

Máté Domicián¹

A technológia szerepe a gazdasági növekedésben ágazati megközelítésben

Ebben a rövid munkatanulmányban elsősorban a gazdasági növekedésben bekövetkezett változásokra koncentrálok. A kutatásaink² során egyrészt arra a kérdésre keresem a választ, hogy ezek a változások – a vizsgált 1976 és 2007 közötti időszakban – a kibocsátás növekedési üteméhez az ún. teljes tényező-termelékenység (TFP) és a fizikai, valamint humán tőkeállomány változása hogyan járultak hozzá. A számításokat mintegy tíz OECD tagországra vonatkozóan végzem el a növekedés számvitel (growth accounting) alapján, illetve a technológia intenzitása szerint megkülönböztetett gépgyártási szektorokban. Másrészt még arra vagyok kíváncsi panel regressziós módszertan segítségével, hogy az egy munkavállalóra jutó kibocsátást (termelékenységet) a beruházási ráta és a foglalkoztatás alakulása hogyan befolyásolja ezekben az ágazatokban.

Journal of Economic Literature (JEL) kód: E25, J24, L16.

Kulcsszavak: gazdasági növekedés, szektorális elemzés, termelékenység.

Bevezetés: a technológia szerepe a gazdasági növekedésben

Az egyes országok gazdasági teljesítménye között megfigyelhető különbségek kutatásáról nem túlzás azt állítani, hogy szinte egyidős a közgazdaságtannal. A gazdasági fejlődést egyik alapvető forrását gyakran a technológiai haladásban keresték. Már közel egy évszázaddal ezelőtt egy klasszikus közgazdász *Schumpeter (1912[1980])* korábban felhívta minderre a figyelmet, akinek az értelmezése szerint a gazdasági fejlődést jelentősen befolyásolják azok a termék és jószág kombinációk, amelyek az újabb termelési eljárások és lehetőségek, illetve a beszerzési források, de akár a különböző piacok együtteséből is létre jöhetnek. A növekedéselmélet alapjait meghatározó *Solow*-modellben pedig a technológia már formálisan is megjelent (*Solow 1956*). A fizikai és a humán tőkével szemben az eredeti modellben a technológia tökéletes közjószág, amely a gazdasági szereplők számára exogén módon felhasználható. A klasszikus modellből továbbá szintén levonható következtetés, hogy ha a termelési tényezőket – *ceteris paribus* – adottnak tekintjük, akkor a kibocsátás növelése csak az ún. teljes tényező-

¹ Máté Domicián a Debreceni Egyetem Közgazdaságtudományi Karának egyetemi adjunktusa. E-mail címe: domician.mate@econ.unideb.hu.

² A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

termelékenységben (Total Factor Productivity, a továbbiakban TFP) megnyilvánuló technológiai haladással érhető el.

A technológiai haladás³ viszont ebben az értelmezésben meglehetősen „homályos” és összetett folyamatnak tűnhet. Ezért induljuk ki először magából a technológia fogalmából. A technológia Jones (2002:36) szerint leginkább – egy bibliai hasonlattal élve – a mennyből lehulló „mannához” hasonlítható. Egy kicsit precízebben fogalmazva egy olyan „Harrodd-netruális” tudásnak, illetve felhalmozott ismeretnek feleltethető meg, amely a munkatermelékenységet (az egy munkavállalóra jutó kibocsátást) hosszú távon egyértelműen javítja. Egy másik (Caselli 1999) értelmezésben viszont a technológia nem más, mint különböző típusú gépek, berendezések és az azok használatához szükséges képességekkel rendelkező munkások egy olyan jószág kombinációja, amellyel a dolgozók képessé válnak alkalmazni is azokat. A technológiai haladás pedig lényegében a technológiából fakadó folyamatos fejlődésnek tekinthető.

Az eredeti Solow-modell egyik kulcsfontosságú, ám sokszor kritizált feltevése az volt, hogy ugyanaz a technológiai szint minden egyes ország számára *exogén* módon elérhető adottság. A modell ebből fakadóan viszont csupán a gazdaság átmeneti dinamikájának egyfajta „válaszát” adja meg a termelési tényezők akkumulációjának változásaira. A növekedés valódi okát, amennyiben ténylegesen meg kívánjuk találni, tehát magából a modelltől kell levezetnünk. Az *endogén* megközelítés iránti igény nem újszerű követelmény, hiszen Schumpeter (1912[1980]) szerint, csak az „önmagára hagyott” és külső hatásoktól mentes gazdaság változásait tekinthetjük fejlődésnek. Az eredeti modell empirikus és elméleti hiányosságain felbuzdulva az 1980-as évektől kezdődően új növekedéseméleti irányzatok kezdtek el bontogatni szárnyaikat. A növekedésemélet újabb *endogén* irányzatai folytatják a korábbi elméletek alapjait, de már alapvető követelménynek tekintik a növekedési ráták modellekből való levezetését úgy, hogy a Romer (1994) által megfogalmazott *stilizált tényeknek* megfeleljenek. A stilizált tények tételesen felsorolva: (1) a piacon sok vállalattal kell számolni; (2) a felfedezések egymással nem rivalizáló jószágok; (3) a fizikai tevékenységek megismételhetők, azaz állandó a skáláhozadék a termelési tényezőkben; (4) a technológiai haladás az emberi cselekvés hozadéka; (5) sok vállalat monopolhelyzetbe kerül felfedezései által, mivel az általuk birtokolt információk magasabb eladási árakat és profitot tesznek lehetővé.

A növekedésemélet legújabb irányzataiban kiemelt szerep jutott még az innováció alapjául szolgáló *kreatív rombolásnak* (Aghion–Howitt 1992) és az olyan mechanizmusoknak, mint például a *cselekvő tanulás* (learning by doing)⁴, amelyek együttesen határozzák meg a növekedés sajátosságait.⁵ Romer (1986) egy többszektoros növekedési modelljében továbbá a technológia nem rivalizáló, mert szerinte az új felfedezések hasznából senkit sem lehet kizárni. A használata tehát nem csökkenti annak a lehetőségét, hogy ugyanazt a technológiát más és más ágazatokban alkalmazzák, amelynek az egyik következménye a növekvő skáláhozadék. Az *endogén* irányzatok másik nagyobb ágában a tőketényező felhalmozásának jutott kiemelt szerep (Lucas 1988), (Rebelo 1991). Ezekben a modellekben főként azt hangsúlyozták ki, hogy a humán tőke felhalmozása elegendő lehet a növekedés fenntartásához. A lényeges következtetésük az volt, hogy a technikai haladásnak feltétele a tőkeakkumuláció, amely egyben meghatározza a gazdasági növekedést. A gyakorlatban azonban kizárólag a humán tőkére, mint termelési tényezőre koncentráló gazdaságpolitika látványosan csúfos kudarcot vallott (Boettke et al 2008).

³ Erről a „maradékról” Denison (1962) megállapította, hogy igen jelentős az általunk nem ismert növekedést meghatározó tényezőknek az aránya, amelyet nem lehet egyetlen hagyományos termelési tényezővel sem magyarázni.

⁴ Lásd részletesen Arrow (1962) és Romer (1986) egy-egy korai modelljét.

⁵ Az egyes alapmodelleket és azok „mellékágainak” sajátosságait Czeglédi (2007) részletesen bemutatja.

A gazdasági növekedés szektorális vizsgálatainak a technológia-intenzitás szerinti megközelítését elsősorban a termékek előállítása, illetve a szolgáltatások nyújtása során felhasznált és az egyes ágazatokban eltérő technológia szintje indokolja. A kutatás-fejlesztési tevékenység, valamint az új technológiák alkalmazása függvényében teljesen eltérő intenzitású szektorok csoportosíthatók a nemzetközi standardoknak megfelelően. A tanulmányban ezért a gazdasági növekedésben bekövetkezett változásokra elsősorban ebben az ágazati aspektusban koncentrálok. A vizsgálatok során egyrészt arra a kérdésre kerestem a választ, hogy az 1976 és 2007 között a kibocsátás növekedési üteméhez a teljes tényező-termelékenység (TFP) és a fizikai, valamint humán tőkeállomány milyen mértékben járultak hozzá. Másrészt, az egy munkavállalóra jutó kibocsátást, azaz a termelékenységet a beruházási ráta és a foglalkoztatás alakulása hogyan befolyásolta ezekben a szektorokban. A vizsgálatok során mindvégig amellett érvelek, hogy az országok gazdasági teljesítményét a termelési tényezők mellett egy másik lényeges dimenzióként az alkalmazott technológia szintjében rejlő ágazati különbségek szintén jelentősen meghatározzák. A következő alfejezetben először a vizsgálatok során alkalmazott módszertanokat röviden ismertetem, majd pedig az analízisek segítségével a kibocsátás, illetve a termelékenység alakulását mutatom be.

A kibocsátás alakulásának vizsgálata ágazati megközelítésben

A különböző technológiai szinteket igénylő iparágak szerinti megközelítést (a továbbiakban technológiai-intenzív ágazatokat) a szakirodalomban az elsők között *Hatzichronoglou (1997)* definiálta a gépgyártási szektorokra vonatkozóan. Az elemzés első lépéseként, ezt a manapság gyakran alkalmazott és népszerű⁶ vizsgálati aspektust követem, és az OECD által alkalmazott ISIC REV 3. standard alapján az egyes szektorokat a következőképpen klasszifikálom. A magas, közepesen magas és alacsony, illetve alacsony technológiai intenzitásnak megfelelő ágazati csoportosítást az (1. táblázat) tartalmazza részletesen.

1. táblázat

A technológia-intenzív iparágak besorolása az ISIC REV 3. nemzetközi standard számozása alapján

MAGAS	ISIC REV. 3	KÖZEPESEN MAGAS	ISIC REV. 3
<i>Repülőgép gyártás</i>	353	<i>Elektronikus berendezések</i>	31
<i>Gyógyszeripar</i>	2423	<i>Motor, szállító eszközök</i>	34
<i>Munkaiügyi berendezések</i>	30	<i>Kemikáliák</i>	24 kivéve (2423)
<i>Telekommunikációs eszk.</i>	32	<i>Vasúti berendezések</i>	352 + 359
<i>Orvosi eszközök gyártása</i>	33	<i>Gépipari berendezések</i>	29
ALACSONY		KÖZEPESEN ALACSONY	
<i>Újrahasznosítás</i>	36-37	<i>Hajó és csónaképítés</i>	351
<i>Fa, papír és nyomdaipar</i>	20-22	<i>Műanyag és gumi</i>	25
<i>Ital és dohánytermékek</i>	15-16	<i>Szén és finomított olaj</i>	23
<i>Textiliák, ruházat</i>	17-19	<i>Egyéb, nem fém ásványok</i>	26
		<i>Alapvető fémipari termékek</i>	27-28

Forrás: Hatzichronoglou (1997) besorolása alapján saját szerkesztés.

A módszertan tesztelése és a hipotézisek felállítása előtt nézzük meg néhány egyszerű leíró statisztikát. A [1. ábra] tartalmazza az EU (2013) KLEMS adatbázisból rendelkezésre álló adatok alapján a kibocsátás alakulására vonatkozó számítások eredményeit. Az 1976 és 2007 közötti időszakra vonatkozóan a továbbiakban mintegy tíz⁷ OECD tagországra vonatkozóan vizsgálódok. Az ábrából egyrészt kitűnik (Spanyolország egyedi példájától eltekintve), hogy a

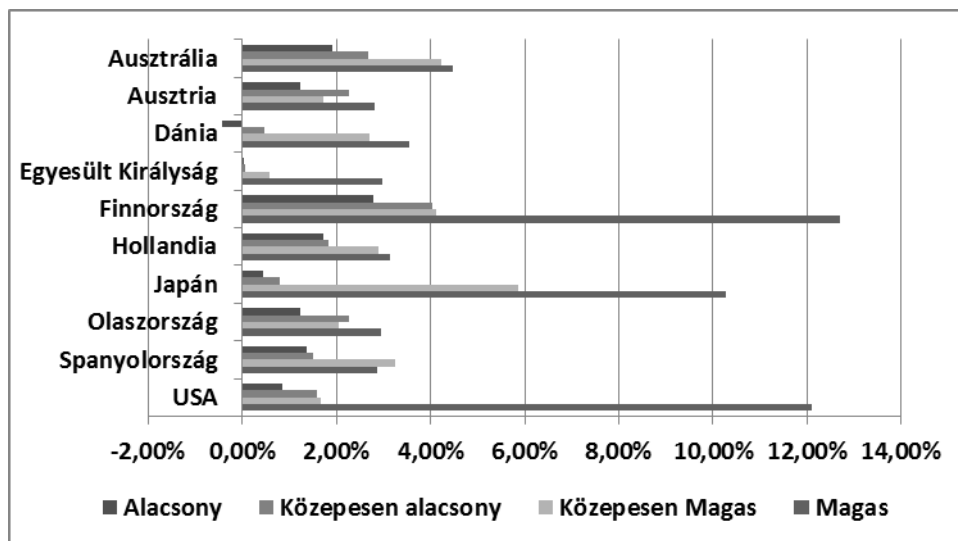
⁶ Az alkalmazott technológia intenzitásában rejlő strukturális különbségeket, egy nagyobb ágazaton belül, a gépgyártási szektorokon keresztül lehet a legkönnyebben szemléltetni.

⁷ AUS, AUT, DNK, FIN, ESP, ITA, JPY, NED, UK, USA.

vizsgált időszakban minél inkább technológia-intenzív az adott ágazat, annál inkább nagyobb kibocsátás növekedést realizált. Másrészt különösen három országban szembeűnő, hogy a kibocsátás éves átlagos növekedése a magas technológia-intenzív ágazatokban a legnagyobb, és akár többszöröse is lehet az alacsonyabbakhoz képest (Japánban 10,2%, az USA-ban 12,1%, míg Finnországban 12,7%). A következő [2.] táblázatban a kibocsátás és a foglalkoztatás ágazati struktúrájában bekövetkezett változásokat tekinthetjük át.

1. ábra

A kibocsátás* éves átlagos változása az 1996 és 2007 közötti időszakban, az egyes technológia-intenzív ágazatokban és OECD országokban, 1996=100%



Forrás: saját számítások és az EU (2013) KLEMS adatbázis alapján szerkesztve.

Megjegyzés: * reál Bruttó Hozzáadott Érték (GVA) konstans árakon.

2. táblázat

A kibocsátás és a foglalkoztatás struktúrájának alakulása (%-ban), az egyes technológia-intenzív ágazatokban és OECD* országok átlagában

ÁGAZATOK	MAGAS	KÖZEPESEN MAGAS	KÖZEPESEN ALACSONY	ALACSONY	ÖSSZES
A KIBOCSÁTÁS VÁLTOZÁSA (%)					
1976/2007	1787,64%	427,91%	22,88%	13,62%	171,62%
A KIBOCSÁTÁS RÉSZARÁNYA (%)					
1976	5,05%	15,63%	38,94%	40,38%	100%
2007	35,12%	30,37%	17,62%	16,89%	100%
A FOGLALKOZTATÁS VÁLTOZÁSA (%)					
1976/2007	-20,67%	-16,30%	-22,73%	-31,17%	-23,70%
A FOGLALKOZTATOTTAK (FŐ) RÉSZARÁNYA (%)					
1976	11,11%	21,59%	23,07%	40,72%	100%
2007	11,55%	23,68%	23,37%	36,74%	100%

Forrás: saját számítások és az EU (2013) KLEMS adatbázis alapján szerkesztve.

Megjegyzés: * AUS, AUT, DNK, FIN, ESP, ITA, JPY, NED, UK, USA.

Az OECD országokat megvizsgálva a kibocsátás szektorok szerinti alakulásából kitűnik, hogy a magas technológia-intenzív ágazatokban igen jelentős közel 17-szeres, a közepesen magasban több mint 4-szeres növekedés következett be. A 171%-os átlagos OECD növekedéshez viszonyítva az alacsony intenzitású ágazatok 22,9%-os és 16,9%-os hozzájárulása ehhez képest meglehetősen szerénynek tűnik. A kibocsátás struktúrájában továbbá szintén jelentős átrendeződés következett be. A magas technológia-intenzitású ágazatok részaránya 5%-ról 35%-ra, a közepesen magasnál pedig 15%-ról 30%-ra erősödött az alacsony intenzitású ágazatok rovására (39%-ról és 40%-ról közel 17%-ra csökkent a részesedésük).

Az utóbbi évtizedekben a foglalkoztatásban bekövetkezett szektorális változások eredményeként a világ szinte minden egyes országában érzékelhető újraelosztás zajlott. A foglalkoztatás ennek megfelelően a gépgyártási szektorban közel negyedére csökkent. A leginkább az alacsony technológia-intenzív ágazatokban mérséklődött (31,17%). A szolgáltatási szektorok megerősödését többek között *Dachs* és szerzőtársai (2003) a kereslet egyre erősödő jövedelem-rugalmasságával magyarázzák. A foglalkoztatás ágazati struktúrájában azonban 1976-hez képest 2007-ben nem történt jelentős átrendeződés.

Ezekből a leíró statisztikákból tehát levonhatjuk azt a következtetést, hogy a technológia-intenzív ágazatokban *manapság egyre jobban kiaknázzák a magasabb szintű technológiákba való beruházások előnyeit*, amely a rendelkezésre álló fizikai és emberi erőforrások produktívabb alkalmazását teszi lehetővé.

A kibocsátás dekomponálása növekedés számviteli megközelítésben

A gazdasági növekedést befolyásoló tényezők alakulását természetesen meg kell még vizsgálni az egyszerű deskriptív statisztikáknál kifinomultabb eszközökkel. A választásom módszertani szempontból ezért a növekedési számvitel (ismertebb nevén *growth accounting*) technikájára esett, amely képes felbontani az összes kibocsátás növekedési ütemét olyan összetevőkre, mint például a termelési tényezők (a fizikai és a humán tőke) akkumulációjának hatásaira, valamint a teljes tényező-termelékenységgént definiált „Solowi-maradéktagra”.

A gazdasági növekedés forrásainak vizsgálatakor induljunk ki egy neoklasszikus (Cobb Douglas típusú) termelési függvényből (1. egyenlet).

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{(1-\alpha)} \quad (1)$$

Az egyenletben [Y] a kibocsátást jelöli, amelyet az elemzések során a Bruttó Hozzáadott Értékkel⁸ (GVA) helyettesítem. [K] a fizikai tőkeállomány, amit a reál Bruttó Fix Tőke Állomány (GFCF) reprezentál konstans árakon. A termelés során állandó skáláhozadékos feltételezve ($\alpha=1/3$) a tényezők megfelelő arányait indexeltem. [L] a humán tőkeállomány, amely a szektorokban tényleges foglalkoztatottakat ragadja meg. [A] pedig a TFP a megfelelő [t-edik] időpontban. Az egyenlet átrendezésével megadható és a későbbiekben megbecsülhető a kibocsátás növekedésének ez a látszólag „megmagyarázhatatlan” összetevője. A reziduumot tekinthetjük a tágran értelmezett technológiai haladásnak, amely alatt nemcsak az új gépeket, berendezéseket és eljárásokat, hanem akár a korszerűbb vállalatirányítási és vezetési formákat is érthetjük. A TFP változását a (2.) egyenletből kalkulálható.

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \alpha \frac{\dot{K}}{K} - (1-\alpha) \frac{\dot{L}}{L} \quad (2)$$

⁸ A Bruttó Hozzáadott Érték megegyezik definíció szerint a különböző adókkal és szubvenciókkal korrigált GDP-vel.

Vegyük a módszertannak megfelelően az (1.) egyenlet mindkét oldalának logaritmusát és ezután a differenciáját:

$$\ln Y_t - \ln Y_{t-1} = (\ln A_t - \ln A_{t-1}) + (\alpha \ln K_t - \alpha \ln K_{t-1}) + ((1 - \alpha) \ln L_t - (1 - \alpha) \ln L_{t-1}) \quad (3)$$

Jelöljük az egyszerűsítés érdekében és az eltéréseknek megfelelően az átlagos kibocsátás [g_y], a teljes tényező-termelékenység [g_a], illetve a fizikai [g_k] és a humán tőkeállomány [g_l] növekedését a következőképpen:

$$g_y = g_a + \alpha g_k + (1 - \alpha) g_l \quad (4)$$

Az [α] értékét mind a négy szektorra vonatkozóan 1/3-nak feltételezem, mivel az egyes szektorokban a skálahozadéokra vonatkozóan sajnos nem állnak rendelkezésre becslések. Természetesen ez a hagyományos módszertan emellett még számos hiányossággal bír, többek között alkalmatlan az egyes tényezők közötti ok-okozati összefüggések tisztázására, illetve az időszakokon belüli változások szintén rejtve maradnak. A fenti levezetéssel azonban lehetőség nyílik arra, hogy a gazdasági növekedésben lejátszódó folyamatokat részletesebben megvizsgáljuk.

2. táblázat

A kibocsátás változását meghatározó tényezők összesítése (%-ban) a 4. egyenlet alapján a vizsgált OECD országokban, az 1976 és 2007 közötti időszakban és ágazatokban

Ausztrália	g_v	g_k	g_l	g_a	Hollandia	g_v	g_k	g_l	g_a
Magas	2,80	1,01	-0,42	2,20	Magas	3,13	0,55	-1,04	3,62
Közepesen magas	1,73	0,97	-0,71	1,46	Közepesen magas	2,90	0,34	-0,33	2,89
Közepesen alacsony	2,26	0,93	-0,78	2,11	Közepesen alacsony	1,83	0,37	-0,03	1,49
Alacsony	1,22	1,32	-0,23	0,13	Alacsony	1,73	0,43	-0,53	1,83
Ausztria	g_v	g_k	g_l	g_a	Japán	g_v	g_k	g_l	g_a
Magas	4,48	1,12	-0,73	4,09	Magas	10,29	2,07	0,00	8,22
Közepesen magas	4,23	0,74	0,63	2,86	Közepesen magas	5,87	1,38	0,09	4,40
Közepesen alacsony	2,67	0,47	-0,60	2,81	Közepesen alacsony	0,80	0,68	-0,47	0,59
Alacsony	1,90	0,47	-1,12	2,55	Alacsony	0,45	0,95	-0,91	0,41
Dánia	g_v	g_k	g_l	g_a	Olaszország	g_v	g_k	g_l	g_a
Magas	3,54	1,63	-0,27	2,18	Magas	2,95	1,48	-0,49	1,96
Közepesen magas	2,70	1,04	0,20	1,46	Közepesen magas	2,05	0,78	-0,10	1,38
Közepesen alacsony	0,45	0,53	-0,69	0,62	Közepesen alacsony	2,25	0,95	-0,06	1,36
Alacsony	-0,45	0,66	-1,15	0,05	Alacsony	1,22	0,83	-0,60	0,99
Egyesült Királyság	g_v	g_k	g_l	g_a	Spanyolország	g_v	g_k	g_l	g_a
Magas	2,97	0,66	-1,65	3,97	Magas	2,87	1,31	0,06	1,50
Közepesen magas	0,58	0,37	-1,84	2,04	Közepesen magas	3,24	0,94	0,60	1,70
Közepesen alacsony	0,07	-0,04	-1,81	1,91	Közepesen alacsony	1,49	0,74	0,27	0,49
Alacsony	0,04	0,20	-1,51	1,35	Alacsony	1,37	1,15	-0,12	0,34
Finnország	g_v	g_k	g_l	g_a	USA	g_v	g_k	g_l	g_a
Magas	12,70	2,06	1,52	9,12	Magas	12,10	1,33	-0,45	11,23
Közepesen magas	4,11	0,43	-0,03	3,71	Közepesen magas	1,67	0,99	-0,52	1,20
Közepesen alacsony	4,04	0,58	-0,03	3,48	Közepesen alacsony	1,58	0,28	-0,51	1,81
Alacsony	2,77	0,57	-1,41	3,61	Alacsony	0,84	0,50	-0,70	1,04

Forrás: saját számítások és az EU (2013) KLEMS adatbázis alapján szerkesztve.

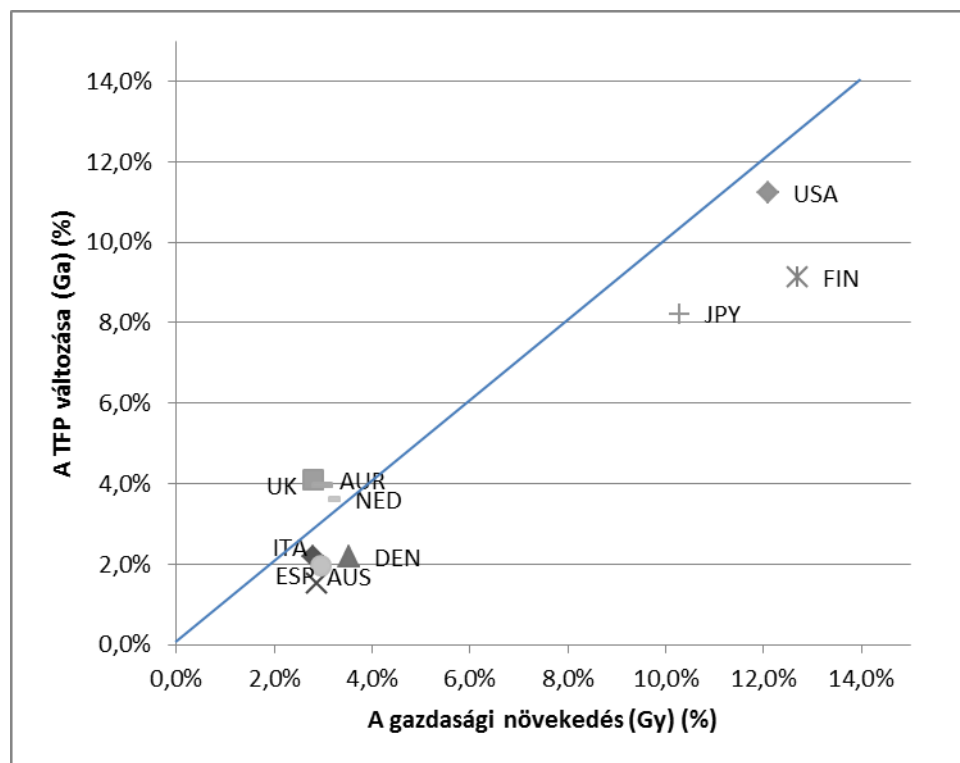
A [2. táblázat] tartalmazza a KLEMS adatbázisból rendelkezésre álló adatok alapján az egyes komponensek átlagos változásait az 1976 és 2007 közötti időszakban. Az alkalmazott *growth accounting* módszer segítségével ezáltal bemutatható, hogy a kibocsátás átlagos változásaihoz a fizikai és humán tőkeállomány, valamint a TFP hány *százalékponttal* járultak hozzá. *Feltételezésem szerint*, mivel a teljes tényező-termelékenység ragadja meg leginkább a technológiai haladást, ezért az *egyes ágazatokban minél magasabb lesz az alkalmazott technológia szintje annál magasabb lesz a súlya a TFP változásának az output növekedésében*.

A számítások eredményei a gépgyártási szektorokra vonatkozóan egyrészt azt mutatják, hogy leginkább a magas technológia-intenzív ágazatokban következett be gazdasági növekedés. A fizikai tőke állomány esetében másrészt elmondható (az Egyesült Királyságban egy esetet kivételével), hogy minden országban pozitívan járult hozzá a kibocsátáshoz. Az is igaz, hogy *minden vizsgált országban a magas technológia intenzitású ágazatokban figyelhető meg a legnagyobb mértékben a fizikai tőke hozzájárulása*. A foglalkoztatás, a szektorális átrendeződésnek köszönhetően, szinte mindenhol negatívan hatott a kibocsátás változására. Japánban és Spanyolországban azonban ennek ellenére néhány technológia-intenzív ágazatban pozitív volt a munkatényező változása.

Az üzleti ciklusok ingadozásait természetesen figyelmen kívül hagyva továbbá megállapítható, hogy a kibocsátást meghatározó tényezők nem elsősorban a termelési tényezők (a tőke és a munkaerő) felhalmozásában keresendők. Az általam használt *growth accounting* módszertan alapján megerősítem, hogy az 1976-2007 közötti időszakban *minden egyes országban a teljes tényező termelékenység (TFP) járult hozzá legjelentősebben a kibocsátás változásához*. A hozzájárulás mértéke egyértelműen a legnagyobb *a magas technológia intenzitású ágazatokban* volt. A (2.) ábra tartalmazza a kibocsátás, illetve a TFP 1976 és 2007 közötti átlagos növekedési ütemét ebben az ágazatban.

2. ábra

A kibocsátás és a TFP alakulása az 1976 és 2007 közötti időszakban, a magas technológia-intenzitású gépgyártási ágazatokban és OECD országokban



Forrás: saját számítások és az EU (2013) KLEMS adatbázis alapján szerkesztve.

A függőleges tengelyen a teljes tényező-termelékenység növekedési üteme, a vízszintes tengelyen pedig a kibocsátás változás mértéke látható százalékpontban. Az eredeti *Solow*-modell alapján feltételezhetjük, hogy azok az országok, amelyek a hosszú távú ún. *steady-state* pályán mozognak teljesítik a $g_y = g_a$ egyenlőséget. Ezt az egyensúlyi pályát reprezentálja az ábrába berajzolt 45 fokos segédegyenes. Az egyeneshez viszonyítva két eset körvonalazódik ki. Egyrészt, a magas szintű technológiát igénylő gépgyártási szektorokban, az Egyesült Királyságban, Ausztráliában és Hollandiában gyorsabb a TFP növekedés üteme a kibocsátáshoz viszonyítva, másrészt a többi országban ez a növekedési ütem kisebb nála. Három ország esetében pedig (Finnország, Japán és az Egyesült Államok) szintén szembeűnő, hogy a kibocsátás növekedéséhez a TFP hozzáadott értéke jelentős ezekben a szektorokban.

A kézenfekvő következtetés a gazdaságpolitikai döntéshozók számára ezekből az eredményekből minden bizonnyal az lenne, hogyha követnénk ezeket a sikeres országokat. Természetesen ezzel nem azt akarom állítani, hogy egy olyan kis ország, mint Magyarország azonnal másolja le a világ vezetőgazdaságú országait. Finnország esete azonban elgondolkodtató az ország méretéből és adottságaiból fakadó hasonlóságok miatt. A finn „csodával” korábban már *íjf. Simon (2006)* részletesen foglalkozott a kibocsátás és a kutatás-fejlesztés aspektusában. Az empirikus eredményei alapján megállapította, hogy a kutatásintenzitás növelése révén jelentősen meggyorsítható a termelékenység növekedése és ezzel javítható a gazdaság versenyképessége, különösen a feldolgozóipar terén. A K+F ösztönzése önmagában azonban megfelelő gazdaságpolitika nélkül, nem gyorsíthatja meg a gazdasági növekedést.

A technológiai fejlesztések, illetve a technikai fejlődés ráadásul napjainkban meglehetősen kutatás igényessé vált. A technológia és a kutatási tevékenység összefonódása kapcsán különös jelentőséggel bír, hogy az állam mit tehet a fejlődés ösztönzése érdekében. A kutatási tevékenység azonban döntően olyan természetű, hogy például a hozzá szükséges ismeretek fejlődésének ütemét, valamint az ehhez igazodó technikai fejlődés sebességét az állam közvetlenül meghatározni nem képes. Az egyik folyamat sem attól függ, hogy a kutatásokat érdemben mennyi pénzzel támogatják. A tudományos fejlődés dinamikájában a kutatás megfelelő finanszírozása másodlagos. Sokkal inkább a kutatóhelyek hatékonysága, a kutatói gárda összetétele és annak kreativitása, valamint a témaválasztásuk meghatározó (*Erdős 2006:32*).

Az EUROSTAT adatai⁹ alapján 2010-ben Európában a GDP-ben kifejezett K+F ráfordítások aránya Finnországban a legmagasabb (3,7%), az USA-ban kb. 3%, sőt Japánban is magas (3,2%) volt. Az elérendő 3%-os viszonyítási alapot pedig az Európai Unióban, mint kívánatos célkitűzést, a 2020-as növekedési paktumban újfent deklarálták. Az állam a fejlett országokban az összes kutatási kiadások körülbelül egy harmadát fedezi, a maradék két harmadot a vállalatok adják össze. A megfelelő arányoknak a betartása azért szükséges, hogy igazodjon a gazdasági fejlődés igényeihez. A vállalati szféra elemi érdeke a tehetséges kutatók alkalmazása mellett a ráfordítások gazdaságossága, viszont az állam által leginkább finanszírozott alapkutatások vizsgálatában a vállalatok már kevésbé érdekeltek. Az alapkutatások hatása ugyanis a gazdaságra csak áttételes lehet, hiszen csak nagyon lassan juthatnak érvényre és az eredményeik sem mindig használhatók fel. Az állam szerepe ezért ezekben a kutatásokban korlátozott, azonban kétségkívül indokolt, mert a tudományos feltételek javításában ösztönözheti a vállalati kutatásokat. Az adókedvezményekkel a vállalati kutatásba visszaforgatott profittal csökkenthetik a ráfordításokat, amely a kkv. szektor kutatási tevékenységét szintén elősegítheti. *A megfelelően célirányos pályázati rendszerrel viszont csak kulcsfontosságú, nemzetgazdaságilag kiemelten preferált területeket szükséges támogatni. A kutatások eredményessége azonban attól is függ, hogy a gazdaságirányítás mennyire veszi figyelembe azok ajánlásait. Másképpen fogalmazva, a K+F intenzitásának támogatását mindenképpen össze kell hangolni az olyan fenntarthatóan növekedés-orientált gazdaságpolitikákkal, amely szük-*

⁹ Az EUROSTAT New Kronos adatbázis elérhetősége:

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/science_technology_innovation/introduction

séges és elégséges feltétele véleményem szerint a felzárkózásnak. Rodrik (2011) szerint mindezt a hagyományos eszközökkel (makrogazdasági stabilitással, emberi tőke beruházásokkal, exportösztönzéssel stb.) és „unortodox” módszerekkel (alulárázott fizetőeszközzel, célzott ágazati és állami megrendelésekkel) egyaránt lehet (lásd Kína) stimulálni.

Sajnos a növekedés számviteli módszertan által használt termelési függvény vizsgálata nem alkalmas arra, hogy eldöntsük vajon a felzárkózás mikor és hogyan következhet be. Az eredeti Solow modellből adódóan, mivel a technológiát exogén módon adottnak vették, a technológiai haladásról (TFP) csak azt mondhatjuk, hogy az utóbbi évtizedekben meghatározó szerepet töltött be a technológia-intenzív ágazatokban.

A korai Solow modellből levont és a talán leginkább „vitatott” következtetés az ún. konvergencia hipotézis. Eszerint a szegényebb országok gyorsabban növekednek a gazdagabb és nagyobb tőkeállománnyal rendelkezőkhöz képest, amennyiben a gazdaság más egyéb (a népességnövekedés, az amortizáció stb.) lényeges tulajdonságait figyelmen kívül hagyjuk. Az egyes országok közötti konvergencia a statisztikák eredményei szerint viszont csak nehezen és vitatott módon mutatható ki, így meglehetősen sok kritika érte az idők során (Romer 1994). A közgazdászok a konvergencia jelenlétét ezért csak feltételesen fogadták el, mert a klasszikus Solow-modellt tulajdonképpen sokan félreértelmezték. Az eredeti modell csupán azt jelzi előre, hogy minden egyes ország a saját egyensúlyi szintje felé konvergál. A konvergencia sebessége pedig az egyensúlyi szinttől vett távolság függvényében változik. Egy ország ergo annál gyorsabban növekszik, minél távolabb található az egyensúlyi szintjétől. A feltételes konvergencia tehát ebben az esetben azt jelenti, hogy az alacsony kezdeti tőkeállománnyal rendelkező ország csak abban az esetben növekszik gyorsabban a nagyobb tőkeállománnyal rendelkező (gazdagabb) országhoz viszonyítva, amennyiben rögzítjük az egyensúlyi szinteket meghatározó tényezőket (Barro–Salai-Martin 1992).

A korábban vizsgált tényezők közötti kapcsolat vizsgálatához ezért Mankiw és szerzőtársai (1992) klasszikus konvergencia modelljét alkalmaztam az egyes ágazatokra vonatkozóan:

$$\Delta \ln y_{it} = \beta_0 - \beta_1 \ln y_{it} + \beta_2 \ln(I / y_{it}) - \beta_3 \ln(n + g + \delta)_{it} + D_{it} + e_{it} \quad (5)$$

Visszafelé haladva a változók definiálásában az *i*-edik országban és *t*-edik időpontban első az $[\varepsilon]$ hibatarag, *D* pedig az idő *dummy*. A kontrollváltozóink közül következő a neoklasszikus modellből fakadóan a munkaállomány növekedése [*n*], az amortizáció [δ] és a hosszú távú technológiai haladás [*g*] feltételezett rátájával megnövelt változó, e két utóbbinak az eredeti modellnek megfelelően (0,05) értéket adtam. A fizikai és az emberi tőkébe való beruházást az ún. Bruttó Fix Tőke Formációnak¹⁰ a kibocsátásra jutó mértékével [*I/y*] helyettesítettem. Az [*y*] az egy főre jutó reál Bruttó Hozzáadott Érték logaritmusákon konstans áron. A függő változó pedig az egy főre jutó kibocsátás logaritmusának differenciáltja.

A modellel vizsgált panel mérete az 1976 és 2007 közötti időszakot átfogó kiegyensúlyozott minta, amely 10 országot és 310 megfigyelést tartalmaz. A (5) egyenlet becslése előtt még meg kell indokolni, hogy melyik panel-regressziós módszertant választottam. A fix hatású modellt elsősorban azért kényszerültem alkalmazni, mert csak kevés országban állt rendelkezésre megfelelő hosszú idősor. Az országspecifikus és az időben állandó tényezők hatása ekkor viszont kiszűrődik, és csak az idősoros információk használódnak fel. A vizsgálati eredményeket a következő (3.) táblázat tartalmazza.

A táblázat első oszlopa a korábban felsorolt változókat összesíti. A beruházási ráta [*I/y*] esetében a késleltetett értékeket használtam fel a beruházás hosszabb távú hatásainak kimutatására. Látszik, hogy a magyarázó változók a neoklasszikus növekedési modell következtetéseinek megfelelő előjelűek, és statisztikailag szignifikánsak a beruházási ráták kivételével minden egyes ágazatban. A feltételes konvergencia szintén teljesül, ahogyan azt az egy mun-

¹⁰ Gross Fixed Capital Formation (GFCF) az OECD definíciója szerint azokat az újonnan létrehozott tárgyi eszközöket ragadja meg, amelyeket gazdaságban beruházásra kerültek.

kavállalóra jutó kibocsátás szignifikánsan negatív együtthatója mutatja minden esetben. A szektorok szintjén összehasonlítva pedig szintén megállapítható, hogy *a magas technológiai-intenzitású szektorokban a konvergencia mértéke a leggyorsabb*. A beruházásról érdemben sajnos nem lehet összevetéseket tenni, viszont a foglalkoztatás növekedését és a többi (konstansnak vett) amortizációt és a technológiai növekedést megragadó komponensből levonhatjuk azt a következtetést, hogy *a foglalkoztatottak számában bekövetkezett egységnyi változás a leginkább a technológia-intenzív ágazatokban csökkenti a termelékenységet*. Mindez a gazdaságpolitika számára azt jelentheti, hogy nem indokolt ezeket az ágazatokat a munkavállalói oldal felől egyoldalúan támogatni, hiszen csak még nagyobb termelékenység csökkenést érhetünk el vele, a többi ágazathoz viszonyítva.

3. táblázat

A kibocsátás változását meghatározó tényezők becslése az 5. egyenlet alapján a vizsgált OECD országokban, és a megfelelő ágazatokban

Függő változó: $\Delta \ln(\text{egy foglalkoztatottra jutó reál GVA})$				
Magyarázó változók	Magas	Közepesen magas	Közepesen alacsony	Alacsony
konstans	-0,301	-0,345	-0,316	-0,241
	(-4,105)***	(-2,388)***	(-2,629)***	(-4,774)***
$\ln(\text{GVA}/\text{fő})$	-0,088	-0,082	-0,079	-0,068
	(-4,562)***	(-2,779)***	(-2,796)***	(-6,676)***
$\ln(\text{I/GVA})_{(-1)}$	0,048	0,005	0,011	0,068
	(2,314)**	(0,386)	(0,759)	(1,452)
$\ln(n_i+g+\delta)$	-0,619	-0,301	-0,396	-0,574
	(-3,883)***	(-3,304)***	(-4,252)***	(-7,276)***
Megfigyelések száma	310	310	310	310
Országok száma	10	10	10	10
R^2	0,47	0,26	0,31	0,40
Idő dummy	igen	igen	igen	igen

Forrás: saját számítások és az EU (2013) KLEMS adatbázis alapján szerkesztve.

*Megjegyzés: zárójelben a heteroszkedaszticitás szempontjából robosztus t-statisztikák szerepelnek. *** 1 százalékos, ** 5 százalékos, * 10 százalékon szignifikáns.*

Az állami támogatások azonban nemcsak a termelés ágazati szerkezetét érinthetik, hanem nagy szerepük lehet abban, hogy bizonyos vállalatok hogyan teljesítenek a gazdaságban. A szelektív ágazati támogatások azonban örök vita tárgyát képezik, ugyanis az intézkedések országoként teljesen eltérő eredményekhez vezetnek. *A differenciált iparpolitika szerepe leginkább csak akkor indokolt, amikor a termelékenység színvonala tartósan alacsonyabb a hasonló fejlettségű országokéhoz viszonyítva*. A dinamikus szerkezeti átalakításnak, illetve felzárkózásnak ebben a hosszabb távra előrettekintő esetében viszont már kiemelt szerepet kell szánni a gazdaságpolitikai célok között. A felzárkózás nem valósulhat meg a technológiai fejlődés gyorsulása nélkül, amely megköveteli a K+F ráfordítások növelését. A kulcsfontosságú tényező továbbá az idődimenzió, mert a gyorsabban fejlődő ágazatok hamarabb vezetnek be a technikai-technológiai újításokat.

A tanulmány egy kutatás közbeni állapotot tükröz csupán, ezért néhány gondolat erejéig természetesen ki kell, hogy térjek a további lehetséges kutatási irányokra. A technológia szerepét az intézményi közgazdaságtan aspektusában szintén meg lehet vizsgálni. Az intézmények hagyományos *northi* determinációja (*North 1981*) olyan formális szabályokat és informális korlátokat különböztetnek meg, amelyek különböző gazdasági, társadalmi, illetve poli-

tikai kölcsönhatásokat egyaránt befolyásolnak. A kérdés tehát inentől kezdve számunkra az, hogy vajon melyek azok az intézmények, amelyek hosszabb távon a technológián keresztül befolyást gyakorolnak a gazdasági növekedésre. Az elméleti kiinduló pontot ebben az aspektusban a tranzakciós költségek jelenléte adhatja meg, ergo ezeknek a gyakorlati hatása a fejlettebb technológiát alkalmazó ágazatokban lehet a következő vizsgálandó kutatási kérdéskör. Aghion és szerző társai.(2008) a politikai hatalomból, illetve a demokrácia fokából kiindulva megállapították, hogy a fejlettebb iparágak termelékenységét jobban növeli a belépés szabaddá válása, míg a fejletlenekét viszont hátráltathatja. A demokratikus intézményrendszer tehát inkább a fejlett iparágak növekedésére gyakorol pozitívabb hatást. A demokrácia pedig az értelmezésükben abban nyilvánul meg, hogy a politikust érdekelté teszi az átlagos jövedelemszint növelésében, így nehezebben megvesztegethető a belépés korlátozását kívánó érdekcsoportok által. A hipotézisük teszteléséhez azonban további vizsgálatok szükségesek.

Összegezve röviden a tanulmány legfontosabb megállapításait kijelenthető, hogy az általam vizsgált időszakban minél inkább technológia-intenzív egy ágazat, annál inkább magasabb kibocsátás növekedést realizált. Az OECD országokat együttesen megvizsgálva a kibocsátás szektorok szerinti alakulásából továbbá kitűnik, hogy a magas technológia-intenzív ágazatok aggregált szinten nagyobb mértékben járultak hozzá az output növekedéséhez a gépgyártási szektorban. Ezekben az ágazatokban manapság egyre jobban kiaknázzák a magasabb szintű technológiákba való beruházások előnyeit, amely a rendelkezésre álló fizikai és emberi erőforrások produktívabb alkalmazását teszi lehetővé.

A növekedés forrásait a growth accountig módszertannal kutatva továbbá kiderült, hogy minden egyes országban a technológiai haladást jelző teljes tényező termelékenység (TFP) járult hozzá a legjelentősebben a kibocsátás változásához. A hozzájárulás mértéke pedig a legnagyobb mértékű egyértelműen a magas technológia intenzitású ágazatokban volt. A paneladatokon végzett egyszerű regressziós számításokból továbbá megállapítottam, hogy a foglalkoztatottak számában bekövetkezett egységnyi változás a leginkább a technológia intenzív ágazatokban csökkentette a termelékenységet. Mindez a gazdaságpolitika számára abból a szempontból megfontolandó, hogy foglalkoztatáspolitikai eszközökkel, úgy tűnik nem indokolt ezeket az ágazatokat egyoldalúan támogatni, mert csak még nagyobb csökkenést érhetünk el vele a termelékenységben a többi ágazathoz viszonyítva.

Hivatkozások

- Aghion, P. – Howitt, P. (1992): *A Model of Growth Through Creative Destruction*. *Econometrica*, Vol. 60. No. 2. pp. 323–351.
- Aghion, P. – Alesina, A. – Trebbi, F. (2008): *Democracy, Technology, and Growth*. Megjelent: Helpman, E. (szerk.): *Institutions and Economic Performance*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, pp. 511–543.
- Barro, R. J. – Sala-i-Martin, X. (1992): *Convergence*, *Journal of Political Economy*, Vol. 100. No. 2. pp. 223–251.
- Boettke, P. J. – Coyne, C. J. – Leeson, P. T. (2008): *Institutional Stickiness and the New Development Economics*. *American Journal of Economics and Sociology*, Vol 67. No. 2. pp. 331–358.
- Caselli, F (1999): *Technological Revolutions*. *The American Economic Review*, Vol. 98, No. 1. pp. 78–102.
- Dachs, B. – Kaniowski, S. – Peneder, M. (2003): *What follows tertiarisation? Structural change and the role of knowledge-based services*, *The Service Industries Journal*, Vol. 23. No. 2. pp. 47–66.
- Denison, E. F. (1962): *The sources of economic growth in the United States and the alternatives before us*. New York: Committee for Economic Development.

- Erdős Tibor (2006): *Növekedési potenciál és gazdaságpolitika*, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- EU (2013): *EU KLEMS Database*, <http://www.euklems.net/> (letöltve: 2013. június 16.)
- Hatzichronoglou, T. (1997): *Revision of the High Technology Sector and Product Classification*, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 1997 (2): OECD Publishing.
- Jones, Ch. I. (2002): *Introduction to Economic Growth*. W. W. Norton & Company. New York and London. Second Edition.
- Lucas, Jr, R. E. (1988): *On the Mechanics of Economic Development*. Journal of Monetary Economics Vol. 22. No. 1. pp. 3–42.
- Mankiw, G. N. – Romer, P. M. – Weil, D. N. (1992): *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*, The Quarterly Journal of Economics, Vol. 107. No. 2. pp. 407–437
- North, D. C. (1981): *Institutions, Ideology and Economic Performance*. CATO Journal, Vol. 11. No. 3. pp. 477–496.
- Rebelo, S. (1991): *Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth*. Journal of Political Economy, Vol. 99. No. 3. pp. 500–521.
- Rodrik, D. (2011): *The Future of Economic Convergence*, NBER, Working Paper 17400, pp. 1–51
- Romer, P. M. (1986): *Increasing Returns and Long-Run Growth*. Journal of Political Economy, Vol. 94. No. 5. pp. 1002–1036.
- (1994): *The Origins of Endogenous Growth*. Journal of Economic Perspectives, Vol. 8. No. 1. pp. 3–22.
- Schumpeter, J. A. (1912[1980]): *A gazdasági fejlődés elmélete*. Közgazdasági és Jogi Kiadó, Budapest.
- ifj. Simon Gy. (2006): *Gazdasági növekedés és kutatás-fejlesztés: A svéd és finn példa tanulságai*, Statisztikai Szemle, 2006. (84. évf.) 12. sz. 1046. old.
- Solow, R. M. (1956): *A Contribution to the Theory of Economic Growth*. The Quarterly Journal of Economics, Vol. 70. No. 1. pp. 65–94.

Estimating Sectoral Features of Economic Growth by Technology in Various OECD Countries, 1976-2007

DOMICIÁN MÁTÉ

The purpose of this research study is to estimate economic growth and labour productivity of the 1976 and 2007 periods in various OECD countries. In our estimations we followed a technology-intensive sectoral approach to identify the main features of output and output per capita growth of manufacturing industries. In order to indicate these changes, a growth accounting method was firstly used to determine each of the sectoral differences. All in all, we firstly (1) conclude that nowadays high technology-intensive branches aimed economic growth better than the lower ones. (2) Analysing the time series of cross-country panel data we could also claimed that a large part of the economic growth stemmed from the so-called Total Factor Productivity (TFP) and (3) our results also yield a valid relationship between employment and productivity growth.

Journal of Economic Literature (JEL) codes: E25, J24, L16.

Keywords: Economic Growth, Productivity Changes, Growth Accounting.