

Okság a statisztikai modellekben*

Rappai Gábor
a Pécsi Tudományegyetem
egyetemi docense
E-mail: rappai@ktk.pte.hu

A szerző az okság fogalmának filozófiai megközelítéseit, illetve ezek statisztikai-ökonometriai tesztjeit tekinti át. A Granger-okság bemutatása után megvizsgálja, hogy milyen modellek, illetve hipotézisrendszerek mellett tesztelhető a tényellentetés, valamint az INUS-okság.

A tanulmány összefoglaló gondolataiban megállapítja, hogy a filozófiatudomány különböző okságfelfogásainak analógiái megtalálhatók az empirikus modellezésben, de egyes kérdések (például az okság intenzitása, illetve a kumulálódó okság) még további kutatásokat igényelnek.

TÁRGYSZÓ:
Statisztikai modellezés.
Kauzalitás.
Ökonometriai tesztek.

* A szerző köszönetet mond *Besenyei Lajos* és *Hunyadi László* professzoroknak a tanulmány korábbi változatához nyújtott értékes észrevételeikért, tanácsaikért.

Minden tudomány alapvető kérdése, milyen összefüggés mutatható ki a legfontosabb jelenségek között, mely tulajdonságok állnak egymással kapcsolatban, illetve függenek egymástól, milyen az esetlegesen kimutatható függőség iránya stb. Nincs ez másképp a gazdaságtudományokban sem. Sokszor használjuk ezeket a kifejezéseket: „kapcsolatban vannak”, „együttmozognak”, „függ ettől”, „ok-okozati összefüggésben vannak”. Vajon mindezek a kifejezések szinonimák vagy különböző dolgokat jelentenek? És hogyan lehet eldönteni, hogy két ismerv (változó, statisztikailag mérhető tulajdonság), mely kategóriába sorolható, vannak-e egzakt – matematikai-statisztikai vagy ökonometriai – eszközök annak eldöntésére, hogy létezik-e okszerű összefüggés a jelenségek között?

Jelen tanulmányban az előbbi kérdésekkel kívánunk foglalkozni. Áttekintjük az okság filozófiai definícióit, bemutatjuk hagyományos (Grangertől származó) ökonometriai megközelítését, ismertetünk néhány olyan statisztikai-ökonometriai modellezési eljárást, melyek „ráhúzhatók” egyes, a filozófiából ismert kauzalitás fogalomra, végül – vázlatosan – megemlítjük az irányok közül azokat, melyek az eddig alkalmazott felfogást árnyalhatják, illetve továbbfejleszthetik.

1. Az okság filozófiai megközelítései

Ebben a részben rövid és meglehetősen szubjektív áttekintést kapunk arról, hogy az okság (kauzalitás) meglétét elfogadják-e a klasszikus, illetve mai filozófusok, amennyiben igen, hogyan definiálják azt, továbbá milyen elméleti problémákat vetnek fel a különböző megközelítések. Erőteljesen hangsúlyozni kívánjuk, hogy a filozófusok, illetve irányzatok összeválogatása alaptémánk, a gazdaságban fellelhető oksági összefüggések kimutathatósága, mérése alapján történt, így cseppet sem tekinthető átfogó filozófiatörténetnek. Előrebocsátható, hogy kevés olyan alapfogalom található a filozófiában, amelynek ennyire „végletes” megítélései élnek egymás mellett, mint az *okság* fogalomnak. A teljes elvetéstől a „mindennek ez az alapja” megközelítésig számos, külön-külön önmagában akár elfogadható felfogást ismerünk, a választás közülük nyilvánvalóan nem témája a dolgozatnak.

A *szkeptikusok* egyenest tagadják, hogy egyáltalán létezhet elméleti okság, vagyis teljesen feleslegesnek tartják a jelenségek ok-okozati rendszerként történő megjelenítését. *Sextus Empiricus* (*Szextosz Empeirikosz*) a Kr. u. II. században élő görög orvos, az ókori szkeptikus filozófia „alaplívénak” számító „*Adversus mathematicos*”

(„A tudósok ellen”) című művében tagadja a szillogisztikus bizonyítás lehetőségét és az okság meglétét (Kendeffy [1998]). Megítélése szerint az okság reláció, így ami valaminek az oka, az az okozata relatívumaként áll fönn. A relatívumnak azonban nincs önálló egzisztenciája, tehát nem rendelkezik az októl elvárható „előidejűség” vagy „önálló létezés” attribútumokkal. Hasonlóan szkeptikus álláspontot képvisel Wittgenstein, aki egyenesen úgy fogalmaz „az oksági kapcsolat babona” (Wittgenstein [2004] 5.13. szakasz).¹

Egy egyszerű példa: viszonylag gyakran említett ok-okozati összefüggés a gazdaságban a GDP és a születéskor várható élettartam közötti reláció. Ennek értelmében a „gazdagabb” országokban jobbak az életkilátások, vagyis a „jólét” hosszabb életet eredményez. A szkeptikus gondolkodásmód szerint azonban a „jólét” kifejezés önmagában nem létezik, hiszen ez az összetett fogalom nemcsak a gazdagságot jelenti, hanem ennek élvezését is, vagyis feltételezi a hosszú életet, azaz nem lehet annak oka.

Az okságról alkotott filozófiai vélekedés másik „végpontja” – talán – Aquinói Szent Tamás. Széles körben ismert értekezéseiben egyértelműen az ok-okozati láncolatok képezik minden bizonyítás alapját. Talán elég csak a „Summa theologiae” című művére utalni, melyben öt ésszerű okot sorol fel Isten létének bizonyítására. Ezek közül az egyik a létesítő okság premisszája: minden létezőnek van valamilyen létesítő oka, vagyis minden okozat egy okságot tételez fel. Aquinói Szent Tamás vélekedése szerint ez nem mehet a végtelenségig így, tehát létezik egy kezdeti ok, „akit mindenki Istennek nevez”. Nyilvánvalóan érdekes lenne, ha a gazdaságfilozófiában is találhatnánk egy ilyen „létesítő okot”, melyből minden mai jelenség levezethető lenne, ám ennek keresése meghaladja a tanulmány kereteit.

David Hume (1711–1776) skót filozófus szerint, az okság nem más, mint két dolog egymásra következésének az eszméje. Szerinte az ok és okozat „különböző létezők”, közöttük nincs szükségszerű kapcsolat. Azért vélünk ok és okozat között szükségszerűséget felfedezni, mert oly sokszor tapasztaltuk az egyik esemény bekövetkezését a másik után, hogy ezáltal „statisztikai bizonyítását” vélelmezzük a kauzalitásnak. Hume szerint tehát az okság időbeli egymásra következés és állandó kapcsolat, de nem feltétlenül szükségszerűség. Okságelméletének két sarkalatos pontja a következő:

- a jelenségek térbeli vagy időbeli érintkezésének szükségessége, valamint
- az okság szabályszerűsége, vagyis a jelenségek állandó együtt járása.

¹ Ezúton is köszönetemet fejezem ki *ifj. dr. Zeller Gyula* kollégámnak, aki mintegy évtizedes vitánk elején erre a tételre hivatkozott, ezáltal ráirányította a figyelmemet az oksági összefüggések behatóbb tanulmányozására.

Mindez a következőt jelenti: az ok olyan dolog, amit egy másik dolog, az okozat követ, ráadásul úgy, hogy az okhoz hasonló összes dolgot az okozathoz hasonló dolgok követik. Hume szerint tehát az állandó kapcsolat az okság elégséges feltétele, és „viszont”: ha a két jelenség oksági viszonyban van, akkor közöttük állandó a kapcsolat (szükséges feltétel). Nyilvánvaló, hogy az elméletnek számos „gyenge pontja” van, melyre többen rámutattak. A természetben megannyi szabályosság található, melyek között nincs oksági viszony, ugyanakkor arra sincs érvünk, hogy nem létezhet egyszeri okság. Könnyen belátható, hogy a hume-i okságfelfogásnak egyik nemkívánatos következménye, hogy a gyakran ismétlődő, véletlenszerű állítások a törvényszerűségek kategóriájába esnek. Mindennek feloldására a filozófiatudományban kétféle válasz ismeretes, az egyik a *hume-i*, a másik a *nemhume-i* elmélet. Az előbbi elméletek szerint az oksági kapcsolatok állandó és nem feltétlenül szükségszerű kapcsolatok, a második álláspontot képviselők állításának megfelelően törvények és véletlenek között az a különbség, hogy a törvények szükségszerű kapcsolatokat jellemeznek, a véletlenek pedig nem.

A korábban említett, hume-i értelemben nehezen feltételezhető egyszeri okság értelmezésére fejlesztette ki a *tényellentétes* (kontrafaktuális) okság elméletét *David Lewis* [1973]. A tényellentétes okságfelfogás szerint, A oka B eseménynek, ha igaz az állítás, miszerint „ha A nem következett volna be, akkor B sem következett volna be”. Alaptémánk, a gazdasági jelenségek között kimutatható összefüggések közül ilyen tényellentétes oksági viszony jelenik meg például a következő – egyébiránt gyakori – állításban: „...nem kezdődött volna visszaesés a tőzsdén, ha a FED-elnök nem tesz borúlátó nyilatkozatot...”. Az egyszeri okság modellezési lehetőségeivel a későbbiekben még foglalkozunk, így itt csak utalunk arra, hogy ez a típusú okságfelfogás hívta életre az ún. eseményanalízis módszertanát. A kontrafaktuális okság feltételezése számos további – filozófiai jellegű – alapproblémát vet fel, melyekkel itt nem foglalkozunk, az érdeklődők számára ajánljuk *E. Szabó* [2008] viszonylag részletes munkáját.

Érdekes filozófiai megközelítés az okság problémájára az ún. *elégséges feltétel* elmélet. Ennek értelmében, ha egy jelenség *szükséges* feltétele egy másiknak, azt jelenti, hogy ha az első jelenség nem következik be, akkor a másik sem. Az pedig, hogy egy jelenség *elégséges* feltétele a másiknak azt jelenti, ha az első jelenség fennáll, akkor a második is. Mindezt úgy is megfogalmazhatjuk, hogy *X* pontosan akkor okozza *Y*-t, ha *X* szükséges és elégséges *Y*-hoz. Az elmélet cáfolatára könnyen található ellenpélda, hiszen egy jelenség több okból is előállhat. Egy egyszerű példával megvilágítva a kérdést, költségvetési hiány keletkezhet túlköltekezésből és bevétel-elmaradásból egyaránt. Noha nem mondható ki, hogy a túlköltekezés szükséges feltétele a hiánynak, hogy okozója azt kár lenne tagadni!

Megoldást az elégséges feltétel elmélet problémájára elsőként *Mackie* [1999] javasolt, az ún. *INUS-elméletben*. „Ennek értelmében az ok elégtelen (*insufficient*), de

szükséges (*necessary*) része egy olyan feltételnek, amely maga nem szükséges (*unnecessary*), de elégséges (*sufficient*). Egyszerűbben az INUS-elméletet a következőt állítja: *X* oka *Y*-nak, ha *X* elégséges *Y*-hoz, bizonyos külső körülmények fennállása esetén.” (Hasonló felfogást képvisel *Pascal* is,² amikor úgy fogalmaz: „...ugyanaz az esemény bizonyos esetekben véletlen eseménynek tekintendő, más esetekben pedig okozatilag teljes mértékben meghatározottnak, attól függően, hogy milyen körülmények között vizsgáljuk”). Kézenfekvő belátni, hogy például a jelenlegi pénzügyi válság időszakában nem léteznek általános érvényű gyógymódok, könnyen vélelmezhetjük tehát, hogy az egyik országban jól működő beavatkozás (ok) a másik országban nem orvosolja a problémát, mivel a gazdálkodás környezete nem azonos (nem állnak rendelkezésre a szükséges feltételek). Gondoljunk a szinte triviális összefüggésre: a jegybanki alapkamat emelése az adott ország devizáját erősíti, feltéve, hogy a kamatemelést egy elégségesen hiteles jegybank hajtja végre!

Előző példánk azonban felhívja a figyelmet arra, hogy az ok elégségessége még INUS-érelemben sem jelent determináltságot, hiszen az alapkamat emelése nem szükségszerűen okoz felértékelődést, ugyanakkor egy deviza felértékelődhet kamatemelés nélkül is. Mindez átvezet a *valószínűségi kauzalitás* gondolatmenetébe, vagyis az okozat bekövetkezhet az ok nélkül is, és fordítva; előfordulhat, hogy az ok bekövetkezése ellenére sem lép fel az okozat. Mindezt úgy foglalhatjuk össze, hogy a sztochasztikus okság értelmében az ok bekövetkezése megnöveli az okozat bekövetkezésének valószínűségét.³ A valószínűségi okság megközelítéssel kapcsolatban számos problémát vetnek fel, ezek közül talán a legfontosabb, hogy – viszonylag könnyen beláthatóan – az így értelmezett okság visszavezethető arra a jelenségre, miszerint a két esemény között pozitív korreláció van. Ez viszont nem feltétlenül jelenti azt, hogy az egyik esemény a másik oka (gondoljunk a látszatkapcsolat vagy a közös ok problémájára!). Mindennek mély tárgyalása messze meghaladja e rövid írás kereteit, így a továbbiakban az okság fogalmának és a klasszikus valószínűségelmélet összefüggéseinek vizsgálatával nem foglalkozunk.

Az okság fogalmának ökonometriai megközelítésével, illetve az ilyen megközelítések rendszerezésével számos kutató foglalkozott, nem célunk ezeknek a – különböző nézőpontokból készült – tanulmányoknak a reprodukálása. A kérdéskör talán legátfogóbb vizsgálata *Heckman* [2008] anyagában található.⁴ A továbbiakban mindössze a hume-i, a tényellentétes és az INUS-okság ökonometriai modelleken keresztül történő megfogalmazásait ismertetjük. A modellek szemléltetéséhez illusztratív

² *Pascal* és *Fermat* levelezését *Rényi* [2004] „hivatkozta”. Ezúton mondok köszönetet a nemrégiben tragikus hirtelenséggel elhunyt professzoromnak, *Tóth Tibornak*, aki nemcsak erre a levelezésre hívta fel a figyelmemet, hanem számos alkalommal foglalkozott sekélyes filozófiai ismereteim bővítésével.

³ Formalizálva a szokásos jelölésekkel $\Pr(B|A) > \Pr(B|\bar{A})$.

⁴ Nem kifejezetten ökonometriai, de a társadalomtudományi kutatások során felmerülő sajátos oksági modellekkel foglalkozik *Babbie* [2003] könyvének egy fejezete.

példákat is bemutatunk, ám ezeknél csak a legszükségesebb mértékig törekszünk az eredmények értelmezésére. Hangsúlyozott célunk a használható módszertan bemutatása, és nem gazdaságfilozófiai összefüggések felfedezése.

2. Granger-okság, vagyis az okság „klasszikus” ökonometriai megfogalmazása

Láthattuk, hogy két jelenség (empirikus változó) közötti oksági kapcsolat feltárása, illetve vizsgálata számos, sokszor filozófiai mélységű megfontolást igényelne. Az ökonometriában bevett gyakorlat értelmében valószínűleg a később bemutatandó könnyű operacionalizálhatóság okán, x változót y okának tekintjük, ha segítségével y -ra jobb becslést tudunk adni, mint nélküle. Az ún. Wiener–Granger-okság előbbi megfogalmazása akár nyolc különböző oksági viszonyt is előidézhet, ám mi itt csak a legkézenfekvőbb esetet tárgyaljuk (*Granger* [1969]).

Nullhipotézisünk szerint x nem oka y -nak, ha segítségével nem adható jobb előrejelzés y -ra mint akkor, amikor csak y múltbeli értékeit vizsgáljuk. Vagyis

$$H_0 : MSE(\hat{y}_{t+1} | y_t, y_{t-1}, \dots) = MSE(\hat{y}_{t+1} | y_t, y_{t-1}, \dots, x_t, x_{t-1}, \dots)$$

$$H_1 : MSE(\hat{y}_{t+1} | y_t, y_{t-1}, \dots) > MSE(\hat{y}_{t+1} | y_t, y_{t-1}, \dots, x_t, x_{t-1}, \dots),$$

ahol MSE az átlagos négyzetes hibát (mean squared error) jelöli (lásd például *Hunyadi* [2001]). A próba a következő regresszió becslését és paramétereinek tesztelését igényli:

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \dots + \alpha_k y_{t-k} + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 x_{t-2} + \dots + \beta_k x_{t-m}.$$

Ekkor a nullhipotézis felírható:

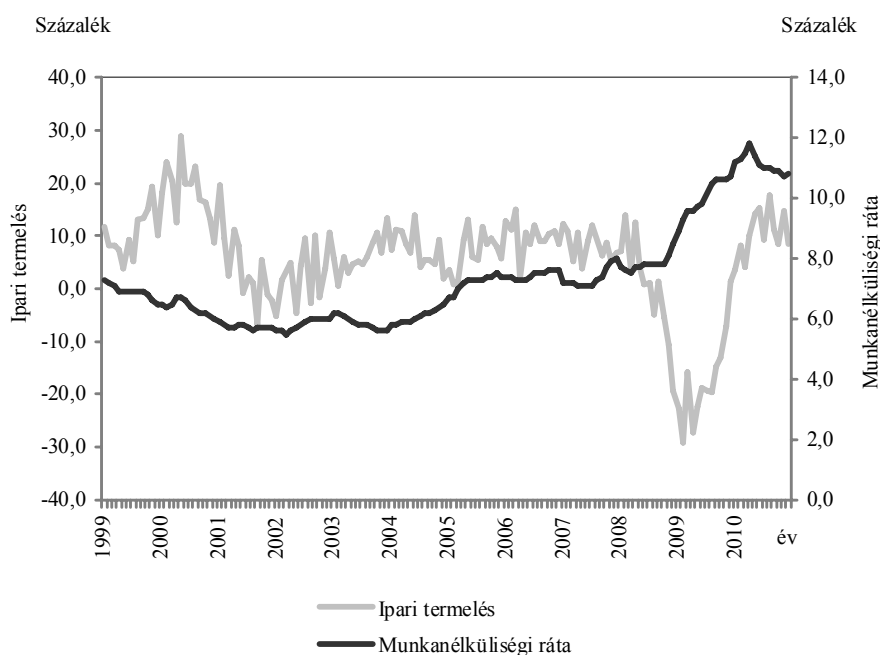
$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0,$$

aminek tesztelése Wald-próbával viszonylag egyszerűen megoldható. A nullhipotézis elvetése számunkra azt jelenti, hogy vélelmezhető olyan ok-okozati viszony, melyben x magyarázza y értékét.

Tekintsünk egy illusztratív példát! Megvizsgáltuk, hogyan alakult hazánkban az elmúlt 12 esztendőben az ipari termelés, illetve a munkanélküliségi ráta. Adataink itt (és továbbiakban is) a „KSH jelenti” című havi rendszerességgel megjelenő kiad-

ványokból, valamint a Központi Statisztikai Hivatal és a Magyar Nemzeti Bank honlapjáról származnak (lásd www.ksh.hu, illetve www.mnb.hu). Idősoraink havi bontásúak (tehát a teljes időhorizont az 1999. január és 2010. december közötti időszak), az ipari termelés esetében az elmúlt év azonos hónapjához viszonyítva. A tendenciák egyidejű láttatása érdekében közös ábrán mutatjuk be a folyamatokat, de a grafikon szemlélésekor feltétlenül ügyeljünk a két tengely eltérő léptékére (a bal oldali tengelyen az ipari termelés változása, a jobb oldali tengelyen a munkanélküliségi ráta látható, mindkettő százalékban).

1. ábra. Az ipari termelés változása és a munkanélküliségi ráta alakulása Magyarországon, 1999–2010 (havi bontás)



Kézenfekvő feltételezésünk, hogy az ipari termelés alakulása befolyásolja a munkaerő-piaci helyzetet, praktikusán a termelés bővülése csökkenti, szűkülése növeli a munkanélküliséget.⁵ Elvégeztük a korábban bemutatott Granger-okság tesztjét empirikus idősorainkon, a késleltetés értékét mindkét esetben 4-re állítva ($k = m = 4$). A nullhipotézist tesztelő F -próba empirikus értéke 5,376, a hozzátartozó szignifikancia-

⁵ Nyilvánvalóan sokkal szerencsésebb lenne az ipari termelés helyett a gazdaság egészét jellemző GDP alakulását vizsgálni (hiszen az ipar ennek mindössze mintegy 30 százaléka), ám a bruttó hozzáadott érték vonatkozásában nem áll rendelkezésre havi bontású adatsor, a negyedéves adatok alkalmazása viszont oly mértékben lerövidítené a használandó idősorainkat, ami megkérdőjelezheti az alkalmazott idősoros tesztek relevanciáját.

érték (p -érték) 0,0005; vagyis elvethető a feltevés, miszerint az ipari termelés változása nem oka a munkanélküliség alakulásának.⁶

Havi bontású idősorokról lévén szó felmerülhet, hogy az okság esetleg csak az azonos szezonális struktúrának köszönhető, ennek kizárása érdekében elvégeztük a Granger-okság tesztjét az X12-módszerrel, illetve a Hodrick–Prescott- (HP-) szűrővel ($\lambda = 14\ 400$) szezonálisan kiigazított értékekre is.⁷ A két változó közötti oksági relációra vonatkozó valamennyi eredményünket tartalmazza az 1. táblázat:

1. táblázat

*Wald-próba eredmények
az ipari termelés és a munkanélküliségi ráta közötti ok-okozati összefüggés feltárásához, 1999–2010*

Teszt	Az ipar teljesítménye nem oka a munkanélküliségnek		A munkanélküliség nem oka az ipari termelés alakulásának	
	F -próba értéke	p -érték	F -próba értéke	p -érték
Eredeti	5,376	0,0005	0,710	0,5862
SA	5,017	0,0009	0,714	0,5837
HP	41,128	0,0000	19,832	0,0000

Megjegyzés. $T = 144$; $k = m = 4$.

Láthatjuk, hogy a korábban bemutatott eredményeinket (az ipari termelés alakulása oka a munkanélküliség relatív nagyságának) a különböző kiigazított idősorokkal végzett próbák is megerősítik. Érdekes, hogy az ellentétes irányú ok-okozati összefüggés a hosszú távú trendek között (HP-filterrel szűrt idősorok esetén) szintén elfogadható.

Az ökonometriában általános érvénnyel alkalmazott okságteszt – mint korábbi filozófiatörténeti fejtegetéseinkből kiderül – leginkább a *hume-i okság* felfogásnak feleltethető meg, hiszen értelmezi a jelenségek időbeli érintkezését, illetve feltételezi állandó együtt járásukat. Valahogy úgy tudatosulnak bennünk a korábbi elemzési eredmények, hogy amennyiben az ipari termelés növekszik, a munkanélküliség – záros határidőn belül – csökken, illetve fordítva, a gazdaság (ipar) zsugorodása a munkanélküliség megugrását vonja maga után. A hume-i értelemben kezelt okság esetén, ha egy jelenségről megállapítjuk, hogy oka egy másiknak, akkor ez „örök érvényű” állítás, vagyis a kauzalitás mindenkor fennáll. Vajon így van-e ez az előbbi empirikus példában is?

⁶ Csak érdekességként említjük, hogy a fordított irányú ok-okozati összefüggés nem igazolható ($F = 0,710$; $p = 0,5862$), vagyis a „szabad munkaerő” nem okozója az ipar bővülésének.

⁷ Az ARIMA X12-módszer leírását lásd például Sugár [1999]; a Hodrick–Prescott-filter alkalmazásának első bemutatása Hodrick–Prescott [1997] írásában található. A továbbiakban az X12-vel kiigazított értékeket SA jelzéssel, a HP-filterrel trendszűrt értékeket HP-jelzéssel illetjük.

Megvizsgáltuk a Granger-okság fennállását úgy is, hogy a gazdasági és pénzügyi válság esetleges torzító hatását kiszűrtük, és „meglepő” eredményeket kaptunk. A 2. táblázat az 1999–2007-es időszak (108 hónap) adatai alapján nyert eredményeket tartalmazza.

2. táblázat

Az ipari termelés és a munkanélküliségi ráta közötti Granger-okság teszteredményei, 1999–2007

Teszt	Az ipar teljesítménye nem oka a munkanélküliségnek		A munkanélküliség nem oka az ipari termelés alakulásának	
	<i>F</i> -próba értéke	<i>p</i> -érték	<i>F</i> -próba értéke	<i>p</i> -érték
Eredeti	1,688	0,1592	0,854	0,4945
SA	1,616	0,1765	0,902	0,4661
HP	31,746	0,0000	14,404	0,0000

Megjegyzés. $T = 108$; $k = m = 4$.

Láthatjuk, hogy a korábban igazolt ok-okozati viszony, a válságot megelőző 9 évben nem, illetve csak a hosszú távú trendek között állt fent. Tartva attól, hogy az okság „eltűnése” esetleg a vizsgálatba vont idősorok rövidülésének (T csökkenése) a következménye, megismételtük a teszteket egy szintén 9 éves, de a pénzügyi válságot is tartalmazó időszakra (lásd a 3. táblázatot) is.

3. táblázat

Az ipari termelés és a munkanélküliségi ráta közötti Granger-okság teszteredményei, 2002–2010

Teszt	Az ipar teljesítménye nem oka a munkanélküliségnek		A munkanélküliség nem oka az ipari termelés alakulásának	
	<i>F</i> -próba értéke	<i>p</i> -érték	<i>F</i> -próba értéke	<i>p</i> -érték
Eredeti	4,332	0,0029	0,779	0,5416
SA	3,842	0,0060	0,805	0,5246
HP	37,663	0,0000	12,706	0,0000

Megjegyzés. $T = 108$; $k = m = 4$.

Talán némileg meglepő módon az ok-okozati összefüggés ebben a periódusban igazolhatónak tűnik, vagyis – noha itt is csak 108 megfigyelt időszori értékkel számoltunk – a Wald-próba nullhipotézise elvethető, az ipari termelés változásának modellbe építésével jobb előrejelzés adható a munkanélküliségi ráta alakulására, mint a nélkül.

Kijelenthetjük tehát, hogy a hume-i okság felfogáson alapuló, az ökonometriában leggyakrabban alkalmazott okság-teszt, a Granger által javasolt próba érzékenyen reagál a vizsgálat időhorizontjának megválasztására, elképzelhető (lásd a korábbi empirikus eredmények), hogy egy adott időszakot részperiódusokra osztva, a részek esetében ellentétes eredményekre jutunk. Természetesen egy másik magyarázat is elképzelhető: eszerint az ipari termelés változása csak a válság időszakában magyarázza a munkanélküliség alakulását, „békeidőben” nem. Ezen interpretáció szerint a két jelenség együtt járása tulajdonképpen a válság következménye, vagyis a válság az oka a kibocsátás és a munkanélküliség közötti reláció létrejöttének. Mindez átvezet a kontrafaktuális okság, illetve az eseményanalízis területére.

3. Tényellentétes okság és modellezési lehetősége

Korábban bemutattuk a Lewis-féle tényellentétes (kontrafaktuális) okságfelfogást, melynek lényege, hogy egy esemény akkor tekinthető egy másik okának, ha nélküle az sem következett volna be. A statisztikai (ökonometriai) modellezésben – explicit módon ugyan nem kimondva – ugyanezen elven alapul az elmúlt időszakban széles körben elterjedt ún. eseménytanulmány-elemzés. A módszer kialakulásának történetéről, alap gondolatáról, illetve értékpapír-piaci alkalmazásairól korábbi cikkekben már áttekintést adtunk (*Bedő–Rappai* [2004], [2006]).

Noha az eljárást kifejezetten részvényhozamok alakulására dolgozták ki, minimális változtatással megfelelő más tartalmú összefüggések elemzése során is. A módszer értékpapír-piaci alkalmazásának lényege, hogy az elemző kiválaszt valamilyen eseményt, melynek hatását kívánja megfigyelni (amelyet „okol” a részvényhozamok megváltozásáért), és egy korábban már tesztelt, elméleti modell⁸ maradéktagját vizsgálva hozza meg következtetéseit. Általánosítva az eljárást a következőket kell tennünk:

- meghatározzuk a vizsgálandó jelenséget, amelynek alakulását viszonylag pontosan tudjuk modellezni (elméletből ismert összefüggés vagy valamely empirikusan tesztelt modell alapján), okság vizsgálatunkban ez tölti be az okozat szerepét;
- kiválasztunk egy egyszeri eseményt, melynek okként történő fellépését tesztelni kívánjuk;

⁸ A részvénypiaci elemzésekben ez leggyakrabban a tőkepiaci árfolyamok modellje (capital assets pricing model – CAPM) vagy az értékpapír-piaci egyenes modellje (security market line – SML).

- az ok fellépését megelőző időhorizonton meghatározzuk az okozatot magyarázó modell paramétereit;
- az előbbi modell paramétereit, de az ún. eseményablak⁹ tényadatait használva megbecsüljük az okozat várható értékét az ok fellépése környékén;
- a jelenség (okozat) tényadatainak, illetve becsült értékeinek különbségét, illetve kumulált különbségét vizsgálva elemezzük, elképzelhető-e, hogy az egyszeri esemény megváltoztatta-e a vizsgálandó jelenség természetét.

Nézzük a következő példát!¹⁰ Az ún. módosított Phillips-görbe az infláció és a munkanélküliség közötti trade-off kapcsolatot vizsgálja. Praktikusan azt feltételezi, hogy a munkanélküliség csökkentése csak az infláció növelésével érhető el és viszont. Tekintsünk egy egyszerű modellt:

$$u_t = \beta_0 + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 \pi_{t-1} + \varepsilon_t,$$

ahol π_t az infláció (illetve az ennek proxyjaként használt fogyasztói árindex), u_t a munkanélküliségi ráta, ε_t a véletlen változó t -edik időpontból származó értékét jelenti. A magyarországi tényadatok felhasználásával elvégeztük a paraméterbecslést, mintaidőszaknak – annak érdekében, hogy a későbbiekben a pénzügyi válság hatását elemezni tudjuk – az 1999–2007-es időszakot tekintettük. A paraméterbecslés legfontosabb eredményeit mutatja a következő táblázat.

4. táblázat

A munkanélküliség alakulását leíró modell paraméterbecslésének eredménye

Változó	Paraméter	Standard hiba	t -érték	p -érték
Konstans	0,1090	0,1070	1,019	0,3105
u_{t-1}	0,9957	0,0150	66,209	0,0000
π_{t-1}	-0,0110	0,0040	-2,759	0,0069

Megjegyzés. $T = 108$.

A modell magyarázó ereje 0,978, a globális F -próba értéke minden ésszerű szignifikanciaszinten a nullhipotézis elvetését (tehát a modell létezését) sugallja. A

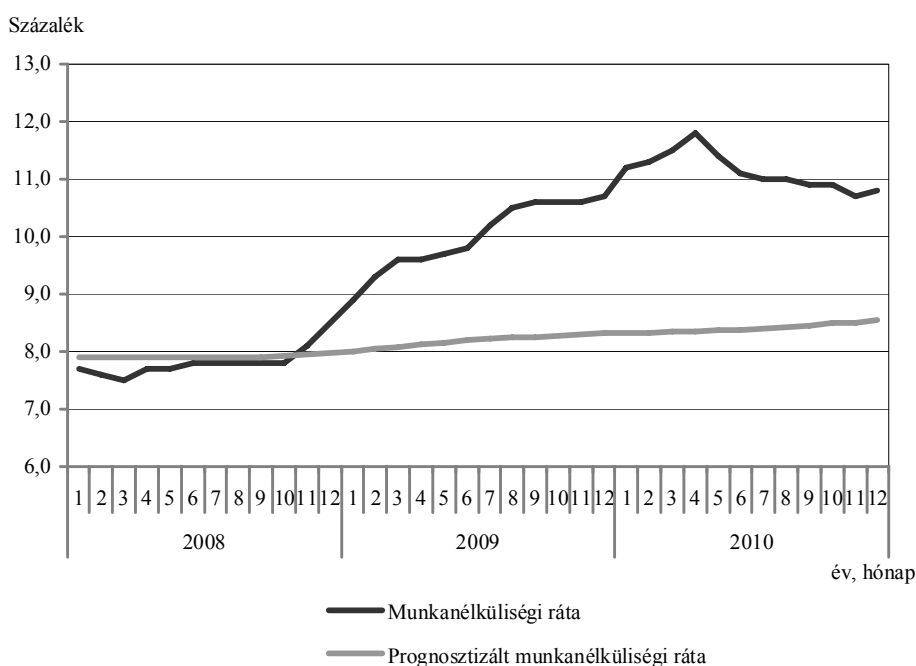
⁹ Eseményablaknak a módszer az ok előtti, illetve utáni meghatározott hosszúságú időszakot nevezi.

¹⁰ Ismételten hangsúlyozzuk, hogy a példáink kifejezetten illusztratív jellegűek, mindössze a közérthetőség érdekében tartalmaznak viszonylag ismert makrogazdasági kategóriákat. A bemutatott modellek nem feltétlenül alkalmasak a magyar gazdaság elmúlt néhány éves történetének mély elemzésére.

modell a szokásos diagnosztikai tesztek (reziduális változó normalitása, heteroszkedaszticitás, autokorreláció) tekintve, ha nem is hibátlan, de elfogadható.

Második lépésben elvégeztük a munkanélküliségi ráta előrejelzését az előbb megbecsült paraméterek, de a 2008 és 2010 közötti időszak inflációs adatainak felhasználásával. Az általunk prognosztizált és a tényleges munkanélküliségi ráta alakulását szemlélteti a 2. ábra.

2. ábra. A munkanélküliségi ráta modell által becsült, illetve tényleges értékei, 2008–2010



Az ábrán jól látható, hogy az eseményablak elején (a 2008-as év első három negyedévében) a korábbi időszak adatai alapján becsült paraméterekkel is viszonylag pontosan előre jelezhető volt a munkanélküliségi ráta alakulása. Ugyanakkor a válság kirobbanását követően az infláció segítségével készített prognózis mindvégig jelentős mértékben elmarad a tényleges munkanélküliségi rátától, vagyis valószínűleg nem megalapozatlan a kijelentés, miszerint „nem növekedett volna a munkanélküliség hazánkban, ha a válság nem lett volna”, azaz a válság kirobbanása – legalábbis tényellentétes értelemben – oka a munkanélküliség növekedésének.

Könnyen észrevehető, hogy az eseménytanulmány-elemzés módszertana ok-okozati összefüggések feltárására csak akkor alkalmazható hatékonyan, ha az okozat szerepét betöltő jelenségre vonatkozóan jól illeszkedő, megalapozott modell áll ren-

delkezésünkre. (Nem véletlen, hogy az elemzési eszköz elsősorban az „agyonmodellezett” pénzügyi szférában honosodott meg!) Példánkkal csak azt kívántuk érzékelteni, hogy a filozófiában meghonosodott alternatív okság megfogalmazásnak is megtalálhatjuk az adekvát statisztikai modell megfelelőjét.

4. Környezeti hatások szerepe az okság létrejöttében

A Mackie által javasolt INUS-okság értelmében X oka Y -nak, ha X elégséges Y -hoz, bizonyos külső körülmények fennállása esetén, vagyis ha X elégtelen, de szükséges része egy olyan feltételnek, amely maga nem szükséges, de elégséges ahhoz, hogy Y -t előidézzük. Az ökonometria modellek nyelvén ez az állítás a következő módon¹¹ írható fel:

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} \quad \alpha_1 = 0 \rightarrow R^2 = 0,$$

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 Z_t \quad \beta_1, \beta_2 \neq 0 \rightarrow R^2 > 0.$$

Az első egyenlet mutatja, hogy X (illetve X egy időszakkal késleltetett értéke) önmagában nem magyarázza Y -t, ugyanakkor Z magyarázóváltozó modellbeépítése már létrehozza az oksági kapcsolatot X és Y között. A modell sematikus felírásában lényeges elem, hogy míg az első egyenletnél triviális, hogy amennyiben a regressziós együttható nem különbözik szignifikánsan 0-tól, akkor a modell magyarázó ereje sem tér el szignifikánsan 0-tól (a globális F -próba, mint a vonatkozó egyetlen parciális t -próba négyzete a nullhipotézist igazolja), addig a második egyenletben a modell magyarázó ereje úgy szignifikáns, hogy mindkét regressziós paraméter értéke szignifikánsan eltér 0-tól. (Az előbbi összefüggések a parciális korrelációs együtthatók vizsgálatával, illetve útelemzéssel minden bizonnyal zárt alakba rendezhetők, ennek kimunkálása azonban meghaladja a dolgozat kereteit.)

Az INUS-okság előbb bemutatott statisztikai modellel történő illusztrálására tekintsük a következő példát! Vizsgáljuk meg, hogy oka-e a hazai pénzromlás (fogyasztói árak emelkedése) a svájci frank forintban mért árfolyamváltozásának.¹²

¹¹ A modell a lehető legegyszerűbb: mindössze egy periódusra vonatkozó előidejű okságot, illetve egyetlen szükséges környezeti feltételt tartalmaz. Könnyen belátható, hogy az autoregresszivitás, illetve további magyarázóváltozók és magasabb késleltetési rendek modellbeépítésével lényegesen összetettebb (és átláthatatlanabb) modellek is felírhatók lennének.

¹² Ebben az esetben is el kívánjuk kerülni a szakterület kutatóinak a modellspecifikációt érintő megjegyzéseit, tehát ismét hangsúlyozzuk, hogy a példa illusztratív. A specifikáció mögötti rendkívül egyszerű megfontolás úgy szól, hogy mivel a svájci árszínvonal gyakorlatilag stabil, a magyarországi inflációnak le kell értékelnie a forintot a svájci frankhoz képest.

Azért, hogy a pénzügyi válság, illetve bekövetkező hatásai (drasztikus forintleértékelődés, majd hazai jegybanki alapkamat-emelés, illetve a közelmúlt euróvezeti problémái) ne tegyék áttekinthetatlenné eredményeinket, a modell időhorizontját az 1999 és 2007 közötti 108 hónapra korlátoztuk. Annak érdekében, hogy az infláció INUS-ökként funkcionálását tudjuk tesztelni a második modellben a forint/euró árfolyamot is szerepeltetjük, mint magyarázóváltozót, azt sugallva, hogy a hazai pénzromlás csak azt a forintgyengülést magyarázza, ami az általános nemzetközi tendenciákon túl képződik (például a hazai lakosság hatalmas mértékű svájci frankban meglevő hitelállománya miatt). A két egyenlet tehát a következő:

$$r_t^{CHF} = \alpha_0 + \alpha_1 \pi_{t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$r_t^{CHF} = \beta_0 + \beta_1 \pi_{t-1} + \beta_2 r_t^{EUR} + \varepsilon_{2t},$$

ahol (az ismert jelöléseken túl) r_t^{CHF} a svájci frank, r_t^{EUR} az euró forintban mért átlagárfolyama a t -edik hónapban. A modellbecslések eredményei:

5. táblázat

*A svájci frank alakulását előrejelző modellek
paraméterbecslésének eredményei*

Változó	$r_t^{CHF} = \alpha_0 + \alpha_1 \pi_{t-1} + \varepsilon_{1t}$				$r_t^{CHF} = \beta_0 + \beta_1 \pi_{t-1} + \beta_2 r_t^{EUR} + \varepsilon_{2t}$			
	Paraméter	Standard hiba	t -érték	p -érték	Paraméter	Standard hiba	t -érték	p -érték
Konstans	165,537	1,694	97,710	0,0000	53,776	15,296	3,516	0,0007
π_{t-1}	-0,293	0,233	-1,255	0,2123	-0,456	0,192	-2,383	0,0190
r_t^{EUR}					0,445	0,061	7,336	0,0000
R^2	0,0148				0,3508			
Globális F	1,5748				28,0948			
p -érték (F -próba)	0,2123				0,0000			

Megjegyzés. $T = 108$.

A paraméterek értelmezésébe nem kívánunk belebonyolódni, mindössze annyit állapítunk meg, hogy a korábban „ökonometriai INUS-okságként” definiált próbaeredmény-együttes fennáll, vagyis a hazai infláció szükséges része egy olyan feltételrendszernek, amely a svájci frank forintárfolyamát magyarázza, tehát a magyar fogyasztói árindex a frankárfolyam változásának valószínűsíthetően INUS-oka.

5. Záró gondolatok, továbblépési irányok

Korábban, az okságelméletekre vonatkozó filozófiatörténeti áttekintés végén – szándékosan – nem szerepel valamilyen konklúzió, ugyanis a filozófusok sem állapodtak meg egyetlen, minden körülmények között érvényes okságdefinícióban. A tanulmányunkban bemutatott statisztikai modellek sem azzal a céllal készültek, hogy megmutassák az örökérvényű megoldást. Fejtegetéseink mindössze annak illusztrálását szolgálták, hogy a statisztikai-ökonometriai modellek specifikációjába szinte bármelyik, a filozófiában megjelent okságrelláció beépíthető.

Bizonyára sok nyitott kérdés maradt így is, hiszen a dolgozat terjedelme és mélysége nem tette lehetővé még csak azt sem, hogy a felvetett néhány problémára kimerítően válaszoljunk. Néhány ponton biztosan érdemes lenne továbbgondolni az itt bemutatott okságmodelleket:

1. Csak érintőlegesen foglalkoztunk a Granger-okság bemutatása során az időhorizont megválasztásának kérdésével. Láttuk, hogy két, bizonyos esetekben egymással igazolhatóan ok-okozati összefüggésben álló jelenség (változó) egy másik időszakban nem feltétlenül mutat ilyen összefüggést. Úgy is fogalmazhatunk, hogy az oksági reláció hol elég erős, hol nem szignifikáns, vagyis feltétlenül érdemes lenne foglalkozni az *okság intenzitásának* kérdéskörével.¹³

2. Érdekes, cikkünkben egyáltalán nem érintett kérdés, hogy az idősorokban meglevő volatilitás (változékonyság, szóródás), amelyről ismert, hogy az aggregálással csökken, miként befolyásolja az ok-okozati összefüggést.¹⁴

3. Szintén érdekes, és későbbiekben vizsgálandó, hogy vajon kumulálódhat-e az okság. A köznyelvben számtalanszor használt „betelt a pohár” effektus, vajon statisztikai modellekbe is belefoglalható-e? Sok gazdasági modellben jelenik meg a szintváltás kérdése, lehet, hogy e mögött is egy kumulálódó okság jelenség áll?

4. Tanulmányunkban szinte teljes mértékben figyelmen kívül hagytuk a hamis kapcsolat, hamis regresszió (spurious regression) esetét, melyet általában egy vagy több közös ok megléte idéz elő. A témakör az ökonometriában is rendkívüli érdeklődésre tart számot, gondoljunk csak az időszori együttmozgások, közös trendek (kointegráció) modelljeire, melyek kapcsolata a filozófiatudomány reichenbach-i közös ok elvével rendkívül perspektivikus kutatási irány lehet.

¹³ Korábbi tanulmányunkban ugyan érintőlegesen, de már feszegettük ezt a kérdést (*Ulbert–Rappai* [2002]).

¹⁴ Részben ezzel foglalkozik *Kőrösi–Lovrics–Mátyás* [1996].

A statisztikai modellek egyik legfontosabb tulajdonsága, hogy sztochasztikus összefüggéseket vizsgálnak. A modellezési eredmények interpretálása során sokszor használjuk a „magyarázza”, „okozza”, „összefüggésben áll vele” kifejezéseket, miközben az együttmozgás nem feltétlenül jelent ok-okozati viszonyt. Jelen tanulmányban ahhoz próbáltunk meg néhány adalékot adni, hogyan különböztethetjük meg a látszatkapcsolatot a valódi okságtól.

Irodalom

- BABBIE, E. [2003]: *A társadalomtudományi kutatás gyakorlata*. Balassi Kiadó. Budapest.
- BEDŐ ZS. – RAPPAI G. [2004]: Eseménytanulmány-elemzés magyar részvényárfolyamokra – Van-e értéke az árfolyamokat befolyásoló híreknek? *Sigma*. 35. évf. 3–4. sz. 107–122. old.
- BEDŐ, ZS. – RAPPAI, G. [2006]: Is there Causal Relationship Between the Value of the News and Stock Returns? *Hungarian Statistical Review*. Vol. 84. Special Number 10. pp. 81–99.
- E. SZABÓ L. [2008]: *Kauzalitás*. <http://phil.elte.hu/leszabo/Kauzalitas/kausalitas.pdf>
- GRANGER, C. W. [1969]: Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*. Vol. 37. No. 3. pp. 424–438.
- HECKMAN, J. J. [2008]: *Econometric Causality*. NBER Working Paper. No. 13934. National Bureau of Economic Research. Cambridge. www.nber.org/papers/w13934
- HODRICK, R. J. – PRESCOTT, E. C. [1997]: Post-War U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*. Vol. 29. No. 1. pp. 1–16.
- HUNYADI L. [2001]: *Statisztikai következtetésemélet közgazdászoknak*. KSH. Budapest.
- KENDEFFY G. [1998]: *Antik szkepticizmus – Cicero és Sextus Empiricus-szövegek*. Atlantisz Kiadó. Budapest.
- KÖRÖSI G. – MÁTYÁS L. – SZÉKELY I. [1990]: *Gyakorlati ökonometria*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest.
- KÖRÖSI, G. – LOVRICS, L. – MÁTYÁS, L. [1993]: *Aggregation and the Long Run Behaviour of Economic Time Series*. Monash University. Victoria.
- LEWIS, D. [1973]: *Counterfactuals*. Basil Blackwell. Oxford.
- MACKIE, J. L. [1965]: Causes and Conditions. *American Philosophical Quarterly*. Vol. 2. No. 4. pp. 245–264.
- RÉNYI A. [2004]: *Levelek a valószínűségről*. Neumann Kht. Budapest. www.mek.oszk.hu/05000/05029/html/index.htm
- SUGÁR A. [1999]: Szezonális kiigazítási eljárások. *Statisztikai Szemle*. 77. évf. 9. sz. 705–721. old.
- ULBERT J. – RAPPAI G. [2002]: Globalizáció az értékpapírpiacra a tőzsdeindexek tükrében. *Statisztikai Szemle*. 80. évf. 9. sz. 833–846. old.
- WITTGENSTEIN, L. [2004]: *Tractatus logico-philosophicus – Logikai-filozófiai értekezés*. Atlantisz Kiadó. Budapest.

Summary

The study reviews the philosophical approaches of the concept of causality and their statistical-econometric tests. After the presentation of the econometric Granger causality, the article examines what kind of models and hypothesis systems can test counterfactuals or INUS causality. In conclusion, the author establishes that the analogues for the different causality conceptions of the philosophy science can be found in empirical modelling, but several questions (for example the intensity of causality or the accumulating causality) require additional research.