humán tőke első komponensének valamely más tényezővel megnövelt értéke – az utóbbi relatív hatékonyságának figyelembevételével, logaritmizált alakban.

A vázoltak értelmében a termelékenységemelkedés, illetve a technikai haladás (a két fogalmat azonos tartalmúnak tekintjük) a komplex és szupertényezők hatásának eredménye, vagyis a felszereltségi mutatók és a felszereltségi függvények nagyságától és kölcsönhatásától függ. Rendkívül fontos körülmény, hogy a növekedési mechanizmus a gazdaságfejlődés folyamatában változik, fejlődik. Ez vonatkozik mind a tényezők körére, mind pedig kölcsönhatásuk módjára.

A kölcsönhatások jellegére vonatkozó általános megfontolás, hogy a növekedési mechanizmus fő komponensét jelentő technikai haladás a pozitív és negatív visszacsatolások sajátos rendszere.⁷ A gazdaságfejlődés ilyen értelemben önirányító, önszabályozó mechanizmus. Mit mondhatunk e kérdéstről vizsgálataink alapján?

⁴ Kivétel az az eset, amikor a számláló a munkaórák száma, mivel a hosszabb munkaidő csökkenti a munkaintenzitást, ezért itt a számlálóban szereplő tényezőnek negatív hozadéka van. Ugyanakkor a humán tőke első komponensét (a foglalkoztatottak számát) növelve, egyébként azonos körülmények esetén csökken a munkaidő, nő a munkaintenzitás, és pozitív hozadék keletkezik.

⁵ Utóbbi az egyszerűség kedvéért röviden tőkefelszereltségnek nevezzük.

⁶ A normáló koefficiens nagysága a növekedési modellel becsülhető.

⁷ Abból indulunk ki, hogy a visszacsatolás (*feedback*) a folyamat, esetünkben a gazdaságfejlődés irányítása, szabályozása (*control*) produktumai révén. Nem nehéz belátni, hogy a felszereltségi szintek a gazdaságfejlődés produktumai.

Valamennyi visszacsatolás a komplex és szupertényezők keretében érvényesül. A pozitív visszacsatolás esetünkben azt jelenti, hogy a nagyobb felszereltség növeli a kibocsátást, nevezetesen a termelékenységet, a negatív visszacsatolás pedig ennek az ellenkezőjét. Technikai haladás akkor mehet végbe, ha a pozitív visszacsatolások hatása dominál.

A technikai haladást determináló kölcsönhatások egyik része azonnal, a másik része késleltetve fejt ki hatását. Mind az azonnali, mind a késleltetett hatást egy-egy szupertényezővel képezzük le. Utóbbi általános esetben három komplex tényező szorzata, és felírható egy exponenciális függvénnyel (lásd később). Valamennyi kölcsönhatás fontos sajátossága a halmozódás, amely két alapvető módon megy végbe: a felszereltségi szint változása, növekedése révén, valamint a kölcsönhatási eredmények halmozódása útján. Az előbbi az azonnali, az utóbbi a késleltetett hatásokra jellemző.

A vizsgált kölcsönhatások másik alapvető sajátossága, hogy miként érvényesülnek bennük a pozitív és a negatív visszacsatolások. E tekintetben szintén kétfajta kölcsönhatással kell számolni. Az egyik esetben a gazdaságfejlődés folyamataiban végig a pozitív visszacsatolások dominálnak, a másik esetben viszont csak a gazdasági fejlettség bizonyos szintjéig, s ezt követően a negatív visszacsatolások válnak meghatározóvá. Az első fajta kölcsönhatást immobil hatásnak, a másodikat mobil hatásnak nevezzük (vö. *Simon [1999]*). Az immobil hatás a tőkefelszereltség függvényében végig növekvő tendenciájú, ilyen értelemben állandó, változatlan irányú hatás. A mobil hatás viszont csak a tőkefelszereltség bizonyos szintjéig növekszik, azután csökkenni kezd, vagyis változó irányú gazdaságfejlődési erőhatás.

Az immobil hatást az okozza, hogy nagyobb felszereltség esetén mind a fizikai, mind pedig a humán tőke magasabb hatékonyság elérését teszi lehetővé. A mobil hatás viszont azért keletkezik, mert a technikai haladás folyamatában ellentétes irányú, egymással ütköző erőhatások is létrejönnek. Mít jelent ez kissé közelebről?

A tőkefelszereltség növelése kezdetben több teret biztosít a kreatív tevékenység számára, ezért a mobil hatás nő. Később viszont csökkenni kezd, mivel mind kevésbé lehet a mind bonyolultabbá váló 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. Meg kell azonban jegyezni, hogy van a mobil hatásnak egy másik változata is, az úgynevezett valorizációs mobil hatás, szemben a most jellemzett normál mobil effektussal, amiről alább lesz szó.

Az immobil hatás azonnali jellegű. A normál mobil effektus részben azonnali, részben késleltetett és kumulatív, mégpedig a kölcsönhatási eredmények halmozódása vonatkozásában. A valorizációs mobil hatás vizsgálataink szerint a késleltetett effektust befolyásolja.

Valamennyi azonnali hatás függ nemcsak a tőkefelszereltségtől, hanem a képzettség szintjétől, a késleltetett hatás pedig lényegében a humán tőke harmadik és negyedik, vagyis a képzettséggel (iskolázottsággal) összefüggő komponenseinek kumulatív effektusa. A késleltetés abból adódik, hogy bizonyos időre (általában két évre) van szükség a magasabb képzettségű dolgozók adaptációjához (harmadik komponens), illetve hasznosítható kutatás-fejlesztési eredmények eléréséhez (negyedik komponens).

A tágabb értelemben vett képzettség azonnali hatása a *normált* képzettség függvényével jellemezhető. Utóbbi, új kutatási eredményeink értelmében, három tényezőtől függ. Az iskolai végzettség mellett befolyásolja a tradicionális képzettség, valamint a kétfajta képzettségnek a tőkefelszereltséggel kombinált hatása. Felmerül a kérdés, hogy miként lehet az ilyenfajta modellt verifikálni olyan körülmények között, amikor

a tradicionális képzettségre vonatkozóan nincsenek statisztikai adatok. Kiindulhatunk abból a megfontolásból, hogy a kezdeti állapotban a gazdaság kizárólag a tradicionális képzettség révén működött, a fizikai tőke (állótőke) megjelenése fokozatosan értéktelenítette el az ilyenfajta képzettséget, és tette szükségessé a gazdaság további működéséhez az iskolai végzettséget.

Vizsgálataink alapján állítható, hogy a fentebb vázolt folyamat jól leképezhető egy összetett exponenciális függvénnyel, amelynek kezdőértéke közelítően egy, a továbbiakban pedig nulla és egy közötti értékeket vesz fel, attól függően, hogy milyen az arány a tőkefelszereltség és az iskolai végzettség között (lásd később). Az összefüggések jellege tehát a következő: a tőkefelszereltség növekedése fokozatosan csökkenti a tradicionális képzettség biztosította gazdasági eredményt, az iskolai végzettség megjelenése és magasabb szintűvé válása viszont mindjobban ellensúlyozza a szóban forgó negatív hatást, ezért az oktatásnak és szakképzésnek mérhető pozitív hozadéka van.⁸

Miként jellemezhetők konkrétan a szupertényezők, beleértve természetesen alko-tóelemeiket, a komplex tényezőket is?

Az azonnali hatást leképező szupertényező egy három szorzótényezőt tartalmazó exponenciális függvény, amelynek egyik komponense a fentebb jellemzett normált képzettség, egy másik komponense a tőkefelszereltség, a harmadik komponense pedig súlyfüggvénynek nevezhető. Utóbbi első összetevője az azonnali (normál) mobil hatással, a második az immobil hatással, a harmadik az ásványvagyon-felszereltséggel kapcsolatos. A súlyfüggvény harmadik komponensét csak az általánosított modell tartalmazza.

A súlyfüggvény első komponense a mobil hatásnak megfelelő módon függ a tőkefelszereltségtől, továbbá negatívan a munkaidő hosszától (az egy foglalkoztatottra jutó évi munkaórák számától). A második (immobil) komponens nulla és egy közötti értékeket vehet fel, és pozitívan függ a tőkefelszereltségtől, valamint az általánosított modellben a földfelszereltségtől. A súlyfüggvény harmadik komponense pozitívan függ az ásványkincsek (olaj- és földgázvagyon) egy dolgozóra jutó nagyságától,⁹ negatívan a tőkefelszereltségtől és a kutatásfelszereltségtől (az ilyen munkát végző tudósok és mérnökök részarányától). A negatív komponens főként azzal a körülménnyel kapcsolatos, hogy a fejlett gazdaságokban magas a tőkefelszereltség és ugyanakkor viszonylag kicsi az ásványvagyon. Hasonló a helyzet a kutatásfelszereltséget illetően.

Nem nehéz belátni, hogy az olaj- és földgázvagyon miért befolyásolja pozitívan a kibocsátást, illetve a gazdasági növekedést. Mindenekelőtt azért, mert nagyobb voluménéből a termelés többnyire szintén nagyobb. Van továbbá egy másik lényeges körülmény: a nagyobb ásványvagyonat kisebb költséggel lehet kitermelni, mint azt saját korábbi kutatásunk is bizonyította (lásd például *Simon-Kőrösi* [1983]).

Külön kell foglalkozni a munkaidő szerepével. Már utaltunk rá, hogy a hosszabb munkaidő kedvezőtlenül befolyásolja a termelékenységet, mivel csökkenti a munkaintenzitást. Ez kiegészül további negatív effektusokkal, amelyek abból adódnak, hogy hosszabb munkaidő esetén csökken a képzéshez és önképzéshez, a kreatív tevékenységhez, valamint a szervezet regenerálásához rendelkezésre álló idő. A gazdaságfejlődés magasabb fokán a képzettséggel és a kreativitással kapcsolatos hatások különösen fontosá válnak. Ezért a rövidebb munkaidő a termelékenységre pozitívan hat.

Vizsgálataink szerint a hosszabb munkaidő negatív, illetve a rövidebb munkaidő pozitív hatása a termelékenységre szignifikánsan az azonnali mobil hatás keretében jelenik

⁸ Mint fentebb már utaltunk rá, az oktatás és szakképzés eredményeként a modern gazdaságban nagyon jelentős további pozitív hozadékok is keletkeznek.

⁹ Ezt nevezzük ásványvagyon-felszereltségnek. A mutató közelítő értékéről van szó, mint arra az előzőekben már utaltunk.

meg. Más vonatkozásban a munkaidőnek nincs közvetlenül kimutatható szerepe.¹⁰ Mivel lehet ezt magyarázni? Valószínűleg azzal, hogy a hosszabb munkaidőnek a termelékenység tekintetében pozitív effektusai is vannak, elősegíti a fizikai tőke jobb kihasználását, valamint a kutatás-fejlesztési eredmények hasznosítását. Mindez ellensúlyozza a negatív hatást a gazdasági erőterek többségében.

A késleltetett hatást leképező szupertényezőben szereplő három komplex tényező közül kettő a képzettség, illetve a kutatásfelszereltség eredményeinek halmozódása révén keletkezik, mint arra már utaltunk, a harmadik pedig oly módon, hogy a tőkefelszereltség növekedése kombinálódik a kutató-fejlesztő tevékenységgel, s ennek hatása időben szintén halmozódik. A késleltetés okairól részben már szó volt. Ezt azzal kell kiegészíteni, hogy a tőkefelszereltség és változása tekintetében a késleltetés vizsgálataink szerint átlagosan három év, több mint a képzettség és a kutató-fejlesztő tevékenység esetében. Ennek oka valószínűleg az, hogy egy év az új technika lehetőségeinek kiismerésével telik el.

A késleltetett hatást leképező komplex tényezőknél vannak közös komponensei, amelyek a tőkefelszereltség, valamint a földfelszereltség hatásával kapcsolatosak (utóbbiak az általánosított modellben). A tőkefelszereltség szintjével való kapcsolat itt kettős, mivel nem esik egybe az effektus keletkezésének és realizálásának időpontja. Mindkét hatás mobil, de más a tartalma. A keletkezés időszakában lényegében normál mobil effektus jön létre. A realizálás időpontjában viszont az történik, hogy az aktuális tőkefelszereltség egy bizonyos szint felett fokozatosan elértekteleníti a korábbi képzettség és kutató-fejlesztő tevékenység eredményeit, beleértve a tárgyasultakat is. Ilyen értelemben valorizációs mobil hatásról beszélhetünk, amely lényegében az erkölcsi kopás modellbeli megfelelője.

Hogyan befolyásolja a földfelszereltség a késleltetett hatást? A válasz az, hogy negatívan, feltehetőleg azért, mert a termőföldnek jóval kevésbé van meg az a plasztikus alakíthatósága, mint az ember által létrehozott tőkének. A választ azonban két szempontból pontosítani kell. Világméretű vizsgálatunk során megállapíthatuk, hogy magasabb földfelszereltség esetén a negatív hatás kisebb. Ezt nehéz mással magyarázni, mint azzal, hogy a nagyobb gazdaságok jobban képesek hasznosítani a képzettséget és a kutató-fejlesztő tevékenység eredményeit. Ugyancsak csökkenti a negatív hatást a tőkefelszereltség színvonala, amely többnyire szintén a nagyobb gazdaságokban magasabb.¹¹

A növekedési modell aggregált jellege kapcsán foglalkozni kell az árproblémával, mivel az aggregálás árképzésével történik, és ez utóbbiak tudvalevően változnak. Az infláció nem a legnagyobb torzító tényező, árindexek felhasználásával hatása hozzávetőlegesen kiszűrhető. A fő gondot az árárányok változása okozza. Az aggregáláshoz alkalmazott árképzés időnkénti változtatása az árárányok módosítását is jelenti, aminek hatása befolyásolja a változatlan árszámítások eredményét.

Az árprobléma kapcsán abból indulunk ki, hogy a növekedési mechanizmus nemcsak a kibocsátás volumenét, hanem az egyensúlyi árakat is determinálja. E felfogásnak megfelelően a növekedési modellnek két változata van: primál és duál.¹² A fentebb tárgyalt összefüggések mindkét modellre vonatkoznak. A duálmodellnek azonban vannak olyan sajátosságai, amelyekről eddig nem volt szó.

¹⁰ Közvetett hatása azonban nyilvánvalóan van, mivel a komplex tényezők effektusai, mint arról már szó volt, szorozódnak egymással.

¹¹ Ebben feltehetőleg az ásványvagyon-felszereltség kapcsán említett, illetve ahhoz hasonló hatásnak is szerepe van a fejlett, magas tőkefelszereltségű nemzetgazdaságokban, ahol a mezőgazdaság súlya általában nem nagy.

¹² Közgazdasági tartalma alapján a primálmodellt nevezhetjük volumenmodellnek, a duált pedig ár- vagy értékmodellnek (vö. *Simon* [1999]).

A neoklasszikus elmélet feltételezi, hogy a termékek egyensúlyi árai egyenlők az előállításukhoz felhasznált termelési tényezők makroszintű határtermékeinek összegével. A duálmodellt oly módon alakítjuk ki, hogy a primálmodell aggregált termelési függvénye alapján meghatározzuk a kibocsátás tényezők szerinti parciális deriváltjait, vagyis a termelési tényezők makroszintű határtermékeit, és ezeket alkalmazva kapjuk az egyensúlyi árakat. Nem nehéz belátni, hogy a neoklasszikus duálmodell két fő feltételezésen alapul: 1. a termelési tényezők vállalati és ágazati szinten különböző határtermékei a piaci verseny folyamatában nemzetgazdasági szinten kiegyenlítődnek; 2. minden termelési tényező „annyit kap, amennyit hoz”, feltéve, hogy a makroszintű határtermékét hozza.

Ökonometriai vizsgálataink (más hasonló jellegű vizsgálat tudomásunk szerint nem történt) egyik feltételezést sem igazolták (az Egyesült Államok, Japán, NSZK, Anglia és Franciaország adatait figyelembe véve), mint arra korábban már utaltunk. Ezzel szemben más feltételezések alapján (lásd *Simon* [1999]) sikerült olyan duális modellt kialakítani, amely jó közelítésben magyarázatot ad a tőkés áralakulás folyamatára.¹³

A duálmodellel ehelyütt részben azért foglalkozunk, mert az aggregálási hiba csökkentése érdekében ezt a modellt használjuk fel a világgazdaság (131 ország) vizsgálatához. A másik fontos körülmény az, hogy a korábbi modellt – mind primál-, mind duálrészét – módosítottuk. A módosítás egyik oka a tradicionális képzettség szerepének figyelembevételére, a másik a paraméterbecsléshez és a modell alakjának konkretizálásához felhasznált statisztikai adatok pontosítása.¹⁴

Az ökonometriai vizsgálatot két szakaszban hajtottuk végre. Az első szakaszban a természeti erőforrások nélküli modellt verifikáltuk a fentebb említett öt ország ágazatilag bontott adatai alapján (1951–1992, feldolgozóipar és szolgáltatások, 420 megfigyelés). A vizsgálat kiterjedt mind a primál-, mind pedig a duálmodellre. Az ökonometriai vizsgálat második szakaszában az első szakaszban nyert duálmodellt általánosítottuk a természeti erőforrások (termőföld, olaj- és földgázvagyon) bevonásával, és verifikáltuk a világ 131 országának nemzetgazdasági adatai (1970, 1988, 262 megfigyelés) alapján.

A természeti erőforrások nélküli modell

A változók:

Y – a kibocsátás volumene: hozzáadott érték (GDP) összehasonlítható áron (1985 évi dollárban);

Y_v – a kibocsátás értéke: hozzáadott érték (GDP) folyó áron, változatlan árszinten (a GDP-deflátorral korrigált folyó áron, dollárban);

K – állótőke (bruttó) összehasonlítható áron (1985. évi dollárban);

L – a foglalkoztatottak 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, a kisbetű paramétert jelöl. Kivétel a T , amely a tárgyidőszak jele, valamint a t változó.

¹³ A tényezőárak (a profit és a bér) kapcsán a duális modellt kiegészítettük egy profithányad-, valamint egy bérhányadfüggvénnyel (*Simon* [1999]). Utóbbiakkal jelen munkában nem foglalkozunk.

¹⁴ Az új vizsgálatához a devizaátszámítási kulcsokat a *World Table* [1994] alapján határoztuk meg vásárló-erő-paritáson, továbbá korrigáltuk az iskolai végzettségre, valamint a kutató-fejlesztő tudósok és mérnökök számára vonatkozó adatokat az újabb statisztikai kiadványok figyelembevételével.

Felszereltségi függvények:

$$F_K = \ln[(L + n_K K)/L] \text{ (tőkefelszereltség);}$$

$$F_H = \ln[(L + n_H H)/L] \text{ (iskolázottság);}$$

$$F_R = \ln[(L + n_R R)/L] \text{ (kutatás-felszereltség);}$$

$$F_M = \ln[(L + n_M M)/L] \text{ (munkaidő).}$$

Normáló koeficienssek:

$n_K = 1/250$; $n_H = 1$; $n_R = 1000$; $n_M = 1/1000$, ahol az n_K paraméter 1985. évi dollár-árakra vonatkozik. Kerekített értékekről van szó, amelyek nem különböznek szignifikánsan a becslétektől. A becslés a primálmodell felhasználásával történt.

Transzformált felszereltségi függvények:

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

A fenti összefüggésben F_i aláhúzva makroökonómiai, aláhúzás nélkül mikroökonómiai, illetve ágazati felszereltségi függvény, c a versenyparaméter (vö. Simon [1999]). Utóbbi becslése a duálmodellel történt.

A normált képzettség:

$$F_E = 1 - \exp\{g_E \exp[-F_K \exp(-F_H)]\} \text{ (primálmodell),}$$

$$F_E = 1 - \exp\{g_E \exp[-F_K \exp(-F_H)]\} \text{ (duálmodell).}$$

Itt g_E a normált képzettség paramétere, amelynek becslése a primálmodellel történt (lásd alább).

Az (1) összefüggés a primál, a (2) összefüggés a duálmodell általános alakja.

$$Y = g G_I G_R M \quad (1)$$

$$Y_V = g V_I V_R M \quad (2)$$

A g paraméter az egy munkaóra alatt állótoke nélkül előállított kibocsátás. Nagyságát az (1) összefüggéssel becsültük, és a vizsgálati eredményeknél adjuk meg. G_I , G_R a primál, V_I , V_R a duálmodell szupertényezői, ahol G_I és V_I két, G_R és V_R pedig három komplex tényezőt tartalmaz. Az $_I$ index az azonnali, az $_R$ index a késleltetett hatást jelöli.

Az azonnali hatás függvényei (szupertényezői):

$$G_I = \exp\{F_E F_K (G_M + G_{IM})\};$$

$$V_I = \exp\{F_E F_K (V_M + V_{IM})\}.$$

A súlyfüggvények első (mobil) komponensét az alábbi összefüggések határozzák meg:

$$G_M = g_M F_K^3 \exp(-4/5 F_K - F_M^2 / 4);$$

$$V_M = v_M F_K^3 \exp(-4/5 F_K - F_M^2 / 4)}.$$

A fenti összefüggésekben g_M és v_M az azonnali mobil hatás paramétere a primál-, illetve a duálmodellben.

A súlyfüggvények második (immobil) komponense a következő képletekkel írható fel:

$$G_M = 1 - \exp(-g_I F_K^4);$$

$$V_M = 1 - \exp(-v_I F_K^4).$$

A fenti összefüggésekben g_I és v_I az immobil hatás paraméterei a primál-, illetve a duálmodellben.

A késleltetett hatást leképező szupertényező fő összetevői a primálmodellben:

$$G_H = g_H \exp(-[F_{H(t-2)}]^2) dF_{H(t-2)}/dt;$$

$$G_{RR} = g_R \exp(-F_{R(t-2)}) dF_{R(t-2)}/dt;$$

$$G_{RK} = g_{RK} F_{R(t-2)}^3 dF_{K(t-3)}/dt.$$

A késleltetett hatás paraméterei a primálmodellben: g_H , g_R és g_{RK} .

Az első két összetevőben szereplő negatív visszacsatolás a telítődési hatásnak tudható be. A harmadik összetevőben erőteljesen érvényesül a kutatáskonzentráció pozitív szerepe.

A késleltetett mobil effektusok (valorizációs és normál) képletei (előbbi csak a primálmodellre vonatkozik):

$$G_K = F_K \exp(-F_K/5); G_{K0} = F_K^3 \exp(-F_{K(t)}).$$

A késleltetett hatást leképező szupertényező általános képlete a primálmodellben:

$$G_R = \exp[G_K] \int_0^T G_{K0} (G_H + G_{RR} + G_{RK}).$$

Az integrálás a kezdeti állapottól (t_0) történik, amikor még nem volt állótoke. Vizsgálataink során közelítő módszert alkalmaztunk. Arra az időszakra vonatkozóan, amelyre nincsenek statisztikai adatok, feltételeztük, hogy a tőkefelszereltség, képzettség (iskolai végzettség) és kutatásfelszereltség arányosan változtak a kezdeti állapottól, amikor értékük nulla volt, a statisztikailag megfigyelt időszak kezdetéig (például 1950-ig). Az ezt követő időszakra a statisztikai adatokat használtuk fel.

A késleltetett hatást leképező szupertényező fő összetevői a duálmodellben:

$$V_H = v_H \exp(-[F_{H(t-2)}]^2) dF_{H(t-2)}/dt;$$

$$V_{RR} = v_R dF_{R(t-2)}/dt;$$

$$V_{RK} = v_{RK} F_{R(t-2)}^2 dF_{K(t-3)}/dt.$$

A késleltetett hatás paraméterei a duálmodellben: v_H , v_R , v_{RK} .

A valorizációs mobil hatás a duálmodellben:

$$V_K = F_K \exp(-F_K/2).$$

A késleltetett hatást leképező szupertényező képlete a duálmodellben:

$$V_R = \exp[(c V_{R0} + (1 - c)V_{R0}].$$

A képlet jobb oldalának exponensében álló kifejezés analóg a transzformált felszereltségi függvények logaritmizált alakjával. Az aláhúzás makroökonómiai, hiánya mikroökonómiai, illetve ágazati függvényt jelöl. Az exponensben álló V_{R0} kifejezés analóg a primálmodellbelivel:

$$V_{R0} = V_K \int_0^T G_{K0} (V_H + V_{RR} + V_{RK}).$$

A módosított duálmodellt a korábbival (Simon [1999]) összehasonlítva megállapítható, hogy konzisztensebb a primállal: a komplex tényezők köre teljesen azonos. Ugyanakkor a primálmodellel összehasonlítva vizsgálati eredményeink alapján az adódott, hogy a duálmodellben: 1. erősebben érvényesül a valorizációs effektus; 2. nincs negatív visszacsatolás a kutatásfelszereltség változásának hatását illetően; 3. a kutatáskoncentráció pozitív szerepe valamivel mérsékeltebb, mint a kibocsátás volumenére vonatkozó primálmodellben.

A modellek verifikálása a korábbi vizsgálatokhoz hasonlóan történt a világgazdaságban domináns szerepet játszó öt ország ágazati bontású adatainak (Egyesült Államok, Japán, NSZK, Anglia és Franciaország) felhasználásával. A vizsgálat első szakaszához a modellek logaritmizált változatát és a legkisebb négyzetek módszerét használtuk fel, a második szakaszhoz pedig a nem logaritmizált változatot (függő változó: Y , illetve Y_V) és a nemlineáris legkisebb négyzetek módszerét (lásd például *Kőrösi-Mátyás-Székely* [1990]). A következőkben az utóbbi eredményeit ismertetjük.

1. táblázat
A modell paraméterei

Jelölés	Becsült érték		t -hányados	
	primál	duál	primál	duál
$g(V_I)$	0,000171	0,000220	19,90	19,91
$g_M(V_M)$	0,298	0,317	19,91	19,91
$g_H(V_H)$	0,624	1,22	19,86	19,46
$g_R(V_R)$	0,461	0,766	19,81	19,74
$g_{RK}(V_{RK})$	0,00879	0,0984	18,74	18,34
g_E	-25	-	-19,91	-
g	0,151	-	19,91	-
c	-	0,7	-	19,19

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 OECD; The Penn World Table 5.6 [1994]; 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* [2000].

Milyen főbb következtetések vonhatók le az 1. táblázat adatai alapján? A legfontosabb következtetés, hogy a paraméterekre kapott eredmények megfelelnek az elméletileg vártaknak, mind előjelük, mind pedig nagyságrendjük tekintetében. A g paraméter becslült értékéből arra lehet következtetni, hogy a kezdeti termelékenység hozzávetőlegesen fele vagy harmada lehetett a gazdaságilag legkevésbé fejlett fejlődő országok mai fejlettségi színvonalának.

A 2. táblázatban a becslés globális pontosságára vonatkozó adatokat megadjuk mind az ágazatokra (feldolgozóipar és szolgáltatások), mind pedig a nemzetgazdaság egészére vonatkozóan. A nemzetgazdasági output becslése az ágazati adatok alapján nyert paraméterek felhasználásával történt. A táblázatban a korrigált determinációs együtthatók találhatóak, ahol a szabadságfokot a paraméterek, a paraméterszerű modellkomponensek és a normáló koefficiensek együttes számával csökkentettük. Analóg módon történt a standard hibák becslése. A determinációs együtthatók arra vonatkoznak, hogy milyen mértékben határozzák meg az adott modell független változói a függő változó (Y , illetve Y_V) értékét. A kérdést megvizsgáltuk éves szinten, továbbá a kumulált outputok alapján (az 1950 utáni időszakot véve figyelembe). A 2. táblázat mindkét eredményt tartalmazza.

2. táblázat
Determinációs együtthatók és standard hiba (öt ország)

Terület	Mutató	Éves eredmények		Kumulált eredmények	
		primál	duál	primál	duál
Nemzetgazdaság	R^2	0,995	0,998	0,997	0,999
	standard hiba (százalék)	7,3	5,0	7,5	3,9
Ágazatok	R^2	0,998	0,998	0,999	0,999
	standard hiba(százalék)	5,9	5,8	4,8	4,6

Milyen következtetések vonhatók le a 2. táblázatban közölt vizsgálati eredményekből?

1. Az illeszkedés magas fokú: a korrigált determinációs együttható minden esetben 99 százalék fölött van, a standard hiba többnyire öt százalék körüli érték.

2. A kumulált eredmények jobbak az éves szintűeknél, ami arra utal, hogy a becslési hibák időben nem halmozódnak.

3. Különösen jók a duálmodellel nyert eredmények, főleg a nemzetgazdaság esetében, ami alátámasztja azt a feltevést, hogy makroszinten a duálmodellt célszerű alkalmazni.

A korábbi vizsgálati eredményekkel (Simon [1999]) összehasonlítva, az eltérések az illeszkedés tekintetében nem nagyok. Megállapítható továbbá, hogy a módosított duálmodell illeszkedése szintén jobb a korábbinál.

Az általánosított modell és a növekedéstudomány központi kérdése

Világ gazdasági vizsgálatunk kapcsán feltételeztük, hogy a fentebb tárgyalt összefüggések érvényesek az egész világgazdaságra, azonban a modellt ki kell bővíteni az alapvető természeti erőforrásokkal, tekintettel utóbbiak szerepére a fejlődő és az olajországokban. Ilyen megfontolások alapján jutottunk a következő általánosított növekedési modellhez.

Új változók

Z – a termőföld hektárban;

O_v – olaj- és földgázvagyon (olajtonnában).

Új felszereltségi függvények

$$F_z = \ln[(L + n_z Z)/L] \text{ (földfelszereltség);}$$

$$F_o = \ln[(L + n_o O_v)/L] \text{ (ásványvagyon-felszereltség).}$$

Új normáló együtthatók

$$n_z = 1; n_o = 1/200.$$

A modell általános alakja

$$Y_N = g V_{IZO} V_{RZ} M \quad (3)$$

A (3) összefüggésben Y_N a nemzetgazdasági kibocsátás (GDP) összehasonlítható áron (1985. évi dollárban), V_{IZO} és V_{RZ} a természeti erőforrások hatásával korrigált V_I , illetve V_R függvény (szupertényező).

$$V_{IZO} = \exp[F_E F_K (V_M + V_{IMZ} + V_\rho)];$$

$$V_{RZ} = \exp[V_{KZ} \int_0^T G_{K0} (V_H + V_{RR} + V_{RK})].$$

Az új, illetve módosított modellkomponensek:

$$V_{IMZ} = 1 - \exp[-v_I F_K^4 (1 + v_Z F_Z)];$$

$$V_O = v_O F_O \exp[-F_K^2/20(1 + F_R^3/2)];$$

$$V_{KZ} = V_K \exp[v_{RZ} F_Z \exp(-F_Z - F_K^2/25)].$$

Új paraméterek: v_Z , v_O és v_{RZ}

Megjegyzendő, hogy a c versenyparaméternek a nemzetgazdasági modellben nincs explicit szerepe, továbbá az egyszerűség kedvéért a makroökonomiai értékeket nem jelöltük aláhúzással.

Világgazdasági kutatásunk nagyjából azokra az országokra vonatkozott, amelyeket Hall-Jones [1999] analizált. A vizsgálat reprezentatív jellegének erősítése érdekében növeltük az országok számát, főként az olajországokkal (127-ről 131-re),¹⁵ nem zártuk ki a nemzetgazdaságból a bányászatot, továbbá az ökonometriai vizsgálatot az 1988-as éven kívül 1970-re is kiterjesztettük. Az új összefüggések és paraméterek verifikálása hasonló módon történt, mint a természeti erőforrások nélküli modell esetében.

A világgazdasági kutatás egyik legfontosabb eredménye a természeti erőforrások szerepére vonatkozó alapvető összefüggések (lásd fentebb) és paraméterek (3. táblázat) meghatározása.

3. táblázat

A természeti erőforrások paraméterei

Jelölés	Becsült érték	t -hányados
v_Z	0,124	18,20
v_{RZ}	-10	-21,84
v_O	0,212	16,79

Forrás: FAO Yearbooks; Energy Statistics Yearbooks UN; az 1. táblázat jegyzetében felsorolt kiadványok.

Megállapítható, hogy a természeti erőforrások becsült értékei megfelelnek az elméletileg vártaknak, mind előjelük, mind pedig nagyságrendjük tekintetében. A növekedésmélet központi kérdése szempontjából meghatározó jelentőségű, hogy milyen mértékben kapunk magyarázatot a modell alapján az országok közötti termelékenységi különbségekre. Ezért a világgazdasági vizsgálat legfontosabb függő változójának Y_N/M tekinthető.¹⁶ Ugyanakkor kiegészítő jelleggel Y_N -et is felhasználtuk függő változóként a természeti erőforrások paramétereinek becslésekor normált alakban. A normálás a két mutató közötti nagyságrendi különbség kiegyenlítését célozta (lásd a 4. táblázatot).

A 4. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a világméretű ökonometriai vizsgálat alapján lényegében választ kaptunk a növekedésmélet központi kérdésére.¹⁷ A részletesebb vizsgálati eredményekből arra lehet következtetni, hogy a viszonylag magasabb standard hibák főként azzal függnek össze, hogy a fejlődő országok egy részére jóval kevésbé megbízható statisztikai információval rendelkezünk, mint a fejlett országokra.¹⁸

¹⁵ Adatproblémák miatt kihagytunk néhány kis országot, ilyen módon összesen tíz új országot vettünk figyelembe.

¹⁶ Adatproblémák miatt Hall-Jones [1999] az Y_N/L mutatót használta fel a vizsgálatához.

¹⁷ A 4. táblázat szintén a korrigált determinációs együtthatókat tartalmazza. A világméretű vizsgálat kiinduló adatait lásd Simon [2000].

¹⁸ Elsősorban a devizaátszámítási kulcsok és a tőkefelszereltség tekintetében.

4. táblázat
 Determinációs együtthatók és standard hiba
 (131 ország)

Függő változó	Mutató	Éves eredmények	Kumulatív eredmények
Y_N/M (262 megfigyelés)	R^2 standard hiba (százalék)	0,924 29,5	0,956 24,9
Y_N (262 megfigyelés)	R^2 standard hiba (százalék)	0,994 24,1	0,996 21,4
Y_N/M és Y_N^* (524 megfigyelés)	R^2 standard hiba (százalék)	0,988 26,2	0,992 22,7

Megjegyzés: $Y_N^* = Y_N/(25 \times 10^9)$, ugyanakkor a modell jobb oldalán $M^* = M/(25 \times 10^9)$.

Vizsgálati eredményeink nem erősítik meg *Hall–Jones* [1999] hipotézisét az intézményi rendszer és a gazdaságpolitika alapvető szerepéről. Ugyanakkor összhangban vannak azzal a feltevéssel (lásd például *Simon* [1983]), hogy a gazdasági növekedés elsődlegesen a termelőerők, a technikai haladás törvényszerűségeitől függ. Ez nem azt jelenti, hogy a szociális infrastruktúrának, napjainkban mindenekelőtt a gazdaságpolitikának ne lenne szerepe. Utóbbi akkor befolyásolhatja pozitív irányban a gazdasági növekedést, ha ismeretes annak mechanizmusa. Jelen kutatással ehhez szeretnénk volna hozzájárulni.

Hivatkozások

- ANDORKA RUDOLF–DÁNYI DEZSŐ–MARTOS BÉLA [1967]: Dinamikus népgazdasági modellek. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.
- BARRO, R. J.–LEE, J. W. [2000]: International Data on Educational Attainment: Updates and Implications. CID Working Paper, No. 42.
- BARRO, R.J.–SALA-I-MARTIN, X. [1995]: Economic Growth. Mc Graw-Hill Comp. Inc. Boston.
- BECKER, G. S.–MURPHY, K. M.–TAMURA, R. [1994]: Human Capital, Fertility and Economic Growth. *Journal of Political Economy*, 98. 12–37. o.
- BENHABIB, J.–SPIEGEL, M. [1994]: The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from Aggregate Cross-Country Data. *Journal of Monetary Economics*, No. 2. 143–173. o.
- DARVAS ZSOLT–SIMON ANDRÁS [1999]: Tőkeállomány, megtakarítás és gazdasági növekedés. *Közgazdasági Szemle*, 46. 9. sz. 749–771. o.
- DEDÁK ISTVÁN [1998]: Államadósság és gazdasági növekedés. *Közgazdasági Szemle*, 45. 11. sz. 998–1003. o.
- DEDÁK ISTVÁN [2000]: A gazdasági felzárkózás növekedéseméleti összefüggései. *Közgazdasági Szemle*, 47. 6. sz. 411–430. o.
- ERDŐS TIBOR [2000]: A fenntartható növekedés egyensúlyi feltételei. *Közgazdasági Szemle*, 47. 2–3. sz.
- HALL, R. E.–JONES, C. I. [1999]: Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Others. *Quarterly Journal of Economics*, 114. 83–116. o.
- JONES, C. I. [1995]: R&D-Based Models of Economic Growth. *Journal of Political Economy*, 103. 759–784. o.
- KÓRÖSI 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.
- MEADE, J. E. [1961]: *A Neo-Classical Theory of Economic Growth*. Allen and Unwin, London.
- MEYER DIETMAR [1995]: Az új növekedésemélet. Vázlatos áttekintés. *Közgazdasági Szemle*, 42. 4. sz. 387–398. o.
- 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. 943–956. o.
- ROMER, D. [1996]: *Advanced Macroeconomics*. Mc Graw-Hill, New York stb.
- ROMER, P. M. [1986]: Increasing Returns and Long Run Growth. *Journal of Political Economy*, 94. 1002–1037. o.
- SAMUELSON, P. A.–NORDHAUS, W. D. [1987]: *Közgazdaságtan. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó*, Budapest.
- IFJ. SIMON GYÖRGY [2000]: A dél-koreai gazdasági csodáról. *Statisztikai Szemle*, 78. 5. sz. 428–445. o.
- IFJ. SIMON GYÖRGY [2001]: Egy potenciális „elefánt”: India. *Statisztikai Szemle* (megjelenés alatt).
- SIMON GYÖRGY–KÖRÖSI GÁBOR [1983]: Bányászati növekedési funkcionál. *Sigma*, 16. 295–312. o.
- SIMON GYÖRGY [1983]: *Gazdaságpolitika és gazdaságfejlesztési törvényszerűségek*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.
- SIMON GYÖRGY [1998a]: Növekedési tényezők, ár-, bér- és profitmechanizmus a modern gazdaságban. *Közgazdasági Szemle*, 45. 2. sz. 174–192. o.
- SIMON GYÖRGY [1998b]: Duális növekedés és elosztási viszonyok a mai gazdaságban. *Külgazdaság*, 42. 43–60. o.
- SIMON GYÖRGY [1999]: Technikai haladás, érték és profit. *Közgazdasági Szemle*, 46. 428–445. o.
- SIMON GYÖRGY [2000]: Általánosított növekedési modell: világméretű vizsgálat. Az MTA Közgazdaságtudományi Kutatóközpontja, Budapest.
- 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.
- TARIÁN TAMÁS [2000]: Jánossy elmélete az új növekedési elmélet tükrében. *Közgazdasági Szemle*, 47. 457–472. o.
- VALENTINYI ÁKOS [1995]: Endogén növekedésemélet. *Közgazdasági Szemle*, 42. 6. sz. 582–594. o.
- VALENTINYI ÁKOS [2000]: Gazdasági növekedés, felzárkózás és költségvetési politika egy kis, nyitott gazdaságban. *Közgazdasági Szemle*, 47. 6. sz. 391–410. o.
- WEITZMAN, M. L. [1999]: Pricing the Limits to Growth from Minerals Depletion. *Quarterly Journal of Economics*, 114. 691–706. o.
- WORLD TABLE [1994]: The Penn World Table 5.6. Internet file: //C:\ pwt 56_doc. html.