

• Kiss Ferenc László •

A VÁLLALATI TERMELÉKENYSÉG ELEMZÉSE VÁLLALATKÖZI ÖSSZEHASONLÍTÁS ÉS DEKOMPOZÍCIÓ SEGÍTSÉGÉVEL

A tanulmány bemutatja, miként lehet szabályozott vállalatok termelékenységének időbeli változását és a változások ütemének vállalatközi összehasonlítását olyan alapvető fontosságú célok elérése érdekében elemezni, mint a szabályozott vállalatok hatékonyságának és profitabilitásának megismerése és előrejelzése, illetve hatékonysági és nyereségcélok felállítása, valamint realitásuk és ésszerűségük elbírálása. Az írás részletesen ismerteti a termelékenység elemzésének dekompozíciós módszerét – a hozzá kapcsolódó ökonometriai eszközökkel –, amely a vállalatok termelékenységében megfigyelt időbeli és térbeli változásokat oksági elemekre bontja. Az oksági elemek közé tartoznak a költségmegtakarító technológiai változások, a termelés növekedése méretgazdaságosság jelenlétében, valamint a termelésben felhasznált inputok árainak változásai, illetve az árváltozásoknak az inputok keresletére gyakorolt hatása. Végezetül egy valóságból vett példán – két létező szabályozott vállalat termelékenységének összehasonlító elemzése és dekompozíciója segítségével – bizonyítja, hogy az ismertetett módszer a vállalatirányítási és szabályozói gyakorlatban sikerrel alkalmazható.*

A TERMELÉKENYSÉG ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE

A szabályozók nemcsak azért tartoznak felelősséggel a társadalomnak, hogy az általuk szabályozott vállalkozások ne tehessenek szert monopoljárdékra, ne folytathassanak versenyellenes és más olyan társadalmilag káros tevékenységet, amely jelentős piaci erejüknek, privilégiumaiknak stb. lehet a következménye, hanem azért is, hogy maximális mértékben elősegítsék az általuk szabályozott vállalkozások hatékony működését, vagyis azt, hogy outputjaik piacait a lehetséges legalacsonyabb költséggű – és ezért áru –, valamint legjobb minőségű és legszélesebb választékú termékekkel és szolgáltatásokkal lássák el. A szabályozott szolgáltatók működési feltételeit nem kis mértékben éppen a szabályozó alakítja ki és menedzseli. Ezért a legfontosabb

*A termelékenység kutatásában jelentős szerepet játszott három kedves barátom és kiváló kollégám, *Bernard J. Lefebvre*, *Robert E. Olley* és *Shafi A. Shaikh*. A jelen írás támaszkodik arra a nem publikált tanácsadói munkára, amely szakmai vezetésem alatt zajlott, és amelyet egyes részeiben velük közösen végeztem. Nekik ajánlom ezt az írást.

szabályozói feladatok közé tartozik a szabályozott vállalkozások hatékonyságának és gazdasági-pénzügyi „egészségi állapotának” folyamatos – vagy legalábbis gyakori – vizsgálata. A szabályozónak behatóan ismernie kell a szabályozottat. Törekednie kell a szabályozottra vonatkozó saját ismeretei és a szabályozott önismerete, valamint piacismerete között szükségszerűen meglévő aszimmetria, illetve annak negatív jelenségei minimalizálására.

A vállalati hatékonyság és profitabilitás vizsgálatának alapvető eszköze a vállalati *termelékenység* mérése és elemzése a közgazdaságtan által kínált elméleti-módszertani alapokon és mennyiségi elemzési eszközök alkalmazásával. Szabályozók és szabályozottak egyaránt már az ágazati szabályozás korai időszakától kezdve élnek a termelékenységelemzés adta lehetőségekkel. Észak-Amerikában – ahol a távközlési szolgáltatók szabályozott magánmonopóliumokként működtek, és ahol ezért hamar kialakult a szabályozás közgazdaságtana, valamint a szabályozás hatékonyságát szolgáló elemzési módszerek rendszere – az 1960-as évek közepe óta léteznek szabályozási és menedzsmentcélokat egyaránt sokoldalúan szolgáló nagyszabású, komplex termelékenységi tanulmányok. Az állami tulajdonú szolgáltatómonopóliumok világméretben zajló privatizációja, amely az 1980-as években kezdődött és a 21. század első évtizedének végén még mindig folyik, a termelékenységi tanulmányokat is elterjesztette szerte a világon. Elterjedésük különösen szorosan kapcsolódott az *ársapka* (*price cap*) típusú szabályozás világméretű térhódításához, hiszen az ársapka képletében megjelenő termelékenységi tényezőt általában a szabályozó és a szabályozott közötti kétoldalú tárgyalások során állapítják meg. E tárgyalásokon egyik fél sem lenne képes megalapozott álláspont kialakítására az általa képviselt érdekek védelmében, ha nem lenne jártas a termelékenységelemzés témakörében.

A szabályozott és szabályozatlan vállalatok vezetői egyaránt nagy érdeklődéssel fordulnak a termelékenység mint a profitot meghatározó két fő *endogén* tényező egyike felé. Már a második világháború előtt felismerték, hogy a profit változásai leginkább a termelékenység és az outputáruk változásaira vonatkozó vezetői döntésektől függenek, mert az inputok áraira az azokat versenypiacokon beszerző vállalatok vezetőinek általában csak viszonylag jelentéktelen befolyása van. Észak-Amerikában a termelékenység már az 1970-es évektől kezdve a rövid távú operatív tervezés és költségvetés-készítés egyik alapvető eszközévé vált. Ekkor a termelékenységi mutatók a vállalat teljesítményének *ex post* jellemzőin túlmenően *ex ante* célokká is váltak. A termelékenység pusztán mérése és a mérési eredmények *ad hoc* elemzése már nem volt elegendő. Explicit termelékenységi célokra volt szükség, valamint arra is, hogy kiszámítsák a termelékenységnek azt a növekményét, amelyet a terv vagy költségvetés impliciten tartalmazott, és elbírálják annak realitását és ésszerűségét. Megjelentek a rövid távú explicit és terv-implicit termelékenységi célok (*budget-implicit productivity gain*), de erőfeszítéseket tettek a termelékenység hosszabb távon optimális növekedési ütemének előrejelzésére is. A szabályozók és szabályozottak egyaránt gyorsan felismerték a hibás termelékenységi célok által

okozható károk természetét és nagyságát. Az optimálisnál magasabb termelékenységi cél a termék minőségének romlásához, valamint olyan rövid távú költségmegtakarításokhoz vezethet, amelyek hosszú távon növelik a termelés költségeit. Az optimálisnál alacsonyabb termelékenységi célokról pedig bebizonyosodott, hogy a termelési fegyelem lazulását és az inputok pazarlását idézhetik elő. A többi vezetői céllal kölcsönhatásban lévő *operatív termelékenységi célok* kitűzése a korábbinál kiterjedtebb és pontosabb elemzést követelt, amelyet csak új, fejlettebb elemzési módszerek és eszközök alkalmazásával lehetett megvalósítani. A termelékenység elemzésének élvonalában a szabályozott ágazatok – elsősorban a távközlés – álltak, mert ezekben a menedzseri és szabályozói törekvések összefonódása és egybeesése különösen nagy mértékben ösztönözte a kapcsolódó elmélet, módszertan és menyniségi elemzési eszközök fejlődését.

Sokféle eszköz áll rendelkezésre a termelékenység mérésétől a vizsgált vállalatok ökonometria modelljeiből származtatható különféle becslült közgazdasági jellemzők felhasználásáig a termelékenységváltozás okainak és hatásainak magyarázatára, illetve a várható termelékenységnövekedés mértékének és következményeinek az előrejelzésére. A termelékenység az inputok és outputok *volumenindexei* segítségével mérhető. Az indexek *összehasonlítások* eredményei. Az időbeli indexek az egyes outputok időbeli változásainak átlagát viszonyítják az egyes inputok időbeli változásainak az átlagához. A térbeli indexek két termelési folyamat azonos outputjai és inputjai közötti viszonyok átlagát mutatják.

Az index formájú mérési eredmények *ad hoc* időbeli és térbeli *összehasonlításokat* tesznek lehetővé. Amikor valamely vállalat vagy ágazat azt vizsgálja, hogy termelékenysége milyen mértékű növelésére van reális lehetősége, akkor minden esetben mérési eredményeket hasonlít össze. Ugyanezt teszi a szabályozó is.

Az összehasonlítás megmaradhat az adott vállalat vagy ágazat keretein belül, ahol az összehasonlítás a saját múltbeli teljesítménnyel történik. A mérési eredmények megmutatják, hogy számszerűen miként alakult a termelékenység valamely időszak során. Megállapítható, hogy mikor gyorsult, mikor lassult, vagy mikor maradt állandó a változás rátája, valamint az is, hogy milyen – oknak vagy következménynek nevezhető – jelenségek társíthatók a termelékenység mért változásaival. A múltbeli teljesítménnyel való összehasonlítás elengedhetetlenül hasznos, azonban erősen félrevezető is lehet, ha felületes módon történik. A szabályozó szempontjából a termelékenység időbeli összehasonlításainak az a legfőbb veszélye, hogy az összehasonlítás a szabályozott vállalat vagy szektor gazdasági teljesítménye vagy teljesítőképessége hibás megítéléséhez vezethet. A szabályozás története során számtalanszor az okozta a problémát, hogy a szabályozó (és/vagy a szabályozott vállalat vezetése) a működési körülmények változásainak figyelmen kívül hagyásával egyszerűen és mechanikusan feltételezte, hogy a vállalat termelékenysége várható növekedési rátájának meg kell egyeznie annak valamilyen (például átlagos) múltbeli növekedési rátájával. A helyesen előre jelzett optimális növekedési ráta figyelembe veszi a külső és belső környezet

mindama változásait, amelyek befolyásolják a termelékenység növekedési ütemét. Ha a jövőbeli feltételek eltérnek a múltbeliektől, akkor a termelékenység optimális növekedési üteme sem lesz azonos. Különösen fontos a külső tényezők közül a piaci kereslet alakulása, a belső tényezők közül pedig a méret- és választékgazdaságosság foka, valamint a költségmegtakarító technológiai változások.

Az összehasonlítás gyakran kiterjed más vállalatokra, illetve ágazatokra. Ekkor a vállalat vagy szektor más vállalatokhoz, illetve szektorokhoz hasonlítja magát. Két vagy több vállalat *időbeli* termelékenységi indexeinek a *térbeli* összehasonlítása megmutatja, hogy hol mikor volt magasabb, alacsonyabb, illetve azonos a termelékenység növekedési rátája. Az ilyen összehasonlítás annak a jelzésére is képes, hogy körülményeik mikor milyen eltérései alakították egymástól eltérő módon termelékenységüket. Vállalatok között nemcsak a termelékenység mért időbeli változásai hasonlíthatók össze, hanem – *térbeli indexek* képzése útján – a termelékenység eltérő vállalati „színvonalai” is.

Az *ad hoc* összehasonlítások hasznosak, mert alkalmat adnak különféle okok és következmények jelzésére, azonban a hibás következtetéseknek is nagy a veszélye. A felületesen végzett összehasonlítások gyakran olyan implicit feltételezést takarnak, amely szerint, ha valamilyen másik vállalat vagy ágazat elért bizonyos gyorsaságú termelékenységnövekedést, akkor hasonló gyorsaságú javulás követelhető meg a hozzájuk hasonlított vizsgált vállalattól vagy ágazattól. Ez a feltételezés bizonyulhat helyesnek vagy helytelennek, de mindenképpen ártalmas, ha az összehasonlítást végzők nem tárják fel megfelelő részletességgel a termelékenységet befolyásoló tényezőket, azok különbségeit és a különbségek hatásait.

A termelékenység változása nagyszámú gazdasági változó hatásainak az eredőjeként jön létre. A termelékenységre ható változók bizonyos intenzitással fejtik ki hatásaikat. Mint a későbbiekben látni fogjuk, a termelékenység változásainak dekompozíciója ezért minden magyarázó (okszági) változó esetében megkülönbözteti a magyarázó változó *nagyságában* bekövetkezett változásokat e változások hatásának az *intenzitásától*. Elemzéseink során az outputok változásának ütemével és a költségmegtakarító technológiai változások bevezetésével foglalkozunk a legtöbbit, mert általában ezek magyarázzák a termelékenység megfigyelt (mért) változásainak legnagyobb részét. Az output változása hatásának intenzitását a méret- és választékgazdaságosság foka jelenti, a technológiai változások azonnali és rövid távú költségmegtakarító hatását pedig a költségek technológiarugalmasága formájában is ki tudjuk fejezni.¹ A magyarázó változók és intenzitásaik egyaránt függenek azoktól a különféle körülményektől és eseményektől, amelyek között az összehasonlított vállalatok vagy ágazatok találják magukat. Például a technológiai változások gyorsasága függ nemcsak a vállalat pénzügyi helyzetétől, hanem az exogén kutatás-fejlesztés általános állapotától is. Másfelől az is igaz, hogy ugyanaz a technológiai

¹ A hosszú távú hatások a méret- és választékgazdaságosság fokának módosításában is érvényre jutnak.

változás a körülményektől és eseményektől függő módon járhat több vagy kevesebb költségmegtakarítással. Ahogyan nem követelhető meg, hogy a termelékenység növekedési üteme azonos legyen különböző években, ugyanúgy az sem, hogy különböző vállalatok vagy ágazatok azonos ütemben növeljék termelékenységüket. Sőt, a gazdasági körülmények különbségei általában nagyobbak térben, mint időben, azaz nagyobbak különböző vállalatok között, mind ugyanazon vállalat esetében különböző évek között.

Az *ad hoc* összehasonlítások lehetővé teszik a termelékenységre ható tényezők jelzését, nem teszik azonban lehetővé ezek hatásainak mennyiségi elemzését, számszerűsítését. A vállalati termelékenység okainak és következményeinek komplex mennyiségi elemzése ökonometriai termelési modellek segítségével valósul meg.

Az ökonometriai modellek megjelenése minőségi ugrást jelentett a termelékenység elemzésében. A modellek gazdagították az elemzés eszköztárát, mert lehetővé tették a modellezett vállalat termelékenysége *időbeli* változásainak oksági elemekre bontását (dekompozícióját). Az okok szerinti szétbontás képes megmutatni, hogy a termelékenység változásában mekkora szerepet játszanak egyfelől a technológiai változások azonnali és rövid távú költségcsökkentő hatásai, másfelől pedig a technológiát jellemző méret- és választékgazdaságosság kihasználása a termelés méretének és a termékválasztéknak a növelése révén.²

E tanulmányban két irányban fejlesztjük tovább az ökonometriai modellek segítségével végzett elemzés módszereit. Egyrészt *vállalatközi* ökonometriai költségmodellt állítunk fel, amely két összehasonlított vállalat közös költségmodellje lesz. Másrészt a közös modell paramétereinek statisztikai becslése révén képesek leszünk megvalósítani két vállalat termelékenysége időbeli változásainak – esetünkben éves növekményeinek – térbeli, azaz vállalatközi dekompozícióját. A vállalatközi összehasonlítást dekompozíció segítségével elemezve, nemcsak megfigyeljük a növekményeket és azok vállalatközi különbségeit, hanem elvégezzük a megfigyelt különbségek oksági elemekre bontását is. A különbségek dekompozíciója a növekmények dekompozíciójára épül. Mindkét vállalat esetében meghatározzuk a termelékenység időbeli változásának legfontosabb okait, számszerűsítjük a meghatározott magyarázó változók hatásait, végül pedig a két vállalat termelékenységváltozásának a különbségét mint a magyarázó változók hatásaiban létező különbségek összegét fejezzük ki. Ha például valamely évben *A* és *B* vállalat termelékenysége egyaránt *X* és *Y* magyarázó tényező hatására változik, akkor ugyanez a két tényező felelős a termelékenység változásának az *A* és *B* vállalat között megfigyelt különbségéért is.

.....
² Ugyancsak elvégezhető a termelékenység időbeli változásainak a *következmények* szerinti dekompozíciója. A következmények szerinti dekompozíció arra világít rá, hogy a termelékenység növekedése mekkora növekedést képes előidézni a vállalat outputjában, inputjaiban, különösen a tőkeinputban, illetve mennyivel képes növelni a profitot és a tőke megtérülés rátáját. A következmények szerinti dekompozícióval a jelen tanulmányban nem foglalkozunk.

A dekompozíció a termelékenység *előrejelzésének* is alapvető fontosságú eszköze. Szabályozó és szabályozott számára egyaránt fontos annak ismerete, hogy a termelékenység milyen fokú javulására lehet reálisan számítani valamely működési vagy más tényező várható változásának következményeként. Az ilyen ismeretet a szabályozott vállalat menedzsmentje közvetlenül alkalmazza, például annak elbírálására, hogy valamely explicit számszerű termelékenységi cél – vagy a termelékenységnövekedésnek az az *implicit* mértéke, amely a vállalat éves operatív tervéből vagy költségvetéséből levezethető – mennyire reális és ésszerű. A termelékenységi célok realitásának elbírálására kialakított módszerek a szabályozói gyakorlatban is igen fontossá váltak már az ársapka- (*price cap*) szabályozásra világméretben tömegesen történt átállást megelőző időkben is, az ársapka-szabályozásnak pedig nélkülözhetetlen kellékei.

A jelen tanulmányban bővítjük a termelékenység előrejelzését és az előrejelzések realitásának elemzését szolgáló analitikus eszközök körét. Az előrejelzés parametrikus (ökonometriai) módszerét vállalatközi modellekre kiterjesztve, az inputok és a termelékenység előrejelzését vállalatközi összehasonlító elemzés és dekompozíció keretében mutatjuk meg.

A TERMELÉKENYSÉG IDŐBELI VÁLTOZÁSAI

Vállalatok teljes termelékenységének – valamennyi input együttes átlagos termelékenységének – a változásait vizsgáljuk. A változások időben vagy térben jöhetnek létre. Az időbeli változások valamely vállalat teljes termelékenységének két időpont vagy időszak között végbemenő alakulását jelzik, míg a térbeli változások két vállalat termelékenysége közötti különbséget mutatják. Vizsgálatunkat volumenindexek természetes logaritmusaként definiált arányos változások segítségével végezzük.

Valamely vállalat teljes termelékenysége időbeli arányos változásának mérőszáma

$$\dot{\phi} = \dot{q} - \dot{x}, \quad (1)$$

vagyis a teljes output időben folyamatos arányos változásának (\dot{q}) és a teljes input időben folyamatos arányos változásának (\dot{x}) a különbsége. A teljes output időben folyamatos arányos változását Divisia-volumenindex segítségével fejezzük ki, vagyis

$$\dot{q} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i Q_i}{R} \dot{q}_i = \sum_{i=1}^n r_i \dot{q}_i, \quad (2)$$

ahol n output létezik, $\dot{q}_i = \frac{dQ_i}{dt} \frac{1}{Q_i} = d \ln Q_i$ az i -edik output időbeli arányos változása,

$R = \sum_{i=1}^n P_i Q_i$ a teljes árbevétel és r_i az i -edik output árbevételi részesedése.

Az outputok és inputok volumenei diszkrét időbeli változásokat mutatnak, ezért szükség van az időben folyamatos Divisia-indexek diszkrét megközelítésére Törnqvist-indexek segítségével. Az outputoknak a valamely $(t-1)$ -edik időszakról t -edik időszakra történő diszkrét változásai esetén:

$$\dot{q}_t = \sum_{i=1}^n \bar{r}_{it} \ln \left(\frac{Q_{it}}{Q_{i,t-1}} \right), \quad (3)$$

ahol \bar{r} az egyedi outputok egyszerű számtani átlagos árbevételi részesedéseit mutatja, vagyis

$$\bar{r}_{it} = \frac{r_{it} + r_{i,t-1}}{2}. \quad (4)$$

A teljes input időben folyamatos arányos változását is Divisia-volumenindex segítségével fejezzük ki, vagyis

$$\dot{x} = \sum_{j=1}^m \frac{W_j X_j}{C} \dot{x}_j = \sum_{j=1}^m s_j \dot{x}_j, \quad (5)$$

ahol m input létezik, $\dot{x}_j = \frac{dX_j}{dt} \frac{1}{X_j} = d \ln X_j$ a j -edik input időbeli arányos változása,

$C = \sum_{j=1}^m W_j X_j$ a teljes költség és s_j a j -edik input költségrészesedése.

A teljes input $(t-1)$ -edik időszakról t -edik időszakra történő arányos változásának diszkrét megközelítése pedig

$$\dot{x}_t = \sum_{j=1}^m \bar{s}_{jt} \ln \left(\frac{X_{jt}}{X_{j,t-1}} \right), \quad (6)$$

ahol \bar{s} az egyedi inputok egyszerű számtani átlagos árbevételi részesedéseit mutatja, vagyis

$$\bar{s}_{jt} = \frac{s_{jt} + s_{j,t-1}}{2}. \quad (7)$$

Ha összehasonlító elemzésünk kiterjed a parciális termelékenységi mutatók (munka-, tőke- és anyagtermelékenység) vizsgálatára, akkor a parciális mutatók képzése során az inputoldalón a W_j árak és X_j volumenek (ennek következtében az \bar{s}_j költségrészesedések és az \dot{x}_j arányos változások) értelemszerűen csak az egyedi munkainputokra vagy csak az egyedi tőkeinputokra, illetve csak az egyedi anyaginputokra vonatkoznak.

Az egyszerűbb olvashatóság érdekében az adatok és az empirikus eredmények bemutatása során \dot{q}_t -t és \dot{x}_t -t megszorozzuk százszal, majd $100\dot{q}_t$ -re és $100\dot{x}_t$ -re egyaránt mint „százalékos” változásokra hivatkozunk.³

³ Ez a „százalék” ugyan eltér a köznyelvben használatos százalékfogalomtól, mégis ennek a használata mellett döntöttünk, mert így módon a termelékenység változását és a változások közötti viszonyt

Kiegészítésként megjegyezzük, hogy ha nem arányos változásokkal, hanem indexszámokkal dolgoznánk, akkor a vállalat teljes termelékenysége időbeli változásának indexe a következő formát ölténé:

$$\hat{\Phi} = \hat{Q} / \hat{X}, \quad (8)$$

ahol \hat{Q} , illetve \hat{X} az output, illetve az input időbeli Divisia-volumenindexe, illetve diszkrét volumenváltozások esetén Törnqvist-volumenindexe, vagyis valamely egymást követő $(t-1)$ -edik és t -edik időszakra

$$\hat{Q}_t = \prod_{i=1}^n \left[\frac{Q_{it}}{Q_{i,t-1}} \right]^{\bar{v}_{it}}, \quad (9)$$

illetve

$$\hat{X}_t = \prod_{j=1}^m \left[\frac{X_{jt}}{X_{j,t-1}} \right]^{\bar{s}_{jt}}. \quad (10)$$

E szerint az output, illetve input Törnqvist-volumenindexe a valamennyi outputban, illetve valamennyi inputban két egymást követő időszak között bekövetkezett volumenváltozások hányadosainak az illető outputok, illetve inputok átlagos árbevételi részesedéseivel, illetve költségrészesedéseivel súlyozott mértani átlaga.

A termelékenység időbeli arányos változását a termelékenységi index természetes logaritmusaként definiáljuk, azaz

$$\hat{\phi} = \ln \hat{\Phi} = \ln \hat{Q} - \ln \hat{X}. \quad (11)$$

DEKOMPOZÍCIÓ A VÁLLALATON BELÜL

Vállalaton belül a termelékenység *időbeli* változásainak az okok szerinti szétbontására teszünk kísérletet. Ehhez, mint ezt korábban jeleztük, szükség van a vállalati termelési folyamat egyes alapvető közgazdasági tulajdonságainak ismeretére, amelyet ökonometriai termelési modellek segítségével tudunk megszerezni.

Modellként termelési függvények, különféle formájú költségfüggvények, továbbá profitfüggvények is választhatók. A jelen tanulmányban teljesköltség-függvényeket állítunk fel és becslünk meg. A költségfüggvény alkalmas a vállalati termelési folyamat valamennyi olyan közgazdasági alaptulajdonságának a leírására, amely a termelékenység elemzéshez szükséges. Termelési függvényeket azért nem használunk, mert azok nem teszik lehetővé a többtermékes termelési folyamatok közgazdasági

.....
egyszerű additív formában kezelhetjük, és elkerüljük az indexszámok és a multiplikatív kapcsolatok használatából adódó prezentációs bonyodalmakat.

tulajdonságainak a vizsgálatát, a profitfüggvényekkel pedig adatproblémák miatt nem foglalkozunk.

A vállalaton belüli dekompozíciót először a viszonylag egyszerűen bemutatható egytermékes költségfüggvény segítségével vizsgáljuk, majd ennek ismeretében térünk át a többtermékes költségfüggvény alkalmazására, amelynek révén nagyobb betekintést nyerünk a termelékenység alakulását befolyásoló tényezőkre és azok hatásaiba.

Egy termék esete

Ismeretes, hogy valamely vállalat termelési technológiája leírható a teljesköltségfüggvény segítségével, amelynek legegyszerűbb általános alakja egy termék és exogén technológiai változások esetén

$$C = g(W_1, \dots, W_m, Q, T), \quad (12)$$

ahol C a termelés összes közgazdasági költsége, T pedig az exogén technológiai változások változója, amelynek mérésére az empirikus modellek ismertetésénél még visszatérünk.

A technológiai változások akkor járulnak hozzá a termelékenység növekedéséhez, amikor költségmegtakarító hatásúak.⁴ A termelékenységnek a technológiai változások által generált időbeli növekménye (\dot{B}), amit a továbbiakban *technológiai hatásnak* nevezünk, ugyanolyan nagyságú (de ellentétes előjelű), mint a költségfüggvénynek a technológiai változások által generált időbeli *eltolódása*, vagyis

$$\dot{B} = - \frac{\partial \ln C}{\partial t}. \quad (13)$$

Ez a hatás megbecsülhető a teljes költségnek a technológiai változásra vonatkozó rugalmassága segítségével. A rugalmasságot a becsült költségfüggvény nyújtja, a technológia arányos változása pedig a technológiai változásokat kifejező tényadatokat segítségével fejezhető ki.⁵

$$\dot{B} = - \left[1 - \frac{\partial \ln C}{\partial \ln T} \right] \frac{d \ln T}{dt} = \varepsilon_{CT} \dot{T}. \quad (14)$$

⁴ A technológiai hatás a technológiai változások azonnali és rövid távú költségmegtakarító hatásait tartalmazza. A technológiai változásoknak azonban vannak hosszú távú költségmegtakarító hatásai is, amelyek például a termelés méretének növekedése során fokozatosan bontakoznak ki. Ezekre a becslési eredményeink elemzése során részletesebben is kitérünk.

⁵ Meg kell jegyeznünk, hogy $\varepsilon_{CT} = -\partial \ln C / \partial \ln T$. Míután a rugalmasság mindig negatív előjelű, ε_{CT} mindig pozitív, ha a technológiai változások költségmegtakarítók.

Az output akkor járul hozzá a termelékenység növekedéséhez, amikor méretgazdaságosság jelenlétében növekszik.⁶ A termelékenységnek az output növekedése által generált időbeli növekménye (\dot{E}), amit a továbbiakban *outputthatásnak* nevezünk, tehát a méretgazdaságosság fokától és az output növekedési rátájától függ. A méretgazdaságosság olyan technológiai tulajdonság, amelynek fokát a költségfüggvény segítségével meg tudjuk becsülni, mert a méretgazdaságosság foka a költség output-rugalmasságának az inverze ($\varepsilon_{QX} = \varepsilon_{CQ}^{-1}$). Az output volumenének növekedése akkor járul hozzá a termelékenység növekedéséhez, amikor $0 < \varepsilon_{CQ} < 1$. Az output arányos változását tényadatokból nyerjük. Az outputthatás tehát

$$\dot{E} = \left[1 - \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Q} \right] \frac{d \ln Q}{dt} = \xi_{CQ} \dot{q}, \quad (15)$$

ahol $\xi_{CQ} = 1 - \varepsilon_{CQ}$ és $\varepsilon_{CQ} = \partial \ln C / \partial \ln Q$ pedig a költség output-rugalmassága.⁷

Látható, hogy a költségfüggvénnyel reprezentált vállalat arányos időbeli termelékenységváltozása kifejezhető a termelékenységre (illetve a költségre) ható minden egyes független változó időbeli arányos változása és a költségnek az ugyanazon független változóra vonatkozó rugalmassága szorzatainak az összegeként. Ha a költségfüggvény egy hibaváltozót is tartalmazó regressziós egyenlet formáját ölti, akkor a dekompozíció a következők szerint alakul:

$$\dot{\phi} = \varepsilon_{CT} \dot{T} + \xi_{CQ} \dot{q} + \dot{R}, \quad (16)$$

ahol \dot{R} a megfigyelt (tényleges) termelékenységváltozásnak a technológiai változások és az output volumenének változása – azaz a (16) egyenlet jobb oldalán lévő első két kifejezés – által meg nem magyarázott részét, vagyis a *reziduális* termelékenységváltozást reprezentálja.

A (16) egyenlet a termelékenységváltozást oksági elemekre bontja. Ebben a legegyszerűbb dekompozícióban a termelékenység növekedését három hatás idézi elő: 1. a technológiai hatás, 2. az outputthatás, és 3. a reziduális hatás:

$$\dot{\phi} = \dot{B} + \dot{E} + \dot{R}. \quad (17)$$

Az eddigiekben a legegyszerűbb esetet mutattuk be. A vállalat technológiáját olyan költségfüggvény segítségével írtuk le, amelyben egyetlen output és egyetlen exogén technológiai változó szerepelt. A technológia nagyobb részletességű és pontosabb leírása esetén módosul a termelékenység időbeli változásainak a dekompozíciója is.

⁶ Vagy méretgazdaságtalanság jelenlétében csökken. Ezzel azonban nem foglalkozunk.

⁷ Ugyancsak meg kell jegyeznünk, hogy $\xi_{CQ} = 1 - \partial \ln C / \partial \ln Q$ pozitív, amikor méretgazdaságosság létezik, vagyis amikor $0 < \partial \ln C / \partial \ln Q < 1$.

Több output esetén például a (17) egyenletben is megjelennek az egyedi outputok növekedésének a hatásai

$$\dot{\phi} = \dot{B} + \sum_{i=1}^n \dot{E}_i + \dot{R}, \quad (18)$$

ahol az egyedi \dot{E}_i outputhatások az egyes outputok arányos változásainak és a költségnek az illető outputokra vonatkozó rugalmasságainak a szorzataként jelennek meg, vagyis

$$\dot{E}_i = \xi_{CQ_i} \dot{q}_i. \quad (19)$$

A komplex technológiai változások explicit figyelembevétele igen változatos módon bonyolítja a vállalati termelékenység időbeli változásainak dekompozícióját, különösen ha egyidejűleg jönnek létre inputsemleges, inputszerkezetet módosító és input- vagy output-augmentációt eredményező technológiai változások. Ezekkel a jelen tanulmány keretei között nem áll módunkban foglalkozni.

Több termék esete

A vállalatok nagy része többféle terméket és/vagy szolgáltatást termel. Többféle termék esetén feltehető, hogy az output szerkezetében bekövetkező változások befolyásolják a termelékenység alakulását. Annak érdekében, hogy az előzőkben tárgyalt hatásokon kívül az output összetételének hatását is megbecsülhessük, többtermékes költségmodellt vezetünk be a vizsgálatba. A (12) egyenlet költségfüggvényének outputját (vagy output-aggregátumát) most n számú egyedi outputváltozóval helyettesítjük

$$C = g(W_1, \dots, W_m; Q_1, \dots, Q_n; T). \quad (20)$$

Ha vesszük ennek a költségfüggvénynek az idő szerinti teljes deriváltját, bevezetjük Shephard lemmáját, amely szerint $\partial g / \partial W_j = X_j$ és átrendezzük a kapott egyenletet, akkor a következő kifejezéshez jutunk:

$$\dot{B} = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{CQ_i} \dot{q}_i - \sum_{j=1}^m s_j \dot{x}_j, \quad (21)$$

ahol \dot{B} a költségfüggvényben a technológiai változás által okozott eltolódás mértékét,

$\varepsilon_{CQ_i} = \frac{\partial g}{\partial Q_i} \frac{Q_i}{C} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Q_i}$ pedig a költségnek az i -edik outputra vonatkozó rugalmasságát mutatja.

A (21) egyenletnek a Divisia-indexeket kifejező (1), (2) és (3) egyenletekkel való összehasonlítása rávilágít arra, hogy az időbeli költségeltolódás torzítatlanul képes

kifejezni a termelékenység változását, ha $\varepsilon_{CQ_i} = r_i \forall i$, vagyis amikor valamennyi output árbevételi részesedése egyenlő a költségeknek az illető outputra vonatkozó rugalmasságával, tehát

$$\frac{P_i Q_i}{R} = \frac{\partial g}{\partial Q_i} \frac{Q_i}{C}. \quad (22)$$

Ez az egyenlőség csak akkor jöhet létre, ha 1. minden output ára egyenlő annak határköltségével ($P_i = MC_i = \partial g / \partial Q_i, \forall i$), és 2. a teljes árbevétel egyenlő a teljes költséggel ($R = C$). Mindkét feltétel teljesül, ha a termelési folyamatot állandó hozadék jellemzi, valamint ha a vállalat input- és outputpiacai tökéletes versenyzői piacok. A szabályozott vállalatok outputpiacai azonban nem nevezhetők tökéletesen versenyzőinek, továbbá zömmel hálózati alapú termelést folytatnak, ezért technológiájukat méretgazdaságosság jellemzi. Éppen eme tulajdonságaik miatt válnak szabályozás tárgyává. A szabályozott vállalatok esetében tehát a termelékenység időbeli arányos változásai eltérnek az időbeli arányos költségeltolódások nagyságától. A (22) egyenlet segítségével az eltérés a következőképpen fejezhető ki:

$$\dot{\phi} - \dot{B} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{P_i Q_i}{R} - \frac{MC_i Q_i}{C} \right] \dot{q}_i. \quad (23)$$

A (23) egyenletből igen tanulságos módon tudjuk kifejezni a termelékenység változását, ha hozzáadunk és levonunk $(P_i Q_i)/C$ -t, és átrendezzük az egyenlet jobb oldalát.⁸ Eredményünk a következő:

$$\dot{\phi} = \sum_{i=1}^n \left[(P_i - MC_i) \frac{Q_i}{C} \right] \cdot \dot{q}_i + \sum_{i=1}^n [(P_i Q_i)(R^{-1} - C^{-1})] \cdot \dot{q}_i + \dot{B} \quad (24)$$

A többtermékes modell esetében ez az egyenlet szolgál a termelékenység dekompozíciójának kiindulópontjául. Az egyenlet megmutatja, hogy a termelékenység változása egyenlő a költség változásával ($\dot{\phi} = \dot{B}$), ha állandó a hozadék, és határköltséges árazás történik. $MC_i = 0$, de $R - C < 0$, ha az árazás határköltséges, de méretgazdaságosság van jelen. $P_i - MC_i \neq 0$, de $R = C$, ha valamilyen költségfedező nullaprofit-korlát létezik, mint például az átlagköltséges vagy a Ramsey-árazás esetében. Az egyenlet jobb oldalának első és második tagja is aktiválódik, ha méretgazdaságosság létezik, és – emiatt vagy ettől függetlenül is – az árak nem egyenlők a határköltségekkel.

Vannak olyan vállalatok, amelyek outputjaira értelmezhető az átlagköltség fogalma, mert termelési költségeik túlnyomórészt output-specifikusak. Ha létezik az átlagköltség, akkor hasznos információ hozható létre az ár – határköltség külön-

⁸ A nem határköltséges árazás következményeit elsőként Denny–Fuss–Everson [1979] elemezte.

bözeteknek az ár – átlagköltség és az átlagköltség – határköltség különbözetre történő felbontása révén:

$$P_i - MC_i = (P_i - AC_i) + (AC_i - MC_i). \quad (25)$$

A (25) egyenletet a (24) egyenletbe helyettesítve, a következő képletet kapjuk:

$$\begin{aligned} \dot{\phi} = & \sum_{i=1}^n \left[(P_i - AC_i) \frac{Q_i}{C} \right] \cdot \dot{q}_i + \sum_{i=1}^n \left[(AC_i - MC_i) \frac{Q_i}{C} \right] \cdot \dot{q}_i + \\ & + \sum_{i=1}^n \left[(P_i Q_i) (R^{-1} - C^{-1}) \right] \cdot \dot{q}_i + \dot{B}, \end{aligned} \quad (26)$$

amelynek szerkezetét világosabbá tehetjük, ha a jobb oldalon \dot{q}_i három szorzótényezőjét sorban ZA_i -vel, ZM_i -vel és ZR_i -vel helyettesítjük. Az egyenlet ekkor a következő képet mutatja:

$$\dot{\phi} = \sum_i ZA_i \dot{q}_i + \sum_i ZM_i \dot{q}_i + \sum_i ZR_i \dot{q}_i + \dot{B}. \quad (27)$$

A TERMELÉKENYSÉG TÉRBELI VÁLTOZÁSAI

Mint korábban már említettük, vállalatközi térbeli összehasonlítás során összehasonlíthatjuk két vállalat termelékenységi „színvonalát” (térbeli volumenindexek segítségével), és termelékenységének időbeli alakulását (időbeli volumenindexeinek segítségével).

A termelékenység térbeli indexét az időbeli indexszel analóg módon definiáljuk. A különbség csak annyi, hogy a térbeli indexben a t és $(t - 1)$ -edik periódusokra vonatkozó ár- és volumenadatokat az A és B vállalat adatai váltják fel. Eszerint a termelékenység térbeli arányos változása (különbsége)

$$\dot{\phi}_{AB} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} \left[\frac{P_{iA} Q_{iA}}{\sum_{i=1}^n P_{iA} Q_{iA}} + \frac{P_{iB} Q_{iB}}{\sum_{i=1}^n P_{iB} Q_{iB}} \right] \ln \left(\frac{Q_{iA}}{Q_{iB}} \right) - \sum_{j=1}^m \frac{1}{2} \left[\frac{W_{jA} X_{jA}}{\sum_{j=1}^m W_{jA} X_{jA}} + \frac{W_{jB} X_{jB}}{\sum_{j=1}^m W_{jB} X_{jB}} \right] \ln \left(\frac{X_{jA}}{X_{jB}} \right). \quad (28)$$

A jelen tanulmány keretei között a termelékenység térbeli változásainak mérésével és vállalatközi dekompozíciójával nem foglalkozunk.⁹ Feladatunkat most az időbeli változások közötti különbségek dekompozíciója képezi.

⁹ A vállalatok termelékenységi „színvonalainak” térbeli összehasonlítása a gyakorlatban sok nehézséget vet fel. Különösen jelentősek azok, amelyek a változók összehasonlíthatóságát biztosító mérésével kapcsolatosak. Elsőként Kiss (1984) foglalkozott a mérés és összehasonlítás nehézségeivel.

Valamely t -edik időszakban az összehasonlított két vállalat (A és B) időbeli arányos termelékenységváltozásai közötti különbség

$$\Delta\dot{\phi}_t = \dot{\phi}_{At} - \dot{\phi}_{Bt} = (\dot{q}_{At} - \dot{x}_{At}) - (\dot{q}_{Bt} - \dot{x}_{Bt}) = \Delta\dot{q}_t - \Delta\dot{x}_t. \quad (29)$$

VÁLLALATKÖZI DEKOMPOZÍCIÓ

A termelékenység időbeli változásainak legegyszerűbb dekompozícióját mutató (16) egyenletben a termelékenység növekedését három hatás idézi elő: 1. a technológiai hatás, 2. az outputhatás és 3. a reziduális hatás. Miután ezt a dekompozíciót A és B vállalatra nézve egyaránt el lehet végezni, a termelékenység időbeli változásainak vállalatközi különbségei is ugyanerre a három oksági komponensre bonthatók:

$$\Delta\dot{\phi} = \dot{\phi}_A - \dot{\phi}_B = (\dot{B}_A - \dot{B}_B) + (\dot{E}_A - \dot{E}_B) + (\dot{R}_A - \dot{R}_B) = \Delta\dot{B} + \Delta\dot{E} + \Delta\dot{R}. \quad (30)$$

Éppen úgy, ahogyan az időben folyamatos változásokat feltételező Divisia-indexeket diszkrét változások esetén a Törnqvist-indexek segítségével közelítettük meg, most szükség van a (30) egyenletben feltételezett folyamatos változások diszkrét megközelítésére. Kiss [1981], [1983] foglalkozott a diszkrét megközelítések egyes kérdéseivel. A jelen tanulmányban a lehető legegyszerűbbet javasoljuk és alkalmazzuk. A technológiai hatások különbségének esetében ez a következő formát ölti:

$$\dot{B}_A - \dot{B}_B = \bar{T}\Delta\varepsilon_{CT} + \bar{\varepsilon}_{CT}\Delta\dot{T} = \frac{(\dot{T}_A + \dot{T}_B)}{2}(\varepsilon_{CT_A} - \varepsilon_{CT_B}) + \frac{(\varepsilon_{CT_A} + \varepsilon_{CT_B})}{2}(\dot{T}_A - \dot{T}_B). \quad (31)$$

Hasonlóképpen közelítjük meg az outputhatások különbségét:

$$\dot{E}_A - \dot{E}_B = \bar{Q}\Delta\varepsilon_{CQ} + \bar{\varepsilon}_{CQ}\Delta\dot{Q} = \frac{(\dot{Q}_A + \dot{Q}_B)}{2}(\varepsilon_{CQ_A} - \varepsilon_{CQ_B}) + \frac{(\varepsilon_{CQ_A} + \varepsilon_{CQ_B})}{2}(\dot{Q}_A - \dot{Q}_B). \quad (32)$$

Az egyedi inputok (munka, tőke, anyag) időbeli arányos változásait hasonló módon lehet oksági elemekre bontani. A j -edik input változásának dekompozíciója a következő:

$$\dot{X}_{jt} = \varepsilon_{jT}\dot{T} + \varepsilon_{jQ}\dot{Q} + \sum_{i=1}^m \varepsilon_{ji}\dot{W}_i + \dot{R}_j, \quad (33)$$

ahol ε_{jT} , ε_{jQ} és ε_{ji} a j -edik input rugalmasságát mutatja sorrendben a technológiára, az outputra és az i -edik inputra, továbbá $\dot{W}_i = d \ln W_i / dt$, ami az i -edik inputár arányos változása, és tényadatokból nyerhető. A (33) egyenletet egyszerűbb alakra hozva, a (34) egyenletet kapjuk.

$$\dot{X}_j = \dot{B}_j + \dot{E}_j + \sum \dot{W}_j + \dot{R}_j. \quad (34)$$

A vállalatközi különbség *térbeli* dekompozíciója ebben az esetben:

$$\begin{aligned} \Delta \dot{X}_j &= \dot{X}_{jA} - \dot{X}_{jB} = (\dot{B}_{jA} - \dot{B}_{jB}) + (\dot{E}_{jA} - \dot{E}_{jB}) + (\sum \dot{W}_{jA} - \sum \dot{W}_{jB}) + (\dot{R}_{jA} - \dot{R}_{jB}) = \\ &= \Delta \dot{B}_j + \Delta \dot{E}_j + \Delta \sum \dot{W}_j + \Delta \dot{R}_j \end{aligned} \quad (35)$$

A j -edik input proporcionális változása vonatkozásában a két vállalat között meglévő különbség tehát felbontható: 1. technológiai hatásra, 2. outputhatásra, 3. inputárhatásra és 4. reziduális hatásra. A $\Delta \sum \dot{W}_j = (\sum \dot{W}_{jA} - \sum \dot{W}_{jB})$ inputárhatás tovább bontható egy sajátár-hatásra ($\varepsilon_{jj} \dot{W}_j$) és $(m-1)$ számú keresztárhatásra (amikor $j \neq i$).

Kiegészítésként megjegyezzük, hogy ha két összehasonlított vállalat mindegyikére nézve elvégezhető termelékenységeik időbeli arányos változásainak a (27) egyenlet szerinti dekompozíciója, akkor a két időbeli dekompozícióból igen tanulságos módon fejthetők ki az oksági elemek vállalatközi különbségei. Több output esetén a (27) egyenlet jobb oldalán lévő első három additív tényezőt outputonként újra kell csoportosítanunk. Az egyszerűség kedvéért tételezzük fel, hogy mindkét vállalat két outputot (α és β) termel. A (27) egyenletből kiindulva, az időbeli változások okainak vállalatközi dekompozíciója a következő formában valósulhat meg:

$$\begin{aligned} \Delta \dot{\phi} &= \dot{\phi}_A - \dot{\phi}_B = (ZA_{\alpha A} \dot{q}_{\alpha A} - ZA_{\alpha B} \dot{q}_{\alpha B}) + (ZM_{\alpha A} \dot{q}_{\alpha A} - ZM_{\alpha B} \dot{q}_{\alpha B}) + \\ &+ (ZA_{\beta A} \dot{q}_{\beta A} - ZA_{\beta B} \dot{q}_{\beta B}) + (ZM_{\beta A} \dot{q}_{\beta A} - ZM_{\beta B} \dot{q}_{\beta B}) + \\ &+ (ZR_{\alpha A} \dot{q}_{\alpha A} - ZR_{\alpha B} \dot{q}_{\alpha B}) + (ZR_{\beta A} \dot{q}_{\beta A} - ZR_{\beta B} \dot{q}_{\beta B}) + (\dot{B}_A - \dot{B}_B) \end{aligned} \quad (36)$$

A (31) egyenletben bemutattuk, hogy a $\dot{B}_A - \dot{B}_B$ különbség hogyan bontható fel a két komponense – a változók változásainak különbsége és a rugalmasságok különbsége – által okozott két hatásra. Ugyanilyen további dekompozíciót a többi különbség esetében is el tudunk végezni. A (36) egyenletben található hét különbség ily módon a termelékenység változásának vállalatközi különbségét összesen kilenc jól definiálható és jellemezhető elemre bontja. A tizedik elem a megmagyarázatlan reziduális elemek közötti vállalatközi különbség. A dekompozíció eredményeként kialakítható kategóriákat az 1. táblázatban foglaljuk össze.

Az A vállalat outputjainak szerkezetében beálló változások eltérhetnek a B vállalat outputjainak szerkezetében beálló változásoktól. Az eltéréseket az α és a β outputok vállalatonként eltérő növekedési rátái okozzák. Hatásaikat a táblázat 1. és 4. eleme mutatja. Az output szerkezetváltozásainak a hatását azonban tágabban is értelmezhetjük. A táblázat első három eleme mutatja az α output, a második három elem pedig a β output teljes hatását a termelékenység időbeli változása tekintetében meglévő vállalatközi különbségre. Ha a két vállalat költségfedező átlagköltséges árazást folytat, akkor a 7. összetevő nulla. Ellenkező esetben, amikor az egyik output

1. TÁBLÁZAT • A termelékenység időbeli arányos változása
vállalatközi különbségének összetevői

Magyarázó tényező	Képlet
1. Az α output termelésének növekedése	$\Delta \dot{q}_\alpha (\bar{Z}A_\alpha + \bar{Z}M_\alpha + \bar{Z}R_\alpha)$
2. Az α output-specifikus méretgazdaságosság	$\Delta ZM_\alpha \bar{q}_\alpha$
3. Az α output nem átlagköltséges ára	$\Delta ZA_\alpha \bar{q}_\alpha$
4. A β output termelésének növekedése	$\Delta \dot{q}_\beta (\bar{Z}A_\beta + \bar{Z}M_\beta + \bar{Z}R_\beta)$
5. A β output-specifikus méretgazdaságosság	$\Delta ZM_\beta \bar{q}_\beta$
6. A β output nem átlagköltséges ára	$\Delta ZA_\beta \bar{q}_\beta$
7. Profit/veszteség nem költségfedező árazás miatt	$\Delta ZR_\alpha \bar{q}_\alpha + \Delta ZR_\beta \bar{q}_\beta$
8. Technológiai változások	$\Delta \bar{T}_{CT}$
9. A költség technológjarugalmassága	$\Delta \varepsilon_{CT} \bar{T}$
10. A termelékenység reziduális növekedése	—

árai meghaladják az átlagköltséget, és árbevételi többletet generálnak a költségek felett, míg a másik output árai az átlagköltségnél alacsonyabbak, és ezért veszteséget hoznak létre, vagyis belső keresztfinanszírozás folyik, akkor a nem átlagköltséges árazás teljes hatása a 3., a 6. és a 7. összetevő összege. Két output esetén ez igen egyszerű is lehet, például az egyik – mondjuk β – profitot, a másik – mondjuk α – pedig veszteséget okoz mindkét vállalat számára. Ha egyedileg vizsgáljuk az A vagy a B vállalatot, akkor a veszteség hatás része az α output nem átlagköltséges árai következményeinek, a nyereség hatás pedig része a β output nem átlagköltséges árai következményeinek. A dekompozíció során alkalmazott definíciókat módosítani lehet úgy, hogy tükrözzék ezt a helyzetet. Több output esetén azonban a profit-veszteség hatás „allokációja” nem valósítható meg, illetve a jelen tanulmányban feltételezettnél több információt kíván, és bonyolultabb többtermékes modell alkalmazását teszi szükségessé.

AZ ÖSSZEHAONLÍTOTT VÁLLALATOK ADATAINAK ELEMZÉSE

A vállalatokkal való alaposabb ismerkedésen túlmenően az adatok elemzése révén a vállalatok becslendő közgazdasági tulajdonságaira vonatkozó várakozásokat alakítunk ki, továbbá ötleteket is kapunk a vállalati termelési modellek matematikai specifikációját illetően.

Mindkét vállalat ugyanazokat a termékeket termeli. B vállalat outputja jóval nagyobb volt A vállalaténál, de A növekedési üteme (átlagosan évi 14 százalék) jelentősen meghaladta B növekedési ütemét (átlagosan évi 8 százalék), vagyis viszonylag gyors felzárkózásnak lehetünk tanúi. Az outputok növekedési ütemeit a *Függelék*

F1. táblázata tartalmazza. A megfigyelési periódus kezdetén az α output árbevételi részesedése *A* vállalatban 33 százalék volt, *B* vállalatban pedig 57 százalék. A periódus során a részesedés *A* vállalatban 30 százalékra, *B* vállalatban pedig 48 százalékra csökkent, miközben a β output árbevételi részesedése *A* vállalatban 62 százalékról 66 százalékra, *B* vállalatban pedig 37 százalékról 48 százalékra növekedett. A szerkezetváltozás tehát *B* vállalat esetében volt gyorsabb. A γ output árbevételi részesedése alacsony volt, és alig változott; mindkét vállalatban a periódus eleji 5 százalékról 4 százalékra csökkent. Az outputhatásokat tehát döntő többségükben a β és az α outputok hozták létre. A *Függelék F1. ábrája* azt mutatja, hogy a két vállalat piacaira meglehetősen különböző erők hatottak. 12 év során a két vállalat outputjának növekedése csak hét évben gyorsult vagy lassult egyidejűleg.

A termelékenység alakulása szempontjából fontos jelenség, hogy *A* vállalat gyorsabb növekedése nagyobb éves ingadozások mellett valósult meg, mint a *B* vállalaté. Szórásmutatója (10,7) majdnem kétszerese a *B* vállalaténak (5,8). Az outputok növekedési ütemeinek erős szóródása az inputok növekedési ütemeinek majdnem egyenlően erős szóródása mellett valósult meg. Az inputok növekedési ütemeit a *Függelék F2. táblázata* tartalmazza. Az *A* vállalat szórása 10,1, a *B* vállalaté pedig 4,7 volt. Mindkét vállalat tőkeinputja egyenletesen növekedett, nagy ingadozásokat mutatott azonban az anyaginput növekedése, és *A* vállalat esetében igen magas volt a munkainput ingadozása is. A *Függelék F2. ábrájának* tanúsága szerint nemcsak a két vállalat outputpiacaira, hanem azok inputpiacaira is különböző erők hatottak. 12 év során a két vállalat inputjának növekedése csak négy évben gyorsult vagy lassult egyidejűleg.

Az outputok és az inputok erős éves ingadozásai nem vezetnek a termelékenység éves növekedési rátáinak erős ingadozásaihoz, ha közöttük erős a korreláció. Az *F3.* és a *F4. ábra* azonban mindkét vállalatra nézve gyenge korrelációt jelez. 12 év során az output és input szimultán gyorsulása vagy lassulása az *A* vállalat és a *B* vállalat esetében egyaránt csak öt évben következett be. Következésképpen, mint azt az *F5. ábra* is mutatja, a termelékenység éves növekedési ütemeit a nagyfokú ingadozások jellemzik. A termelékenység éves arányos változásait a *2. táblázat*, valamint a *Függelék F4. ábrája* tartalmazza. Az ingadozások mértékének illusztrálása céljából a táblázat megmutatja az átlagtól való eltérések nagyságait is.

A technológiai változások feltehetően nem növelték jelentős mértékben a termelékenység növekedési ütemének éves ingadozásait. Ennek két oka van: az első a *B* vállalatra, a második főként az *A* vállalatra vonatkozik. Először, mint azt az *F3. táblázatban* közölt adatok és a két vállalat technológiai indexeit tartalmazó *F10. ábra* is mutatja, a technológiai változások igen gyors ütemben, de a *B* vállalatban időben viszonylag egyenletesen zajlottak. A *B* vállalat szórása alacsony. Ugyanez nem mondható el azonban az *A* vállalatról, amelynek technológia változója nagymértékű éves ingadozást, magas szóródást mutat. Másodsor, az *F8. ábrán* az *A* vállalat esetében gyenge a korreláció a technológia és a termelékenység éves változásai között, ami

2. TÁBLÁZAT • Az A és a B vállalat termelékenysége alakulása (100 ϕ_t)

Év (t)	Éves arányos változás			Átlagtól való eltérés		
	A	B	A-B	A	B	A-B
1.	9,39	3,54	5,85	-3,04	0,28	-3,33
2.	3,72	4,20	-0,48	2,63	-0,38	3,00
3.	3,61	0,47	3,14	2,74	3,35	-0,62
4.	8,78	6,07	2,71	-2,43	-2,25	-0,19
5.	6,70	5,17	1,53	-0,35	-1,35	0,99
6.	12,67	5,65	7,02	-6,32	-1,83	-4,50
7.	1,60	8,45	-6,85	4,75	-4,63	9,37
8.	-1,42	2,33	-3,75	7,77	1,49	6,27
9.	3,77	1,14	2,63	2,58	2,68	-0,11
10.	8,61	2,36	6,25	-2,26	1,46	-3,73
11.	9,70	3,49	6,21	-3,35	0,33	-3,69
12.	9,47	3,93	5,54	-3,12	-0,11	-3,02
13.	5,89	2,90	2,99	0,46	0,92	-0,47
Átlag	6,35	3,82	2,52	0,00	0,00	0,00

azt sugallja, hogy a technológiai változások azonnali és rövid távú költségcsökkentő hatásai nem voltak jelentősek. Az F9. ábra erősebb korrelációt, ezért a technológiai változások valamivel erősebb intenzitását jelzi a B vállalatra nézve.

A tényadatok alapján a technológiai változásokra vonatkozó további két lényeges megjegyzést tudunk tenni. Először, az új technológia bevezetése az A vállalat esetében sokkal gyorsabban történt, mint a B vállalat esetében. Ebben szerepet játszott az A vállalat gyorsabb növekedési üteme és jobb pénzügyi helyzete is. Másodsor, a technológia növekedése ugyanazokat a ciklikus hatásokat mutatja, mint az output növekedési üteme, a technológia ciklusai azonban késéssel követik az output ciklusait.

AZ EMPIRIKUS MODELLEK SPECIFIKÁCIÓJA

A két összehasonlított vállalat technológiáját először külön-külön elemezzük *vállalatspecifikus* termelési modellek segítségével. Az A és a B vállalatra egymástól függetlenül becsült modellek eredményei útmutatást nyújtanak annak elbírálásához, hogy a becslési eredmények minősége javítható-e *közös modellek* becslése révén. Ha – mint esetünkben is – a becslési eredmények azt sugallják, hogy szükség és lehetőség van lényeges javulásra, akkor kerül sor közös modellek felállítására és becslésére.

Mint már említettük, mindkét vállalat ugyanazokat a termékeket termeli. Első megközelítésben az egyszerűség kedvéért feltételezzük, hogy egyetlen termék termelése folyik. Az egytermékes modell egyszerűsége folytán különösen alkalmas

a dekompozíció alapvető vonásainak szemléletes bemutatására. Második megközelítésben ezt a feltételezést feloldjuk, és többtermékes modellt állítunk fel.

Mindkét vállalat rendelkezik olyan vállalati termelékenységi tanulmánnyal, amely közgazdaságilag értelmes és használható idősoros adatokat hozott létre nemcsak a vállalat árbevételeire és költségeire vonatkozóan, hanem az egyes inputok és outputok áaira és volumeneire is. Az adatok jó minőségűnek mondhatók. Gondot okozott, hogy a két vállalat által alkalmazott mérési módszerek számos részletükben eltérnek egymástól. A rendelkezésre álló információ azonban lehetővé tette közös mérési módszertan kialakítását. E módszertan alkalmazása során jelentős javulást sikerült elérni a tőkeinput árának és volumenének tekintetében.

A modellezés szempontjából igen szerencsésnek mondható az a körülmény, hogy mindkét vállalat különös gonddal és meglehetősen nagy apparátussal méri és elemzi a vállalat technológiájának fejlődési folyamatát és e fejlődésnek a vállalati inputokra és outputokra gyakorolt hatását. A technológia elemzéséhez létrehozott adatbázis lehetővé teszi a technológiai fejlődés főbb közgazdasági jellemzőinek a feltárását, valamint olyan technológiai változók konstruálását, amelyek segítségével lehetővé válik a technológiai hatásoknak a többi hatástól való megkülönböztetése.

Mindkét vállalatra nézve rendelkezésre állnak olyan ökonometriai költségmodellek, amelyeket részben maguk a vállalatok, részben pedig a modellezés területén dolgozó egyetemi kutatók állítottak össze, becsültek és elemeztek. Az előtanulmányozás céljaira rendelkezésre álló modellek főbb tanulságai a következőkben foglalhatók össze.

- Mindkét vállalat technológiája ökonometriai költségfüggvények segítségével reprezentálhatónak mutatkozik.
- Léteznek olyan egytermékes és többtermékes költségmodellek, amelyek közgazdasági szempontból ésszerű és reális becslési eredményeket hoztak létre.
- A sikeresnek mondható modellek olyan transzcendentális költségfüggvényeket tartalmaznak, amelyekben egyaránt előfordult a változók lineáris, logaritmikus és Box–Cox-transzformációja.
- A különféle tesztek eredményei jelentős nehézségekre és hiányosságokra világítanak rá a modellek statisztikai érvényességét illetően, különösen az *A* vállalatra vonatkozóan, elsősorban azért, mert kevés megfigyelés állt rendelkezésre, ezért nem sikerült „éles” paraméterbecsléseket előállítani, továbbá egyes változók adatai mérési hibákat tartalmaztak.
- A *B* vállalat elvégezte, sőt belső vezetése a folyamatok segítéséhez sikerrel alkalmazta is termelékenységének ökonometriai modelleken alapuló elemzését és előrejelzését.

Az inputok és termelékenység elemzése ebben a tanulmányban becsült *teljes költségfüggvények* segítségével történik. Egyéb függvényformákat (termelési függvény, termelékenységi függvény, profitfüggvény) különféle megfontolások alapján nem alkalmaztunk. Több oka is van annak, hogy költségfüggvényeket választottunk modellként.

- A korábban létrehozott költségmodellek biztató eredményei azzal kecsegtetnek, hogy az adatok és a statisztikai paraméterbecslés javítása révén elemzési (dekompozíciós) és előrejelzési célokra egyaránt alkalmas számszerű eredményeket lehet elérni.
- A modellezett két vállalat irányításának elemzése költségminimalizáló vállalati magatartást sugall, a költségfüggvény pedig különösen alkalmas a költségminimalizáló magatartás tükrözésére, hiszen benne az outputok exogén, a költségeket generáló inputok pedig endogén változók.
- Az input- és termelékenységváltozások okainak a korábbinál részletesebb feltáráshoz többtermékes modellekre van szükség, mert az egyes outputoknak az inputokra és a termelékenységre gyakorolt hatásai különbözhetnek. A költségfüggvény a több output figyelembevételének kényelmes és célszerű eszköze.
- Az input- és termelékenységváltozások dekompozíciójához szükséges költségmátrix mutatókat a költségfüggvényekben közvetlen módon becsüljük. A közvetlen becslés nemcsak kényelmesebb, hanem hatékonyabb és megbízhatóbb is, mint a rugalmasságoknak a becsült paraméterekből való származtatása.
- Az a termelékenységelemzés és előrejelzés, amelyet a *B* vállalat a saját irányítási gyakorlatában sikerrel alkalmazott, becsült költségfüggvények segítségével számszerűsítette az inputok és a termelékenység változásainak az okait.

A költségminimalizáló vállalati magatartás feltételezése némi magyarázatot igényel. Először az inputok és outputok árainak a természetét tekintjük át. Mindkét összehasonlított vállalat hatékonynak mondható versenypiacokon szerzi be inputjait, és ugyancsak hatékonynak nevezhető versenypiacokon értékesíti outputjait. Reálisnak fogadható el az a feltételezés, hogy input- és outputárait piaci adottságként kezelik. Modellünkben ezért az inputok és outputok árai *exogén* változók.

Ugyancsak *exogén* változó az output mennyisége. Mindkét vállalat arra törekszik, hogy kielégítsen termékeik iránti minden olyan piaci keresletet, amely a piacon kialakult árak függvényében jelentkezik. Ez a törekvésük deklaráltan megmutatkozik különféle vállalati nyilatkozatokban és dokumentumokban (küldetés, stratégia, közgyűlési beszámolók stb.), továbbá a cégek operatív éves tervezési és költségvetési gyakorlatában is, amennyiben a piackutatás és -elemzés eredményeként kialakuló keresletbecsléseket adottságként kezelik, és a becsült kereslet teljes mértékű kielégítésének feltételezése mellett végzik el költségeik előrejelzését.

A vállalatok a gazdaságnak olyan ágazatában tevékenykednek, ahol általában igen gyors a technológiai fejlődés. Évről évre jelentős költségmegtakarító technológiai változások történnek. Különösen nagy jelentőségű a korszerű digitális informatikai és kommunikációs technológia folyamatosan bővülő behatolása az alkalmazott termelési technológia szinte minden területére. Modellünkben a technológiai változásokat reprezentáló technológiai index *exogén* változóként jelenik meg. Az *exogén* technológiai fejlődés feltételezését alapvetően reálisnak tartjuk. A megfigyelt technológiai változások legfőbb mozgató rugója maga az információtechnológiai és

infokommunikációs forradalom volt, amely technológiai kényszerként jelentkezett a vállalat számára. Mindkét vállalat számára világos az, hogy üzleti sikerük igen nagy mértékben annak függvénye, hogy milyen gyorsan és hatékonyan képesek alkalmazni a folyamatosan jelentkező új technológiai lehetőségeket.¹⁰

Ahogy ezt a vállalatok éves operatív tervezési és költségvetési folyamatai meggyőzően mutatják, a vállalati vezetés célkitűzése annak az inputszerkezetnek (inputvolumeneknek) a meghatározása és létrehozása, amely az outputok termelése és értékesítése révén kielégíteni szándékozott keresletet a várt technológiai változások költségmegtakarító hatásai és az adottságként kezelt inputárak mellett minimális termelési költséggel elégíti ki.¹¹

A felsoroltak azt sugallják, hogy mindkét vállalat termelési technológiája kifejezhető a (12), illetve a (20) egyenletben szereplő egytermékes, illetve többtermékes teljes költség-függvény segítségével.

A költségfüggvény az általános formájú neoklasszikus költségfüggvény rugalmas, másodfokú Taylor-sor segítségével történő helyi kibontása révén létrejövő transzcendentális függvény. Azért döntöttünk a transzcendentális függvényforma mellett, hogy elkerüljük a technológia tulajdonságaira vonatkozó *a priori* korlátozásokat. A transzcendentális függvény matematikai alakját nem az ilyen korlátozások, hanem az adatok határozzák meg.

A továbbiakban számos olyan elemzési feladatunk lesz, amelyet célszerű egytermékes költségfüggvény segítségével (is) elvégezni. Ezért legegyszerűbb formájában a költségfüggvény egyetlen – homogénnek feltételezett – outputot tartalmaz. Ugyancsak tartalmazza három homogén input (munka, tőke, anyag) árait, valamint a költségmegtakarító technológiai változások időbeli indexét. Feltételezzük, hogy a termelendő output exogén, a termelési minimális közgazdasági költség mellett folyik, továbbá hogy az inputok volumenei azonnal, költségmentesen reagálnak az outputvolumenekben, az inputárakban és a technológiában bekövetkező exogén változásokra. Az ezekre a feltételezésekre épülő vállalatspecifikus transzcendentális költségfüggvény a következő formában írható fel:

$$C = \alpha_0 + \alpha_1 w + \alpha_2 r + \alpha_3 m + \alpha_4 Q + \beta T + 1/2(\gamma_{11} w^2 + \gamma_{22} r^2 + \gamma_{33} m^2 + \gamma_{44} Q^2 + \beta_T T^2) + \gamma_{12} wr + \gamma_{13} wm + \gamma_{23} rm + \gamma_{14} wQ + \gamma_{24} rQ + \gamma_{34} mQ + \beta_1 wT + \beta_2 rT + \beta_3 mT + \beta_Q QT, \quad (37)$$

ahol C a termelés teljes közgazdasági költsége; w , r és m sorrendben a munka-, tőke- és anyaginput ára; Q az output volumene; T pedig a technológiai index.

¹⁰ Szükségesnek tartjuk megjegyezni, hogy a technológiai változások egyes elemei messzemenően függenek a menedzsment tevékenységétől, ezért az ilyen elemeket endogén változóknak kellene tekinteni. Sajnálatos módon a rendelkezésünkre bocsátott adatok nem teszik lehetővé a technológiai változások komplex mérését és tükrözését a vállalatok ökonometriai modelljeiben.

¹¹ Ez a feltételezés feloldható endogén output feltételezése mellett hatékony versenypiacok (exogén outputár) esetén éppúgy, mint domináns vagy jelentős piaci erővel rendelkező vállalat (endogén outputár) esetén. Az ilyen modellek bemutatása azonban túllép írásunk terjedelmi korlátain.

A költségfüggvényt a Shephard-lemmája segítségével képzett két költségrészesedési egyenlettel¹² együtt szimultán egyenletrendszer formájában becsüljük. Becslési módszerként az eredetileg Zellner [1962] által az úgynevezett látszólag független regressziós egyenletek becsülésére kialakított eljárásnak egy módosított változata szolgált.

Bármely két vállalat termelékenysége alakulása összevethető egymással. Az összehasonlíthatóságnak nem feltétele, hogy a két vállalat között bármiféle technológiai vagy egyéb (például a körülményeiket vagy gazdasági céljaikat illető) hasonlóság létezzen. Az ökonometriai modellek paraméterei statisztikai becslésének a minősége azonban gyakran javítható olyan esetekben, amikor az összehasonlított vállalatok közötti technológiai hasonlóságok lehetővé teszik *közös termelési modell* felállítását. Például viszonylag kevés megfigyelés esetében a közös modell növeli a becslendő egyenletek szabadságfokát, és ezáltal hozzájárul a paraméterbecslések „élességének” fokozásához. Közös modell felállítása gyakran jelentős mértékben javítja az eredményeket, amikor a két vállalat ugyanabban az ágazatban tevékenykedik. A következőkben is ilyen összehasonlítás eredményeit mutatjuk be. Mindkét összehasonlított vállalat szabályozott szolgáltató.¹³

A közös technológiát a jelen tanulmányban *közös teljesköltség-függvény* reprezentálja. A két vállalat technológiai közötti technológiai azonosságok felfedése céljából olyan korlátozó nullhipotézisek rendszerét teszteljük, amelyek különféle azonosságokat fejeznek ki a két vállalat technológiai között. A teszteredmények lehetővé teszik olyan technológia ábrázolását, amely a két vállalatra nézve részben azonos, részben pedig különböző. A legkevésbé korlátozott közös költségfüggvény minden paraméterre vonatkozóan megengedi eltérések létezését az *A* és *B* vállalat között, azonban feltételezi azt, hogy a két vállalatra ugyanaz a variancia-kovariancia mátrix érvényes. Ami a paraméterek azonosságát és különbözőségét illeti, kétértékű változók alkalmazása révén a közös költségfüggvény valamennyi paraméterének megengedjük, hogy vállalat-specifikus legyen. Valamennyi lehetséges kétértékű változó ($D_A = 1, D_B = 0$) alkalmazása a következő specifikációt adja:

$$\begin{aligned}
 C = & \alpha_0 + \alpha_{0A}D_A + (\alpha_1 + \alpha_{1A}D_A)w + (\alpha_2 + \alpha_{2A}D_A)r + (\alpha_3 + \alpha_{3A}D_A)m + \\
 & + (\alpha_4 + \alpha_{4A}D_A)Q + (\beta + \beta_A D_A)T + 1/2((\gamma_{11} + \gamma_{11A}D_A)w^2 + (\gamma_{22} + \gamma_{22A}D_A) \\
 & r^2 + (\gamma_{33} + \gamma_{33A}D_A)m^2 + (\gamma_{44} + \gamma_{44A}D_A)Q^2 + (\beta_T + \beta_{TA}D_A)T^2 + \\
 & + (\gamma_{12} + \gamma_{12A}D_A)wr + (\gamma_{13} + \gamma_{13A}D_A)wm + (\gamma_{23} + \gamma_{23A}D_A)rm + \\
 & + (\gamma_{14} + \gamma_{14A}D_A)wQ + (\gamma_{24} + \gamma_{24A}D_A)rQ + (\gamma_{34} + \gamma_{34A}D_A)mQ + \\
 & + (\beta_1 + \beta_{1A}D_A)wT + (\beta_2 + \beta_{2A}D_A)rT + (\beta_3 + \beta_{3A}D_A)mT + (\beta_Q + \beta_{QA}D_A)QT.
 \end{aligned} \tag{38}$$

¹² A variancia-kovariancia mátrix nemszinguláris voltának megőrzése érdekében egy egyenletet, jelen esetben az anyaginput költségrészesedését, elhagytuk.

¹³ A vállalatok nem engedélyezték nevük nyilvánosságra hozatalát. Input-, output- és technológiai adataikat csak arányos változások idősorai formájában közöljük.

Először az A és a B vállalatra nézve külön-külön becsültük a (37) egyenletben található transzcendentális költségfüggvényen alapuló egytermékes szimultán egyenletrendszer paramétereit, majd pedig a (38) egyenlet közös költségfüggvényére vonatkozó becsléseket állítottuk elő.

AZ A VÁLLALAT MODELLJÉNEK BECSLÉSI EREDMÉNYEI

Mindkét vállalatra vonatkozó éves megfigyelésekkel rendelkezünk. Az A vállalat esetében viszonylag rövid, 15 éves idősorokat voltunk kénytelenek használni, mert ennek a vállalatnak a termelékenységi tanulmánya csak az utolsó másfél évtizedben létezett. Várakozásainknak és a mások által korábban elvégzett becslések eredményeinek megfelelően a (37) egyenlet specifikációja szerint végzett becslés kudarcba fulladt. A (37) egyenlet költségfüggvényében szereplő nagyszámú paraméter becslése olyan követelményeket állított az erősen korlátozott számú adat számára, amelyeknek az adatok nem voltak képesek teljes mértékben megfelelni. A (37) egyenletben bemutatott legáltalánosabb – azaz nem korlátozott – függvényforma esetében számos szükségszerűen nem nulla paraméterre kaptunk nem szignifikáns becsléseket. Néhány alapvető közgazdasági tulajdonságra nézve pedig becsléseink irreális nagyságúak voltak. A különféle korlátozó hipotézisek hosszas vizsgálata azonban hasznos eredményekkel zárult. A likelihood arány próbák azt mutatták, hogy három hipotézis, nevezetesen $\gamma_{44} = \beta_Q = \beta_T = 0$ nem volt elutasítható. A korlátok alkalmazása után is megmaradtak azonban bizonyos becslési problémák (hibás görbületek és előjelek). További vizsgálódásunk során kiderült, hogy az A vállalat inputszerkezete az egész periódus során meglehetősen stabil maradt. Ez a jelenség annak a valószínűségét sugallta, hogy az inputok szerkezetében bekövetkezett kis változások csak az inputárak változásának voltak a következményei, vagyis a termelés technológiája homotetikus volt, a technológiai változások pedig inputneutrálisak. Ennek a gondolatmenetnek a következményeként került sor a $\beta_j = 0$ és a $\gamma_{j4} = 0$ hipotézisek tesztelésére, ami során figyelemre méltó eredményeket kaptunk. A hipotéziseket ugyan elutasítottuk, alkalmazásuk azonban sikeresen becsült és reális modellt hozott létre, amely hasznos információkat tartalmazott a közös $A-B$ modell specifikációja számára. A paraméterbecslések (t -értékek zárójelben az együtthatók alatt) a következők:

$$\begin{aligned}
 C - m = & 0,87 - 0,081D_s + 0,335(w-m) + 0,530(r-m) + 0,615Q - 0,141T + \\
 & (10,9) \quad (-3,8) \quad (94) \quad (178) \quad (22) \quad (-1,15) \\
 & + 0,144(1/2w^2 + 1/2m^2 - wm) - 0,076(wr - wm - rm + m^2) + 0,103(1/2r^2 + 1/2m^2 - rm), \quad (39) \\
 & (1,99) \quad (-2,64) \quad (3,9)
 \end{aligned}$$

ahol D_s olyan kétértékű változó, amely a megfigyelési periódus egyik évében létrejött jelentős szerkezeti változások hatását hívatott mutatni.

Modellünkben valamennyi változó logaritmikusan transzformált, mert a lineáris és Box–Cox-transzformációra vonatkozó hipotéziseket a tesztek eredményei alapján valamennyi változóra elutasítottuk. Alkalmaztuk továbbá a költségfüggvénynek az inputárokra vonatkozó elsőfokú homogenitását biztosító szokásos paraméterkorlátozást, mert teszteredményeink alapján az erre vonatkozó hipotézist nem tudtuk elutasítani.

Az elsőfokú technológiai paraméter nem szignifikáns. Ez a probléma az *A* vállalat modelljeinek legnagyobb részében jelen volt, és arra enged következtetni, hogy a technológiai változások közvetlen (azonnali) költségmegtakarító hatása nem volt jelentős, vagyis nem játszott szerepet a vállalat költségeinek, inputjainak és termelékenységének a magyarázatában. A méretgazdaságosság foka magas volt és konstans, a költség output-rugalmassága $\varepsilon_{CQ} = 0,61$, tehát az output inputrugalmassága, a skálarugalmasság $\varepsilon_{QX} = 1,63$. A költség inputár-rugalmasságai időben csak igen kevésbé változtak. A termelési költségek leginkább a tőkeárakra és legkevésbé az anyagárakra voltak érzékenyek. Mindhárom input iránti kereslet árrugalmatlan volt. Az inputok közötti kapcsolatokat illetően a becslések kiegészítő viszonyt jeleztek a munka- és az anyaginput között, míg a többi inputviszonyt a helyettesítés jellemezte. A költségfüggvény megfelelt az elmélet által iránta támasztott ésszerűségi követelményeknek. A teszteredmények alapján minden további korlátozó hipotézist elutasítottunk, a (39) egyenletben bemutatott modell tehát az *A* vállalatra vonatkozó vizsgálódásunk végeredményének tekinthető.

A B VÁLLALAT MODELLJÉNEK BECSLÉSI EREDMÉNYEI

A *B* vállalat termelékenységi tanulmányából elérhető idősorok visszanyúlnak egészen a második világháború befejezéséig. A korai években alkalmazott technológia azonban alapvetően más volt, mint a jelenleg, illetve a közelmúltban alkalmazott, ezért a korai évek adatait nem lehetett használni. Az elemzés első feladata a két időszakot elválasztó radikális, az egész termelési folyamatot új műszaki alapokra helyező technológiai változás időpontjának a meghatározása volt. A vállalat történelmének ismeretében különféle hosszúságú idősorok alapján becsült modellek segítségével ezt megvalósítottuk. A nagy technológiaváltás előtti évek megfigyeléseit elhagytuk a modelltől, sikerült viszont az *A* vállalattal közös 15 éves periódust 12 évvel meghosszabbítani. A költségfüggvényeket ezek után mind a 27 éves, mind pedig a 15 éves adatminta alapján becsültük. A paraméterbecslések és a belőlük nyert közgazdasági tulajdonságok csak jelentéktelen mértékben különböztek, a hosszabb időszak becslései azonban statisztikai szempontból hatékonyabbak voltak, ezért ezeknek a figyelembevétel mellett döntöttünk. A (37) egyenletben bemutatott általános egyenletnek a *B* vállalatra vonatkozó becslése során a következő eredményekre jutottunk.

- Az outputváltozóra és a technológiai indexre vonatkozó logaritmikus transzformációt nem tudtuk elutasítani.
- A lineáris transzformációt minden változó esetében elutasítottuk.
- Az összes többi változóra nézve Box–Cox-transzformációt alkalmaztunk a $0 < \lambda < 1$ intervallumban különféle becslült értékeket felvevő transzformációs paraméterek mellett.
- A termelési folyamat homotetikus voltára vonatkozó hipotézis sem volt elutasítható.

A becslési eredmények:

$$\begin{aligned}
 C - m = & 0,009 + 0,297(w - m) + 0,542(r - m) + 0,576Q - 0,588T + \\
 & (2,26) \quad (145) \quad (253) \quad (26) \quad (-4,1) \\
 + & 0,130(1/2w^2 + 1/2m^2 - wm) - 0,16(wr - wm - rm + m^2) + 0,241(1/2r^2 + 1/2m^2 - rm) - \\
 & (11) \quad (-14) \quad (14) \\
 - & 0,302(w - m)T + 0,34(r - m)T + 0,141(1/2Q^2) + 1,43(1/2T^2) - 0,734QT \quad (40) \\
 & (-20) \quad (22) \quad (2,11) \quad (2,45) \quad (-2,94)
 \end{aligned}$$

A becslült költségfüggvény statisztikai jellemzői megfelelnek a közgazdasági elmélet által támasztott követelményeknek. A közgazdasági jellemzők ésszerűek és reálisak. A skálarugalmasság éves becslései általában magasak. A periódus elején mérsékelten emelkedtek, majd több évig az emelkedett szinten maradtak, ezután némi csökkenésük volt tapasztalható, a periódus utolsó éveiben pedig állandósult az értékük. Az utolsó tíz évben B skálarugalmassága kevéssé meghaladta A skálarugalmasságát, a két becslés azonban nem különbözik szignifikánsan egymástól.

A költségeknek a technológiai változásokra vonatkozó rugalmassága negatív előjelű volt, értékeit illetően pedig a közvetlen költségmegtakarítások nagyságára vonatkozó reális, a műszaki becslésekkel egybevágó eredményeket nyertünk. Érdekes és a műszaki ismereteinkkel ugyancsak egybevágó becslési eredmény az, hogy a periódus utolsó két harmadában a technológiai változások (amelyek döntően a termelési folyamatok digitalizálásának és informatizálásának voltak a hordozói) növelték a költség technológiai rugalmasságát, azaz a technológiai változások növekvő mértékű közvetlen költségmegtakarító hatására utaltak.

A költségek mindhárom inputra vonatkozó inputár-rugalmasságai szinte azonosak voltak az A vállalatra nyert becslésekkel. A termelési költségek itt is leginkább a tőkeárakra és legkevésbé az anyagárakra voltak érzékenyek. Az A vállalathoz hasonlóan mindhárom input iránti kereslet ár rugalmatlan volt, a tőkeárak rugalmassága valamivel alacsonyabb, az anyagáraké valamivel magasabb, mint az A vállalatnál, a munka árának rugalmassága pedig azonos az A vállalat becsléseivel. Az inputok közötti kapcsolatokat a helyettesítés jellemezte, kivéve a periódus második részét, amely során a munka és a tőke kiegészítő viszonyban álltak egymással. A teszteredmények alapján minden további korlátozó hipotézist elutasítottunk, a (40) egyenletben bemutatott modell tehát a B vállalatra vonatkozó vizsgálódásunk végeredményének tekinthető.

A két vállalatra külön-külön becsült költségmodellek mélyreható technológiai hasonlóságokat és azonosságokat mutatnak. Indokoltta teszik a *közös technológia* hipotéziseinek tesztelését *közös költségfüggvény* becslésének segítésével.

A KÖZÖS (A + B) MODELL BECSLÉSI EREDMÉNYEI

Valamennyi paraméterre teszteltük azt a nullhipotézist, hogy a két vállalatra nézve nem különbözik egymástól, vagyis hogy D_A kétértékű változójának becsült paramétere nem különbözik szignifikánsan nullától. Nyilvánvaló volt azonban, hogy még abban az egyszerűsített esetben is, amikor a költségfüggvényt az inputárakra elsőfokú homogénné korlátozzuk, a (38) egyenletben szereplő igen nagy számú paraméter szimultán becsléséhez még a közös költségfüggvény megnövelt számú megfigyelési pontja sem nyújt elegendő szabadságfokot. A paraméteregyenlőségre vonatkozó igen nagy számú hipotézis tesztelését több lépésben kellett elvégezni.

Kiindulópontként négy korlátozás kínálkozott. Elsőként a tőkeinput költségrézsesedése a két vállalat esetében azonos volt abban az évben, amely körül a függvény Taylor-soros kifejtése történt, ezért ésszerűnek látszott az $\alpha_{2A} = 0$ korlátozás alkalmazása, vagyis annak a hipotézisnek a tesztelése, hogy a két vállalat elsőfokú tőkeparamétere azonosak. Másodikként a külön-külön becsült költségfüggvények paraméterei azt sugallták, hogy az elsőfokú output-paraméterek is egyenlők, tehát teszteltük a $\alpha_{4A} = 0$ korlátozást is. Harmadikként és negyedikként a külön-külön becsült költségfüggvények eredményei alapján ugyancsak felmerült a $\gamma_{14A} = \gamma_{24A} = 0$ korlátozás lehetősége. A négy paraméterazonosság által korlátozott költségfüggvény néhány paraméterének becslése statisztikailag rossz minőségűnek, illetve közgazdaságilag elfogadhatatlannak bizonyult (hibás előjel, ésszerűtlen abszolút nagyság), így jelezve, hogy a specifikáció még távol állt attól, hogy reális módon reprezentálja a vállalatok technológiáját.

Az eredmények beható elemzése során megállapítottuk, hogy a becslési problémák zöme három paraméterre (γ_{4A} , β_Q és β_T) volt visszavezethető. Ez a felismerés részben az output és a technológiai index adatainak felülvizsgálatához és bizonyos korrekciójához vezetett, részben pedig szükségessé tette a három paraméter viselkedésének alapos vizsgálatát különféle korlátozások alkalmazása esetén. Ismét visszanyúltunk a vállalatspecifikus modellek eredményeihez, és megállapítottuk, hogy az A vállalat esetében a három paraméter közül egyik sem különbözött szignifikánsan nullától. A $\gamma_{44A} = -\gamma_{4A}$, $\beta_{QA} = -\beta_Q$ és $\beta_{TA} = -\beta_T$ formában alkalmazott korlátozások révén drámai módon javultak a becslési eredmények.¹⁴

¹⁴ A tesztek eredményei ellentmondások voltak, mert a likelihood arány teszt a hipotézisek elutasítását, a *t*-statisztika pedig azok elfogadását sugallta. A becslési eredmények azonban olyan nagy mértékben javultak, hogy a hipotézisek elfogadása mellett döntöttünk, ezért a korlátozott költségfüggvény szolgált további vizsgálódásaink kiindulópontjával.

További korlátozásokra is nyílt lehetőség, mert a másodfokú input paraméterek nem voltak szignifikánsak, ezért rájuk nézve nulla-korlátozásokat vezethettünk be, ugyanis a két vállalat másodfokú input paramétereit egyenlővé tevő $\gamma_{11A} = \gamma_{12A} = \gamma_{22A} = 0$ hipotéziseket a likelihood arány tesztje alapján nem lehetett elutasítani. Az ily módon is korlátozott költségfüggvény valamennyi paramétere statisztikailag magasan szignifikáns volt. Az eredmények további korlátozások lehetőségét jelezték.

Az input-technológia interakció másodfokú paramétereinek becslései az A vállalat esetében közel álltak nullához, ezért teszteltük a $\beta_{1A} = \beta_1$ és a $\beta_{2A} = \beta_2$ hipotézist. Egyiket sem tudtuk elutasítani. Ezen a ponton érkeztünk el a paraméterkorlátozások határáig. A teszteredmények alapján minden további korlátozó hipotézist elutasítottunk, a (41) egyenletben szereplő modellt tehát az egytermékes közös költségfüggvényre vonatkozó vizsgálódásaink végeredményének tekinthető.

$$\begin{aligned}
 C - m = & 0,004 - 1,899D_A - 0,082D_s + (0,296 + 0,029D_A)(w-m) + 0,542(r-m) + \\
 & (0,74) \quad (-249) \quad (-5,4) \quad (149) \quad (10,8) \quad (360) \\
 + & 0,600Q - (0,650 + 0,556D_A)T + 0,122(1/2w^2 + 1/2m^2 - wm) - 0,129(wr - wm - rm + m^2) + \\
 & (32,6) \quad (-4,47) \quad (5,33) \quad (8,9) \quad (-10,1) \\
 + & 0,214(1/2r^2 + 1/2m^2 - rm) - (0,325 - 0,325D_A)(w-m)T + (0,373 - 0,373D_A)(r-m)T + \\
 & (12,5) \quad (-16,7) \quad (20,9) \\
 + & 0,010(w-m)Q - 0,022(r-m)Q + (0,300 - 0,300D_A)1/2Q^2 - (1,153 - 1,153D_A)QT + \\
 & (2,44) \quad (-5,83) \quad (2,67) \quad (-3,04) \\
 & + (2,566 - 2,566D_A)1/2T^2, \quad (41) \\
 & (2,36)
 \end{aligned}$$

ahol a kétértékű változók kivételével minden változó logaritmikusan transzformált formában létezik.

A (41) egyenlet bemutatja azt a lehetséges legszélesebb körű azonosságot a két vállalat termelési technológiai között, amelyet képesek voltunk statisztikailag és közgazdaságilag egyaránt indokolható módon beépíteni közös költségfüggvényükbe. Az ebből nyert szerkezeti információ alkalmas arra, hogy segítségével megvalósítsuk a két vállalat inputvolumenei, valamint termelékenysége változásainak dekompozícióját és előrejelzését.

A költségfüggvény mindkét vállalatra vonatkozóan minden évben kielégíti azokat a feltételeket, amelyeket a költségek ésszerű és reális viselkedése tekintetében a neoklasszikus termeléselmélet állít. Az inputok iránti kereslet és az inputok közötti viszonyok tekintetében ésszerű becslési eredményeket kaptunk. Az inputkeresletek sajátár-rugalmasságai az *a priori* helyes negatív előjellel rendelkeznek. Mindhárom input iránti kereslet sajátár-rugalmatlan. Az inputok egymás helyettesítői, kivéve az A vállalatnál jelzett kiegészítő viszonyt a tőke- és az anyaginput között.

Mindkét vállalat esetében magas a méretgazdaságosság foka. Az A vállalat esetében az éves becslések a szűk $\varepsilon_{QX} = 1,65 - 1,67$ sávban mozognak. Ennek a becslésnek

a realitását egyszerű módon is ellenőrizhetjük, ha megvizsgáljuk az output éves növekedési rátái és a termelékenység növekedésének éves rátái közötti kapcsolatot. Mint ezt a *Függelék F6. ábrája* illusztrálja, az *A* vállalat esetében ez a viszony időben stabil, vagyis a skálarugalmasság megközelítően konstans. A *B* vállalat esetében a skálarugalmasság éves becslései ugyanazt a jellegzetes utat követik, mint a vállalatspecifikus modellből származtatott, valamint a korábban mások által végzett becslések. A méretgazdaságosság fokának alakulása mindkét vállalat esetében megmagyarázható az output növekedésének méretgazdaságosságot kimerítő és a technológiai változások méretgazdaságosságot növelő, vagyis egymást ellensúlyozó hatásainak az eredőjeként. A termelés méretének növekedése normálisan csökkenti a méretgazdaságosság fokát, ha a technológia közben nem változik.¹⁵ Azok a technológiai változások azonban, amelyek költségcsökkentő hatása a termelés méretének növekedése során egyre teljesebben bontakozik ki, a méretnövekedéssel párhuzamosan a méretgazdaságosság fokának növekedéséhez vezetnek. Úgy tűnik, hogy az *A* vállalat esetében a gyors növekedés és a gyors technológiai fejlődés hatásai nagyjából egyensúlyban voltak a megfigyelési periódus során. *B* vállalat esetében viszont úgy érvelhetünk, hogy a gyors technológiai fejlődés hatásai meghaladták a megfigyelési periódus során lassúbbá váló növekedésének a hatásait.

A költségek technológíarugalmasságára vonatkozó éves becslések nem teljesen kielégítőek. Az *A* vállalat esetében a rugalmasság időben konstans, és értéke $\varepsilon_{CT} = -1$, ami reálisnak tűnik. A *B* vállalat esetében azonban úgy látszik, hogy az *a priori* helyes negatív előjelű becslések abszolút értékei valamelyest magasabbak annál, amit reálisnak tudunk elfogadni. A hosszabb mintaperióduson alapuló éves becslések pedig trendszerűek, vagyis a közös periódust megelőző években gyenge hatást, majd pedig időben erősödő hatásokat mutatnak. Ha a költségek technológíarugalmasságát a modell túlbecsüli, akkor ennek ellenpontjaként alábecsüli a méretgazdaságosság fokát. Valóban, a vállalatspecifikus modell eredményeivel való összevetés alátámasztani látszik azt a gyanút, hogy a *B* vállalat skálarugalmasságát a közös modell valamelyest alábecsülte. (A közös periódust megelőző évekre pedig valamelyest túlbecsülte.)

A (38) egyenletben bemutatott közös költségfüggvény és a (41) egyenletben közölt becslési eredmények arra a feltételezésre épülnek, hogy mindkét vállalat termékei aggregálhatók egyetlen outputtá. Az egytermékes modell statisztikailag érvényes és közgazdasági szempontból reális eredményeket adott, amelyek jól használhatók a költségek elemzéséhez és a termelékenység időbeli változásainak, valamint az időbeli változások vállalatok közötti különbségeinek a dekompozíciójához. Menedzseri és szabályozói célokra egyaránt szükség van azonban az output-aggregátum

¹⁵ Ez a jelenség a régebben bevezetett, megállapodott cégek esetében általában létezik. Új vagy fiatal cégek esetében azonban gyakran előfordul ennek az ellenkezője is, azaz a termelés méretének növekedése a méretgazdaságosság fokának a növekedésével járhat együtt. A jelen összehasonlításban szereplő *A* és *B* vállalat egyaránt a régen bevezetett, megállapodott, nagyméretű cégek kategóriájába tartozik.

hatásának egyedi outputhatásokká történő felbontására, amely többtermékes közös költségfüggvények becslése révén valósítható meg. A többtermékes modell értékes információkat nyújt. Becslései megmutatják, hogy a termelékenység növekedésében melyik outputnak mekkora szerepe van, valamint azt is, hogy a technológiai változások és az egyes outputok között meglévő kölcsönhatások mennyiben hasonlóak, illetve mennyiben eltérőek egymástól. Output-augmentációs technológiai változások esetén különösen fontos előny az, hogy az output-specifikus hatásokat képesek vagyunk az illető outputokhoz rendelni.

Mindkét összehasonlított vállalatnak három fő output-kategóriája van (α , β és γ , lásd az *F1. táblázatot*, ahol időbeli arányos változásait mutatjuk be). Ezeket a (38) egyenletbe behelyettesítve, olyan mértékben növekszik a becsülendő első- és másodfokú paraméterek száma, hogy jelentősen meghaladja a megfigyelések számát. A három outputos modell paramétereit tehát a két vállalat rendelkezésre álló adatai segítségével nem tudjuk megbecsülni. A rendelkezésre álló információ még két termék esetében is túlságosan kevésnek bizonyult a paraméterek hatékony becsléséhez, ezért a termelékenység növekedési rátáinak és e ráták vállalatközi különbségeinek a dekompozícióját csak az egytermékes modell segítségével tudjuk elvégezni.

A TERMELÉKENYSÉG NÖVEKEDÉSI RÁTÁINAK DEKOMPOZÍCIÓJA

A 13 éves megfigyelési periódus során az *A* vállalat termelékenységének éves átlagos növekedési rátája 2,52 százalékponttal magasabb volt, mint a *B* vállalat hasonló rátája. Arra a kérdésre keressük a választ, hogy miért. A különbséget felbontottuk a 3. táblázatban látható elemekre. A vállalatközi különbségnek az az eleme, amelyet a méretgazdaságosság hozott létre, a következő formula szerint bontható tovább:

$$\dot{E}_A - \dot{E}_B = \frac{\dot{Q}_A + \dot{Q}_B}{2} (\xi_{CQA} - \xi_{CQB}) + \frac{\xi_{CQA} + \xi_{CQB}}{2} (\dot{Q}_A - \dot{Q}_B). \quad (42)$$

A vállalatspecifikus és a közös modellek erős hasonlóságot mutatnak legfontosabb empirikus eredményünket illetően: a két vállalat termelékenységének növekedési rátáiban megfigyelt meglehetősen nagy – 2,52 százalékpontos – különbség majdnem teljes egészében (95–96 százalékban) annak volt a következménye, hogy az *A* vállalat gyorsabban növekedett, mint a *B* vállalat. A többi hatás egyedileg és összességükben is elhanyagolhatóan kicsi volt. A technológiai hatásokat alacsony voltuk miatt nem tartottuk szükségesnek tovább bontani.

Az *A* vállalat esetében a termelékenység növekedésének 86–89 százaléka annak a következménye, hogy a vállalat termelésének volumene gyorsan növekedett, amit jelentős mértékű méretgazdaságosság kísért. A technológiai változások közvetlen költségmegtakarító hatása a termelékenység növekedésének csak 7–11 százalékáért

3. TÁBLÁZAT • A termelékenység átlagos arányos változásának dekompozíciója

	Jelölés	A vállalat		B vállalat		A + B	
		ráta	százalékos megoszlás	ráta	százalékos megoszlás	ráta	százalékos megoszlás
<i>Vállalatspecifikus modellek</i>							
A termelékenység növekedése	$\dot{\phi}$	6,34	100	3,82	100	2,52	100
Technológiai hatás	\dot{B}	0,69	11	0,75	20	-0,07	-3
Növekedési hatás	\dot{E}	5,45	86	3,49	91	1,98	79
Méretgazdaságosság miatt	$\dot{\bar{Q}}\Delta\xi$	-	-	-	-	-0,45	-17
Output-növekedés miatt	$\bar{\xi}\Delta\dot{Q}$	-	-	-	-	2,43	96
Reziduális hatás	\dot{R}	0,20	3	-0,42	-11	0,61	24
<i>Közös modell</i>							
A termelékenység növekedése	$\dot{\phi}$	6,34	100	3,82	100	2,52	100
Technológiai hatás	\dot{B}	0,45	7	0,84	22	-0,39	-15
Növekedési hatás	\dot{E}	5,66	89	3,30	86	2,36	94
Méretgazdaságosság miatt	$\dot{\bar{Q}}\Delta\xi$	-	-	-	-	-0,04	-1
Output-növekedés miatt	$\bar{\xi}\Delta\dot{Q}$	-	-	-	-	2,40	95
Reziduális hatás	\dot{R}	0,23	4	-0,32	-8	0,55	22

felelős. Korábban már utaltunk ennek az eredménynek a lehetőségére, amikor bemutatuk azt, hogy az *A* vállalat outputjának és termelékenységének az éves növekedési rátái között szoros a korreláció, miközben a technológia és a termelékenység változásai közötti korreláció a megfigyelési periódus során meglehetősen gyenge volt. Azt gondoltuk, hogy a technológiai változások azonnali és rövid távú költségmegtakarító hatása valószínűleg nem a fő indítéka az új technológia bevezetésének. Ezt később azzal egészítettük ki, hogy a technológiai változások fő mozgatórugója az lehet, hogy az új technológiák növelik a méretgazdaságosság fokát, továbbá a méretgazdaságosságot magasabb termelési volumen esetében is megőrzik, ami azt jelenti, hogy a technológiai változások költségcsökkentő hatása a termelés volumenének növekedése során hosszabb időszakon keresztül fokozatosan bontakozik ki.

A becslések alátámasztják ennek az érvelésnek a valószínűségét. Érdekes eredmény az, hogy az *A* vállalatnak a *B* vállalatnál gyorsabban változó technológiája kisebb hatást gyakorolt a termelékenység növekedésére (azaz kisebb azonnali költségcsökkenést okozott), mint a *B* vállalat lassabban változó technológiája. Ennek az lehet az oka, hogy a nagyon gyors növekedés megkövetelte az új technológiák feszített ütemű bevezetését, ami – éppen az ütem feszessége miatt – többletköltségeket okozott, és ezáltal csökkentette az azonnali és a rövid távú költségmegtakarítások mértékét.

A *B* vállalat esetében a termelékenység növekedésének 86–91 százaléka tudható be annak, hogy az output a méretgazdaságosság jelenlétében növekedett. A technológiai változások azonnali és rövid távú költségmegtakarító hatása a termelékenység növekedésének 20–22 százalékáért felelős. Ez konzisztens a vállalatra vonatkozó korábbi becslések eredményeivel.

A modell által megmagyarázatlanul hagyott reziduális hatás meglehetősen magas, különösen a *B* vállalat esetében, ahol a termelékenység növekedésének 8–11 százalékát teszi ki. Ez a jelenség a termelékenység éves növekedési rátái nagyfokú szóródásának tudható be. Kisméretű adatmintában – esetünkben 13 éves periódusban – az erősen szóródó egyedi reziduumok nagy hatást képesek gyakorolni a reziduumok átlagára. Az erős szóródás széles körben megfigyelt jelenség. A vállalati termelékenységi tanulmányok azt mutatják, hogy a vállalati termelékenység növekedése általában – és mondhatni, hogy kevés kivétellel – időben egyenetlen ütemben valósul meg. Ennek számos oka van. Különösen jelentős a tőkeinput nagyfokú oszthatatlansága, aminek következtében a beruházások során időlegesen szükségszerűen kihasználatlan kapacitásokat is létrehoznak. Ezek átmenetileg csökkentik a termelékenység éves növekedési rátáját, majd pedig amikor sor kerül a kihasználatlan kapacitások kihasználására, jelenlétük gyorsítja a termelékenység éves növekedését.

AZ INPUTOK NÖVEKEDÉSI RÁTÁINAK DEKOMPOZÍCIÓJA

Az inputok változásait meghatározó tényezők közül magas számszerű hatása miatt a termelt output mennyisége a legfontosabb. A dekompozíciót tartalmazó *4. táblázatban* mindhárom inputra vonatkozóan előfordul,¹⁶ hogy a növekedési hatás meghaladja az input növekedésének mértékét, az összes többi hatás eredőjeként pedig csökken az input mennyisége. Ez nem meglepő, hiszen a sajátár-növekedések és a technológiai változások egyaránt inputcsökkentő hatásúak. A technológiai változások inputot megtakarító hatása meglehetősen nagy éves ingadozásokat mutat. A *B* vállalat esetében volt olyan év, amikor a tőkemegtakarító hatás nulla volt, de olyan évet is találtunk, amikor 2,19 százalékpontos – tehát rendkívül magas – megtakarítás jelentkezett ugyancsak a *B* vállalat munkainputjában. Ezek voltak a szélső értékek; a többi éves inputmegtakarítás ezek között mozgott.

Az inputárak növekedése jelentős mértékben csökkentette az inputok növekedési ütemét, különösen a munkainputét, mert a munkainput kereslete a leginkább árérzékeny. Az *A* vállalat munkainputárának növekedése átlagosan évi 2,28 százalékpontos csökkenést váltott ki a munkainput használatában, a *B* vállalatban pedig még ennél is magasabb – 3,16 százalékpont – volt a csökkentő hatás. Az anyaginput árérzékenysége is magas volt, csak kevéssel maradt a munkainput érzékeny-

¹⁶ Az *A* vállalatnál valamennyi esetben, a *B* vállalatnál pedig a munkainputra vonatkozóan.

4. TÁBLÁZAT • Az inputok átlagos növekedési rátáinak dekompozíciója

Hatás	Jelölés	A vállalat		B vállalat		A – B	
		ráta	százalékos megoszlás	ráta	százalékos megoszlás	ráta	százalékos megoszlás
Munkainput	\dot{L}	8,73	100	2,69	100	6,04	100
Technológiai hatás	\dot{B}_L	-0,45	-5	-2,19	-81	1,74	29
Növekedési hatás	\dot{E}_L	8,93	102	5,16	192	3,77	62
Munkaárhatás	\dot{w}_L	-2,28	-26	-3,16	-117	0,88	15
Tőkeárhatás	\dot{r}_L	1,36	16	0,73	27	0,63	10
Anyagárhatás	\dot{m}_L	1,22	14	1,28	48	-0,06	-1
Reziduális hatás	\dot{R}_L	-0,05	-1	0,87	32	-0,92	-15
Tőkeinput	\dot{K}	7,30	100	4,69	100	2,61	100
Technológiai hatás	\dot{B}_K	-0,45	-6	0,00	0	-0,45	-17
Növekedési hatás	\dot{E}_K	7,93	109	4,57	97	3,36	129
Munkaárhatás	\dot{w}_K	0,69	9	0,64	14	0,05	2
Tőkeárhatás	\dot{r}_K	-0,62	-8	-0,44	-9	-0,18	-7
Anyagárhatás	\dot{m}_K	-0,19	-3	0,03	1	-0,22	-8
Reziduális hatás	\dot{R}_K	-0,06	-1	-0,11	-2	0,05	2
Anyaginput	\dot{M}	8,01	100	6,31	100	1,70	100
Technológiai hatás	\dot{B}_M	-0,45	-6	-1,20	-19	0,75	44
Növekedési hatás	\dot{E}_M	9,86	123	5,55	88	4,31	254
Munkaárhatás	\dot{w}_M	2,92	36	3,68	58	-0,76	-45
Tőkeárhatás	\dot{r}_M	-0,92	-11	0,09	1	-1,01	-59
Anyagárhatás	\dot{m}_M	-2,25	-28	-2,44	-39	0,19	11
Reziduális hatás	\dot{R}_M	-1,15	-14	0,63	10	-1,78	-105

sege alatt (2,25, illetve 2,44 százalékpont). A keresztár-rugalmaságok általában alacsonyabbak voltak a sajátár-rugalmaságoknál. Kivételt jelentett a munkainput árának emelkedése, amely mindkét vállalatban jelentős hatást gyakorolt az anyaginput használatára.

A 13 éves megfigyelési időszak átlagában A vállalat munkainputja 6, tőkeinputja 2,6, anyaginputja pedig 1,7 százalékkal növekedett gyorsabban a B vállalat megfelelő inputjainál. Az inputok időbeli arányos változásai közötti különbségek főként annak a következményei, hogy – mint ezt már korábban jeleztük – a termelés volumene az A vállalat esetében sokkal gyorsabban növekedett, mint B vállalatéban. A technológiai fejlődés inputmegtakarító hatása az A vállalatnál a B vállalathoz képest gyorsította a munka- és anyaginput növekedését, de lassította a tőkeinput növekedési ütemét.

Az inputárak változásai közötti különbségek csak csekély hatással voltak az inputok növekedési rátái közötti különbségre a munka- és különösen a tőkeinput esetében, az anyaginput esetében azonban kiugróan magas hatásokat becsültünk. Az inputárak gyorsabb növekedése és az inputok iránti kereslet magasabb érzékenysége következtében az inputárhatás az *A* vállalat termelékenységének átlagos éves növekedési ütemét 1,5 százalékponttal alacsonyabbá tette a *B* vállalat hasonló mutatójánál.

Az anyaginput növekedési ütemeinek különbsége tekintetében igen magas a megmagyarázatlan reziduális hatás is. A magas reziduális hatást elsősorban azok az *F2. táblázatban* is jól megfigyelhető nagyfokú időbeli ingadozások okozzák, amelyek az *A* vállalat anyaginputját a megfigyelési periódusban jellemezték. A tőkeinput időben viszonylag egyenletesen növekedett mindkét vállalat esetében, ezért a reziduális hatás elhanyagolhatóan alacsony. A *4. táblázatban* bemutatott öt magyarázó tényező hatását tovább lehetne bontani egyfelől a magyarázó változók, másfelől pedig intenzitásai vállalatközi különbségeinek hatásaira. Ez a dekompozíció azonban meghaladja a jelen írás kereteit.

AZ ALKALMAZÁS FELTÉTELEI ÉS HASZNA

A gazdaság működésének megértéséhez elengedhetetlenül szükséges a termelékenység tanulmányozása. Az ágazati szabályozás és az általános versenyszabályozás jól informáltsága tekintetében pedig a termelékenység alakulása beható ismeretének különlegesen fontos szerepe van. Amint ezt már a bevezetésben is megállapítottuk, a szabályozott vállalkozások hatékonyságának és gazdasági-pénzügyi „egészségi állapotának” vizsgálata a társadalmilag felelősségteljes szabályozó legfontosabb feladatai közé tartozik. Ennek a vizsgálatnak egyik alapfunkciója a termelékenység mérése és elemzése. A termelékenység színvonalától és növekedési ütemétől függ a szabályozott vállalkozások versenyképessége, piaci helyzete, termékeinek és szolgáltatásainak az ára és minősége, valamint a nyereségessége.

Ahhoz, hogy a szabályozó képessé válhasson a szabályozott vállalkozások termelékenységének elemzésére és értékelésére, mindenekelőtt arra van szükség, hogy vállalati szintű termelékenységi tanulmányok szülessenek, és álljanak a szabályozó rendelkezésére. A tanulmányok készülhetnek a vállalatokon belül. A vállalati számviteli források és a különféle vezetői információs rendszerek elégséges pénzügyi és naturális adatformájú információt tartalmaznak jó minőségű és magas megbízhatósági fokú termelékenységi tanulmányok készítéséhez. A szabályozott vállalatok világszerte – elsősorban Észak-Amerikában, Nyugat-Európában, Japánban és Ausztráliában – már az 1960-as évek közepe óta készítenek termelékenységi tanulmányokat, részben belső vezetői célokra, mint például az operatív tervezés és költségvetés-készítés, részben pedig abból a célból, hogy demonstrálják a szabályozó és a társadalom egésze számára azt a tényt, hogy hatékony, jó munkát végeznek.

Az utóbbi néhány évtized során kialakultak a termelékenység vezetői és szabályozói célú elemzésének komplex módszerei és eljárásai. Az elemzések képesek arra is, hogy előre jelezzenek bizonyos gazdasági problémákat, illetve hogy feltárják a vállalatok környezetében bekövetkező változások pozitív és negatív hatásainak nagyságát és irányait.

Makrogazdasági, szektor- és vállalati szintű termelékenységi tanulmányok készülnek független kutatások keretében is. Ezeket a termelékenység elemzésére szakosodott kutatók vállalati vagy szabályozói megrendelésre vagy pedig kutatás-fejlesztési forrásokból finanszírozott módon készítik. E tanulmányban felhasznált források közül Kiss [1984] például az ilyen módon végzett távközlési szektorális tanulmány keretei között keletkezett Kanadában.

A termelékenységi tanulmányok nemcsak magának a termelékenységnek az elemzésére használhatók, hanem lehetőséget nyújtanak a nyereségességet meghatározó tényezők és azok hatásainak a szakszerű elemzésére is. Amint ezt korábban már említettük, az elemzés kiterjed nemcsak a termelékenységváltozás okainak, hanem a következményeinek a vizsgálatára is. A jövedelem- és termelékenységelemzés (*Net Income and Productivity Analysis, NIPA*) jelentős nemzetközi irodalommal és alkalmazási háttérrel rendelkezik. A nemzetközileg széles körben elterjedt ársapka-szabályozással összefüggő elemzési módszerek pedig képesek kimutatni, hogy a termelékenység változásának milyen hatásai lehetnek a termékek, szolgáltatások áraira. Az is feltárható, hogy a termelékenység növekedésének milyen inflációt csillapító hatásai lehetnek. A rendelkezésre álló módszerek segítségével ésszerű előrejelzéseket és reális várakozásokat lehet kialakítani, ezeket pedig össze lehet vetni a termelékenység változásának tényleges következményeivel.

IRODALOM

- DENNY, M.–FUSS, M.–EVERSON, C. [1979]: Productivity, employment and technical change in Canadian telecommunications. Kézirat, Final report to the Department of Communications.
- DENNY, M.–FUSS, M.–WAVERMAN, L. [1981]: The measurement and interpretation of total factor productivity in regulated industries. Megjelent: Cowing, T. G.–Stevenson, R. (szerk.): Productivity measurement in regulated industries. Academic Press, New York. 179–218. o.
- KISS FERENC [1982]: Forecasting productivity gains. Proceedings of the Fourth International Conference on Forecasting and Public Utilities, Párizs, június 27–30.
- KISS FERENC [1983]: Productivity gains in Bell Canada. Megjelent: Courville, L.–de Fontenay, A.–Dobell, R. (szerk.): Economic Analysis of Telecommunications. North-Holland, Amsterdam, New York, Oxford, 83–113. o.

-
- KISS FERENC [1984]: On inter-firm productivity comparisons. Megjelent: *Olley, R. E.–Le, C. D.* (szerk.): Total Factor Productivity of Canadian Communications Carriers. Final Report to the Department of Communications, Ottawa.
- KISS FERENC–KARABADJIAN, S.–LEFEBVRE, B. [1983]: Economies of scale and scope in Bell Canada. Megjelent: *Courville, L.–de Fontenay, A.–Dobell, R.* (szerk.): Economic Analysis of Telecommunications. North-Holland, Amsterdam, New York, Oxford, 55–82. o.
- KISS FERENC–OLLEY, R.–LEFEBVRE, B. J. [1983]: Inter-firm productivity gain comparisons in the Canadian telecommunications industry. Proceedings of the Third International Symposium on Forecasting, Philadelphia, június 5–8.
- KISS FERENC–LEFEBVRE, B. J. [1987]: Econometric models of telecommunications firms: A survey, *Revue Economique*, Vol. 38. No. 2. Párizs, 307–374. o.
- SHEPHARD, R. W. [1970] Cost and production functions. Princeton University Press, Princeton, N. J.
- ZELLNER A. [1962] An efficient method for estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 57. 348–368. o.

FÜGGELÉK

F1. TÁBLÁZAT • Éves arányos változások az A és a B vállalat outputjainak volumeneiben ($100\dot{q}_{it}$)

Év	α output			β output			γ output			Teljes output		
	A	B	A-B	A	B	A-B	A	B	A+B	A	B	A-B
1.	10,8	7,5	3,4	15,2	13,9	1,3	-3,2	7,7	-10,9	12,9	9,9	3,0
2.	9,2	6,7	2,5	12,7	8,5	4,2	14,6	8,2	6,3	11,7	7,5	4,1
3.	9,3	6,4	2,9	10,8	4,4	6,3	7,1	7,0	0,1	10,1	5,7	4,5
4.	11,2	7,5	3,7	16,5	12,1	4,4	3,6	9,8	-6,2	14,3	9,5	4,8
5.	9,0	7,6	1,5	15,5	15,0	0,5	9,3	-18,4	27,7	13,3	10,0	3,3
6.	14,3	8,3	6,0	21,0	12,8	8,2	11,9	12,5	-0,6	18,7	10,3	8,4
7.	15,2	7,8	7,4	19,0	13,0	6,0	-0,9	18,9	-19,7	17,2	10,4	6,8
8.	13,9	6,0	7,9	7,9	8,5	-0,6	8,5	18,6	-10,1	9,6	7,5	2,1
9.	11,3	5,1	6,2	11,6	8,3	3,4	10,3	12,5	-2,3	11,5	6,7	4,7
10.	12,7	4,2	8,4	17,4	11,3	6,1	14,7	29,2	-14,5	15,8	8,3	7,6
11.	15,1	3,2	11,9	18,6	8,3	10,3	10,0	10,5	-0,4	17,2	5,8	11,4
12.	17,2	4,9	12,3	19,0	10,4	8,7	19,2	13,6	5,5	18,5	7,9	10,7
13.	16,1	3,4	12,7	12,5	10,7	1,8	18,1	11,4	6,8	13,8	7,2	6,6
Átlag	12,7	6,0	6,7	15,2	10,5	4,7	9,5	10,9	-1,4	14,2	8,2	6,0

*Az output arányos változásait a (3) egyenlet definiálja.

F2. TÁBLÁZAT • Éves arányos változások* az A és a B vállalat inputjainak volumeneiben ($100\dot{x}_{jt}$)

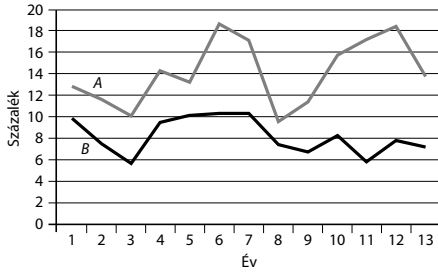
Év	Munka			Tőke			Anyag			Teljes input		
	A	B	A-B	A	B	A-B	A	B	A-B	A	B	A-B
1.	2,4	1,7	0,7	6,7	5,7	1,0	-5,0	17,5	-22,5	3,5	6,4	-2,9
2.	13,1	2,1	11,0	6,1	4,9	1,2	2,4	0,0	2,4	8,0	3,3	4,6
3.	8,0	-1,0	8,9	6,6	4,8	1,8	2,6	17,2	-14,6	6,5	5,2	1,3
4.	2,4	0,1	2,3	6,8	5,5	1,3	9,0	2,3	6,7	5,5	3,5	2,1
5.	10,7	4,6	6,1	4,5	4,7	-0,2	4,2	5,7	-1,5	6,6	4,9	1,7
6.	8,3	4,1	4,2	3,5	4,8	-1,4	10,8	5,2	5,6	6,0	4,7	1,4
7.	21,8	-2,7	24,4	10,7	5,8	5,0	18,0	-2,5	20,5	15,6	1,9	13,7
8.	3,2	4,0	-0,8	14,1	5,2	8,8	19,7	7,1	12,6	11,0	5,1	5,9
9.	11,6	4,1	7,5	8,6	5,5	3,1	-5,9	8,8	-14,7	7,7	5,6	2,1
10.	5,0	7,4	-2,4	5,3	3,8	1,5	20,7	9,2	11,4	7,2	5,9	1,3
11.	3,7	2,6	1,1	6,9	2,7	4,2	18,2	1,0	17,2	7,5	2,4	5,2
12.	17,6	1,8	15,8	7,4	3,7	3,7	-3,2	8,6	-11,8	9,0	3,9	5,1
13.	5,7	6,1	-0,4	7,8	3,8	4,0	12,9	2,0	10,9	7,9	4,3	3,6
Átlag	8,7	2,7	6,0	7,3	4,7	2,6	8,0	6,3	1,7	7,8	4,4	3,5

*Az input arányos változásait a (6) egyenlet definiálja.

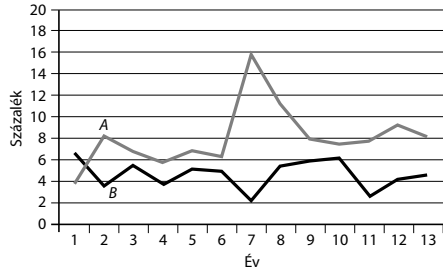
F3. TÁBLÁZAT • Az A és a B vállalat technológiai indexei

Év	0. év = 1,0		5. év = 1,0		Előző év = 1,0		100I _t	
	A	B	A	B	A	B	A	B
0.	1,00	1,00	0,37	0,58	–	–	–	–
1.	1,05	1,12	0,39	0,64	1,05	1,12	4,88	11,10
2.	1,27	1,27	0,47	0,73	1,21	1,13	19,20	12,55
3.	1,31	1,37	0,48	0,79	1,03	1,08	2,59	7,83
4.	2,23	1,54	0,83	0,89	1,71	1,13	53,44	11,98
5.	2,69	1,74	1,00	1,00	1,21	1,12	19,02	11,73
6.	2,97	2,07	1,10	1,19	1,10	1,19	9,62	17,44
7.	3,94	2,34	1,46	1,35	1,33	1,13	28,49	12,29
8.	4,94	2,67	1,83	1,54	1,25	1,14	22,48	13,24
9.	6,90	2,94	2,56	1,69	1,40	1,10	33,44	9,77
10.	8,12	3,16	3,01	1,82	1,18	1,07	16,31	7,23
11.	9,47	3,43	3,51	1,98	1,17	1,09	15,32	8,20
12.	10,04	3,55	3,73	2,04	1,06	1,03	5,92	3,26
13.	13,24	4,17	4,92	2,40	1,32	1,17	27,66	16,09

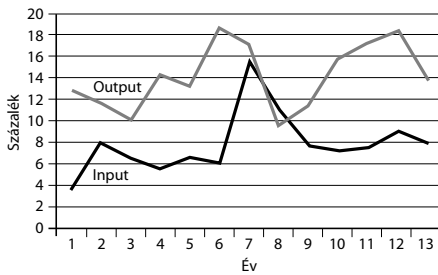
F1. ÁBRA • Az output éves arányos változásai az A és a B vállalatban



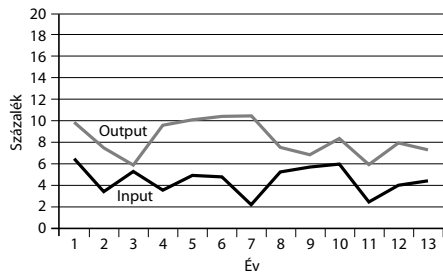
F2. ÁBRA • Az input éves arányos változásai az A és a B vállalatban



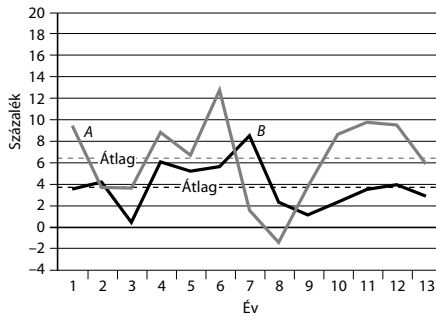
F3. ÁBRA • Az output és input éves arányos változásai az A vállalatban



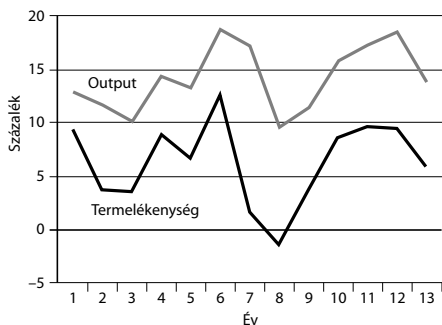
F4. ÁBRA • Az output és input éves arányos változásai a B vállalatban



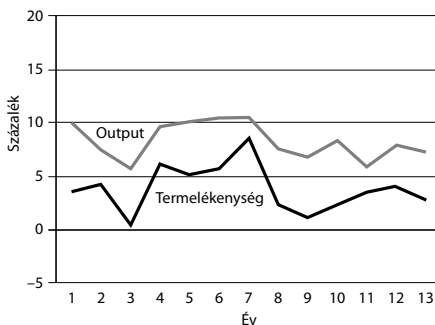
F5. ÁBRA • Éves változások az A és a B vállalat termelékenységében



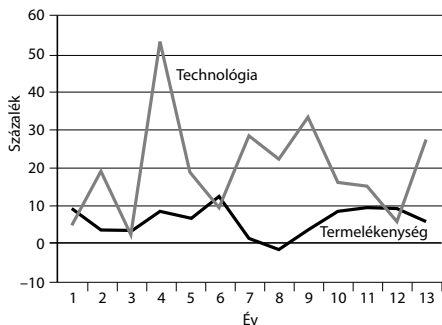
F6. ÁBRA • Az A vállalat outputjának és termelékenységének alakulása



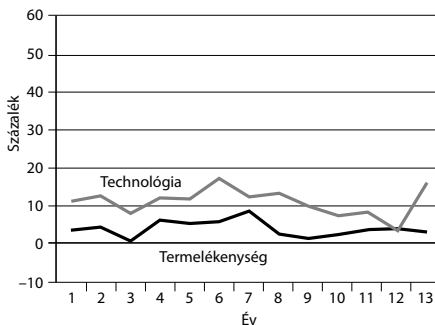
F7. ÁBRA • A B vállalat outputjának és termelékenységének alakulása



F8. ÁBRA • Az A vállalat technológiájának és termelékenységének alakulása



F9. ÁBRA • A B vállalat technológiájának és termelékenységének alakulása



F10. ÁBRA • Az A és a B vállalat technológiai változásainak indexsorai

