

SZAKMAI ÖSSZEFOGÁS A PÉNZÜGYI
KULTÚRA FEJLESZTÉSÉRE

– együtt Európa 24 országában
2017. március 6–10.



2017. MÁRCIUS
4. ÉVFOLYAM 1. SZÁM



GAZDASÁG és PÉNZÜGY

AZ ECONOMY AND FINANCE MAGYAR NYELVŰ KIADÁSA

BEVEZETŐ

A harmadik Pénz7 üzenetei

BÉLYÁ CZ IVÁN

Az ergodicitás vitatott szerepe
a (pénzügyi) közgazdaságtanban

HARCSA ISTVÁN

Az ergodicitás tézise szélesebb összefüggésekben

KONFERENCIA

Magyar kockázatkezelési kutatások
legújabb eredményei

ÉLŐ GÁBOR – SZÁRMES PÉTER

Kockázatminimalizálás
IoT- és Big Data-technológiákkal

GAZDASÁG ÉS PÉNZÜGY • 2017 MÁRCIUS



www.penz7.hu



GAZDASÁG és PÉNZÜGY

AZ ECONOMY AND FINANCE MAGYAR NYELVŰ KIADÁSA
2017. MÁRCIUS 4. ÉVFOLYAM 1. SZÁM

A SZERKESZTŐBIZOTTSÁG ELNÖKE

Kovács Levente

A SZERKESZTŐBIZOTTSÁG TAGJAI

Benedek József	Móra Mária
Berlinger Edina	Pandurics Anett
Bod Péter Ákos	Perlusz László
Csaba László	Száz János
Csekő Imre	Veresné Somosi Marian
Győry Máté	Taras Savchenko
Kocziszky György	Yang Zaiping
Magyar István	

FELELŐS SZERKESZTŐ

Marsi Erika

OLVASÓSZERKESZTŐ

Király Katalin

SZERKESZTŐSÉG

Alapítvány a Pénzügyi Kultúra Fejlesztéséért
1011 Budapest, Szalag utca 19.
tel: +36 1 224 0700
email: gp@apkf.hu
HU ISSN 2415-8909

ELŐFIZETÉS

magyar 2000 Ft/lapszám
angol 3500 Ft/lapszám
előfizetés: gp@apkf.hu

NYOMDAI MUNKÁLATOK

Europrinting Kft.
Felelős vezető: Endzsel Ernő

ALAPÍTÓ KIADÓ



TÁRSKIADÓK



SZERZŐK

BÉLYÁ CZ IVÁN akadémikus, egyetemi tanár 1971-ben szerzett közgazdászdiplomát. Azóta a Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Karának oktatója, 1991 óta egyetemi tanári rangban. A Gazdálkodástudományi Intézet Vállalati Gazdaságtan Pénzügy és Számvitel Tanszékének és a Gazdálkodástani Doktori Iskolának a vezetője. A Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja, a Gazdaság- és Jogtudományok Osztályának elnöke. Kutatási területe a vállalati pénzügyek, a befektetések és a kockázatelemelés problémái. Válogatott publikációinak száma eléri a 100-at. belyacz@ktk.pte.hu

HARCSA ISTVÁN 1972-től 2012-ig a Központi Statisztikai Hivatalban dolgozott különböző munkakörökben. 1990-től 2006-ig a Társadalomstatistikai főosztályt vezette, 2006-tól 2012-ig pedig statisztikai főtanácsosi munkakört látott el. Pályája során számos társadalomstatistikai-szociológiai területtel foglalkozott, többek között az életkörülmények, életmód, időfelhasználás, különböző társadalmi rétegek helyzete, társadalmi mobilitás, valamint a társadalmi jelzőszámok kérdéskörével. 2011 óta a Fényes Elek Társadalomstatistikai Egyesület (FETE) elnökeként tudományos fórumok szervezésével, valamint családszociológiai kutatásokkal foglalkozik.

istvan.harcsa@yahoo.com

ÉLŐ GÁBOR a győri Széchenyi István Egyetem docense, az Információs Társadalom Oktató- és Kutatócsoportjának vezetője. Infokommunikációs szakmai karrierjét a Nokia vállalatcsoport finnországi gyárában kezdte 1990-ben. 1996-ban aktívan részt vett a Nokia gyártó- és fejlesztő tevékenységének magyarországi beindításában. A Nokia kutató-fejlesztő részlegeinek 1998-as indulásakor a Nokia New Ventures Organization és a Nokia Research Center kutatási igazgatója. 2001-től a Philips Software Competence Center magyarországi kezdeményezését irányította, majd széles körű gyakorlati tapasztalatokat szerzett az indiai szoftveripar működésében. elo@sze.hu

SZÁRMES PÉTER a győri Széchenyi István egyetemen végzett közgazdász és nemzetközi kapcsolatok szakon. Az Adidasnál és az Audinál nemzetközi környezetben dolgozott. Kontroller- és üzletfejlesztési tapasztalattal rendelkezik. Jelenleg a Big Data-technológiával kapcsolatos doktori tanulmányai mellett egy agrárinformatikai projekten dolgozik a Széchenyi István Egyetemen.

peter.szarmes@gmail.com

TARTALOM

2 BEVEZETŐ

A harmadik Pénz7 üzenetei

3 BÉLYÁ CZ IVÁN

Az ergodicitás vitatott szerepe
a (pénzügyi) közgazdaságtanban

59 HARCSA ISTVÁN

Az ergodicitás tézise szélesebb összefüggésekben
*Reflexiók Bélyá cz Iván: Az ergodicitás vitatott szerepe
a (pénzügyi) közgazdaságtanban című írására*

71 KONFERENCIA

Magyar kockázatkezelési kutatások legújabb eredményei
(*Tóth Tamás*)

77 ÉLŐ GÁBOR – SZÁRMES PÉTER

Kockázatminimalizálás IoT- és Big-Data technológiákkal
agrárgazdasági példán

A HARMADIK PÉNZ7 ÜZENETEI

A gazdasági válság talán egyetlen pozitív következménye, hogy a pénzügyi kultúra a szakmai és a tudományos érdeklődés középpontjába került. E témakörben tucatszámra készültek tematikus felmérések, szakmai tanulmányok, majd a pénzügyi kultúrára fókuszáló tudományos fokozatszerzések következtek, továbbá szakmai könyvek és tankönyvek készültek el.

A pénzügyi kultúra térhódítása nem egy felkapott, trendi hóbort, hanem a pénzügyi szektor önérdeke. Ugyanis a gazdasági válság következtében megsérült, kölcsönös bizalmi rendszer a mai napig nem állt helyre. Az általános bizalomhiány és az előítéletek akadályozzák és veszélyeztetik a bankszektor hagyományos működését, azaz a gazdaság folyamatos és kiszámítható hitelezését. A gazdaságon belül a bankszektor kitüntetett szerepe, a kölcsönös egymásrautaltság megköveteli, hogy a bizalom helyreálljon. Ennek előfeltétele a pénzügyi kultúra, úgymint a megszerzett pénzügyi tapasztalatok, a pénzügyi tudás, a pénzügyi tudás alkalmazási képességének, a pénzügyi folyamatok megértésének a fejlődése. Ehhez tematikus képzésre és oktatásra van szükség. Ezért csatlakozott immár harmadik éve a Magyar Bankszövetség a nemzetközi eseménysorozathoz.

A páneurópai Money Week ez évi magyarországi eseményeit a Pénz7 keretében rendezték meg 2017. március 6–10. között. Az események létrejöttében, szervezésében és megvalósításban – az EMMI irányításával – a nemzetközi tagszervezet és a Magyar Bankszövetség mellett további három szervezet működött közre: az NGM, a Pénziránytű Alapítvány és a Junior Achievement Magyarország Alapítvány.

A Pénz7-re a szokásoknak megfelelően szakmai és tudományos megnyitóval, általános- és középiskolai tanórákkal, idegen pénzügyi kifejezések magyarosítási pályázatával, videó- és képregénykészítő pályázattal, osztálykirándulási pályázattal, BankVelem PénzOkos Kupa vetélkedővel és számos más érdekességgel készültek a szervezők.

Kutatások szerint a pénzügyi ismeretek átadása akkor eredményes, ha az elmélet és a gyakorlat nagyjából azonos súllyal épül be. Ezért a közel ezer résztvevő iskolában a programokat több száz felkészült, önkéntes közgazdász segítette. 2017-től a pénzügyi tudatosság és gazdálkodás hete bekerült az iskolai tanév rendjébe. Az ez évi pénzügyi fókusztema, a korszerű pénzkezelés (mottója: Bankoljunk okosan!) mellett helyet kaptak a vállalkozói ismeretek is.

A megszólított fiatalok száma idén is meghaladta a 100 000-et és ezzel sikerül a felelős pénzügyi magatartást és ismereteket terjeszteni, ami a gazdasági felemelkedés egyik pillére.

Kovács Levente
a szerkesztőbizottság elnöke

Marsi Erika
felelős szerkesztő

AZ ERGODICITÁS VITATOTT SZEREPE A (PÉNZÜGYI) KÖZGAZDASÁGTANBAN¹

*(Eszmetörténeti értekezés az ergodikus hipotézis
közgazdaságtani alkalmazhatóságáról)*

Bélyácz Iván

TARTALMI ESSZENCIA

Az ergodikus hipotézis szerepe a természettudományban

Az ergodikus elmélet megjelenése a közgazdaságtanban – *Samuelson* szerepe

Az ergodicitás sajátos értelmezése a posztkeynesiánus nézetrendszerben – *Davidson* példája

Van-e kapcsolat *Keynes* bizonytalansági koncepciója és az ergodikus axióma között?

Egy méltatlanul elfeledett gondolkodó: *Shackle*, a keynesi bizonytalansági koncepció első követője

A bizonytalanság lételméleti alapjainak feltárása

Az idő szerepének hibás felfogása mint ultima ratio az ergodikus axióma közgazdaságtani érvényesülésével szemben

JEL-kódok: Fo, Go

Kulcsszavak: ergodikus elmélet, bizonytalanság, a bizonytalanság ismeret- és lételmélete, nemergodikus

BEVEZETŐ GONDOLATOK

E tanulmány az ergodicitás közgazdaságtani szerepével foglalkozik átfogó elmélettörténeti elemzés keretében. Az ergodicitás definíciója körüli jelentős homály tükröződik *Samuelson* következő megállapításaiban is: „...a stabil sztochasztikus folyamat [...] rendszerint elfelejti saját múltját, s ezért a távoli jövőben várhatóan közelíteni fog az ergodikus valószínűségi eloszláshoz” (*Samuelson*, 1976:2); „...az ergodikus folyamatok és a nemlineáris dinamika

¹ A jelen tudományos közleményt a szerző a Pécsi Tudományegyetem alapításának 650. évfordulója emlékének szenteli.

közötti kapcsolat – amely jellemzi a jelenkori közgazdaságtani erőfeszítéseket – felismerésére nem került sor” (Samuelson, 1976:2).

A racionális várakozások hipotézise és a neoklasszikus nézetrendszer uralmi pozíciója posztkeynesiánus kritikát váltott ki. Ez azután utat nyitott a bizonytalanság régi keynesi felfogásának mint fundamentális és nem kvantifikálható jelenségnek az újra megfontolásra. Ily módon a bizonytalanság keynesi felfogása aláássa a racionális várakozások feltevésének alapjait. A neoklasszikus közgazdászok elvonatkoztatnak a történeti időtől és a bizonytalanságtól, figyelmen kívül hagyva, hogy a gazdasági szereplők különböző módokon próbálkoznak a nem rutin jellegű döntési problémák megközelítésével és megoldásával a tökéletes tudás hiányában. A klasszikus közgazdászok implicite hiszik, a neoklasszikus közgazdászok pedig expliciten vallják, hogy a piaci résztvevőknek tökéletes tudásuk van a jövőbeli eseményekről. Ez egyenértékű azzal, mintha azt mondanánk, hogy azok csak mérhető kockázattal szembesülnek.

Keynes a gazdasági rendszerre úgy tekintett, mint amely a naptári időben halad a megmásíthatatlan múlt felől a bizonytalan, statisztikailag nem előre jelezhető jövő felé, ahol az egyének úgy hozzák költési döntéseiket, hogy tudják: nem ismerik a jövőbeli kimeneteket. Minden hosszú távú döntésben benne rejlik a bizonytalanság: az összes hosszú távú döntés ilyen vagy olyan módon sebezhető a váratlan és elfogadhatatlan kimenetekkel szemben. Keynes elméletében – szemben a klasszikus teóriában és Samuelson megközelítésében foglaltakkal – az emberek felismerik, hogy a jövő bizonytalan.

Megkülönböztethetjük egymástól a bizonytalanságot és döntéshozatalt érintő két elméletet, nevezetesen a klasszikus nem változó és a keynesi átváltozó gazdasági realitást. A klasszikus, nem változó gazdasági realitás gondolata azt mondja ki, hogy a gazdasági szereplők a tökéletes bizonyosság világában működnek, s teljes tudásuk van a nem változó externális gazdasági realitásról, ami kormányozza a múlt, a jelen és a jövő gazdasági kimeneteit. Ez azt jelenti, hogy a gazdasági szereplők már ismerik a jövőt, vagy képesek azt előre jelezni, és racionális várakozásokat formálni a jövőbeli kimenetekről. Ugyanakkor az átváltozó gazdasági realitás keynesi elmélete cáfolja a klasszikus, nem változó gazdasági realitás teóriáját, s hangsúlyozza a fundamentális bizonytalanságot mint bázist az átváltozó gazdasági realitás definiálásában. A fundamentális bizonytalanság a jövőbeli tudás előrelátásának lehetetlenségét állítja, még akkor is, ha a szereplők a jelenlegi tudás egészét hasznosítják.

Levonható az a következtetés, hogy míg egyik oldalról a változatlan, tökéletes bizonyossági teória (ergodicitás) a teljes tudás rendelkezésre állását tételezi a jövőbeli kimenetek előrejelzéséhez, addig a gazdasági realitás keynesi átváltozási teóriája – másik oldalról – ezzel nem ért egyet, és előfeltételezi, hogy a gazdaság bizonytalan (nem ergodik) világban működik.

Tartalmi esszencia

A fizikában az ergodikus hipotézis olyan valószínűségek számításának alapja, amikor létező múltbeli adatokból számítják a valószínűségeket, hogy aktuárius előrejelzések készülhessenek a jövőbeli kimenetekre vonatkozóan. Az ergodikus teóriára a legjobb úgy tekinteni, hogy az része a térbeli és időbeli átlagok egyezőségét biztosító, elégséges kondíciók keresésének. Az időbeli átlagokat idősoros adatokból, tehát időperiódusokhoz kötődő megfigyelésekből számítják ki, míg a térbeli átlagok az egyes realizációk adott időpontbeli megfigyeléseit tartalmazó, keresztmetszeti adatokból származnak. Az ergodikus teóriának nagy szerepe volt a statisztikai mechanika megalapozásában – ugyanakkor nagy kérdés az, hogy az ergodicitásra feltétlenül szükség van-e a közgazdaságtan megalapozásához.

Ha keressük az utat, ami a fizika ergodikus hipotézisétől a közgazdaságtan ergodikus axiómájáig vezetett, akkor ebben Samuelson szerepének tisztázása elkerülhetetlen. Kétségtelen tény, hogy Samuelson elfogadta az ergodikus hipotézist a közgazdaságtan elengedhetetlen feltételeként, s azt alátámasztva, a közgazdaságtan tudományos módszere „sine qua non”-jának nyilvánította. Samuelson (1965) művére határozottan úgy kell tekintenünk, mint amely a véletlen bolyongás hipotézisét elsőként alkalmazza a pénzügyi piacokra a modern közgazdaságtanban. Messzemenő következményei lettek annak, hogy Samuelson nem bontotta ki az ergodikus teória közgazdaságtani alkalmazásának tartalmi részleteit. Amikor Samuelson az ergodicitást mint a közgazdaságtan erősödő matematizálásának eszközét látta, akkor lényegében tudományelméleti deklarációt fogalmazott meg. Ha egyik oldalról Samuelsonnak meggyőződése volt, hogy a pénzügyi piaci árviselkedés véletlenbolyongáskarakterű, kétségtelenül érvényesül, akkor ezzel egyidejűleg nem lehetett az ergodikus teória feltétlen híve is.

Az ergodicitás közgazdaságtani adaptációjában Samuelson az egyensúly felé haladást, Davidson pedig a gazdasági idősorok előrejelezhetőségét tüntette fel kiemelkedő tényezőként. Davidson egész vonatkozó munkásságát az ergodikus-nemergodikus dichotómiára építette, ahol a második elnevezés az első tagadásaként tekinthető. Elméleti erőfeszítései annak a bizonyítására irányultak, hogy a gazdasági folyamatok általában, az értékpapírok viselkedése pedig különösen, nem ergodikusak. Az ergodikus axióma hiteltelenítéséhez Davidsonnak szüksége volt a jövőből történő mintavétel érintő, logikai képtelenségre: mivel a mintavétel magától értetődően lehetetlen, az ergodikus folyamatnak meg kell engednie az elemzőnek azt a feltevést, hogy a múltbeli és jelenbeli adatokból vett minta ekvivalens a jövőből vett mintával. A Davidson által felépített nemergodikus teóriaváltozat egyszerre volt tagadása az ergodikus axiómának és kritikája a racionális várakozások hipotézisének. Noha a verbális argumentá-

ció síkján Davidson keményen kritizálta Samuelsonnak az ergodikus axiómára vonatkozó nélkülözhetetlenségi argumentumát, eközben valójában – elméleti értelemben – a racionális várakozások teóriájával állt szemben. Davidson szerint a döntéshozók azt látják, hogy sem a múlt adatainak elemzésétől, sem pedig a jelenlegi piaci jelzésektől nem várható, hogy megbízható statisztikai vagy intuitív segítséget nyújtsanak a jövő megismeréséhez.

Hicks (1979) elutasította az ergodikus folyamatok dominanciájára vonatkozó hitet a gazdasági jelenségekben. Szerinte az összes gazdasági adat dátumhoz kötött, s az adatok között létrejött reláció adott perióduson belül áll fenn: időtlen, stabil relációk valójában csak a természettudományok laboratóriumi kísérleteiben elgondolhatók. A neoklasszikus közgazdaságtani főáram teoretikusai elutasítják az ergodicitás posztkeynesiánus felfogását, s ennek részeként Davidson ergodikus-nemergodikus dichotómiáját.

Az évtizedek óta folyó viták középpontjában az a kérdés áll, hogy miként viszonyulhatott volna Keynes az ergodikus axiómához és a racionális várakozások hipotéziséhez. Keynes expliciten soha nem jelentette ki, hogy az ő általános elmélete megkövetelte volna az ergodikus axióma elutasítását. Ehelyett ő csupán ellene volt a valószínűségi analízis alkalmazásának a jövő előrejelzésében, s azt is kijelentette, hogy nincs alapja a jövőbeli kimenetek aktuáriusan bizonyos tudását alátámasztó tudományos kalkuláció kifejlesztésének. A keynesi gondolatmenetben a bizonytalanság nem kapcsolódik a valószínű tudáshoz, hanem éppen annak hiányához kötődik. Keynes szerint az információ hiányos, és általában a jövőre vonatkozó bizonytalanság lehetetlenné teszi azt, hogy a vállalkozók kialakítsák racionális várakozásaikat, s ez a tény meghatározó jelentőséggel bír beruházási döntéseikre. Az ergodikus axióma alkalmazása annak a feltételezéséhez vezet, hogy az emberek aktuáriusan ismerhetik a jövőt; amikor Keynes azt állítja, hogy mi nem ismerhetjük a jövőt, s a klasszikus elmélet sokféle „hamissághoz” vezet, akkor csupán logikai alternatíva az, hogy Keynes gazdasági teóriájának meg kell engednie, hogy a létező gazdasági adatok (tények) nemergodikus sztochasztikus folyamat által generáltak. Amennyiben az adatokat nemergodikus rendszer generálja, akkor nincs tudományos módszer, amely megengedné, hogy a jövő aktuáriusan számítható legyen a létező adatbázisból. A jövőnek bizonytalannak kell lennie, függetlenül attól, hogy milyen sok historikus adatot gyűjtöttek össze és analizáltak. Keynes vitatta mindazok nézeteit, akik hittek az általános szabályosság létezésében. Keynes – *expressis verbis* – nem utasította el az ergodikus hipotézist, s bizonytalansági koncepcióját nem alapozta a nemergodikus gondolatra, s ez akkor is igaz, ha a keynesi gondolatvilág közel állt annak eszmeiségéhez.

Shackle formalizált modellt épített fel, aminek az volt a célja, hogy egyaránt megragadja a mentális folyamatokat, valamint az aktuális gazdasági döntések nem ismétlődő és visszafordíthatatlan természetét. Ő hangsúlyozza, hogy a

döntéshozatal olyan helyzetekben, ahol az információt a múltból gyűjtik, elegenden bázist szolgáltat a jövőbeli kimenetek értékeléséhez, mivel a bázis szükségképpen kreatívan változó jellegű lesz. Shackle szerint az egyéni választások olyan alternatívák közül történnek, amelyek a jövőbeli cselekvések sorozatának szubjektív megjelenítői, s nem a jövőbeli valós sorozatok közül történik választás. Ő erősen hangsúlyozta a keynesi bizonytalanság szerepét a beruházási döntésben, továbbá a beruházás kimenetének előrejelezhetetlenségét és különös változékonyságát. Shackle szerint potenciális meglepetés és bizonytalanság csak a krucialis döntésekkel kapcsolatban merülhet fel, mint amilyenek például a főbb tőkeberuházások. A rutindöntések jól irányíthatók az ergodicitás által, s valamennyire előre jelezhetők, beleértve a fogyasztói viselkedés javát.

A bizonytalanság lételeméleti felfogása alapján bizonytalan világban a jövő – kialakulását megelőzően – nem ismerhető meg, függetlenül az egyéneknek tulajdonított számítási képességektől. A lételeméleti bizonytalanság utal az indetermináltságra a realitás szintjén, valamint az alapvető kategóriák logikai megismerhetetlenségére, s a jövőbeli realitás entitásainak megismerhetetlenségére. Bronk szerint a lételeméleti bizonytalanság magában foglalja mind a kategóriák ismeretének lehetetlenségét, valamint ama dolgok lehetséges természetének tudását, amelyet még létre kell hozni vagy majd kialakul. A bizonytalanság feltételei mellett a várakozások, amelyeken a döntések nyugszanak, függenek a képzelettől, ugyanúgy az értelemtől; narratívák, történetek révén közvetítődnek, s magukban foglalnak érzületeket és érzelmeket. A fundamentális bizonytalanság a jövőbeli tudás előrelátásának lehetetlenségét állítja, még akkor is, ha a szereplők a jelenlegi tudás egészét hasznosítják. Amikor a környezet fundamentálisan bizonytalan, akkor a múltra vonatkozó tudás nem ad elégséges információt a jövő előrejelzéséhez, mivel a meglévő tudás vagy a fundamentumok nem fognak kapcsolódni a jövőhöz.

A bizonytalanság adott helyhez és időhöz kötődő, s megismerhetetlen jövőbeli értékekkel és valószínűségekkel jellemezhető. Ha valami alapvetően vitathatóvá teszi az ergodikus hipotézis közgazdaságtani alkalmazhatóságát, az az idő szerepének kiiktatása. Az ergodicitás mint az egyensúly létezéséhez szükséges feltételezés lehetővé teszi az egyén számára, hogy a rendszerrel kapcsolatban állításokat fogalmazzon meg anélkül, hogy meg kelljen figyelnie a rendszerállapotok minden lehetséges realizációját. Egyetlen pályavonal is elég ahhoz, hogy következtetni lehessen az összes jövőbeli viselkedésre, legalábbis valószínűségi alapon. Mindez magával hozza az idő eliminálását a gazdasági világ tudományos leírásában. Az idő a gazdasági folyamatokat körülvevő és burkoló közeg, a folyamatok történései s azok bizonytalansága időpontokhoz és időtartamokhoz kötődnek, magától az időtől el nem szakíthatók. Az ergodicitás relevanciájával kapcsolatos feltevést azért érezzük hamisnak, mert kétségeink vannak a gazdasági folyamatok időtlenségével és változtathatatlanságával kapcsolatban.

AZ ERGODIKUS HIPOTÉZIS SZEREPE A TERMÉSZETTUDOMÁNYOKBAN

Az Encyclopedia of Mathematics (2002) az ergodikus teóriát a következők szerint definiálja: „...a dinamikus rendszerek metrikus elmélete. A dinamikus rendszerek elméletének az az ága, amely a rendszereket invariáns mérték és más kapcsolódó problémák alapján tárgyalja.” A 19. század utolsó harmadától a 20. század első harmadának végéig számos fontos tudományos felismerés vezetett az ergodikus elmélet említett általános definíciójáig. A 19. század közepéig a fizika törvényeit a determinisztikus racionális mechanika szabályszerűségeire alapozták. *Maxwell* (1867) volt azok egyike, aki megállapította, hogy a valószínűségek alkalmazhatók a gázrendszerek viselkedésének leírására. A Maxwell-eloszlás a gázmolekulák sebessége alapján definiálható, s bizonyos intervallumban valószínűséget szolgáltat (relatív számként) a molekulák sebességére vonatkozóan. Olyan mechanikai modellt alkalmazva, amely molekuláris ütközést tartalmaz, Maxwell demonstrálta, hogy hőegyensúlyban a molekuláris sebesség eloszlása „stacionárius” természetű, amely nem változtatná alakját a várható molekuláris ütközés hatására.

Boltzmann (1884) azt szándékozott meghatározni, hogy vajon a Maxwell-eloszlás megjelenik-e a limiten, akármilyen is a gáz induló állapota. *Poitras* (2012) szerint Boltzmann ahhoz, hogy tanulmányozza az egyensúlyi eloszlás időbeni dinamikáját, bevezette annak relatív valószínűségi eloszlását, amíg a gázmolekulák sebessége bizonyos sávban van, míg a valószínűség jelölése megmarad a gázmolekulák relatív száma sebességeként. Boltzmann elsődlegesen a gázok kinetikus elméletének problémáit vizsgálta, formalizálva a stacionárius Maxwell-eloszlás dinamikus tulajdonságait – azaz a gázmolekulák sebességeloszlását. Boltzmann az 1870-es évek elejétől saját vizsgálatait egy lépéssel előbbre vitte, hogy meghatározza az eloszlásfüggvény evolúciós egyenletét. Az „ergodikus” kifejezés első említése Boltzmann (1884) idézett cikkében történik (i. m. 78. o.).² Az ergodikus hipotézis feltételezésével a makroszkopikus gázrendszer átlagos viselkedése, amely időben objektíven mérhető, felcserélhető azokkal az átlagos

2 ROSSER (2003) feltárta, hogy az „ergodic” kifejezés használatát megelőzte a BOLTZMANN (1884) által alkotott új szó, az „ergode” kifejezés. EHRENFEST – Boltzmann diákjaként – azt feltételezte, hogy az ergode két görög szó kombinációja, az egyik a „munka”, a másik az „út” (hodos – UFFINK, 2006). Mindazonáltal ezt a széles körben elfogadott és konvencionális interpretációt kihívás érte GALLAVOTTI (1999) részéről, aki megtalálta Boltzmann korábbi „monode” fogalomalkotását, ami stacionárius eloszlást jelent, követve erőfeszítését arra, hogy mélyebben analizálja Maxwell elméletét az „ode” kifejezéssel, ami feltehetően az „eidos” szóból származik, ami „hasonló”-t jelent. Ő azután elkezdte alkalmazni az „ergomonode” kifejezést, amelyben az „erg” tag ebben az esetben az energiára utal, ami a görög „ergos” – munka – szóból ered, s így az ergomonode a kinetikus energia stacionárius eloszlását reprezentálja.

értékekkel, amelyeket nagyon bonyolult mikroszkopikus molekuláris mozgások megfigyelhetetlen együtteséből számítottak, egy adott időpontban.

Boltzmann a termodinamika mechanikai megalapozásához javasolta a hőegyensúly heurisztikus jellemzését oly módon, hogy azt – egyik oldalról – a fizikai mennyiségek időbeli átlaga, másik oldalról ugyanazon mennyiségek térbeli átlaga közötti ekvivalenciába sűríti. Ehhez Boltzmannak szüksége volt a statisztikai együttes (ensemble) fogalmának bevezetésére, amit Boltzmann (1884:79) „monod”-nak nevezett. A „statisztikai együttes” aktuálisan létező kollekciónak, amelynek tagjai elvileg igen, a gyakorlatban viszont nem megkülönböztethetők, s mint realizáció, az együttes véletlenszerűen kiválasztott elemeként tekinthető. Amikor az együttes diszkrét értékekből áll és véges, akkor rendszerint azt feltételezik, hogy az együttes összes tagja azonos valószínűségűnek feltételezett a „közömbösségi princípium” szellemében.³ Alvarez–Ehnts (2012) kiemeli Boltzmann mély intuícióját, amely arra vonatkozik, hogy a mechanikai rendszer egyedi esete – saját evolúciója során – képes mintázni a rendelkezésre álló mikroszkopikus állapotok teljes kollekciónak, ez kompatibilis a makroszkopikus korlátokkal (az ergoddal), s hogy az egyes állapotokban eltöltött idő természetes valószínűségi eloszlást definiálna az együttesre vonatkozóan. Ily módon az együttes (a tér) átlagai azonosak lennének az időbeli átlagokkal.

Ez utóbbit nevezte az *Ehrenfest* szerzőpáros „ergodikus hipotézisnek”. Ez olyan valószínűségek számításának alapja, amikor létező múltbeli adatokból számítják a valószínűségeket, hogy aktuárius előrejelzések készülhessenek a jövőbeli kimenetekre vonatkozóan. Az ergodikus hipotézisnek az Ehrenfest szerzőpár (1912) általi megformálása Boltzmann formalizációját követte, amely az alapul szolgáló mikroszkopikus trajektóriák halmaza; ezek mindegyike tömeggel rendelkezik, s alávetett tetszőleges – időtől független – potenciálnak, s ezek mindegyike fázispont vagy együttes; bármely adott régióban stacionárius eloszlású lesz. Ebben a tekintetben az eredeti ergodikus hipotézis mélységesen és teljességgel kötődött egy olyan kapcsolathoz, amely erősen összefüggött az 1930-as évek valószínűségi elméleti eredményeivel. Az ergodikus hipotézis e formája valójában azt állította, hogy a trajektóriák visszatérhetnek valamely adott zónába, ez pedig az újra előfordulás, a térkitöltés vagy a mértékmegőrzés gondolata, amelyet *Poincaré* (1893) újra-előfordulási elmélete korábban hangsúlyozott (Rosser, 2003).

A fejezet elején citált ergodikus teória definíció a gondolkodási folyamat *Neumann* (1932) és *Birkhoff* (1931) által képviselt egyik csúcspontját mutatja. Alvarez–Ehnts (2012) kiemelése szerint Neumann és Birkhoff elmélete hipotézisként azt

3 LAPLACE (1814) ezt az esélyelmélet esszenciájává tette. Laplace módszere nem érvényes a végtelen vagy folytonos együttesek esetében, ahol „indifferens” valószínűségi eloszlások bizonyos változatát kell feltételezni.

feltételezi, hogy a dinamikus rendszernek van egy időinvariáns mértéke (amely beépíthető az együttes átlagát definiálva). Minden, amit az a teória bizonyít – ebben az esetben –, hogy Boltzmann időbeli átlaga létezik, és egybeesik a térbeli átlaggal. Alkalmazási szempontból ugyanakkor az invariáns mérték létezése (és egységessége) bizonyítottnak tekinthető. *Az ergodikus teóriára a legjobb úgy tekinteni, hogy az része a térbeli és időbeli átlagok egyezőségét biztosító, elégséges kondíciók keresésének.*

Míg Maxwell, Boltzmann és az Ehrenfest szerzőpáros a gyakorisági megközelítést favorizálta, addig Neumann (1932) pontosabb verzióval szolgált. Ő a kvantumelmélet felől közelített a sztochasztikus problémák vizsgálatához, együtt ama kérdésekkel, hogy miként mér az elmélet, ha a valószínűségi teória centrális helyzetben van (Halmos, 1958). Neumann inkább fókuszál a megőrzési mértékre, ugyanakkor Birkhoff kimutatja, hogy nem csupán a mérték őrződik meg, hanem egy megfelelően definiált stacionárius ergodikus rendszer mérési felbonthatatlanságot is mutat úgy, hogy nem csupán a tér töltődik ki megfelelően, de lehetetlen felbontani a kettőre, amely szintén teljességgel kitöltené a teret, és megőrizné a mértéket.

Neumann (1932) és Birkhoff (1931) hozzájárulása megjelölte a megoldást a *statisztikai mechanika* és a termodinamika olyan problémájára, amelyet hatvan évvel korábban felismertek, amikor Boltzmann megalapozta az Ehrenfest által megfogalmazott hipotézist, amely megengedi az elméleti fázis térbeli átlagának a mérhető időbeli átlaggal való felcserélhetőségét. A Boltzmann által bevezetett termodinamikai modell alkalmas volt arra, hogy magyarázza a Maxwell-eloszlás dinamikus tulajdonságait, s hasznos kiindulás lehet az ergodicitás pénzügyi közgazdaságtani implikációinak kifejlesztésére. Bizonyos, hogy Neumann (1932) és Birkhoff (1931) korrekten specifikálta az ergodicitást, ami lényeges analitikai eszközként nem állt Boltzmann rendelkezésére. Amikor az 1930-as évek elején megtörtént az ergodikus elmélet eredményeinek Neumann és Birkhoff általi általánosítása, addigra már a kinetikus gázmodell fizikai intuíciójának jelentősége elhalványult. Kiindulópontként felhasználva Boltzmann tételét, a mechanikus és komplex molekuláris ütközések nagy száma megfelel nagyszámú mikroszkopikus, atomizált likviditást teremtőnek és értékpapír-kereskedőnek, akik közötti interakciók a makroszkopikus pénzügyi piaci árak meghatározását szolgálják. Ahogy erre Poitras (2012) is rámutat, ebben a kontextusban olyan változók időbeli alakulását mérik, mint az eszközár, a kamatrátá, az átváltási ráta vagy ezek valamilyen kombinációja, s az ergodicitás kapcsolódhat a makroszkopikus változókat generáló tranzíciós sűrűség tulajdonságaihoz. Van azonban két fundamentális nehézség, ami kapcsolódik Boltzmann statisztikai mechanikájának ergodicitási tételéhez – a visszafordíthatóság és az újra felmerülés, ami a pénzügyi közgazdaságtani adaptációban gondok forrása.

Az eddigiek nem hagynak kétséget afelől, hogy az ergodikus teória kifejlődése több csatornán keresztül történt; jórészt a fizika problémái inspirálták, amelyek különböző pontokon érintkeztek a matematika különböző ágaiban jelentkező problémákkal, és különösen mély megalapozó szerepet játszottak a valószínűségi elméletben. Meg kell jegyeznünk, hogy ez a folyamat különböző definíciókat és eltérő konceptualizációt eredményezett a különböző időszakokban, tekintettel arra, hogy valójában mit is jelent az „ergodicitás”.

Az ergodikus teória centrális aspektusa a dinamikus rendszer viselkedése, amikor feltételezhető a hosszú távú működés. Ez az ergodikus teóriában fejeződik ki, amely azt állítja, hogy bizonyos feltételek mellett egy függvény időbeli átlaga – végig a pályagörbe mentén – csaknem mindenütt létezik, és kapcsolódik a térbeli átlaghoz. Birkhoff (1931) és Neumann (1932) abból indult ki, hogy általában az időbeli és térbeli átlag eltérhet egymástól. Ha viszont a transzformáció ergodikus, a mérték pedig változatlan, akkor az időbeli átlag – csaknem mindenütt – azonos a térbeli átlaggal. Ez a Birkhoff által megfogalmazott ergodikus teória absztrakt formában. A dinamikus rendszerben a transzformáció a teret önmagában ábrázolja. A pontok halmaza a transzformáció ismételt alkalmazásával nyerhető, adott pontra nézve, amit trajektóriának neveznek. Bizonyos dinamikus rendszerek mértékmegőrzők, ami azt jelenti, hogy a halmaz mértéke mindig ugyanolyan, mint ama pontok halmazának mértéke, amelyek ábrázolják azt.

Valamennyi sztochasztikus folyamat szolgáltat idősoros adatokat, realizációkat, amelyek lehetővé teszik olyan középértékek kiszámítását, mint az átlag vagy a szórás. Ezek a középértékek testesítik meg a múltbeli és az aktuális világbeli kapcsolatokra vonatkozó empirikus tudásunkat. Az időbeli átlagokat idősoros adatokból, tehát egy időperiódushoz kötődő megfigyelésekből számítják ki, míg a térbeli átlagok az egyes realizációk adott időpontbeli megfigyeléseit tartalmazó keresztmetszeti adatokból származnak. Davidson (1988:331) megjegyezte, hogy ergodikus sztochasztikus folyamatokat vizsgálunk, ha a) végtelen realizációkra vonatkozóan az időbeli és térbeli átlagok egybeesnek, vagy b) véges realizációkra vonatkozóan, a megfigyelések számának emelkedésével az időbeli és térbeli átlagok egymáshoz konvergálnak. Időbeli átlagon tehát a folyamat egy megfigyelt pályagörbéjét (realizációját) értjük. A térbeli átlag pedig a rendszer minden lehetséges állapotának átlaga.

Kirstein (2015) értékelése szerint az ergodicitás kapcsolatot teremt az idő során tapasztalható viselkedés és a rendszer összes lehetséges állapotának viselkedése között. A rendszer összes állapota egy fázisteret hoz létre. A rendszer állapota (egy tetszés szerint megválasztott időpontban) jellemezhető a fázistérben elfoglalt helyével. Az időpont minden lehetséges realizációjára párhuzamos világokként tekinthetünk. Egyszerűsítve: az ergodicitás időt kapcsol a fázistérhez.

Halmos (1949:1017) tömören fejezi ki az ergodicitás különböző megközelítései-
nek közös lényegét, amikor a következőket írja: „Az ergodikus teória egy beszámoló a térről, a funkcióról és a transzformációról.” Matematikai értelemben az ergodicitás vagy „metrikus tranzitivitás” a komponenseire „nem felbontható” mértékmegőrző transzformációk tulajdonsága.

Az ergodikus teóriának fontos szerepe volt a statisztikai mechanika megalapozásában, ugyanakkor nagy kérdés az, hogy az ergodicitásra feltétlenül szükség van-e a (pénzügyi) közgazdaságtan megalapozásához. A statisztikai mechanika sikeresen alkalmazható volt a fizikai rendszerekre, ám a gazdasági rendszerek komplexebbek a fizikai rendszereknél. A gondok forrása az, hogy az olyan „makroszkopikus” pénzügyi változók, mint a részvényárak, az átváltási ráták vagy a kamatlábak csak akkor volnának modellezhetők a pontos előrejelzés reményében, ha volna elmélet az egyének és vállalatok „mikroszkopikus” magatartásának hiteles leírására.

A 19. és 20. század fordulóját megelőző és az azt követő három-három évtizedben olyan tudományos felismerések történtek, amelyek a természettudományok számos ágára vonatkozóan megalapozták az ergodikus teória alkalmazhatóságát a fizikában, a kémiában, a biológiában és a mérnöki tudományban. A megfogalmazott tudományos tételek továbbadásának útvonalait rekonstruálva, intellektuális láncolatok rajzolhatók fel, amelyek jól mutatják az ötlet későbbi hasznosulásának útját. A következő táblázat két ilyen intellektuális útvonalat is bemutat: az egyik a kinetikus elmélet ergodikus megalapozásának útját rajzolja fel, a másik az ergodikus teória absztrakt elméletének kialakulását és alkalmazását ábrázolja. Mindkét láncolatban találunk mester-tanítvány kapcsolatokat, amelyek megerősítik a közvetlen szellemi hatás és az ötletek továbbadásának relevanciáját.

1. tábla**Intellektuális vonalak az ergodikus elmélet kialakulásában és fejlődésében**

Fizikán alapuló ergodikus teória		Absztrakt ergodikus elmélet	
Clausius (1857)	} Mikroszkopikus mechanikai modell	Poincaré (1893)	Visszatérési elmélet
Maxwell (1867)		Gibbs (1902)	Statisztikai mechanika
Boltzmann (1884)	Ergomonod kinetikus elmélet	Wilson	Közgazdasági tételek matema- tikai alapon
Ehrenfest (1912)	Ergodikus hipotézis	Birkhoff (1931) Neumann (1932)	} Absztrakt ergodikus elmélet
Tinbergen	Természeti törvény az idősorok alakulásában	Samuelson (1965)	

Forrás: Kirstein (2015), Rosser (2007), Poitras (2012) alapján saját összeállítás

Az intellektuális vonalak – sok egyéb itt nem részletezett érdekesség mellett – mester-tanítvány láncolatra hívják fel a figyelmet. Boltzmann volt tanítványa, Ehrenfest – fizikai doktori értekezésében – először állította, hogy gondolatai előrejelzési céllal alkalmazhatók lennének a közgazdaságtanban is. Rossertől (2007) tudjuk, hogy az 1920-as évek elején Ehrenfest lett Tinbergen meghatározó professzora. Tinbergen kiállt amellett, hogy létezik stabil „természeti törvény”, amely alátámasztja a gazdasági idősorokat. Véleménye szerint ez a természeti törvény ergodikus, stacionárius és homogén idősorokat indukálna.

Ha keressük az utat, amely a fizika ergodikus hipotézisétől a közgazdaságtan ergodikus axiómájához vezetett, akkor ebben Samuelson szerepének tisztázása elkerülhetetlen. Közkeletű vélekedés a közgazdaságtani irodalomban, hogy Samuelsonnak (1965; 1968; 1969) az 1960-as évek második felében írott művei tesznek említést először az ergodikus elmélet közgazdaságtani alkalmazhatóságáról. Ezzel szemben tény, hogy Samuelson (1947) műve alcímében idézi Gibbs híres művének címét: „Mathematics is a language.” Gibbs fizikusként és a statisztikai mechanika egyik megalapítójaként szerepet játszott a közgazdaságtan későbbi matematizálásában. Ez a hatás közvetett volt, mert Samuelsonnak a harvardi doktoranduszévek alatt Wilson volt a mestere, s az is ismert, hogy

Wilson Gibbs tanítványa volt. Tisztán látható a Gibbs és Samuelson közötti kapcsolat, amely Wilsonon keresztül jött létre. Samuelson (1998:1376) egy késői tanulmányában maga vallotta meg: mesterei korán megértették vele, hogy a közgazdaságtan és a fizika osztozhat ugyanazon a „formalizált matematikai tételeken”. Ezáltal Samuelson (talán) Wilson egyetlen tanítványa, aki ezáltal Gibbs „unokájává” vált.⁴

AZ ERGODIKUS ELMÉLET MEGJELENÉSE A KÖZGAZDASÁGTANBAN – SAMUELSON SZEREPE

„Az ergodicitás koncepciója, ahogy azt a közgazdaságtanban használják, láthatóan a jelszó jellemzőit hordozza, egy szó vagy beszéd, amelyet párt, szekta vagy valamilyen hit támogatói alkalmaznak, s ami mások számára reális jelentést nélkülöző üresség.”

(Alvarez-Ehnts, 2012:1)

A (pénzügyi) közgazdaságtan mindenkor ki volt téve a fizikatudomány hatásának. *Regnault* (1862) volt az első szerzők egyike, aki a fizikát közelebb vitte a pénzügyekhez. A pénzügyi eszközök áringadozásainak általa írt, első statisztikai reprezentációja a Gauss-keretrendszer bázisán alapult. A 20. században számos fizikai fogalom szerepet játszott a modern piaci elmélet kifejlesztésében. A fizika pénzügyekbeni alkalmazásának legismertebb példája a hődiffúziós formula alkalmazása (*Bachelier*, *Black* és *Scholes*), valamint számos szerző – impliciten és expliciten – utalt a fizika területéről származó fogalomra, a Brown-mozgásra. *Jovanovic* (2001) tárta fel, hogy *Bachelier* (1900) munkáját egyértelműen befolyásolta *Regnault*, s a századfordulón született munkában az eszközárok ingadozásának értékelésében a Gauss-keretrendszer és a Brown-mozgás egyaránt alapgondolat volt.⁵

A pénzügyi valóság Gauss-jellegű leírása kikristályosodott és megerősítést nyert, amikor Samuelson (1965) bevezette a geometriai Brown-mozgást a pénzügyi idősorok (trajektóriák) kontinuitásának leírásába. Samuelson (1965:43) használja az „ergodikus” kifejezést anélkül, hogy – az említésen kívül – bármi

4 WEINTRAUB (1991:61) rekonstruálta, hogy SAMUELSON (1947) munkája miként tekinthető a GIBBS–WILSON-hagyomány folytatásának más tudományos diszciplínában. Samuelson számára ez a hagyomány alkalmasnak bizonyult arra, hogy a közgazdaságtant „tudományossá” tegye azáltal, hogy a tárgy alapvető tételeit matematikai, könnyen elemezhető formában találja.

5 Hasonlóképpen, azok az empirikus munkák, amelyek az 1930-as évektől jelentek meg (COWLES, 1933; WORKING, 1934; KENDALL, 1953), Gauss-jellegű keretrendszert alkalmaztak.

érdemlegeset mondana. Egyet kell értenünk Alvarez–Ehnts (2012) véleményével, hogy az ergodicitás koncepciója nem prominens része Samuelson cikkének. A folytatásban Samuelson (1968; 1969) megismételte azt a régi argumentumot, amelyet Tinbergen vett át Ehrenfesttől: a természettudomány függ az ergodikusság hipotézis feltételezésétől. Hogy az ergodikusság hipotézis milyen szerepet játszott a közgazdaságtan matematizálásában, arra Samuelson (1968:11) szolgál magyarázattal:

„...érdekes a klasszikus szemléletben implicit és explicit módon jelenlevő feltételezés. Hittek az egyedi, hosszú távú egyensúlyban, függetlenül a kezdeti feltételektől. Mindezt ergodikusság hipotézisnek nevezem a statisztikai mechanikában használtakkal analóg módon.”

Látható, hogy Samuelson (1968:11–12) az ergodikusság hipotéziséről a „klasszikus gondolkodás” vizsgálatának kontextusában ír: a hitről az eredeti kondícióktól független, egyedi, hosszú távú egyensúlyról. Kétségtelen tény, hogy Samuelson (1969:184) elfogadta az ergodikusság hipotézist a közgazdaságtan elengedhetetlen feltételeként, s azt általánosította, a közgazdaságtan tudományos módszere sine qua nonjának nyilvánította. Ő jelezte, hogy az ergodikusság kifejezést „annak analógiájára használta, ahogyan azt a (19. századi) statisztikai mechanikában használták”, annak érdekében, hogy a közgazdaságtant „a valós történelem birodalmából a tudomány birodalmába helyezték át és tartásuk ott”. (Samuelson, 1969:184).

Dunn (2012:434) szerint a posztkeynesiánusok, jelesül Davidson (1982–83; 1991; 1994; 1996) érvelésének középpontjában annak igazolása állt, hogy a neoklasszikus közgazdaságtan az ergodikusság hipotézisre épül. Igaz, hogy Samuelson (1968:11–12) azt állította, hogy a klasszikusok hittek a kezdeti kondícióktól független, egyedi, hosszú távú egyensúlyban.⁶ Samuelson nem jelentette ki azt, hogy ő hinne az ergodikusság hipotézisben, ő ezt a klasszikusoknak tulajdonította mint implicit előfeltevést. Eszerint nem pontos az az állítás, hogy Samuelson ama törekvésének megfelelően, hogy szilárd tudományos bázist alkosson a közgazdaságtudomány számára, a modern közgazdászok számára szükségesnek ítélte volna az ergodikusság teória elfogadását.

A pénzügyi (és közgazdaságtani) irodalomban széles körben elterjedt megállapítás, hogy Samuelson (1965) korszakalkotó cikke vezette be az ergodicitás fogalmát; hozzájárulása tömören kifejezhető cikkének a címével: „*Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly*”. Ez nem kevesebbet jelen-

6 SAMUELSON (1968) azt írta, hogy amikor éretlen fiatal volt, akkor a klasszikus nézet alapján gondolkodott, és elfogadta azt, hogy ti. a gazdasági rendszer ergodikusság realitása a természeti törvényre emlékezteti őt, ahogy azt TINBERGEN állította. Miután (1937-ben) elolvasta KEYNES (1936) művét, amely fordulópontot jelentett számára, többé egyáltalán nem hitt abban (ALVAREZ–EHNTS, 2012).

tett, mint azt, hogy információs hatékonyságú piacon az áraknak előre jelezhetetlennek kell lenniük, ha azok megfelelően anticipáltak, azaz, ha teljességgel beépítik az összes piaci résztvevő várakozásait és információit. Samuelson feltételezi a stacionaritást, ám csak annak származtatásához, hogy a határidős árak volatilitása csökken, amint csökken a lejárat idő, s nem az alapul szolgáló eszköz árára vonatkozóan. Samuelson (1965:48) kétségeit fejezi ki a cikkében leírtakkal kapcsolatban:

„Nem sok olvasható ki a megteremtett teóriából. Nem bizonyítja azt, hogy az aktuális kompetitív piacok jól működnek. Azt sem mondja, hogy a spekuláció jó dolog, vagy hogy az árváltozások véletlenszerűsége jó lenne. Azt sem bizonyítja, hogy aki pénzt csinál spekuláció révén, az e ténynek köszönhetően érdemes a nyereségre, vagy éppen tett valami jót a társadalomért vagy önmagáért” (i. m. 48. o.).

Samuelson ugyancsak óvatos a határidős árak rögzített valószínűségi eloszlása tekintetében, ami elméletének alapvető feltevése:

„Eddig nem vizsgáltam, hogy az alapvető valószínűségi eloszlás értékei – feltevés szerint – honnan származhatnak? Kinek a tudatában léteznek ezek ex ante? Van-e ezeknek valamilyen ex post validációja? Feltételezhető-e, hogy azok a piac egészéhez tartoznak? És akkor azoknak mi a jelentése? Feltehető-e, hogy valamilyen reprezentatív individuumhoz tartoznak, s akkor az vajon ki lehet? A divergens anticipációlefutásoknak van valamilyen védhető vagy szükségszerű kompromisszuma? Az árjegyzések valahogy produkálhatják az ex ante szubjektív valószínűségeket Pareto-optimalis konfigurációját? Ez a cikk nem tett kísérletet ezeknek az érdekes kérdéseknek a megfogalmazására” (i. m. 48–49. o.).

Samuelson (1965:44) mindebből arra jutott, hogy nincs mód várható profit generálására a múltbeli változások jövőbeli árakra történő extrapolálásával, grafikon segítségével, a mágia vagy a matematika ezoterikus megoldásaival. Samuelson (1965:41) megfogalmazása szerint „kompetitív piacon minden eladóra jut vevő, s ha valaki közülük biztos az árak emelkedésében, akkor ez az emelkedés be is következhetne...”. Samuelson azt mondja: „Az ilyen argumentumok használatosak annak kikövetkeztetésére, hogy a kompetitív áraknak mutatniuk kell a változásokat, ez véletlen bolyongás pályáját írja le előre jelezhetetlen eltérésekkel...”

Samuelson az 1960-as években az értékpapírpiacon árviselkedés analízisével kapcsolatban két fontos hatás érte, az egyik az *ergodikus teória közgazdaságtani szerepe*, a másik a *véletlen bolyongás* és az *előre jelezhetetlenség* meghatározó szerepének feltételezése volt. Az elsőről részletesen értekezünk az előző passzusokban, a másodikról az alábbiakban mondunk véleményt. Bachelier (1900) a spekulációról írott esszéjében módszert írt le az értékpapírok jövőbeli árala-

kulásának modellezésére. Bachelier a bevezetőben leszögezi, hogy „...a múlt, jelen és a diszkontált jövő eseményei tükröződnek a piaci árakban, bár rendszerint nem mutatnak nyilvánvaló kapcsolatot az árváltozásokkal...”. A piac információk hatékonyságának illetően felismerése arra indítja, hogy (még) a bevezetőben így folytassa gondolatmenetét: „ha a piac a valóságban nem mondja meg előre az ár fluktuációjának lefutását, ám minősíti azt kisebb vagy nagyobb valószínűségként, akkor csak a valószínűség matematikai értékelhetősége lesz nyitott kérdés” (i. m. 3. o.).

Sajnálatos körülmény, hogy Bachelier értékes hozzájárulása felett sokáig átsiklottak, egészen addig, amíg Bachelier modellje fel nem keltette Samuelson érdeklődését, aki elkezdte terjeszteni a mű tartalmát az 1950-es évek végétől.⁷ Samuelson (1965) művére határozottan úgy kell tekintenünk, mint a véletlen bolyongás hipotézisének pénzügyi piacokra történő egyik első alkalmazására a modern közgazdaságtanban. *A véletlen bolyongás szabályszerűsége azt jelentette, hogy egyetlen professzionális befektető sem tudja „legyőzni a piacot”.* Az értékpapír-árváltozások előrejelezhetetlensége azt jelentette, hogy a múltbeli részvényárakból származtatott információk – szeriális korreláció, lineáris függőségek vagy az adatok komplikáltabb mintázatai – nem voltak felhasználhatók az árfluktuációk előrejelzéséhez. A véletlen bolyongásból az következik, hogy bármely – múltbeli adatokra alapozott – valószínűségi eloszlás hitelesen nem használható fel valamely jövőbeli kimenetet irányító valószínűségi eloszlás jelzésére. Más szavakkal, ha még tudnánk is, hogy a jövőbeli valószínűségi eloszlásnak kisebb a varianciája, mint a kalkulált valószínűségi eloszlásé, a múltbeli eloszlás akkor sem lehet hiteles útmutatás a jövőbeli statisztikai átlagokra s az átlag körüli más momentumokra.

Samuelsonnak a véletlen bolyongást érintő megjegyzéseiből csak az következhet, hogy bár az ársorozatok tartalmazhatnak statisztikai függőségeket, ugyanakkor nem lehetséges levezetni a múltbeli változásokból a jövőbeli változások irányát és intenzitását. Samuelson (1965) szavaival a részvényárak „véletlenszerűen fluktuálnak”, s ez így is van a valóságban. Ezen a ponton azonban az „ergodikus hipotézis” és a „véletlen bolyongás feltételezése” egymás ellentéteiként szembekerülnek egymással. Samuelson részéről az ergodikus teória elfo-

7 A mű angol nyelvű változata is megjelent COOTNER (1964) jóvoltából. SAMUELSON az 1950-es évek közepén (nem publikált) cikket írt e gondolatkörből „*Brownian Motion in the Stock Market*” címmel.

gadása a stacionaritás koncepciójának befogadását is jelentette.⁸ A stacionaritás fogalma azt jelenti, hogy az árfolyamat valószínűségi struktúrája független a történeti időtől. Eszerint a historikus időpont – a kísérlet végrehajtásakor – önmagában nem befolyásolhatja a kimenetet; Wald (1965:52) azt emeli ki, hogy ha a folyamat ergodikus, akkor az időbeli átlag számítása becslést adhat a térbeli átlagokra és/vagy a térbeli átlagok kalkulációja (alapozva a keresztmetszeti adatokra) becslést adhat az időbeli átlagokra.⁹ Erre alapozva mondhatta Samuelson, hogy el kell fogadnunk az ergodikus hipotézist, mert ha egy rendszer nem ergodikus, akkor az nem kezelhető tudományosan, ami azt jelentette, hogy egy rendszer nagyon érzéketlen az induló kondíciókra vagy a zavarokra és a dinamika részleteire.

Messze vezető következményei lettek annak, hogy Samuelson nem bontotta ki az ergodikus teória közgazdaságtani alkalmazásának tartalmi részleteit. Amikor *Foundations of Economic Analysis* (1947) című művének alcíméül Gibbs (1902) korszakalkotó könyvének címét választotta (*Mathematics is a Language*), ugyanígy híres munkájában – *Economics* (1948) –, majd az 1960-as évek végén írt dolgozataiban Samuelson (1968; 1969) az ergodicitást mint a közgazdaságtan erősödő matematizálásának eszközeit látta, akkor lényegében tudományelméleti deklarációt fogalmazott meg. Ha egyik oldalról Samuelsonnak meggyőződése volt, hogy a pénzügyi piaci árviselkedésben kétségtelen érvényesül annak véletlenbolyongás-karaktere, akkor ezzel egyidejűleg nem lehetett az ergodikus teória feltétlen híve is.

Samuelson gondolkodásának eme ellentmondására építette Davidson (1982–83; 1991; 1994; 1996) a saját értelmezésén nyugvó ergodicitáskonceptiót. Annak ellenére, hogy a természettudományok ergodikus teóriájának analógiájára sem Samuelson, sem mások nem fogalmaztak meg a közgazdaságtanban alkalmazható, pozitív ergodikus koncepciót, Davidson mégis azt vélelmezte, hogy az ergodicitás fontos axiómája a neoklasszikus közgazdaságtannak. Davidsonnak

8 A valószínűségi elméletben a stacionárius ergodikus folyamat olyan sztochasztikus jelenség, amely egyszerre mutat stacionaritást és ergodicitást. Ez lényegében azt jelenti, hogy a véletlen folyamat statisztikai folyamat, statisztikai tulajdonságai időben nem változnak, és statisztikai jellemzői (elméleti középérték, variancia) levezethetők a folyamat elégségesen nagy mintájából. A stacionaritás a véletlen folyamat tulajdonsága, amely garantálja, hogy a statisztikai momentumok nem változnak. Stacionárius az a folyamat, amelynek valószínűségi eloszlása minden időben ugyanolyan. Az ergodikus hipotézist gyakran alkalmazzák a statisztikai analízisben. Az elemző feltételezi, hogy a folyamatparaméter átlaga és a statisztikai sokaság időbeni átlaga ugyanolyan. Az elemző helyesen vagy tévesen azt tételezi, hogy egyformán megfelelő megfigyelni egy folyamatot hosszú időn keresztül, valamint ugyanannak a folyamatnak sok független realizációját mintavételezni.

9 WALD (1965:53–54) állítása szerint „a statisztikai átlagok térbeli átlagokként is ismertek, amelyek fix időpontra utalnak, s a realizációk univerzumának átlagaként formálódnak. [...] az időbeli átlagok ugyancsak ismertek fázisátlagokként, utalva fix realizációra, egy definiálatlan időtér átlagaként formálódnak”.

saját ergodikus-nemergodikus argumentuma felépítéséhez bizonyosan szükséges volt Samuelson ellentmondásos álláspontjával határozottan szembehelyezkedni. Rosser (2003) azt írja, hogy – széles körben ismert verbális narratíva szerint – *Weintraub* hívta fel Davidson figyelmét Samuelson álláspontjának ellentmondásosságára s annak kihasználhatóságára. Samuelsonnak az 1960-as évek végére kikristályosodott nézeteiről azt állapíthatjuk meg, *hogy számára az ergodikus teória inkább a piacok egyensúly felé törekvését jelentette, s nem a pénzügyi piaci árviselkedés előrejelezhetőségét*. Mint a továbbiakban látni fogjuk, Davidson és a posztkeynesiánusok az előrejelezhetőséget abszolutizálták, erre építették Samuelson- és ergodikuskonceptió-kritikájukat.

Az ergodicitás sajátos értelmezése a posztkeynesiánus nézetrendszerben – Davidson példája

Az ergodikus hipotézist – gyakori szóhasználattal az ergodikus axiómát – Samuelson (1965; 1968; 1969) vezette be a neoklasszikus közgazdaságtanba, lényegében a fogalom említéseként, a koncepció tartalmának kibontása nélkül. Később Davidson (1991; 1996; 2007) saját munkásságának középpontjába helyezte az ergodicitás koncepcióját, elsősorban a módszertani különbségek hangsúlyozása érdekében. Davidson a középpontba a neoklasszikus közgazdaságtannak az „ergodikus axiómára” támaszkodását helyezi. Dunn (2012:434) szerint Davidson Samuelson tételére építette azt a feltevését, hogy a jövőre vonatkozó gazdasági tudás az ergodicitás axiómáján alapul. Davidson (1996:65) szerint Samuelson (1968) azt írta, hogy a közgazdaságtudomány számára szilárd tudományos bázist keresve, a modern közgazdászoknak hinniük kell a kezdeti kondícióktól független, egyedi, hosszú távú egyensúlyban. Alvarez-Ehnts (2012) figyelmeztetése szerint Samuelson (1968) nem állította azt, hogy ő hinne az ergodikus hipotézisben, ő ezt a klasszikusoknak tulajdonította mint implicit előfeltevést. Ezért pontatlan azt mondani, hogy Samuelson ama törekvésének megfelelően, hogy szilárd tudományos bázist alkosson a közgazdaságtudomány számára, a modern közgazdászok számára szükségesnek ítélte volna az ergodikus teória elfogadását.

Amint azt az első fejezetben láttuk, az ergodikus hipotézisnek nagy szerepe volt a statisztikai mechanika megalapozásában, ugyanakkor fontos kérdés volt Samuelson tudományelméleti deklarációjának megfogalmazásakor, hogy az ergodicitásra szükség volna-e a közgazdaságtan tudományos megalapozásához, tekintettel arra, hogy *a gazdasági rendszerek komplexebbek a fizikai rendszereknél, amelyekre a statisztikai mechanika sikeresen alkalmazható volt*. Amikor az ergodikus hipotézist a neoklasszikus közgazdaságtan

tudományos alaptételévé nyilvánították, akkor – az ergodicitás tartalmának kibontása nélkül – nehéz eldönteni, hogy az ergodikus teória mely részétéle vonatkozatható a közgazdaságtudományra. Lehet, hogy az időbeli és térbeli átlag konvergenciája és egyezősége, a gazdasági idősorok stacionaritása és homogenitása, az induló feltételektől független egyensúly létrejötte, vagy az a megfigyelés, hogy az ergodikus hipotézis a nagy számok törvényének egy speciális esete. Annak nem találjuk nyomát a szakirodalomban, hogy Samuelson valaha is tulajdonított-e jelentőséget Birkhoff (1931) és Neumann (1932) ergodikus teóriájának. Ez – szigorúan a természettudományra vonatkozóan – hipotézisként azt feltételezte, hogy a dinamikus rendszernek van egy időinvariáns mértéke (amely beépíthető az együttes/tér valószínűségi eloszlásába, ami az együttes átlagát definiálja). Mindez igazolja az időbeli és térbeli átlag egymáshoz tendálását. Davidson (2007:32) erre alapozva a következőt írja: „Az ergodikus axióma ezért biztosítja, hogy bármely jövőbeni időponthoz kapcsolódó kimenet hitelesen előre jelezhető a már létező adatok statisztikai analizisével úgy, hogy a jövő ezért sosem lesz bizonytalan.” Az ergodicitás közgazdaságtani adaptációjában – az eddigiek szerint – Samuelson az egyensúly felé haladást, Davidson pedig a gazdasági idősorok előrejelezhetőségét tüntette fel kiemelkedő tényezőként.

Davidson egész vonatkozó munkásságát az ergodikus-nemergodikus dichotómiára építette, ahol a második elnevezés az első tagadásának tekinthető. Elméleti erőfeszítései annak bizonyítására irányultak, hogy a gazdasági folyamatok általában, az értékpapírok viselkedése pedig különösen nem ergodikusak. A Davidson műveiből vett idézetek konzekvensen visszatérő motívuma, hogy a gazdasági folyamatok nem engedelmessé válnak az ergodikus rendszer kritériumainak. Az első citátum a gazdasági adatsorok időbeli alakulására adaptálja a statisztikai mechanikára alapozott ergodikus teória legismertebb részétét:

„Az ergodicitás technikai definíciója szerint az időbeli statisztika olyan adatsorra utal, amelyet a kalendáriumi idő bármely periódusának egyedi realizációja alapján számítanak. A térbeli statisztika az az adathalmaz, amelyet a realizációk univerzuma alapján formálnak fix időpontban. [...] Ha a sztochasztikus folyamat ergodikus, akkor végtelen számú realizáció esetén a térbeli és időbeli statisztika egybe fog esni. Határozott számú realizáció esetén a számított térbeli és időbeli statisztika eltérhet egymástól. [...] azok azonban hajlandóságot mutatnak a konvergenciára, [...] ha a megfigyelések száma növekszik.” (Davidson, 1996:480; 1998:331–332; 1994:89–90; 2006:185)

E gondolatokat meglepő értelmezés követi, amely irányváltást jelent az ideákban:

„Akkor és csak akkor, ha a folyamat ergodikus, a múltbeli vagy jelenbeli adatokból számított térbeli vagy időbeli statisztikák hiteles becslései olyan változtathatatlan, objektív valószínűségi eloszlásoknak, amelyek kormányozzák a jövőbeli kimeneteket bármely specifikus jövőbeni időpontban. Következésképpen a múltbeli adatok úgy kezelhetők, mintha azok a jövőből vett minták lennének.” (Davidson, 1996:480; 1998:331–332; 1994:89–90)

Davidson újabb és újabb műveiben rendre visszatér „a jövő a múlt tükörképe”, „a jövőből vett minta” abszurd feltételezése, a „folyamatok előre determináltsága” motívum.

„...minden olyan esetben, amikor az elemzők az ergodikus axiómához folyamodnak, proklamálják azt, hogy a múltbeli vagy folyó piaci adatokból vett minták ekvivalensek a jövőbeli piaci adatokból vett mintákkal. Más szavakkal [...] a jövő csupán statisztikai árnyéka a múltnak [...] ha valószínűségi eloszlásokat kalkulálunk a historikus piaci adatok bázisán, akkor azok statisztikailag ekvivalensek lesznek [...] a jövőből vett mintával”. (Davidson, 2009:38; 1996:479–480)

Az előre determináltság feltevését illusztrálja a következő idézet:

„... az ergodikus axióma feltételezi, hogy a gazdasági jövő már előre determinált... [Az] előfeltételezi, hogy a gazdasági jövőt már létező, változatlan [...] sztochasztikus folyamat vezérli. Következésképpen a múltból vett minta ekvivalens a jövőből vett mintával. [...] Egy ergodikus világban az összes jövőbeli esemény már előre determinált.” (Davidson, 2012:2–4)

Ezek alapján, ha valaki a gazdaságot sztochasztikus folyamatként tételezi, akkor bármely folyó döntés jövőbeli kimenetét valószínűségi eloszlás determinálja. Logikailag ahhoz, hogy statisztikailag hiteles előrejelzés készülhessen a jövőbeli gazdasági eseményekről, a döntéshozónak mintát kell vennie a jövőből, s azt elemezni szükséges. Az ergodikus axióma hiteltelenítéséhez Davidsonnak szüksége volt a mintavételt érintő logikai képtelenségre: mivel a mintavétel magától értetődően lehetetlen, az ergodikus folyamatnak meg kell engednie az elemzőnek azt a feltevést, hogy a múltbeli és jelenbeli adatokból vett minta ekvivalens a jövőből vett mintával. Más szavakkal, az ergodikus axióma burkoltan azt tételezi, hogy a kimenet bármely jövőbeni időpontban a múltbeli és jelenbeli piaci adatok árnyéka. Az ergodikus teória értelmében a múltbeli adatokra alapuló valószínűségi eloszlások statisztikailag hiteles információkat szolgáltatnak a jövőbeni eseményekről.

Ezek szerint az ergodikus axióma elfogadói feltételezik, hogy a gazdasági jövő már előre determinált, ha a gazdasági folyamatokat létező ergodikus sztochasz-

tikus folyamat kormányozza. A döntéshozónak csupán ki kell kalkulálnia a jövőbeli árakra és outputra vonatkozó valószínűségi eloszlásokat, hogy hiteles statisztikai információkat nyerhessen a jövőről. Ha egyszer az önérdékű döntéshozóknak hiteles információi vannak a jövőről, akkor szabadpiaci cselekedeteikkel optimálisan allokalják az erőforrásokat olyan tevékenységek felé, amelyeknek a lehető legmagasabb lesz a jövőbeli megtérülése.

Davidson (1988:331) törekszik arra, hogy a közgazdaságtanra adaptált ergodikus alaptételt a statisztikai mechanika kategóriáiból eredeztesse. Szerinte a múltbeli realizációkból számított térbeli és időbeli átlagok objektív valószínűség-eloszlássá állnak össze, amely jellemzi az összes lehetséges (múltbeli, jelenbeli és jövőbeli) realizációt, ezen időbeli és térbeli átlagok pedig megbízható becsléseket képeznek, és vezetnek a jelenbeli és jövőbeli eseményeket. Így a múlt a jövőnek egy mintázatát fejezi ki, vagy – másképpen fogalmazva – a múlt megmutatja a jövőt. Ha viszont az ergodicitás koncepcióját általánosságban a sztochasztikus folyamatokhoz kötődőnek tekintik, az tágabb értelemben maga után vonja azt, amire Davidson (1996:480–481) rámutat: „Egy programozott rendszert feltételezünk, amelyben a múlt, jelen és jövő tényei előre determináltak, függetlenül attól, hogy a rendszer sztochasztikus-e vagy sem.”

A fentebb leírtak aligha hagynak kétséget afelől, hogy a *Davidson által kibontott ergodikus hipotézis és a Samuelson által a kánon rangjára emelt (de soha ki nem bontott) ergodikus axióma között lényegében nincs kapcsolat*. Élnünk kell a feltevessel, hogy a Davidson által felépített nemergodikus teóriaváltozat egyszerre volt tagadása az ergodikus axiómának és kritikája a racionális várakozások hipotézisének. A racionális várakozások hipotézise szerint a külső valóság kapcsolódó valószínűség formáját ölti. Ezzel összhangban az egyén tudása szubjektív valószínűségi eloszlásként manifesztálódik, mialatt az alapul szolgáló valóság, amely a tanulás és előrejelzés tárgya, leírható és megérthető objektív vagy „valós” valószínűségi eloszlásként. *Lucas* (1981:223) szavaival, „ha azonosítják a szereplők szubjektív valószínűségeit az éppen előrejelzett események megfigyelt gyakoriságával, vagy a »valódi« valószínűségekkal, akkor a szubjektív és a »valódi« valószínűségek egybeesését racionális várakozásnak nevezik”. Ezek szerint látszik, hogy a „valódi” valószínűségek olyan eseményekre vonatkoznak, amelyek éppen megtörténnek a világban. Az eseményeknek van valószínűségük, amelyeket a szereplők megtapasztalhatnak, s mint olyat, megismerhetik (vagy nem ismerhetik meg).

Azok a piaci szereplők, akiknek a szubjektív valószínűségei nem konvergálnak az objektív valószínűségekhez, folytatódó szisztematikus hibákat követnek el, ami megmutatkozik a jövedelemvesztésben. Ezért említi Davidson (1991:132), hogy a racionális várakozások akkor szolgáltatathatnak elméleti alapot folytatódó hiba nélküli várakozások formálásához, ha nem csupán a szubjektív és

objektív eloszlási függvény esik egybe bármely időpontban, hanem ezeket a függvényeket ergodikus sztochasztikus folyamatokból kell származtatni, ami azt jelenti, hogy a múltbeli megfigyelésekből számított átlagok folytatódóan nem térhetnek el a jövőbeli kimenetek átlagától.

Az ergodikus princípium alapján a jövőbeli kimenetek ismertek, és mindegyik kimenet valószínűsége meghatározható. A jövőbeli kimeneteket előre meghatározzák a mai fundamentumok, s mivel azok paraméterei időben nem változnak, így a kimenetek nem változtathatók meg emberi tevékenység által. Ennek megfelelően a jövőbeli kimenetek csupán a múlt statisztikai árnyékaként foghatók fel. Dunn (2001:8) különös súllyal hívja fel a figyelmet arra, hogy „az időbeli átlagokat idősoradatokból, azaz olyan megfigyelésekből számítjuk, amelyek a kalendáriumi idő periódusaihoz kötődnek, míg a térbeli átlagok keresztmetszeti adatokból számíthatók, azaz olyan megfigyelésekből, amelyek a realizációk egy bizonyos pontjához kapcsolódnak”. Figyelmeztetnünk kell arra, hogy az ergodikus princípium előfeltevése szerint léteznie kell egy olyan gazdasági egyensúlyi relációnak, amelyet néhány valós tényező határoz meg, amelyek hosszabb távon idő- és útfüggetlenek. *Ezen a ponton szembekerül egymással a természettudományos fogantatású ergodikus hipotézis és annak közgazdaságtani adaptációs kísérlete. Itt kell szembesülnünk azzal, hogy korlátai vannak a statisztikai mechanika alapjain álló ergodikus elmélet közgazdaságtani megfeleltetésének.* Ha ugyanis a gazdasági realitás ergodikus, akkor nem folytatható olyan gyakorlat, amely megváltoztatná a valószínű jövőbeli kimeneteket, s az embereknek nincs szabadsága abban, hogy megváltoztathassák saját hosszú távú gazdasági jövőjüket. Az ergodikus princípium és az objektív valószínűségi környezet nemcsak azt feltételezi, hogy a múltbeli jelenségre vonatkozó valószínűségi eloszlások léteztek, hanem azt is, hogy a múltbeli kimeneteket meghatározó, ugyanazon valószínűségek fogják irányítani a jövőbeli eseményeket is. Ez azt jelenti, hogy a döntéshozók hisznek a múlt statisztikai megbízhatóságában, s abban, hogy az torzítatlan iránymutatás a jövőre.

Davidson az ergodikus hipotézis feltételezett közgazdaságtani adaptálhatóságával arra jutott, hogy a gazdasági idősorok alakulása, a jövőbeli kimenetek előrejelezhetősége nem egyeztethető össze az ergodikus teória kondícióival. Bár a verbális argumentáció síkján Davidson keményen kritizálta Samuelson ergodikus axiómára vonatkozó nélkülözhetetlenségi argumentumát, miközben valójában – elméleti értelemben – a racionális várakozások teóriájával állt szemben. Mint a továbbiakban látni fogjuk, Davidson számára az ergodikus hipotézis közgazdasági alkalmazhatóságának tagadása volt a fontos, s ennek alapjaként építette fel a nemergodikus nézetrendszer mint a bizonytalanság elméletileg megalapozott teóriáját. Davidson (1988:331) idejekorán kinyilvánította, hogy a fundamentális bizonytalanságot is értelmezhetővé kell tenni az ergodikus elmélet argumentumaira alapozva. *Davidson hozzájárulásának lé-*

nyege abban ragadható meg, hogy saját bizonytalansáértelmezését az ergodikus-nemergodikus keretrendszer kontextusába helyezte.

Az 1970–80-as évek fordulóján a posztkeynesiánusok általában, *Carabelli* (1988), *Fitzgibbon* (1988), *O'Donnell* (1989) és Davidson pedig különösen – szembe fordultak a neoklasszikus közgazdaságtannak a racionális várakozásokra vonatkozó tételeivel. Alapvető feltevésük az volt, hogy a pénzügyi és gazdasági rendszerek folyamatai nem ergodikusak. Ezzel szemben a neoklasszikus közgazdászok elvonatkoztatnak a történeti időtől és a bizonytalanságtól, szándékosan figyelmen kívül hagyva, hogy a szereplőknek különböző módjuk lehet a befektetési (nem rutin) jellegű döntési problémák megközelítésére és megoldására, mivel a tökéletes tudás hiányában heterogén várakozásaik arra vezetik őket, hogy az ergodikus-racionális várakozások modelljei által előírtaktól eltérő eshetőségekkel számoljanak.

Davidson (1978) (és a posztkeynesiánusok) olyan gondolatmenetet követnek, amelyben a bizonytalanság melletti valós világ megértése nem a valószínűségi eloszlásokon alapul. Szerintük ugyanis a valóságban számos olyan szituáció jöhet létre, amelynek során a mai választások jövőbeni következményeire vonatkozó „igazi” bizonytalansággal kell szembenézni. *Ezekben az esetekben a jelen döntéshozói azt látják, hogy sem a múlt adatainak elemzésétől, sem pedig a jelenlegi piaci jelzésektől nem várható, hogy megbízható statisztikai vagy intuitív segítséget nyújtsanak a jövő megismeréséhez.* Függetlenül attól, kimutatható-e, hogy a múltban objektíve léteztek relatív gyakoriságok és/vagy léteznek-e ma szubjektív valószínűségeket, a gazdaság szereplői úgy vélik, hogy a választás pillanata és annak eredménye között eltelt időben előre nem látható változások következnek be. Ilyenkor a döntéshozók úgy gondolják, hogy a jövő lehetőségeit tekintve nem áll rendelkezésre semmilyen információ, és ezért a jövő nem kiszámítható.

Davidson (1996:482) a jövőbeli eseményekkel kapcsolatos *fundamentális bizonytalanságot* „a vezérlő ergodikus folyamatok hiányaként”, vagyis kreatív, alakítható környezetként írja le, s ő ezt a szituációt nemergodikusnak nevezi. A nemergodikus környezetben, még ha az egyének rendelkeznek is a múlthoz és az aktuális kimenetekhez kötődő, valamennyi információ összegyűjtéséhez és sikeres feldolgozásához szükséges képességekkel, a meglévő piaci információk akkor sem képesek megbízható adatokat szolgáltatni a jövőbeli kimenetek előrejelzéséhez és a jövőről való tanuláshoz.

A leírtak arra mutatnak, hogy az ergodikus hipotézissel szemben nyomós érvek merülnek fel. Hogy megértsük a reális világ „nem rutinszerű” döntéseit, azok következményeit s a viselkedés előre nem látható változásait, ebben az ergodikus valószínűségi eloszlásnak kevés hasznát vesszük. Egy olyan világban, amely tele van valós bizonytalansággal – ahol a valós történeti idő szab irányt –,

nem azok a valószínűségek fogják uralni a jövőt is, amelyek uralják a múltat. A postkeynesiánusok a neoklasszikus közgazdaságtan *időtlen* argumentumának tagadásában támaszkodhattak Hicks karakteres nézeteire. Hicks (1979:121) elmarasztalóan szól a valószínűségi kalkulus közgazdaságtani alkalmazhatóságáról, amint ezt az alábbi citátum is illusztrálja:

„Ha nem tudjuk elfogadni, hogy a megfigyelések – idősor formájában rendelkezésre állva – függetlenek, [...] ha szigorú logika szerint egynél több megfigyelésünk van, akkor az összes szeparált tagot együtt kell tekinteni. Ennek elemzésére a valószínűségi kalkulus alkalmatlan; erre a célra nem használható. [...] Elég bátor vagyok annak kimondásához, hogy ilyen megfontolásból a „statisztikai” vagy sztochasztikus módszerek használhatósága a közgazdaságtanban kevésbé jó választás, mint azt ma konvencionálisan feltételezik. [...] Mindig meg kell kérdőjeleznünk, mielőtt alkalmazzuk ezeket, hogy megfelelőek-e a szóban forgó probléma megoldására. [...] Nagyon gyakran nem megfelelőek. [...] A valószínűségi kalkulus nem mentség a feledékenységre.”

Ha a gazdasági folyamat a történeti időben halad, ezért a folyamat nem stacionárius, s eloszlási függvénye nem független a kalendáriumi időtől, és ha az eloszlási függvény változási iránya szintén nem független a kalendáriumi időtől, akkor a közeg egyértelműen nem ergodikus, továbbá bármely becslt statisztikai átlag visszatérően és nem szisztematikusan *különbözhet* attól a jövőbeli átlagtól, amely valóban bekövetkezik a gazdaságban. Hicks (1979) már idézett művében elutasította az ergodikus folyamatok dominanciájára vonatkozó hitet a gazdasági jelenségekben. Ő a következőket deklaráta: „... a közgazdaságtan oly módon kapcsolódik az időhöz, ahogy a természettudományok nem kapcsolódnak. Az összes gazdasági adat dátumhoz kötött úgy, hogy az induktív bizonyíték soha nem tesz többet, mint hogy relációt hoz létre, amely láthatóan azon az adott perióduson belül áll fenn, amelyre az adat vonatkozik” (i. m. 1979:38). Ehhez Davidson (1978) hozzáteszi, hogy eltérően a fizikai tudományoktól, ahol az időpont, amikor a kísérletet végzik vagy ismétlik, irreleváns annak a kísérletnek a jelentősége szempontjából, ahol a véletlen függvények nincsenek a statisztikai (vagy kísérleti) állapot kontrollja alatt.

Hicks (1979:3) véleményével egyetértve mondhatjuk, hogy időtlen, stabil relációk valójában csak a természettudományok laboratóriumi kísérleteiben elgondolhatók. Vagy azt is felvethetnénk, hogy cselekedetei révén az emberi létezés megváltoztatja azokat a kondíciókat, amelyeket a múltban létrehozott. Az ilyen argumentumok rámutatnak az ergodikus hipotézis közgazdaságtani alkalmazásának korlátjára. Amennyiben a gazdasági környezetet nemergodikusnak tételezzük, akkor figyelemre méltó Davidson (1988:85) magyarázata a gazdasági idősorok előrejelezhetőségéről:

„Az azonnali piaci árak idősorai csupán a pillanatnyi, óránkénti, naponkénti adatok összefűzése, [...] amely csak elsődlegesen tükrözi azok cselekedeteit, akik megpróbálják kideríteni az általános véleményt. Nem csoda, hogy emberi munkaórák milliárdjai ellenére, [...] amit arra fordítanak [...], hogy szisztematikusan ismétlődő lefutást találjanak, még sincs, aki sikerrel járna. Az azonnali árak eme mozgása a speciális várakozások nemergodikus apályát és folyamatát tükrözik.”

Arra a következtetésre juthatunk így, hogy a pénzügyi piacok által a részvényre átruházott likviditás miatt, a belőle származó „várható hozamok hosszú távú árama nem lehet az egyetlen megfontolás az érték meghatározásában vagy a szereplők birtoklási hajlandóságának formálásában” (Davidson, 1978:204). Ugyancsak ő (1988:84–85) az argumentumot tovább szövi, és emellett érvel, hogy a szervezett pénzügyi piacokon minimális tranzakciós költségekkel forgalmazott eszköz esetében az az ár, amelyről a szereplő úgy véli, hogy a holnapi ár az egyetlen releváns megfontolás, amely meghatározza azt az árat, amelyet érdemes ma megfizetni az eszközért. Az ár, amely a jövőhöz tartozhat, valamint az eszköz hosszú távú hozamkilátása csupán indirekt módon és függő formában kerül be a képbe, azaz abban a mértékben, amelyről úgy gondolják, hogy befolyásolja azt az árat, amelyet a szereplő holnap fizetni fog. Ennek alapján irracionális törekvés a részvénypiaci szereplő szempontjából mással foglalkozni, mint a rövid távval.

Peters (2009) a legutóbbi pénzügyi válság hatására azt emeli ki, hogy a bizonytalanságról való gondolkodásban valós törést okozott a racionális várakozás hipotézise és a térbeli átlagok szerepe.

„Befektetési kontextusban a térbeli átlagok és az időbeli átlagok közötti különbség rendszerint kicsi. Ugyanakkor fontossá válik, amikor a kockázat növekszik, amikor a korreláció akadályozza a diverzifikációt, amikor az átlag felpumpálja a fluktuációt, amikor a pénzt olcsóvá teszik, amikor a tőkekövetelményeket fellazítják. A jutalmazási struktúrák – mint például a bónuszok –, amelyek jutalmazzzák a nyereséget, de nem büntetik a veszteségeket, valamint bizonyos átruházási sémák is ösztönzőket szolgáltatnak a fölös kockázatra, amiből problémák adódhatnak. Ez különösen igaz akkor, ha a kockázatvállalásnak csak a hasznossági függvények szabnak határt, amelyek kockázati preferenciát fejeznek ki, nem pedig az idő visszafordíthatatlanságának argumentumai. Más szavakkal, térbeli átlagokat alkalmazva elégségesen korlátozó hasznossági függvények nélkül fölös kockázatvállaláshoz, s alkalmanként összeomláshoz fog vezetni” (i. m. 41. o.).

Peters diszkusziója jó példa arra, hogy a bizonytalanságról való gondolkodásnak a „racionális várakozások” és a „térbeli átlagok” értelmezésében komoly kedvezőtlen visszahatása van a pénzügyi rendszerre.

A posztkeynesiánusok, jelesül Davidson az ergodikus hipotézis bírálataival arra jut, hogy „az olyan fontos döntéseket, amelyek felölelik a termelési, beruházási és fogyasztási tevékenységeket, gyakran bizonytalan (nemergodikus) környezetben érvényesülőnek tekintik” (Davidson, 2007:87). A „bizonytalan a közgazdászok számára [...] azt jelenti, hogy nem lehetséges szolgáltatni jól definiált valószínűségi eloszlást” (Sauter, 2014:39).¹⁰

A neoklasszikus közgazdaságtani főáram teoretikusai elutasítják az ergodicitás posztkeynesiánus felfogását, s ennek részeként Davidson ergodikus-nemergodikus dichotómiáját. Érdekes felfigyelni arra, hogy a közgazdaságtan néhány kiemelkedő gondolkodója egyetértését nyilvánította ki Davidson nemergodikus bizonytalansági koncepciójával. Ami különös hangsúlyt érdemel, az az, hogy *a szimpátia kifejezetten a nemergodikus közelítési módot illeti*, s nem az ergodikus axiómának a neoklasszikus teória alapjává nyilvánítását.¹¹

A posztkeynesiánusok, kiváltképp Davidson, az ergodikus hipotézis bírálataival szembekerülnek a neoklasszikus közgazdaságtan predikciós paradigmájával és a racionális várakozások hipotézisével. Az első szerint a gazdasági rendszer mint egész olyan modellekkel magyarázandó, amelyek tesztelhető predikciókat szolgáltatnak (Friedman, 1953). A racionális várakozások szerint a piaci árak hiteles indikátorai a fundamentális értéknek, valamint a rendelkezésre álló információknak, s csupán véletlen ingadozásoknak vannak kitéve. Davidson (2010:17) úgy látja, hogy mindkét hipotézisben burkoltan benne van a feltevés, hogy a gazdasági világ „ergodikus” (véletlen eseményeket követő), a jövő csupán statisztikai árnyéka a múltnak, s végeredményben a jövőre vonatkozó várakozások rendszerint számított valószínűségek formáját ölthetik.

A neoklasszikus közgazdaságtan erősen elkötelezett a modellalapú előrejelzések iránt. Hausmann (1994:181) kiemeli, hogy a tudományág kanonikus szö-

¹⁰ A bizonytalanság alternatív definíciója a természettudományokból származóan a precíz mérés elvégzésének nehézségén alapszik. A bizonytalanság ott függ a méréshez használt eszköz pontosságától.

¹¹ DAVIDSON (2007) erről így nyilatkozott: „...Három Nobel-díjas közgazdász felismerte az én posztkeynesiánus elemzésem fontosságát, kapcsolódóan Keynesnek a nemergodikus folyamatokkal összefüggő bizonytalansági koncepciójához. Miután olvasta 1982–83-as cikkemet a racionális várakozások hamisságával kapcsolatban, a Nobel-díjas Sir John Hicks levelet írt nekem 1983. február 12-én, amelyben ez állt: »Éppen most olvastam az ön RE (racionális várakozások) cikkét, [...] és nagyon tetszett, [...] ön most racionalizálta az én gyanúmat, s megmutatta nekem, hogy nem élttem a lehetőséggel saját nemergodikus nézetem néven nevezésével. Valaki igényel egy elnevezést, amely kijelöli a honos helyet.« Robert M. Solow Nobel-díjas 1985. május 21-én hozzám írt levelében ez állt: »Először azt kell mondanom, hogy mindig csodáltam az ön nemergodikus folyamatokról írt cikkeit, s azokat igaznak gondoltam«. Továbbá a Nobel-díjas Douglas North (2005:19) expliciten idézte hangsúlyomat a nemergodikus analízisre vonatkozóan, a jövőbeli gazdasági események változásával kapcsolatban.»

vegeinek egyikében Friedman (1953) a pozitív közgazdaságtan feladatáént azt szabja meg, hogy az általánosítás rendszerét szolgáltatva, készítsen használható, korrekt előrejelzéseket, s annak tudományos státusza függ ama képességtől, hogy teszteli ezeket az előrejelzéseket pontosságuk, áttekintésük s a tapasztalattal való egyezésük alapján.

Az utóbbi időben (különösen a pénzügyi válság hatására) erősödik a kételkedés az ergodikus eszme mindent átható hitelességével kapcsolatban. Bronk (2009:27) szerint a közgazdaságtan nem hagyhatja figyelmen kívül a bizonytalanságot, hacsak nem akarja magát a szűk értelemben vett ergodikus rendszerre korlátozni, ahol a jövő a múlt árnyéka. A pénzügyi elmélet területén a válsággal összefüggő előrejelzési kudarcok megkérdőjelezték a modellek hitelességét. Amint Hodgson (2011:191) megállapítja: „Az alapvető hiba az előrejelzés fontosságának és lehetőségének túlbecsülésében van.” Ő úgy látja, hogy a közgazdaságtan képviselőinek nem kell a tudományos hitelesség vesztének tekinteniük azt, ha olyan modellekre alapoznak, amelyek inkább magyaráznak és szimulálnak, mint hogy előre jeleznének pontos kimeneteket.¹²

A kételkedés akkor ér tetőfokára, amikor felvetődik, hogy a gazdasági folyamatok végtelen és előreláthatatlan jövőbeli állapotai nem is elemezhetők az ergodicitás feltételezésével, hiszen lehetetlen a térbeli átlag kiszámítása, ha magukat a térbeli átlag elemeit nem ismerik. A térbeli és időbeli átlagok lehetséges egyezése – ebben az esetben – eldönthetetlen, összekapcsolva az ergodicitás hiányát és az eldönthetetlenséget. Kirstein (2015) *egyenesen ergodikus téveszméről beszél, amely alatt az oksági kapcsolatban való téves hitet érti, amikor a kapcsolat nem létezik, vagy folyamatosan változik*. A környezet a valós időben helyezkedik el, a folyamatok pedig a historikus időben történnek. Ezért véli úgy Kirstein, hogy ilyen környezetben az elemző egy folyamatot véges időhorizonton vizsgál. Az elemzőnek nincs ismerete vagy adata a megfigyelési időhorizontot megelőző periódusokról, vagy egyszerűen csak nem érdeklík ezek a periódusok, így a megfigyelési időhorizont előtt történteket nem vizsgálja. Az elemző áldozatul esik az ergodikus téveszmének, és azt hiszi, hogy lehetséges (hamis) oksági kapcsolatokra következtetni a megfigyelt időperiódusból a jövőre vonatkozóan.

12 HODGSON (2011:192) példaként említi a modern természettudomány kiemelkedő ágát, a biológiát, amely ritkán tesz kísérletet a jövő előrejelzésére – bármilyen pontossággal –, ehelyett elismeri a véletlen mutációk centrális fontosságát, a küszöbhatást és a növekvő hozamot. Szerinte a közgazdaságtan inspirációt meríthet a biológiai metaforákból a komplexitás megragadásában s az előrejelzés lefokozásában, elsődleges célként értelmezve a kauzális magyarázatot.

Van-e kapcsolat Keynes bizonytalansági koncepciója és az ergodikus axióma között?

A posztkeynesiánusok számára egy olyan kontextusban, amelyben az idő történeti jellegű, a gazdasági aktorok nem határozhatnak jövőbeli cselekedeteikről a statisztikai adatsorelemzés bázisán vagy a múltbeli tapasztalatok által igazolt érzületek, hitek alapján. Szerintük a döntéshozatal a valós bizonytalanság közegeiben helyezkedik el. Davidson (1991) modellje az ergodikus-sztochasztikus, nemergodikus-sztochasztikus folyamatok elhatárolásán alapul, hangsúlyozva a bizonytalanság nem kalkulálható természetét.

Megalapozottan feltételezhető, hogy Davidson motivált volt a nemergodikus argumentum megformálására, amit fel is használt a Lucas és *Sargent* racionális várakozások hipotézise elleni küzdelemben. Különös módon az utóbbiak nem törődtek azzal, hogy a racionális várakozások axiómája igaz-e, mivel az „axióma” olyan volt, amit feltételeznek, de nem lehet tesztelni. *Az évtizedek óta folyó viták középpontjában az a kérdés áll, hogy miként viszonyulhatott volna Keynes az ergodikus axiómához és a racionális várakozások hipotéziséhez. A kérdés – azon túl, hogy történelmietlen – rendkívül nehezen megválaszolható a bonyolult háttér miatt. Davidson (1972; 2007; 2009; 2011) számos visszavetítési kísérletet tett annak a hipotetikus igazolására, hogy Keynes implicit módon elutasította az ergodicitás relevanciáját. A legizgatóbb kérdés az lehet, hogy vajon Keynes tudhatott-e az ergodikus hipotézist érintő diszkuszióról az 1920-as, 1930-as években. Keynes soha egyetlen írásában sem tett említést erről, még akkor sem, amikor a valószínűség szerepe volt a vita tárgya. Keynes gondolkodása nagyon közel állt azokhoz a kérdésekhez, amelyek abban az időben felmerültek az ergodicitásról folyó vitákban. (Elegendő csak utalni Keynes [1921] valószínűségről írt művére.) Így utólag megválaszolhatatlan az a kérdés, hogy Keynes ismerte-e az ergodikus elvet, s nem kívánt arra reagálni, vagy egyáltalán nem találkozott a dinamikus rendszerek eme szabályossági attribútumával. Keynes az ergodicitás részkérdéseiben minden irányban vitában állt kortársaival. A Tinbergennel folytatott diskurzus fókuszában a gazdasági adatsorok homogenitásának kérdése volt, valamint az, hogy a fizikában alkalmazott fogalmak miként vihetők át a közgazdaságtanba. Keynes kételkedett abban, hogy a nem homogén adatsorok bármilyen valószínűségi eloszlást reprezentálnának. Azzal kapcsolatban is kétségei voltak, hogy volna-e relevanciája a fizikából közvetlenül átvenni a fogalmakat. Másik oldalról befolyásolhatta őt Ehrenfest, aki először vetette fel fizikai doktori értekezésében, hogy gondolatai alkalmazhatók lennének a közgazdaságtanban is.*

Ez a szembenállás a „tökéletes tudás” klasszikus axiómájával kapcsolatban is felismerhető. Davidson (2011:35) azt írta, hogy a 19. század elejének közgazdász-

sza (például *Ricardo*) azt feltételezték, hogy minden döntéshozónak tökéletes tudása van a jövőről. Ilyen esetben nem szükséges valószínűségeket használni az aktuárius tudás kifejlesztéséhez. A 20. század elejére a klasszikus főáramú elmélet képviselői elvetették a tökéletes tudás axiómáját. Ehelyett ezek a gondolkodók a jövőre vonatkozó tudást valószínűségi kockázattal azonosították, ahol az utóbbi a létező adatokból kalkulálható. Más szavakkal, a kockázati kalkuláció konvertálása a jövőre vonatkozó, „aktuáriusan” bizonyos tudássá Keynes korának klasszikus közgazdasági teóriájától megkövetelte – Davidson szerint hangsúlyosan – annak implicit feltételezését, hogy a gazdaság folyamatait olyasmi generálja, amit a modern valószínűségi elméletben ergodikus sztochasztikus folyamatnak neveznek.

Keynes (1921) műve mutatja be a legteljesebben nézeteit a várakozásokról és a tudásról. A legfontosabb itt az, hogy ő új bizonyítási pozíciót foglal el, ami világosan kitűnik a következő megállapításából: „...a bizonyos és valószínű az állításra vonatkozó racionális hit különböző fokait írja le, ami a tudás különböző mennyiségeként felhatalmaz bennünket az elfogadásra” (i. m. 3. o.). Ugyanakkor Keynes óvatos is volt, s kevés kétséget hagyott afelől, hogy bár elutasította a teljes szkepszist (amit túlzottan pesszimiztikusnak érzett), ugyanakkor a valószínűség hívek követeléseit sem osztotta maradéktalanul. A leginkább releváns argumentumok a jelen kontextusban magukban foglalják Keynes kétségeit afelől, hogy lehet-e számszerű valószínűségeket illeszteni vagy nagyságrendi sorrendet adni a valószínűségekre. A számszerű valószínűségeket esetében a legtöbb kísérlet egyszerű formula alkalmazását jelenti, amely esetek nagy számát foglalja magában, ami megerősíti az általánosítást; Keynes azonban elutasította ezeket a formulákat.

Keynes expliciten soha nem jelentette ki, hogy az ő általános elmélete megkövetelte volna az ergodikus axióma elutasítását. Ehelyett ő csupán ellene volt a valószínűségi analízis alkalmazásának a jövő előrejelzésében, s azt is kijelentette, hogy nincs alapja a jövőbeli kimenetek aktuáriusan bizonyos tudására vonatkozó tudományos kalkuláció kifejlesztésének. Az általános elméletet magyarázva Keynes arra jutott, hogy hite szerint a klasszikus axiómát el kell vetni, megengedve a bizonytalanságnak a vállalkozói döntéshozatal befolyásoló hatását. Keynes (1937) expliciten fogalmazott a klasszikus teória mondanivalója kapcsán:

„Feltevés szerint a tények és a várakozások definitív formában adottak; a kockázatról [...] azt feltételezték, hogy egzakt aktuárius számítással meghatározható. A valószínűség kalkulálásáról azt tételezték, hogy képes a bizonytalanság mérséklésére magának a bizonyosságnak megfelelő, számítható állapot elérésével. Vádolom a klasszikus közgazdasági teóriát, mint ama elragadó és kifinomult technikák egyikét, amelyek ama tény-

től elvonatkoztatva próbálnak foglalkozni a jelennel, hogy milyen keveset tudunk a jövőről. [...] (A klasszikus közgazdász) átsiklik annak a különbségnek a precíz természete felett, amit az ő absztrakciója hoz létre a teória és a praxis között, valamint a hamisságok karaktere felett is, amibe a valószínűség torkollik” (Keynes, 1937:112–115).

Ebben az állításban Keynes expliciten jelezte, hogy „Általános elméletében” kénytelen volt elutasítani a 20. századi klasszikus elmélet ama feltevését, hogy a döntéshozók valószínűségeket használnak a jövőbeli események aktuáriusan bizonyos tudásának kalkulálásához. Keynes (1936) általános elméletének (1937-es) magyarázatában specifikusan támadja azt a 20. századi klasszikus elméletet, hogy a döntéshozó képes volna „egzakt aktuárius számítást” készíteni a jövőbeli eseményekről, amely a bizonytalanságot „bizonyossági állapotra” redukálja. Keynes (1937) magyarázatából világos: elutasítja a klasszikus teoretikusok ama feltevését, hogy a jövő aktuáriusan kalkulálható (ismert) valószínűségelméleti analízissel.

Davidson és a posztkeynesiánusok elismerik, hogy Keynes nem ismerhette az ergodikus-nemergodikus megkülönböztetést, mindazonáltal azt állították, hogy Keynes implicit módon használta ezt az elhatárolást a bizonytalanságra vonatkozó ideáinak megfogalmazásakor, és hogy „retrospektíve [...] csupán újra interpretálására törekedhettünk Keynes gondolatainak fényében” (Davidson, 1982–83:188; 1995:19; 2006:190). Mivel Keynes idejében a klasszikus közgazdászok használták a valószínűségi analízist az aktuáriusan bizonyos jövő kalkulálásához, ezért – Davidson szerint – azt kellett feltételezniük, hogy a gazdaságot ergodikus sztochasztikus folyamat generálja még akkor is, ha ők nem használták a sztochasztikus (valószínűségi) elmélet terminológiáját. Ebben az analízisben nincs tudományos alap kalkulálni az aktuárius tudást a jövőbeli gazdasági eseményekre vonatkozóan, a meglevő tényekből és adatokból, ha a sztochasztikus folyamat által generált tények és adatok nem ergodikusak. Következésképpen *Keynes bizonytalansági koncepciója olyan rendszert tételez fel, ahol ő specifikusan állítja, hogy nincs tudományos alapja aktuáriusan bizonyos számítást végezni jövőbeli gazdasági eseményekre vonatkozóan*, amely logikailag konzisztens lenne azzal a sztochasztikus elméleti klasszifikáció-implikációval, hogy a gazdasági tényeket nem ergodikus sztochasztikus folyamat generálja.

A keynesi gondolatmenetben a bizonytalanság nem kapcsolódik a valószínű tudáshoz, hanem éppen annak hiányához kötődik. A bizonytalanság olyan szituációnak felel meg, ahol a valószínűségek nem határozhatók meg számszerűen, vagy nem lehetséges azokat többé-kevésbé összehasonlítani más valószínűségi relációkkal. Így Keynes jelzi, hogy a „bizonytalan tudással”

„...nem csupán aközött teszünk különbséget, ami bizonyossággal ismert, illetve ami csupán valószínű. A rulettjáték ebben az értelemben nincs kitéve bizonytalanságnak, sem a lehívott Victory-kötvény kilátása. Vagy az étellel kapcsolatos várakozások csupán enyhén bizonytalanok. Az időjárás is csupán mérsékelt bizonytalan. Amilyen értelemben én használom a kifejezést, az arra vonatkozik, hogy bizonytalan az európai háború, a réz ára, a húsz év múlva esedékes kamatrátá, az új ötletek elavulása vagy a privátvagyon-tulajdonosok pozíciója a társadalomban 1970-ben. E dolgokkal kapcsolatban nincs tudományos alap, amelyre támaszkodva számítható valószínűségek lennének formálhatók valaha is. Mi egyszerűen nem tudjuk.” (Keynes, 1936:113)

Majd egy másik fejezetben így fogalmaz:

„Szembe kell néznünk azzal a ténnyel, hogy az a tudás, amelyre alapozva becslést kell adnunk a jövőbeni hozamokra, rendkívüli mértékben bizonytalan. Nagyon csekély és sokszor elhanyagolható mértékű a tudásunk azokról a tényezőkről, amelyek a mostantól számított néhány évvel később a beruházások hozamát meghatározzák. Valljuk be őszintén: nagyon kevés vagy szinte semmi a tudásunk arról, hogy mekkora hozama lesz tíz (vagy akár öt) év múlva is egy vasúthálózatba, rézbányába, textilgyárba, szabadalmi védettséget élvező gyógyszerbe vagy egy londoni belvárosi ingatlanba fektetett beruházásnak.” (Keynes, 1936:149–150)

Keynes (1937) magyarázó műve mellett érvelt, hogy a beruházások hozamára vonatkozó tudásunk „bizonytalan”, s a bizonytalanságot meg kell különböztetni a valószínűtől. A bizonytalansági helyzeteket a fentiek szerint értelmezve, Keynes következő kérdése az, hogy miként kell viselkednünk ilyen körülmények között ahhoz, hogy megmaradjunk racionális homo oeconomicusnak. Keynes erre így felel:

„Miután tisztában vagyunk azzal, hogy a saját individuális helyzetértékelésünk nem sokat ér, ezért véleményformálásért a világ többi részéhez fordulunk, amelyről feltételezzük, hogy jobb és megbízhatóbb információkkal rendelkezik. Más szóval igyekszünk alkalmazkodni a többség vagy az átlag véleményéhez, magatartásához. Az egymás véleményét figyelő és másoló véleményekből összeálló társadalom pszichológiáján alapuló helyzetértékelést konvencionálisnak nevezzük.” (Keynes, 1937:114).

Keynes legfontosabb üzenete az utóbbi idézettel az, hogy az információ hiányos, és a jövőre vonatkozó bizonytalanság általában lehetetlenné teszi azt, hogy a vállalkozók kialakítsák racionális várakozásaikat, s ez a tény meghatározó jelentőséggel bír beruházási döntéseikre. Mindezek következtében a vállalkozók

várakozásai jórészt konvencionálisak, és mint ilyenek, ki vannak téve az optimizmus és pesszimizmus váltakozó hullámainak. Ez Keynes híres „animal spirits”-je, ami az ő szavaival a következőképpen hangzik:

„A spekuláció okozta instabilitáson kívül az emberi természet jellegzetességeiből fakadó ingatagság okozza, hogy pozitív tevékenységeink nagy hányada inkább függ a spontán optimizmustól, mint erkölcsi, hedonista vagy gazdasági matematikai várakozásoktól. Valószínű, hogy amikor olyan pozitív tette határozzuk el magunkat, aminek hosszabb időn keresztül ható következményei lehetnek, akkor inkább (a cselekvést a tétlenségnél jobban ösztönző) »animal spirits« alapján döntünk, mintsem a kvantitatív valószínűségekkel megszorított kvantitatív előnyök súlyozott átlagát elemezve szánjuk rá magunkat bármire is. [...] Így tehát, ha az »animal spirits« gyengül, a spontán optimizmus ellankad, és nem támaszkodhatunk másra, mint a matematikai várakozásokra – olyankor az aktív vállalkozás megfakul és kimúlik még akkor is, ha a veszteségtől való félelem indoka sem több, sem kevesebb, mint a profitban való reménykedés az optimista időszakban.” (Keynes, 1936: 161–162)

Ugyanez a gondolat jelenik meg abban is, ahogy Keynes a részvénytőke befektetésekkel foglalkozó professzionális elemzők szerepét látja:

„...a legtöbb ilyen szakértő nem azt tekinti feladatának, hogy kiváló minőségű, hosszú távú előrejelzést készítsen a befektetés egész élettartamára vonatkozó valószínű hozamról, hanem arra fókuszál, hogy a többséghez képest valamivel előbb lássa meg az értékelés hagyományos alapjaiban bekövetkezett változásokat. A tőzsdei szakértőknek nem az számít, hogy a vásárlónak valójában mennyit is ér a »tartásra« vett részvénybefektetés, hanem az, hogy ezt a beruházást a tömegpszichológia hatása alatt álló piac hogyan értékeli három vagy tizenkét hónap múlva.” (Keynes, 1936:154).

Keynes valószínűségértelmezésének alapját a logika szempontjából nézve, a valószínűség nem szubjektív. Más szavakkal, a valószínűség nem függ az emberi szeszélytől. Egy feltevés nem attól lesz valószínű, hogy mi annak gondoljuk. Ha a tudásunkat meghatározó tények adottak, akkor az, hogy mi valószínű és mi nem, objektíve már rögzített, és független a mi véleményünktől. Keynes (1921:4) szerint *„a valószínűség elmélete tehát logikai jellegű, mégpedig azért, mert a hit ama fokával foglalkozik, amely az adott feltételek mellett racionálisnak tekinthető, szemben az egyes individuumok aktuális hitével, ami vagy racionális, vagy sem”.*

Ahogy Gillies (2003) megjegyzi, a fenti idézetben Keynes a valószínűségeket objektíve rögzítettnek tekinti, de az objektív jelzöt nem az anyagi világ dolgaira vonatkoztatja. Amikor Keynes a fogalmat használja, akkor az elvont fogalmak

világának objektív elnevezésére gondol. A következő kérdés, amit e keynesi megközelítéssel kapcsolatban feltehetünk: hogyan szerezhethünk tudomást a valószínűség eme logikai kapcsolatáról? Keynes válasza az, hogy a valószínűségi viszonyoknak legalább egy részét megismerhetjük közvetlen észleléssel vagy azonnali logikai intuícióval. Az ezzel kapcsolatban felmerülő probléma pedig az, hogy miképpen tudunk e valószínűségek mellé számszerű értékeket rendelni. Keynes úgy gondolja, hogy ez csak néhány esetben lehetséges, és erről így ír: „... ahhoz, hogy a számszerűsítés megvalósítható legyen, szükségünk van néhány egyformán valószínű alternatívára...” (Keynes, 1921:44). Ezt az a priori princípiumot Keynes „közömbösségi elvnek” nevezi.

A valószínűségi kalkulus, valamint az a priori konvenciók alkalmazásakor a probléma az, hogy a konvenció ki van téve „optimista és pesszimista érzelmek hullámainak” (Keynes, 1921:154); amint „a tudatlan egyének nagy tömegének lélektani hatása felelős az erőszakos változásért, a vélekedések hirtelen fluktuációjának eredményeként, olyan tényezőknek tulajdoníthatóan, amelyek valójában nem okoznak nagy eltérést [...], mivel a meggyőződésnek nincsenek mély gyökerei, hogy az állandóságot fenntartsák” (i. m. 154. o.). A mind ez ideig figyelmen kívül hagyott tényezők a konvencióban – drámai hatást gyakorolva – újra megjelenhetnek.

Keynes elmélete nem követeli meg olyan egyének feltételezését, akiknek nincs tudása arról, hogy miként történhet tudományos számítás és statisztikailag jelentős kalkuláció olyan jövőbeli események előrejelzésére vonatkozóan, s olyan területen, ahol a tényeket ergodikus sztochasztikus rendszerek generálják, mint például a biztosítási ágazatban és sok komoly tudományban. Éppen Keynes (1921) hozta fel valószínűségi művében a biztosíthatóság ügyét, és elismerte, hogy vannak esetek, ahol az ilyen valószínűségek ismertek. Ennek megfelelően *Keynes felismerte, hogy itt nem ismeretelméleti bizonytalanság jelentkezik, hanem lételméleti bizonytalanság, ami elválasztja a biztosítható (előrejelezhető) jövőbeli eseményeket a bizonytalan jövőbeli gazdasági eseményektől.*

A valószínűségi elmélet nyelvén Keynes azt állítja, hogy a létező gazdasági adatok nem alkalmazhatók a réz húsz év múlva esedékes aktuárius árának kalkulálására, ami azt jelenti, hogy ha a gazdasági elmélet megfelelően illeszkedik a reális tapasztalati világhoz, akkor Davidson (1982–83) szerint Keynesnek el kell vetnie az ergodikus axiómát. *Davidson saját ergodikus-nemergodikus el-lentéppárját visszavetíti Keynes álláspontjának értelmezésére, noha tudja, hogy Keynes soha nem gondolkodott ebben a felosztásban.* Az ergodikus axióma alkalmazása annak a feltételezéséhez vezet, hogy az emberek aktuáriusan ismerhetik a jövőt; amikor Keynes azt állítja, hogy mi nem ismerhetjük a jövőt, s a klasszikus elmélet sokféle „hamissághoz” vezet, akkor csupán logikai alternatíva az, hogy Keynes gazdasági teóriájának meg kell engednie, hogy a létező

gazdasági adatok (tények) nemergodikus sztochasztikus folyamat által generáltak. Amennyiben az adatokat nemergodikus rendszer generálja, akkor nincs tudományos módszer, amely megengedné, hogy a jövő aktuáriusan számítható legyen a létező adatbázisból. A jövőnek bizonytalanul kell lennie, függetlenül attól, hogy milyen sok historikus adatot gyűjtöttek össze és analizáltak.

Keynes vitatta mindazok nézeteit, akik hittek az általános gazdasági szabályosság létezésében. Filozófiájának van negatív üzenete a gazdasági univerzum „ergodikus jellegű” felfogásának elfogadásával szemben. Számára a fókusz az adatsorok homogenitásának kérdése volt.¹³ Keynes (1939) a Tinbergennel folytatott vitában megkérdőjelezte a becslült koefficiensek konstans természetét. Azt állítja, hogy a regressziós analízis alkalmazása paraméterek előállítására, majd azok konstansként való kezelése alapvetően hibás: „... egyáltalán nincs ok arra, hogy azok miért ne lehetnének különbözők minden évben, mivel tudjuk, hogy sok gazdasági reláció időben nem homogén...” (i. m. 560. o.). Továbbá bírálja a kvantitatív modellezés némely változatának ad hoc karakterét. Ha szabadon választhatók koefficiensek és időbeli késleltetések, akkor valaki létrehozhat egy olyan formulát, amely mérsékelten illeszkedik a múltbeli tények sorozatához, ám mit fog ez bizonyítani? – teszi fel a kérdést Keynes. Ehhez hozzáteszi harmadik megfontolásként, hogy „vannak fontos befolyások, amelyek nem redukálhatók statisztikai formára, mert ha ezt megkíséreljük, akkor eredményül hibás precizitást kapunk” (i. m. 561).

A posztkeynesiánusok azon az állásponton vannak, hogy a gazdasági folyamatok nem stacionáriusak, azok a historikus időben mozognak, mivel a társadalmi cselekedeteknek közvetlen befolyásuk van e folyamatokra. Ebben követik Keynes véleményét, aki szerint a gazdasági idősorok nem stacionáriusak, mivel a gazdasági környezet nem homogén adott időperiódusban. Solow (1985:328) hasonlóan állított, amikor a következőket írta: „...sok abból, amit megfigyelünk, nem kezelhető úgy, mint egy stacionárius sztochasztikus folyamat realizációja anélkül, hogy próbára tennénk hiszékenységünket.”

Keynes nem gondolta azt, hogy egy központi agy képes lenne teljességgel megbirkózni bizonytalan szituációkkal. Ő úgy vélte, a gazdaság túl bonyolult ahhoz, hogy teljességgel modellezhető lenne, amiből arra a következtetésre jutott, hogy a közgazdasági elmélet szoros relációk egyszerűsített bemutatása, s nem a teljesség prezentálása. Keynes – formalizált valószínűségi filozófiájában – teljes bizonytalanságot prezentált, ami valójában a tudás lehetséges állapotainak

13 KEYNES favorizált módszere a homogenitás tesztelésére – átvéve LEXIS (1879) módszerét –, az idősorok felbontása volt alcsoportokra; mindegyikre koefficienseket becsülve megnézte, hogy mutatnak-e időbeli stabilitást. Az ilyen stabilitás nem egészen ugyanaz a dolog, mint a stacionaritás, ám Keynes pozitív kapcsolatot látott közöttük, s azt állította, hogy minél nagyobb fókú a homogenitás – ami az idősorhoz kapcsolódik –, annál nagyobb a stabilitás és erősebb a stacionaritás.

egyik szélső változata. Keynes szerint a teljes bizonytalanság feltételei mellett a döntéshozatal a szeszélynek vagy esélynek megfelelően történik, ám a valószínűségről értekező alapművének fő témája a racionális döntéshozatal lehetőségének vizsgálata volt nem kvantitatív információk birtokában. Keynes kiindulópontja az, hogy szélsőségesen ingatag annak a tudásnak az alapja, amelyen a jövőbeli hozam becslésének nyugodnia kell. Ezt ő a klasszikus elméletnek az önszabályozó gazdaságra vonatkozó, hallgatólagos axiómájának tartotta, ahol is a gazdasági szereplők statisztikai valószínűséggel rendelkeznek, amely befektetésük kimeneteire vonatkozik. A kockázatról azt tartotta, hogy – feltevése szerint – alapja lehet pontos, aktuárius számításnak. Ugyanakkor állította, hogy „egyszerűen nem tudjuk”, milyen lesz befektetésünk megtérülése öt-tíz év múlva vagy még később. Azok a befektetések, amelyek megtérülést ígérnek egy összehasonlíthatóan távoli vagy meghatározatlanul távoli időpontra – azok a sors műveként voltak felfoghatók.

Davidson (2006:150) saját nemergodikus koncepcióját *visszavetítve* a keynesi bizonytalanságfelfogásra, Keynes a nemergodikus fogalom *előképeként* tűnik elő:

„Keynes [...] elutasította azt a nézetet, hogy a gazdasági idősor-realizációkból származó múltbeli információk megbízható és hasznos adatokat szolgáltatnak, amelyek megengedik a gazdasági jövő sztochasztikus előrejelzését. Olyan világban, ahol a megfigyelések nemergodikus sztochasztikus környezetből származnak, ahol a múltbeli adatok nem szolgáltathatnak megbízható információt a jövőbeli valószínűségi eloszlásokról. A szereplők egy nemergodikus környezetben »tudják«, hogy nem ismerhetik megbízhatóan a jövőbeli kimeneteket”.

A leírtak meggyőzhetnek arról, hogy Keynes – *expressis verbis* – nem utasította el az ergodikus hipotézist, s bizonytalansági koncepcióját nem alapozta a nemergodikus gondolatra – ez akkor is igaz, ha a keynesi gondolatvilág ehhez nagyon hasonlított.

Egy méltatlanul elfeledett gondolkodó:

Shackle, a keynesi bizonytalansági koncepció első követője

Követve Keynes bizonytalansági megközelítését, Shackle (1949; 1955) kifejlesztette a krucialitás princípiumát, hogy megkülönböztesse a historikus időt magában foglaló bizonytalan világot az ergodikus folyamatoktól. Amikor a szereplők krucialis döntést hoznak, akkor szükségképpen lerombolnak bármilyen ergodikus sztochasztikus folyamatot, amely létezhetett a döntés időpontjában. Shackle (1955:6) szerint „a szereplő elköteleződik a krucialis döntéshozatal iránt, amikor az illető egyén nem tudja kitörölni tudatából annak a lehetőségét, hogy a kísérlet teljesítése örökre lerombolhatja azokat a körülményeket, ame-

lyekben a döntés születik”. Shackle (1949:6) egy korábbi megállapítása szerint a nem rutin jellegű gazdasági döntések kruciális jelentőségűek, unikális „kísérletek”, nevezetesen olyan szituációk, amelyekben „a vonatkozó személy nem tudja kizárni annak lehetőségét, hogy a kísérlet végrehajtásának aktusa ne semmisíthetné meg örökre azokat a körülményeket, amelyek között megtörténtek”.

Shackle megállapítja, hogy az egyének nem képesek az összes lehetséges eshetőség vagy a világallopotok számszerűsítésére. Ebben az értelemben az egyéni szereplő csak úgy képes döntéseket hozni, ha létrehozza saját választási halmazát, ám az szükségképpen azt foglalja magában, hogy az így létrehozott választási halmaz nem zárt. Ez a fő analitikai pont Shackle elméletében. Ezen a bázison Shackle formalizált modellt épített fel, aminek az volt a célja, hogy egyaránt megragadja a mentális folyamatokat, valamint az aktuális gazdasági döntések nem ismétlődő és visszafordíthatatlan természetét.

Shackle elemezte a döntéshozót, tipikusan a vállalkozót, akinek alternatív „következmények” közül kell választania a cselekvés során, két elem bázisára alapozva: a következményben megtestesülő, lehetséges nyereségekre és veszteségekre, amelyeket névleges értékeknek neveznek, valamint a nyereségek és veszteségek „lehetőségének” értékelésére, amelyet *potenciális meglepetésnek* neveznek. Az utóbbi tekinthető a hitetlenség fokának, vagy a következményt támogató hipotézis valószínűtlenségének; ez ingadozhat a 0 (a hitetlenség hiánya vagy zérus potenciális meglepetés) és a maximális érték között, a lehetetlenség kifejezőjeként (abszolút hitetlenség vagy maximális potenciális meglepetés).

Shackle (1955) alapvetését magyarázva Davidson és Davidson (1984:329–330) utal arra, hogy „a cselekvőknek maguknak kell felfedezniük vagy kialakítaniuk a jövőt a létező és fejlődő szervezetek keretei között foganatosított cselekedeteiken keresztül”. Egy másik helyen Davidson (1996:482) azt emeli ki az egyének felismeréséből, hogy „a környezet, amelyben döntéseiket hozzák, bizonyos dimenziókban nem rendelkezik irányító ergodikus folyamatokkal, vagyis bizonytalan, így alakítható vagy kreatív jellegű.” E kreatív gazdasági valóság olyan bizonytalan jövőt hoz magával, amely tartósan alakítható egyének és csoportok által, gyakran a változás kiváltói által sem teljesen előre látható módon. Shackle (1955) szerint az olyan szituációkban történő döntéshozatal, amelyekben a múltból gyűjtött információk elégtelen alapot jelentenek a jövőbeli kimenetek értékeléséhez, szükségszerűen kreatív jellegű. *Valamennyi olyan helyzetben, amelyben a döntés nem vonható vissza, a gazdasági kilátások örökre megváltoznak, és a döntés körülményei meg nem ismételték, a választás kruciális lesz.*

Shackle (1980:102) magyarázata alapján „a kruciális választás – definíció szerint – magában foglalja azokat a szituációkat, amelyekben a választás valós teljesítése lerombolja a létező valószínűségi eloszlásokat. Mivel a választás eredményül kapott kimenetének, a teljesítménynek a következő időpontban kell

megvalósulnia, ezért a jövő kruciális döntéshozatal által teremtdődik: „...ha a fontos döntések, például a gazdaság akkumulációja, a likviditás birtoklása, az elköteleződés egy olyan termelési folyamat mellett, amelynek jelentősek a felállítási költségei és a műveleti periódusai, kruciálisak, akkor a jövő nem arra vár, hogy tartalmát felfedezzék, hanem arra, hogy a tartalom létrejöjjön.”

Shackle (1955) hangsúlyozza, hogy a döntéshozatal olyan helyzetekben, ahol az információt a múltból gyűjtik, elégtelen bázist szolgáltat a jövőbeli kimenetek értékeléséhez, mivel a bázis szükségképpen kreatív jellegű lesz.¹⁴

Amikor a döntés nem vonható vissza, ha a gazdasági környezet örökös változásban van, amikor a döntés körülményei nem ismételtelhetők, akkor a döntés kruciális. Az ilyen döntéshozatalhoz kapcsolódó, kialakuló újdonság és kreativitás bonyolult módon kötődik a bizonytalansághoz. A gazdasági szereplőknek döntéseket kell hozniuk, mivel gyakran nincs precedens. Ez az az alapelv Shackle teóriájában, amely megalapozza és összeköti a krucialitás és a bizonytalanság koncepcióját. Shackle argumentumai egyértelműen követik Knight (1921) eszmei vonalát. A valószínűségi kalkulus alkalmazása a bizonytalanság melletti döntések analizálásához Shackle nézete szerint egyszerűen azért volt alkalmatlan, mivel az alkalmazáshoz megkövetelt kondíciók sok releváns gazdasági kontextusban nem léteznek. Állítása szerint *az egyének a valóságban nem rendelkeznek teljes tudással a világ struktúrájáról – olyan tudással, amelyet a valószínűségi kalkulus feltételez. Az egyéni döntéseket olyan alternatívák közül hozzák meg, amelyek a jövőbeli cselekvések sorozatának szubjektív megjelenítői, s nem a jövőbeli valós sorozatok közül történik választás.* Shackle szavaival: „választás az elképzelt tapasztalatok közül történik”, amely nézet azt foglalja magában, hogy az egyénnek nincs az alternatívákról hosszas listája, amelyről elvégezhető lenne a választás.

Nélkülözve a valószínűséget, Shackle a *potenciális meglepetés* felé fordult. Ő amellettt érvelt, hogy sok fontos döntés potenciálisan egységes befolyásának tisztázása végett szükség van az egyén megismerési státuszának jobb méltánylására. Shackle számára a döntés releváns teóriája megkövetelte az egyén olyan mentális cselekvéseinek explicit felismerését, mint a *képzelet* és a potenciálisan ismeretlen események elrendezése. Ennek érdekében ő elválasztja saját elméletét a valószínűség alkalmazásától. Így lett Shackle (1955; 1972) a nem kvantifikálható bizonytalanság implikációinak fő megalapozója. Rendíthetetlen álláspontot foglalt el a keynesi bizonytalanság ontológiai természetének elfogadásával, s erősen hangsúlyozta annak szerepét a beruházási döntésben,

14 SHACKLE (1974) a következő megjegyzést teszi a múltbeli történések csekély relevanciájáról: „A kaleidoszkopikus elméleten azt a nézetet értem, hogy a várakozások minden időben annyira lényegtelenül alapozódnak adatokra, s oly változókonyan a »hírek« folyamára, hogy azoknak teljes transzformáción kell keresztülmenniük akár egy óra, akár egy pillanat alatt...” (i. m. 42. o.).

továbbá a beruházás kimenetének előrejelezhetetlenségét és különös változékonyságát. Úgy tűnt, hogy ez a bizonytalanság kapcsolódik a befektető kreativitásához és szabad akaratához, ama képességéhez, hogy a semmiből új realitást teremtsen, ami miatt állandóan kialakul az új és összezavarodik az előző realitás, amint megjelenik a „potenciális meglepetés”. Ez őt a megismerési egyensúly koncepciójának elutasítására indította, s a kaleidoszkopikus realitás deklarálására sarkallta (Shackle, 1974) – állandóan változóan és örvénylően, mint a kaleidoszkóp színei.

Sajátos körülmény, hogy *Fitzgibbons* (1996) szerint Shackle *nihilizmust* lát Keynes megközelítésében, pedig – szerinte – Keynes valószínűségi értekezésének nem az volt a célja, hogy bizonyítsa: „mi mindannyian a tudatlanság tengerén lebegünk” (Fitzgibbons, i. m. 75. o.). Keynes elutasította a teljes bizonytalanság doktrínáját, és kigondolta a logika új változatát, amely eltért a formális logikától, s amelyet akkor alkalmaznak, amikor a tudás részleges és nem kvantitatív jellegű. Keynes úgy definiálta a valószínűséget, hogy az az információk széles körét foglalja magába, ami kiterjed a ragyogó bizonyosságtól a teljes bizonytalansáig, s azt állította, hogy mindenki mindenkor valószínűségi logikát alkalmaz. A helyzet sajátossága és különössége abban áll, hogy *Coddington* (1982) *Shackle rendszerében a keynesi bizonytalanság logikai implikációinak bizonyított exponensét tiszteli, ugyanakkor elutasítja Shackle nihilizmusát*. A Coddington által megfogalmazott nihilizmus-argumentum fő problémája abban áll, hogy lehet-e szó előrejelezhetőségről, ha lehetséges ilyen mély bizonytalanság. Erre Shackle (1955) krucialitási argumentumával adható válasz, mivel szerinte potenciális meglepetés és bizonytalanság csak az olyan krucialis döntésekkel kapcsolatban merülhet fel, mint amilyenek a főbb tőkeberuházások vagy az egyén számára a karrier választása. A rutindöntések jól irányíthatók az ergodicitás által, s valamennyire előre jelezhetők, beleértve a fogyasztói viselkedés javát. *Mivel a „nyers őserő” által mozgatott tőkeberuházási folyamat lényegi kreativitása jellegénél fogva meglepetést okozó és bizonytalan, ezért lételméleti megalapozást szolgáltat a bizonytalansághoz.*

Keynes interpretálói közül Shackle úgy ismert, mint aki a legnagyobb hangsúlyt helyezte a jövő előrejelezhetetlenségére mint az egyéni döntéshozatal alapjára. Coddington (1982:480) nagyon szigorú véleményt fogalmaz meg a posztkeynesiánusok bizonytalansági álláspontjával kapcsolatban általában, és Shackle véleményéről különösen: „Azok, akik nagy jelentőséget tulajdonítanak a keynesi valószínűségi elméletnek és a bizonytalanságnak a döntéshozatalban, nemcsak azért választották ki a bizonytalanságot, mert speciális jelentősége van, hanem amiatt is, mert van potenciális analitikai felfordulás karaktere”. Coddington Shackle mindent átfogó szubjektivizmusáról azt állította, hogy „konzisztens, ám analitikusan nihilisztikus” (uo.).

Shackle volt az első, aki először mutatott rá a *képzelet vitális szerepére* a gazdasági bizonytalanság kondíciói mellett, olyan szerepre, amelyet tömören fejez ki a következő aforizma: „Az értékelés várakozás, a várakozás képzelet” (Shackle, 1992:8). Shackle szerint, mivel nekünk csak „töredezett és zavaros bizonyítékunk van arról, hogy mit hoz a holnap, ezért fel kell építenünk egy képet – a képzelet segítségével – arról, ami jöhet. A gazdasági kontextusban a választás ritkán jelent válogatást a jól definiált opciók között, ehelyett teremtést foglal magában „sejtéssel és megokolt képzelettel, a látható vagy rögzített körülmények által kínált javaslatok bázisán, az opciók képét, amelyekkel szembesülünk, s a célokat, amelyekre aspirálunk” (i. m. 96. o.).

A bizonytalanság melletti választás teóriájának túlnyomó részét az a szükséglet motiválta, hogy a bizonytalanságot bizonytalanságnak tekintsék és ne kockázatnak; ez ahhoz a következményhez vezetett, hogy szükségessé vált bevezetni a választások versengő, alternatív stratégiáiból származó valószínű, bizonytalan kimenetek valószínűségi leírása helyére valamilyen pótlást. Shackle több indítékot is megelőlegezett annak igazolására, hogy a valószínűségi kalkulus miért nem alkalmas indikátora a bizonytalanságnak. A legfontosabb lökést az ő ellenvetéséhez az adta, hogy *a gazdasági választások rendszerint egyedi, elszigetelt döntések-választások; nem tagjai hasonló „kísérletek” hosszú sorozatának, így a gyakorisági rátán alapuló valószínűségeek alkalmazása problematikus. A döntések rendszerint egyedi események, mivel azok esetről esetre különböznek egymástól.*

Shackle (1958) az *idő közgazdaságtani szerepéről* írt munkájában nem csak kétségét fejezte ki a formalizált, mechanikus, idődinamikai modellek validitásával kapcsolatban, s amennyiben megfigyelései pontosak, akkor kizárta az előre tekintő gazdasági modellek bármely változatát, kivéve a következő periódusra irányulót. Előrejelzések előre egy periódusra végezhetők, ha adott a folyó várakozások és célok állapota. A következő periódus kifutásakor a piaci résztvevők *új várakozásokat formálnak*, nem szükségszerűen kapcsolódva olyasvalamihoz, amely már korábban megtörtént, s lehet, hogy cselekedeteik a piacon újdonságra alapozódnak (például azok maguk után vonhatnak innovációs reálberuházást). Shackle véleményét tömören kifejezi az alábbi idézet:

„A fizika klasszikus dinamikájában az idő csupán és tisztán matematikai változó. E gondolati séma lényege a függvény teljességgel absztrakt ideája, alapgondolata néhány működő modellnek vagy kódolt eljárásnak, amely – alkalmazva egy vagy több független változó adott specifikus értékére vagy értéksorozatára, függő változó értékét generálja. Egy ilyen típusú mentális konstrukcióban a független változó az idő téves elnevezése. [...] Ha a differenciálegyenlet megoldása megtalálható, akkor teljes pillanatnyi és időtlen értelemben” (Time in Economics, 23–24. o.).

Shackle munkásságának az az implikációja, hogy a közgazdaságtan nem lehet előrejelző tudomány, nem váltott ki osztatlan egyetértést. Az 1960-as évek elejétől *Shackle eszmei befolyása csökkent*, nem kis mértékben a racionális várakozások hipotézisének megjelenésével, majd később elméleti uralmi pozícióba kerülésével. Ennek ellenére – főként a posztkeynesiánusok és a heterodox tradíció alapján állók – a döntési elmélet olyan képviselőjének tartották, aki képes volt a bizonytalanság igaz és hiteles megragadására.

A bizonytalanság lételméleti alapjainak feltárása

O'Donnell (2013) utal arra, hogy vizsgálatunk tárgyával kapcsolatban három alapvető megkülönböztetés tehető: ergodikus-nemergodikus, kockázat-bizonytalanság, változtathatatlanság-változtathatóság. Az ergodikus realitások a kockázat és a változtathatatlanság terepéhez tartoznak, míg a nemergodikus realitások a redukálhatatlan bizonytalanság és a változtathatóság területére sorolhatók. Ebben a megközelítésben a lételmélet szükséges és elégséges feltétele a redukálhatatlan bizonytalanság létezésének. O'Donnell úgy véli, az univerzum természete határozza meg, hogy vajon a kockázat vagy a redukálhatatlan bizonytalanság érvényesül-e, nem pedig az egyének megismerési karakterisztikái. *A lételméleti jellemzők az elsődlegesek és permanensek, a megismerési tulajdonságok másodlagosak és eliminálhatók.* Ha az externális gazdasági realitás ergodikus (és ezért változtathatatlan), akkor nem folytatható olyan (üzleti és társadalmi) gyakorlat, amely megváltoztatná az előre meghatározott jövőbeli kimeneteket.

Davidson és Davidson (1984:329–330) megállapítja, hogy a cselekvőknek maguknak kell felfedezniük vagy kialakítaniuk a jövőt a létező és fejlődő szervezetek keretei között foganatosított cselekedeteiken keresztül. Az egyének felismerik, hogy a környezet, amelyben döntéseiket hozzák, bizonyos dimenziókban nem rendelkezik irányító ergodikus folyamatokkal, vagyis bizonytalan, így alakítható vagy kreatív. Az ilyen gazdasági valóság olyan bizonytalan jövőt hoz magával, amely tartósan alakítható egyének vagy csoportok által.

Fundamentális bizonytalanság feltételezése esetén a jövőbeli világállapotok nem specifikálhatók, hiszen most és a jövőben alakulnak ki. Ez azt sugallja, hogy a jövőbeli állapotok nem anticipálhatók. Ami a múltban történt, vagy a jelenben megy végbe, nem szükségszerűen fordul elő a jövőben is. Az egyéni szereplők a visszafordíthatatlan és nyitott természetű idő, valamint az alakítható jövő következtében ignorálják a lehetséges cselekvési mintákat vagy a jövőbeli világállapotokat, nem pedig a gazdasági szereplők limitált képességei miatt. Dunn (2000) hangsúlyozza, hogy az egyének a jövő építői. Bizonytalan világban a jövő – kialakulását megelőzően – nem ismerhető meg, függetlenül az egyéneknek tulajdonított számítási képességektől. Ex ante nem tudható meg semmilyen

történet kifejlődése, s nem számít, mennyi információval és számítási kapacitással bír egy döntéshozó; ex ante sosem jósolhatja meg (valószínűségi) bizonyossággal a jövőt. Az egyének és csoportjaik a saját történetüket alakítják, ám a kialakuló história nem szükségszerűen előre tervezett. Davidson és Davidson (1984:329–330) kiemelése szerint bizonytalan világban az értelmes szereplők felismerik, hogy a jövő jelentősen különbözhet a múltbeli tapasztalattól és a jelenlegi várakozásoktól. Egy nemergodikus világban, ahol a múlt nem szolgál iránymutatásként a jövőbeli események sorozatára, ott a szereplők valóban bizonytalanok, ha jelenleg nem létezik információ, amely képessé teszi őket a jövő felfedezésére. A döntéseket meg kell hozni, s a választásnak valódinak kell lenni. Végeredményben a szereplőknek a kialakuló és létező szervezeten belül ki kell találniuk vagy saját cselekedeteikkel meg kell alkotniuk a jövőt.

Annak ellenére, hogy a Keynes–Hicks–Shackle intellektuális vonalon – kimondatlanul vagy kimondva a vonatkozó terminus technicist, erős volt a kételkedés az ergodikus folyamatok közgazdaságtani uralmával szemben, a közgazdaságtani főáram képviselői hajlamosak voltak kötődni a gazdasági jelenségek ergodicitásába vetett hithez. Másik oldalról sokan gondolták úgy, hogy a közgazdaságtan nem fordítható át egyszerűen olyan tudománnyá, amely azonosul a természettudományok változtathatatlan törvényeivel. Mint az előzőekben láttuk, a bizonytalanság átívelő koncepció Keynes világlátásának centrumában. Eszerint Keynesnek kétségei voltak az egyén ama képességét illetően, hogy pontosan előre jelezze a jövőt, különösen hosszabb távon.¹⁵ Másik oldalról azonban a modern gazdasági rendszer nem funkcionálhat a jövő előrejelzése nélkül. Feltétlenül egyet kell értenünk Knight (1921) következő megállapításával: „A bizonytalanság problémájának mélyén a közgazdaságtanban maguknak a gazdasági folyamatoknak az előretékintő jellege húzódik meg” (i. m. 237. o.). Ez az a dilemma, amiből nincs menekülés.¹⁶ Vitathatatlan tanulság, hogy megkülön-

15 A csökkenthetetlen bizonytalanság jelenléte KEYNEST híresen szkeptikussá tette az ökonometria értékével kapcsolatban – azaz a statisztikai technikák („regressziós analízis”) alkalmazása iránt, hogy kapcsolatot („koefficienseket”) hozzanak létre független és függő változók között, ami képessé tesz valakit a függő változó értékének előrejelzésére. DAVIDSON (1988:78–79) ellenvetése, hogy ti. nem olyan gazdaságban élünk, amelyet ergodikus folyamatok kormányoznak, formális alapvetést szolgáltat, amelynek alapján érthetővé válik Keynes meggyőződésének az a kifejeződése, hogy a gazdasági bizonytalanságnak fundamentális és kezelhetetlen természete van.

16 A neoklasszikus közgazdaságtanban korábban a diszkrét jellegű általános lineáris modell (GLM) képezte az empirikus becslés alapját, ez vezetett el a legkisebb négyzetek módszerének és a maximális valószínűség technikájának az alkalmazásához. Ezt követte az általánosított legkisebb négyzetek becslési technikája DHRYMES (1974) és THEIL (1971) nyomán. A diszkrét idejű becslési megközelítés általánosítása elvezetett az ARCH- és GARCH-modellekhez (ENGLE és GRANGER, 1987). Ez a megközelítés megengedte, hogy modellezzék a nemlinearitás fokát, s lényegében jobb illeszkedést érjenek el a megfigyelt gazdasági idősorral kapcsolatban. A pénzügyi közgazdaságtan számos empirikus példát szolgáltat a GARCH volatilitás-előrejelző képességére, a benne foglalt volatilitásnak és a pénzügyi változók historikus volatilitásának összehasonlítására.

böztetést kell tennünk a megismerési és a lételméleti bizonytalanság között. A főáramú közgazdaságtan alábecsüli, hogy mennyire problematikus az elmélet és a realitás érintkezése mind a gazdasági aktorok, mind a kutatók számára, s képviselői figyelmen kívül hagyják a jövő megismerésének lehetetlenségét, amely jövőt éppen az innováció hoz létre, s a választás szabadsága erősít.

A főáramú közgazdaságtan egyik megkülönböztető vonása, hogy a közgazdászok milyen mértékben hagyják figyelmen kívül Knight (1921:233) centrális jelentőségű megkülönböztetését a mérhető kockázat (ahol a lehetséges kimenetek csoportokba sorolhatók, s valószínűségek számíthatók) és a nem mérhető bizonytalanság (ahol a valószínűség nem számítható, mivel az eset egyedi) között. Knight számára a bizonytalanság *nem valamiféle sajnálatos piaci zavar volt*, hanem vitathatatlan része a vállalkozói tevékenységnek (i. m. 232. o.). Természetesen bizonytalanság nélkül nem lehetne profit a kompetitív rendszerben, mivel az előre jelezhető profit gyorsan felszámolódna a verseny révén. Knight ezt az ismeretelméleti pozíciót a következők szerint érzékelteti:

„Profit a dolgokban rejlő abszolút előrejelezhetetlenségéből származik, abból a nyers valóságból, hogy az emberi tevékenység eredményei nem anticipálhatók mindaddig, amíg az azzal kapcsolatos valószínűségi kalkuláció lehetetlen és jelentés nélküli.” (Knight, 1921:311).

A megismerési bizonytalanság függvénye más lételméleti tényezőknek is: a társadalmi realitás többarcú, a fizikai korlátok, az intézményi keretfeltételek, az individuális gondolkodás és cselekvés, a társadalmi tartalom és a makroszintű megjelenés kölcsönös összekapcsolódásaiból épül fel. Bronk (2011) hangsúlyozza, hogy a lételméletnek vannak olyan kérdései, mint a realitás sokarcú természete és a nemlineáris kapcsolódások túlsúlya – amelyek hatnak a megismerési bizonytalanságra abban az értelemben, hogy gyengítik a precíz előrejelzés bázisát. *A lételméleti bizonytalanság utal az indetermináltságra a realitás szintjén, valamint az alapvető kategóriák logikai megismerhetetlenségére s a jövőbeli realitás entitásainak megismerhetetlenségére,*

Bronk (2011:9) szerint a lételméleti bizonytalanság „magában foglalja mind a kategóriák ismeretének lehetetlenségét, mind ama dolgok lehetséges természetének tudását, amit még létre kell hozni vagy ami ki fog alakulni”. Amint *Buchanan–Vanberg* (1990:323) megjegyzi: ha a piacra mint „termelő folyamatra” tekintünk, akkor nincs értelme sem annak, hogy a jövőről úgy gondolkodjunk, mint valami ezen kívül álló, felfedezendő valóságról, sem annak, hogy hibás előrejelzésekről beszéljünk, amelyeket ki kell váltani, ha „korrekt” előrejelzések is lehetségesek. Természetesen az innováció széles körű és forradalmi hatása, valamint az elképzelt jövő „rombolja azt a standard állítást, amely szerint az előrettekintő piaci értékelés lehet stabil és hatékonyan árazott – s van egy kívülálló, statikus realitás, amelyre alapozva a racionális várakozások konvergálni fognak, válaszul a kompetitív nyomásra” – írja Bronk (2011:9).

Hogy teljességgel megérthessük a tudás korlátait a közgazdaságtanban, s azokat a módokat, amelyek alkalmasak e korlátok némelyikének leküzdésére, segítségül hívhatók a romantikus posztkantianus filozófia implikációi. A romantikusok megértették, hogy soha nem rendelkezünk valamiféle közvetítő nélküli hozzáféréssel a tényekhez, s a mi érzületeink nem egyszerűen visszatükröződései a „külső” realitásnak. Ehelyett a világ, amelyet látunk, részben azoknak a fogalmi struktúráknak a teremtménye, amelyeket a tudatunk szolgáltat. *Wordsworth* (1798) terminológiája szerint mi félig teremtői vagyunk az általunk látott világnak. A tudat lényeges és kreatív szerepet játszik minden empirikus megfigyelésben azzal, hogy az interpretáció keretfeltételeit szolgáltatja.

A romantikus filozófiának a közgazdászokat érintő, másik fontos implikációja Bronk (2009:260) értelmezésében a következő: teoretikus és konceptuális keretfeltételi struktúránk, cselekedeteink, s ugyanígy hiteink/érzületeink rendelkeznek a társadalmi realitás átalakításának hatalmával. Más szavakkal: azt a viselkedést, amelyet a közgazdászok tanulmányoznak, részben már társadalmilag formált narratívák és olyan közgazdasági elméletek hozták létre, amelyeket az individuális aktorok internalizáltak. Ez azt jelenti, hogy a közgazdászok nem képesek teljességgel magyarázni vagy előre jelezni a gazdasági és piaci viselkedést.

A bizonytalanság feltételei mellett a várakozások, amelyeken a döntések nyugszanak, függnék a képzelettől, ugyanúgy az értelemtől; narratívák, történetek révén közvetítődnek, s magukban foglalnak érzületeket és érzelmeket. Bronk (2009:221) szerint a képzelet és a kreativitás az, amely nem csupán fő oka a lételméleti bizonytalanságnak; ráadásul fontos eszközt jelent számunkra a bizonytalanság leírásához. A meghatározatlanság által hátrahagyott űrt a képzelet tölti be, amelyet az innováció és az új opciók közötti választás szabadsága alkot meg. Ez felvázol egy víziót arról, hogy milyen lehetne a világ, s milyennek szeretnénk, hogy legyen. Figyelmeztetéseket és célokat szolgáltat, lehetséges opciókat konstruál, s ezek közül egyik sem mond ellent az értelemnek. Természetesen a képzeletnek az értelmén kell nyugodnia a lehetséges bekövetkezés víziójának stressztesztelésében, a valószínű alkalmasság tekintetében, a múltbeli tapasztalatok fényében.

A jövőnek nincs pontos víziója, hiszen azt ezután határozzák meg a még fel nem fedezett innovációk és a még meg nem hozott választási döntések; továbbá a lehetőségeknek e terében a folyó árak csupán a legjobb meglátásainkat, a preferált narratívákat, az optimizmus és a pesszimizmus elröppenő gondolatát tükrözik. Mindaddig, amíg a piaci árak a heterogén narratívák és perspektívák, a változó emóciók és különböző álmok összegzéseként tekinthetők, addig azok legalább segítenek kikutatni az alapul szolgáló gazdaság felbukkanó lefutásait, mivel a többszörösen tükröződő perspektívák és intuíciók jobbak, mint egyetlen megnyilvánulásuk.

Az átváltozó gazdasági realitás keynesi elmélete cáfolja a változtathatatlan gazdasági realitás klasszikus teóriáját. Keynes elmélete tökéletes bizonytalansággal jellemezhető, s hangsúlyozza a *fundamentális bizonytalanságot* mint bázist az átváltozó gazdasági realitás definiálásában. A *fundamentális bizonytalanság a jövőbeli tudás előrelátásának lehetetlenségét állítja, még akkor is, ha a szereplők a jelenlegi tudás egészét hasznosítják*. Az elmélet előfeltételezi, hogy a gazdaság bizonytalan világban működik, és senki nem használ olyan adatokat, amelyek ma léteznek, és hiteles útmutatást adnak a jövőre vonatkozóan. Ebben a bizonytalan környezetben a szereplők számára lehetetlen előre jelezni vagy előre látni a jövőt, s kevésbé valószínű a korrekt pénzügyi döntéshozatal.

Az ergodikusan alapján, s a piaci hatékonyságot feltételezve, a jövőbeli kimenetek olyan fundamentumok által meghatározottak, ahol a kimenetek nem változtathatók meg emberi cselekedetekkel. Ezzel ellentétben a fundamentális bizonytalanság azt mondja, hogy az előrelátó jövőbeli tudás még akkor is lehetetlenség, ha a szereplők képesek a mai tudás teljes hasznosítására. *Dequench* (2002:2) szerint a fundamentális bizonytalanság magában foglalja, hogy bizonyos információk nem léteznek a döntés idején, mivel a jövő éppen kialakul, és nem anticipálható a legteljesebben hiteles valószínűségi becsléssel sem. Azaz több releváns információ nem ismerhető sok fontos döntés meghozatalának időpontjában. A fundamentális bizonytalanság – Dunn (2001:3), *Lawson* (2015:913) szerint – olyan szituáció, amelyben (egynél) több kimenetet lehet kijelölni egy meghatározott döntéshez kapcsolódóan, ám azok értékét és valószínűségét előre, objektíven nem lehet meghatározni. Ez azt jelenti, hogy az emberek nem tudják, mi fog történni. A pénzügyi döntések a jövőbeli körülményekre vonatkozó hiteken alapulnak, olyan hiteken, érzületeken, amelyeknek viszont a múlt és a jelen kondícióin kell alapulniuk. *Coddington* (1982:480) szerint ennek megfelelően az árviselkedés mutathat hibás lefutást vagy amiatt, mert a jelenlegi kondíciók hibásan változnak, ami hibásan fluktuáló érzületeket okoz a jövőbeli körülményeket illetően, vagy a hitek/érzületek változnak hibásan anélkül, hogy a megfelelő változások bekövetkeznének a kondíciók bázisában. Egy *Davidson* szerinti ergodikusan rendszerben mindig van valami bizonytalan a jövővel kapcsolatban.

Davidson (1991:134) a bizonytalanságot olyan környezetként definiálja, amely minden olyan esetben bekövetkezik, amikor a döntéshozó vagy nem tudja végiggondolni az összes jövőbeli következmény teljes listáját, vagy nem képes valószínűséget illeszteni az összes következményhez, mivel elégtelen a bizonyíték a valószínűség létrehozásához. *Knight* nyomdokain haladva, az igazi bizonytalanság világos megértéséhez előrejelzéséhez például *Dunn* (2001:2) és *Porterfield* (1965:107) megkülönbözteti azt a számított kockázattól. A bizonytalanság koncepciója többet jelent a számított valószínűségi kockázatnál. Míg a számított kockázat olyan körülményekre utal, amelyekben a többes kimenet lehetséges

adott döntés eredményeként, továbbá azok értéke és valószínűsége előre létrehozható, addig másik oldalról az igazi bizonytalanság nem csupán egy szituáció, amelyben a valószínűségi reláció ismert, hanem olyan helyzet, ahol egynél több lehetséges kimenet társul a döntéshez, s azok értékei és valószínűsége előre objektíven nem határozhatók meg. Dunn (2001:12) megemlíti, hogy ahol a múlt korlátozott és szűk útmutatást ad a jövőre, amelyet még most kell létrehozni, ott hozhatók kruciális döntések, ebben a tekintetben azonban a szereplők bizonytalanok abban, hogy nincsenek-e felfedésre váró szabályszerűségek. Még ha az aktorok képesek is sikeresen összegyűjteni és feldolgozni a múlthoz és jelenhez kötődő összes információt, ezek a létező piaci adatok sem (lehetnek) képesek hiteles adatokat szolgáltatni a jövőbeli kimenetek előrejelzéséhez s a jövő megismeréséhez. Dunn (2001:13) hangsúlyozza, hogy ha a valós bizonytalanság kondíciói érvényesülnek bizonyos döntéshozatali területeken, akkor legalább néhány gazdasági folyamat, mint például a várakozások a múltbeli valószínűségi eloszlási függvényekre alapozódnak, amelyek tartósan különbözhetnek az időátlagoktól, amelyek a jövő kibomlásával és történeti tényvé válásával generálhatók.

A döntéshozatali folyamatot – kétséget kizáróan – befolyásolja a fundamentális bizonytalanság. Bár sokan elfogadták a hatékony piac teóriáját s az azt megalapozó ergodikus axiómát, Keynes azonban megkérdőjelezte azt a módot, amelyben létezik tudás, vagy vannak fundamentumok, amelyek alkalmasak a döntéshozatalhoz (idézi Davidson, 1998:3). Keynes véleménye alapján a döntéshozatal fogalmaival összhangban nem lehetséges a bizonyosság – még akkor sem, ha léteznek fundamentumok vagy információk, amelyek alapján megkísérelhető a lehetséges jövőbeni kimenetek objektív valószínűségi eloszlásának a becslése, mivel az nem szolgálhatna elégséges bázisként kalkulálható matematikai várakozásokra, s nem kapcsolódna a jövőhöz sem.

A bizonytalanság lételméleti természetét valló Keynesnek az átváltozó gazdasági realitásra vonatkozó teóriája a pénzügyi piaci döntéshozatal kapcsán is egyéni magyarázatot ad. Keynes azt feltételezte, hogy a gazdaság beruházási döntései és a jövőre vonatkozó várakozások folyton átváltozó gazdaságban történnek, azaz bizonytalan világban, ami korlátozza a szereplőket a jövő előrejelzésében, s ezért lehetetlenné teszi, hogy előre meghatározzák a pénzügyi döntések kimeneteit. Amikor a környezet fundamentálisan bizonytalan, akkor a múltra vonatkozó tudás nem ad elégséges információt a jövő előrejelzéséhez, mivel a meglévő tudás vagy a fundamentumok nem fognak kapcsolódni a jövőhöz. A döntéshozatalt az „animal spirits” dominálja, a döntésben foglalt preferenciák pedig sok torzulással jellemezhetők. Ezért a fundamentális bizonytalanság menedzseléséhez szükség van pénzügyi piacokra, hogy a piaci szereplők megvédhessék magukat a pénzügyi piaci értékek ama előreláthatatlan változásaival szemben, amelyeket a bizonytalanság idéz elő.

Az idő szerepének hibás felfogása mint az ergodikus axióma közgazdaságtani érvényesülésével szembeni ultima ratio

Davidson (1981:61; 1982:16) több alkalommal hangot adott ama meggyőződésének, hogy a gazdaság a történeti időn áthaladó folyamat. Eszerint a releváns valószínűségi eloszlások időfüggőek, a gazdasági folyamat nem ergodikus, s ezért a gazdasági világ nincs statisztikai kontroll alatt. A Keynes és a posztkeynesiánusok által hangsúlyozott bizonytalanság azért vált ki ellenállást számos közgazdászban, mert ahogy Davidson (1988:159) említi, a fundamentális bizonytalanságot mint „egy rosszul definiált fogalmat kezelik, amely egyszerűen felkavarja a tudományos vizsgálódás vizét”, vagyis nem teoretikus, hanem nihilizmushoz vezető koncepcióként tekintenek rá. Dunn (2001) azért tulajdonít nagy jelentőséget Davidson ergodikus/nemergodikus elhatárolásának, mert az hangsúlyozza a determinisztikus komplexitás és a fundamentális bizonytalanság megkülönböztetését. Ezt igazolja Davidson (1991:133) itt idézett véleménye:

„Amennyiben valós bizonytalansági feltételek uralkodnak bizonyos döntéshozatali területen, akkor legalább néhány gazdasági folyamatra teljesül, hogy a múltbeli valószínűségi eloszlásfüggvényekre alapozott várakozások tartósan eltérhetnek a jövő későbbi alakulása és historikus tényné válása alapján generált, időbeli átlagoktól. E körülmények között az értelmes gazdasági szereplők nem fognak megbízni a relatív gyakoriságokkal kapcsolatban elérhető piaci információkban; a jövő statisztikailag nem kalkulálható a múltbeli adatokból, és valóban bizonytalan.”

A posztkeynesiánusok kiemelkedő hozzájárulása általában, és Davidsoné különösen a bizonytalanságra fókuszált; ez olyan fókusz, amely hiányzott a klaszszikus közgazdaságtanból, s gyaníthatóan hiányzik a magát keynesiánusnak nevező, jelenkori közgazdasági irodalom többségéből is. *A posztkeynesiánusok tovább mennek annak egyszerű megállapításán, hogy a jövő ismeretlen. Ők expliciten elutasítják azt a feltevést, amely szerint a múltbeli lefutás arra rendeltett, hogy ismételve magát az eljövendő időben.*

Az idő és a kockázat inherens módon összekapcsolódik egymással, ám kockázati éhség nélkül az áru- és pénzgazdasági rendszer hervadt és kudarcos lenne. Természetesen Keynes (1936:161) emlékeztet arra, hogy „(döntéseink többsége) valamilyen pozitív eredménnyel jár..., s csupán az animal spirits eredményeként tekinthető..., s nem a kvantitatív előnyök kvantitatív valószínűségekkel szorzásának súlyozott átlagaként”.

A bizonytalanság számítható kockázatba fordításának technikája konvenciók során alapszik. Keynes szerint az egyik ilyen így írható le: „A létező állapot meghatározatlan ideig folytatódik, kivéve, ha van speciális ok változást remélni

a közeljövőben. [...] ténylegesen azt feltételezzük, hogy a létező piaci értékelés, akárhogy is alakult ki, egyedien pontos létező tudásunk viszonylatában, s csak abban a mértékben fog változni, ahogy tudásunk változik. Amit tehetünk, hogy színleljük a magunk számára: a hosszú időszak a nagyon rövid időszakok sorozata – ápolva az illúziót, hogy a befektető minden időpillanatban birtokolja az összes rendelkezésre álló jövőbeli információt a részvényárakról” (i. m. 162. o.). Keynes egy különösen árnyalt passzusban – a konvenció alkalmazásáról – azt írja, hogy „a befektető szabályosan felvértezi magát az ideával, hogy csak az általa viselt kockázat a valódi változás a közeljövő híreiben, ami nem valószínű, hogy túl nagy” (i. m. 163. o.). Eszerint a beruházás biztonságossá válik az egyedi befektető számára rövid távon és így a rövid periódusok sorozatán keresztül, ha a befektető méltányosan támaszkodhat arra, hogy nincs szakadás a konvenciókban.

Ahogy arra Davidson (1993; 1996) többször is utalt, az ergodikus/nemergodikus megkülönböztetésnek megfeleltethető a realitás változtathatatlan/átváltozó párosa, ami lételméleti disztinkció. Az ergodicitást úgy tekinthetjük, mint amely szerint a realitás változtathatatlan, mivel az egyéneknek nincs hatalmuk a kimenetek megváltoztatására, hiszen a valószínűségi eloszlás mozgatói megtestesülnek a természetben. A nemergodicitás azt jelenti, hogy a realitás változtatható, mivel az – szilárd alapul szolgáló eloszlások hiányában – erők sorozata által változtatható, beleértve az emberi cselekedeteket is. A konzekvenciák nagyon jelentősek a racionális magatartás szempontjából, amelyet végső soron az uralkodó lételméleti állapot determinál. Ha a realitás ergodikus és változtathatatlan, akkor a szereplők alkalmaznak valószínűségi eloszlásokat a várakozás-alapú döntéshozatalban, s az ilyen eloszlások – időben és térben – statisztikailag korrekt kimeneteket szolgáltatnak. Ha viszont a realitás nemergodikus és átváltozó, akkor a racionális szereplők kötelesek eltérően cselekedni, és erre a viselkedésre nincsenek független kapaszkodók. A beruházási döntések kontextusában, redukálhatatlan bizonytalanság mellett, két kapcsolódó magatartásról történik említés. Az egyik szerint a befektetők aggálytalan megközelítést alkalmaznak, mint „...pokolba a torpedókkal, teljes sebességgel előre”, míg a másik szerint a vállalkozók kreálják saját jövőjüket innovációk és új vállalkozások révén. (Davidson, 1982–83:192–193; 1994:91, 99; 1996:482, 497; 2002:57–58).

Egy új definíció egyenlővé teszi az ergodicitást a változtathatlansággal (és csupán az idődimenzióra utal), így újra definiálja az ergodikus realitást mint olyat, amelyben a múltban összegyűjtött, véges idősorok az alapvető eloszlások „hiteles becslését” adják, s megalkotják a jövőbeni történések „mintavételét”. A létező adatok alapján azután mindig kialakítható a nem megfigyelt idők (és helyek) statisztikailag hiteles ismerete, amely így lehetővé teszi a lételméleti állapot tudásának viszonylag könnyű megszerzését.

Az ergodikus axiómát kétségbe vonó megközelítés alapján nem gondolhatjuk azt – bármilyen adathalmaz áll is rendelkezésre –, hogy az képes hiteles iránymutatást adni a jövőbeli kimenetekhez. Ez azt jelenti, hogy ilyen környezetben a döntéshozatal egyaránt jellemezhető lesz a kimenetek pluralitásával és ama ténnyel, hogy azok dimenziói és valószínűsége objektíven (matematikailag) előre nem specifikálhatók. Eszerint nem lenne értelme objektíven hozzárendelni adott értéket vagy valószínűséget adott változó kimenetéhez. Ennek kapcsán hangsúlyozható, hogy ilyen körülmények között *a bizonytalanság adott helyhez és időhöz kötődő, s megismerhetetlen jövőbeli értékekkel és valószínűségekkel jellemezhető*. Levonhatjuk azt a következtetést, hogy míg egyik oldalról a változathatalanság tökéletes bizonyossági teóriája (ergodicitás) a teljes tudás rendelkezésre állását tételezi a jövőbeli kimenetek előrejelzéséhez, addig a gazdasági realitás keynesi teóriáját vallók – másik oldalról – ezzel nem értenek egyet, és előfeltételezik, hogy a gazdaság nemergodikus világban működik. Szorosan idetartozik, hogy *Kregel (1976)* figyelmeztet a rövid távú tapasztalataink és hosszú távú várakozásaink közötti részre. *A pénzügyi piac komoly problémája, hogy egy nemergodikus világban nincs szükségszerű kapcsolat valamely változó jelenlegi viselkedése, valamint az azt érintő, hosszú távú várakozások állapota között.*

Az ergodicitás és az időfelfogás konfliktusának kezelésében érdekes tanulságokkal szolgál az O'Donnell (2014–15) és a Davidson (2015) közötti polémia. Davidson (1998:331) korábban arra hivatkozott, hogy az időbeli átlagok és térbeli (keresztmetszeti) csoportátlagok – egységnyi valószínűséggel – konvergálni fognak, s az időbeli átlagok kiegyenlítődnek a térbeli átlagokkal a végtelenben. O'Donnell (2014–15) amellet érvel, hogy a döntéshozó csak a végtelenben tudhatja meg bizonyosan: vajon az időbeli statisztika és a térbeli statisztika találkozik-e, s hogy a rendszer ergodikus-e vagy sem. O'Donnell (i. m. 195) a következőket írja:

„... a konvergencia (konvergenciahiány) a végtelenben történik, ami a soha el nem ért célállomás időben és térben. Nem specifikált konvergenciafolyamatokkal, a realitás által, a végtelen által kibocsátott jelek határozatlanok. [...] Továbbá, a konvergencia csupán „tendencia”, s ilyenek akkor merülnek fel, amikor az alapvető erőket ellentétes hatások kompenzálják. Attól függően, hogy az előbbi vagy az utóbbi dominálja-e az éppen kibocsátott jeleket, s hogy az idő és tér milyen változata megfigyelhetetlen, úgyhogy semmi használható nem következtethető ki a konvergenciára/konvergenciahiányra vonatkozó megfigyelésekből az idő és tér triviálisan rövid távján. Ezek a végtelent megelőzően sem szükségesek, sem elégséges feltételek.”

Az utóbbiakból következően O'Donnell (2014–15:192) azt állítja, hogy a végtelennél rövidebb idő alatt az időbeli statisztikai út folyamatosan távolodik, még

akkor is, ha a rendszer mindig ergodikus. Ő erről így ír: „...határozott idő és tér esetén a két eloszlás látszólag a) konvergál, s ezért ergodicitást jelez, amikor a valóságban nem az ergodicitás generálja az eloszlásokat; vagy b) divergál, s ezért nem ergodicitást sugall, amikor a valóságban az alapul szolgáló realitás az ergodicitás.”

Davidson (2015) teljességgel irrelevánsnak tartja O’Donnell megjegyzéseit az időbeli és térbeli statisztikai utak végtelen előtti viselkedéséről. Davidson úgy véli, hogy ha a rendszer ergodikus, akkor a végtelen előtti bármely időpontban lehet, hogy nem egyenlő az időstatisztikai átlag és a tér (keresztmetszet) statisztikai átlaga, de ő ennek okát a mintavételi hibákban látja. Ha viszont a rendszer ergodikus, akkor a mintavételi hiba viszonylag egyre kisebb lesz, akkor pedig a térbeli és az időbeli statisztikai útnak konvergálnia kell egymáshoz, így időben egyre közelebb kerülnek egymáshoz.

Ezzel elérkeztünk az ergodicitás természettudományi analógiájának legkétsége-sebb pontjához, az idő eliminálásához. Ha valami alapvetően vitathatóvá teszi az ergodikus hipotézis (pénzügyi) közgazdaságtani alkalmazhatóságát, az az idő szerepének kiiktatása. Az ergodicitás mint az egyensúly létezéséhez szükséges feltételezés lehetővé teszi az egyén számára, hogy a rendszerrel kapcsolatban állításokat fogalmazzon meg anélkül, hogy meg kellene figyelnie a rendszerállapotok minden lehetséges realizációját. Egyetlen pályavonal (trajektória) is elég ahhoz, hogy következtetni lehessen az összes jövőbeli viselkedésre, legalábbis valószínűségi alapon. Mindez magával hozza az idő eliminálását a gazdasági világ tudományos leírásában. Weintraub (1991:102) így írja le ezt a paradox folyamatot:

„Az egyensúlyt úgy interpretálják, mint a rendszer dinamikus viselkedésének korlátját. Eszerint a dinamikus rendszer megoldása az időt is magában foglalja, vagyis az egyensúly vagy az idő figyelmen kívül hagyásával vagy korlátozó folyamattal történő kirekesztésével érhető el, vagy addig várnak, amíg az idő már nem releváns a probléma szempontjából.”

Az ergodicitás így lehetővé teszi a rendszer egészének viselkedésére vonatkozó megállapítások tételét egyetlen megfigyelt pályavonal vagy – közgazdasági kifejezéssel élve – egyetlen megfigyelt idősor alapján. Az ergodikus folyamatok elvi megközelítése szerint tehát nincs szükség egy folyamat történetének tanulmányozására, mert az nem érzékeny a kezdeti feltételekre; *egy ergodikus rendszerben az idő irreleváns, és nincs iránya.* Az egyensúlyi elemzésben az idő eliminálásának nem tulajdonítanak jelentőséget, amikor a gazdasági egyensúlyt az egyensúlyi mechanikai nyugvópont segítségével értelmezik. Niehans (1997:58) figyelmeztet *az idő kiiktatásának veszélyeire.* Kevésbé drámai a következmény ott, ahol az egyszerűsítés az elemzést jelentősen megkönnyíti, ám az egyszerűsítés ára az idő eliminálása. Nem kellően méltányolt probléma az ergodicitás kapcsán, hogy a matematizációt gyakran a tudomány győzelmének és jelentős

eredménynek tekintik, ezzel egy fontos elemet, az időt figyelmen kívül hagyva. Gyakran implicit módon feltételezik – főleg előrejelzési célokból –, hogy ismerik *a teljes fázisteret* a jövőbeli pillanatokra vonatkozóan (ez a tökéletes előrelátás), vagy azt feltételezik, hogy minden konstans marad (időtlen entitás), tudván azt, hogy egyik feltevésnek sincs sem tudományos, sem tapasztalati alapja. A gazdasági folyamatok környezete a valós idő, minden *a historikus időben* történik, s ilyen közegben az ergodicitásban megtestesülő, vélt oksági kapcsolat is hamis és félrevezető, mert *a kauzális kapcsolatnak nincs relevanciája*.

Széles ívű cáfolatkísérletünkkel szemben vannak a sztochasztikus elméletet művelők között olyan vélemények is, amelyek szerint az ergodikus teóriára szükség van a jövőbeli kimenetek előrejelzéséhez. Például *Billingsley* (1978:1) azt állítja, hogy ha „a változásokat irányító tények fixek maradnak az idő múlásával, [...] (akkor) az ergodikus teória kulcsfontosságú eme fluktuációk megértéséhez”. *Billingsley* (1978:2) azt is kijelenti, hogy bármikor, „ha az idő múlása nem befolyásolja a kapcsolt valószínűségi törvények ama változatait, amelyek irányítják a kimeneteket, akkor az ergodicitás feltételezése szabályosság érzetét kelti egy olyan tendenciával kapcsolatban, amely első látásra alaktalan fluktuációnak látszik”. Más szavakkal, az ergodicitás feltételezése megengedi, hogy múltbeli szabályosságai alakzatból következtessenek a jövőre vonatkozóan.

Keynesnek alapvető kétségei voltak azzal kapcsolatban, volna-e relevanciája annak, hogy a folyamatokat közvetlenül átültessék a fizikából a közgazdaságtanba. Annak ellenére sem támogatta ezt az átemelhetőséget, hogy Ehrenfest síkra szállt a fizikai kategóriák közgazdaságtani alkalmazhatósága mellett. *Tinbergen* (1939) is kiállt amellett, hogy létezik stabil természeti törvény, amely alátámasztja a gazdasági idősorokat – annak ellenére, hogy ő abban is kételkedett, hogy az ilyen sorozatok aktuálisan egyensúlyi kimeneteket tükrözzenek. *A bizonytalanságnak akár a megismerési, akár a lételméleti vonatkozását tartjuk érvényesnek, mindkettő érvet ad a szabadpiaci eszme védelmezői számára ahhoz a kijelentéshez, hogy egyetlen szereplő sem tudhatja, mit hoz a jövő*. Ennek megfelelően jobb magukra hagyni az egyéneket a piacon saját döntéseik meghozatalában és hibáik elkövetésében, ami a legjobban illeszkedő túlélését eredményezi.

Shackle (1958) nemcsak kétségét fejezte ki a formalizált, mechanikus idődinamikai modellek validitásával kapcsolatban, hanem kizárta az előretekinthető gazdasági modellek minden változatát is, kivéve a következő periódusra irányulót. Szerinte előrejelzéseket egy periódusra lehet megadni, ha adott a folyó várakozások és célok állapota. A következő periódus kifutásakor a piaci résztvevők új várakozásokat formálnak, nem szükségszerűen kapcsolódva olyasvalamihez, amely már korábban megtörtént, s lehet, hogy cselekedeteik a piacon újdonságra alapozódnak (például maguk után vonhatnak innovációs reálberuházást).

Az idő a gazdasági folyamatokat körülvevő és burkoló közeg, a folyamatok történései s azok bizonytalansága időpontokhoz és időtartamokhoz kötődnek, magától az időtől el nem szakíthatók. Ha a döntéshozókkal teli világ ergodikus lenne, akkor a történelemnek tulajdonított bármiféle egységesség félrevezető lenne. Az ergodicitás relevanciájával kapcsolatos feltevést azért érezzük hamisnak, mert kétségeink vannak a gazdasági folyamatok időtlenségével és változtathatlanságával kapcsolatban. Davidson (1988:332) figyelmeztetett arra, hogy ha a gazdasági változók közötti kapcsolatok ergodikusak, akkor az idő nem lép be lényeges tényezőként. Egy változtathatatlan rendszer előfeltételezése, amelyben a történelem előre determinált, sztochasztikusan vagy másként, amint azt Shackle (1972) és Davidson (1996) ismétlődően megállapította, éles ellentétben áll az értelmes választás bármely jelentésével. Amennyiben a gazdasági világ ergodikus, akkor a hosszú távú kimenetek előre programozottak, s függetlenek a gazdasági szereplők által hozott döntésektől. A választás nem is természetes, nem is fontos, és hosszabb távon nem is számít. Bármely kísérlet arra, hogy egységességet és szabályosságot rendeljenek a humán szereplőhöz a történelemben, félrevezető.

HIVATKOZÁSOK

- ALVAREZ, M. C. – EHNTS, D. H. (2012): The theory of reflexivity – a non-stochastic randomness theory for business schools only? IPE Working Papers 28/2012.
- ALVAREZ, M. C. – EHNTS, D. H. (2016): Samuelson and Davidson on ergodicity: a reformulation. *Journal of Post Keynesian Economics*, Vol. 39, No. 1, 1–16.
- BACHELIER, L. (1900): Theory of Speculation. In: COOTNER, P. H. (ed.): *The Random Character of Stock Market Prices*. Cambridge, 1964 MIT Press, 17–78. pp.
- BERNSTEIN, P. L. (1998): Stock market risk in a Post Keynesian world. *Journal of Post Keynesian Economics Fall*, Vol. 21, No 1.
- BILLINGSLEY, P. (1978): *Ergodic Theory and Information*. Huntington, NY: Krieger
- BIRKHOFF, G. (1931): Proof of the Ergodic Theorem. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 17, 656–660 p.
- BOLTZMANN, L. (1884): Über die Eigenschaften Monozyklischer und anderer damit Verwandter Systeme. *Journal für die reine und angewandte Mathematik. (Journal de Crelle)*, 98, 68–94.)
- BORTKIEWICZ, L. (1918): Homogenität und Stabilität in der Statistik. *Skandinavisk Aktuarietidskrift*, 1–2, 1–81 p.
- BRONK, R. (2009): *The Romantic Economist – Imagination in Economics*. Cambridge University Press.
- BRONK, R. (2011): *Epistemological difficulties with neoclassical economics*. The London School of Economics and Political Science, 22 pp.
- BUCHANAN, J. M. – VANBERG, V. J. (1991): The Market as a Creative Process. *Economics and Philosophy*, Vol. 7.
- CLAUSIUS, R. (1857): The Nature of the Motion which we call Heat (English translation). *Philosophical Magazine* Vol. 14, 108–127 p.
- CODDINGTON, A. (1982): Deficient foresight: a trouble some theme in Keynesian economics. *American Economic Review*, Vol. 72, 480–487. p.
- CODDINGTON, A. (1982): Deficient Foresight: A Troublesome Theme in Keynesian Economics. *American Economic Review*, Vol. 72, 480–487 p.
- COOTNER, P. H. (1962): Stock Prices: Random versus systematic changes. *Industrial Management Review*, Vol. 3, No 2. 24.
- COWLES, A. (1933): Can Stock market Forecasters Forecast? *Econometrica*, Vol. 1, No 3. 309–324 p.
- DAVIDSON, P. – DAVIDSON, G. S. (1984): Financial Markets and William’s Theory of Governance: efficiency versus concentration versus power. Reprinted in: *Money and Employment: the collected writings of Paul Davidson* (1991), Vol. I., London: Macmillan.
- DAVIDSON, P. (1972): *Money and the Real World*. London: Macmillan.
- DAVIDSON, P. (1978): *Money and the Real World*. 2nd ed. London: Macmillan.
- DAVIDSON, P. (1981–82): Rational expectations, a fallacious foundation for studying crucial decision-making processes. *Journal of Post Keynesian Economics*, Vol. 5, No. 2. 182–197. p.
- DAVIDSON, P. (1988): A technical definition of uncertainty and the long-run non-neutrality of money. *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 12, 329–337. p.
- DAVIDSON, P. (1989): The Economics of Ignorance or Ignorance of Economics? *Critical Review*, Vol. 3, No. 3–4, 467–487 p.
- DAVIDSON, P. (1991): Is probability Theory Relevant for Uncertainty? A Post-Keynesian Perspective. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 5, No. 1. 129–143 p.

- DAVIDSON, P. (1993): Austrian and Post Keynesians on Economic Rality: A Response to Critics. *Critical Review*, Vol. 7.
- DAVIDSON, P. (1994): *Post Keynesian Macroeconomic Theory*. Aldershort: Edward Elgar.
- DAVIDSON, P. (1996): *Reality and Economic Theory*. *Journal of Post-Keynesian Economics*, Vol. 18, No. 4. 479–508 p.
- DAVIDSON, P. (2002): *Financial Markets, Money and the Real World*. Cheltenham: Elgar.
- DAVIDSON, P. (2006): Samuelson and the Keynes/Post Keynesian Revolution. New School Working Paper.
- DAVIDSON, P. (2009): Can future financial risks be quantified? Ergodic versus nonergodic stochastic processes. *Brazilian Journal of Political Economy*, Vol. 29, No. 4. 324–340 p.
- DAVIDSON, P. (2010): Black Swans and Knight's Epistemological Uncertainty. *Journal of Post-Keynesian Economics*, Vol. 4. 567–570. p.
- DAVIDSON, P. (2012): Is Economics a Science? Should Economics be Rigorous? *Real World Economic Review*, March.
- DAVIDSON, P. (2015): A rejoinder to O' Donnell's critique of the ergodic/nonergodic explanation of Keynes's concept os uncertainty. *Journal of Post-Keynesian Economics*, Vol. 38, 1–18. p.
- DEQUECH, D. (2000): Fundamental Uncertainty and Ambiquity. *Eastern Economic Journal*, Vol. 26, No. 1. 41–60 p.
- DHRYMES, P. (1974): *Econometrics: statistical foundations and applications*. New York: Springer Verlag.
- DUNN, S. P. (2000): 'Fundamental' Uncertainty and the Firm in the Long Run. *Review of Political Economy*, Vol. 12, No. 4. 419–433 p.
- DUNN, S. P. (2001): Bounded rationality is not fundamental uncertainty: a Post Keynesian Perspectives. *Journal of Post Keynesian Economics*, Summer, Vol. 23. 567–583 p.
- DUNN, S. P. (2012): "Non-ergodicity". In: KING, J. E. (ed.): *The Elgar Companion to Post Keynesian Economics*. Cheltenham UK and Northampton, MA: Edward Elgar 434–439. p.
- EGERTON, R. A. D. (1955): Investment, Uncertainty and Expectations. *Review of Economic Studies*, Vol. 58, 143–150 p.
- EHRENFEST, P. – EHRENFEST-AFANESSJEW, T. (1912): Begriffliche Grundlagen der Statistischen Auffassung in der Mechanik. In: KLEN, F. – MÜLLER, C. (eds): *Encyklopädie der Mathematischen Wissenschaften*. Vol. 4, Leipzig: Teubner, 3–90. p.
- EHRENFEST, P. (1911): *Begriffliche Grundlagen der Statistischem Auffassung in der Mechanik*. Leipzig: B. G. Teubner.
- ENGL, R. – GRANGER, C. (1987): Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrica*, Vol. 55, 251–276. p.
- FITZGIBBONS, A. (1996): The Logic of Post Keynesian Economics. *History of Economics Review*, Winter, 72–77. p.
- FORD, J. L. (1993): G. L. S. Shackle (1903–1992): A Life with Uncertainty. *The Economic Journal*, May, Vol. 103, 683–697. p.
- FRIEDMAN, M. (1953): *Essays in Positive Economics*. Chicago: University of Chicago Press.
- GALLAVOTTI, G. (1995): Ergodicity, Ensembles, Irreversibility in Boltzmann and Beyond. *Journal of Statistical Physics*, Vol. 78, 1571–1589. p.
- GALLAVOTTI, G. (1999): *Statistical Mechanics: A Short Treatise*. Berlin: Springer Verlag.
- GIBBS, J. W. (1902): *Elementary Principles in Statistical Mechanics. Developed with Special Reference to the Rational Foundation of Thermodynamics*. New York: Charles Scribner's Sons.

- GILLIES, P. (2003): Probability and Uncertainty in Keynes's *The General Theory*. In: RUNDE, J. – MIZUHARA, S. (eds): *The Philosophy of Keynes's Economics: Probability, Uncertainty and Convention*. London: Routledge.
- HALMOS, P. R. (1949): Measurable Transformation. *Bulletin of the American Mathematical Society*, November, 1015–1034. p.
- HALMOS, P. R. (1958): Von Neumann on Measure and Ergodic Theory. *Bulletin of the American Mathematical Society*, Vol. 64, 86–94 p.
- HAUSMANN, D. M. (1994): *The Philosophy of Economics*. An Anthology, 2nd edition, Cambridge University Press.
- HAZEWINKEL, M. [ed.] (2002): Ergodic Theory. In: *Encyclopedia of Mathematics*, New York: Springer Verlag/Springer Link.
- HICKS, J. (1939): *Value and Capital*. Clarendon Press, Oxford.
- HICKS, J. R. (1931): The Theory of Uncertainty and Profit. *Economica*, Vol. 11, No. 32. 170–189. p.
- HICKS, J. R. (1979): *Causality in Economics*. New York: Basic Books.
- HODGSON, G. (2011): The Eclipse of the Uncertainty Concept in Mainstream Economics. *Journal of Economic Issues*, Vol. 45, No. 1. 159–175. p.
- JOVANOVIĆ, F. – SCHINCKUS, C. (2012): *The History of Econophysics' Emergence: a New Approach in Modern Financial Theory*. Montreal: University of Quebec, 46. pp.
- JOVANOVIĆ, F. (2001): Pourquoi l'hypothèse de marche aléatoire en théorie financière? Les raisons historiques d'un choix éthique. *Revue d'Economie Financière*, Vol. 61, 203–211. p.
- JOVANOVIĆ, F. (2008): The Construction of the Canonical History of Financial Economics. *History of Political Economy*, Vol. 40, No. 2. 213–242. p.
- KENDALL, M. G. (1953): The Analysis of Economic Time Series. Part I.: Prices. *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 116, 11–25 p.
- KEYNES, J. M. (1907): *The Principal of Probability*. Fellowship Dissertation, King's College. Cambridge University, December.
- KEYNES, J. M. (1921): *A Treatise on Probability*. London: Macmillan.
- KEYNES, J. M. (1936): *The General Theory of Employment, Interest and Money*. New York: Harcourt, Brace and Company.
- KEYNES, J. M. (1936/1965): *A foglalkoztatás, kamat és a pénz általános elmélete*. Budapest, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.
- KEYNES, J. M. (1937): The General Theory of Employment. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 51, No. 2. 209–223. p.
- KEYNES, J. M. (1939): Official Papers. The League of Nations Professor Tinbergen's Method. *The Economic Journal*, Vol. 49, No. 195. 558–568. p.
- KIRSTEIN, M. (2015): From the Ergodic Hypothesis in Physics to the Ergodic Axiom in Economics. Prepared for the 7. Wintertagung des ICAE, Linz.
- KNIGHT, F. H. (1921): *Risk, Uncertainty and Profit*. Boston, MA: Hart, Shaffner and Marx-Houghton Mifflin Co.
- KREGEL, J. (1990): Aspects of Post Keynesian Economics. *Journal of Post Keynesian Economics*, Vol. 21, No. 1. 111–133. p.
- KREGEL, J. A. (1976): Economic Methodology in the Face of Uncertainty: The Modelling Methods of Keynes and Post Keynesians. *Economic Journal*, Vol. 86, 209–225. p.
- KREGEL, J. A. (1998): Aspects of a Post Keynesian Theory of Finance. *Journal of Post Keynesian Economics*, Vol. 21, No. 1. 111–133. p.
- LAPLACE, P. S. (1812): *Theorie Analytique de Probabilités*. Paris: Gauthier–Villars.

- LAWSON, T. (1959): Uncertainty and Economic Analysis. *Economic Journal*, Vol. 95, 909–927. p.
- LAWSON, T. (1988): Probability and Uncertainty in Economic Analysis. *Journal of Post Keynesian Economics*, Vol. 11, No. 1. 38–65. p.
- LEXIS, W. (1875): *Einsetzung in der Theorischer Bevölkerungsstatistik*. Strasbourg: Karl Trübner.
- LI, D. X. (2000): On Default Correlation – A Copula Function Approach. *Journal of Fixed Income*, Vol. 9, No. 4. 43–54. p.
- LUCAS, R. E. – SARGENT, T. J. (1981): *Rational Expectations and Econometric Practicies*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- LUCAS, R. E. (1981): *Studies in Business Cycle Theory*. Cambridge, MA: MIT Press.
- MACKEY, G. (1974): Ergodic Theory and its Significance for Statistical Mechanics and Probability Theory. *Advances in Mathematics*, Vol. 12, 178–268. p.
- MALINVAND, E. (1949): *Statistical Methods of Econometrics*. Amsterdam: North Holland.
- MARSHALL, A. (1920): *Principles of Economics*. 8th Ed. London: Macmillan and Co.
- MAXWELL, J. C. (1860): Illustrations of the Dynamical Theory of Gases. *Philosophical Magazine*, Vol. 19, 19–32. p.
- MAXWELL, J. C. (1867): On the Dynamical Theory of Gases. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. Vol. 157, 49–88 pp.
- MCCAULEY, J. (2004): *Dynamics of markets: econophysics and finance*. Cambridge UK: Cambridge University Press.
- MIROWSKI, P. (1989): The Probabilistic Counter–revolution, or How Stochastic Concepts Came to Neoclassical Economic Theory. *Oxford Economic Papers*, Vol. 41, 217–235 p.
- NEUMANN, J. (1932): Proof of the Quasi-ergodic Hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 18, 255–263. p.
- NIEHANS, J. (1959): Reflections on Shackle, probability and our uncertainty about uncertainty. *Metroeconomica*, Vol. 11, 74–78. p.
- NIEHANS, J. (1997): *Samuelson’s “Foundations”: Ein nichtmatemetischer Leitfaden*. Düsseldorf: Verlag Wirtschaft und Finanzen, 55–87. p.
- O’DONNELL, R. (1990): An Overview of Probability, Expectations, Uncertainty and Rationality in Keynes’s Conceptual Framework. *Review of Political Economy*, Vol. 2, No. 3. 253–256. p.
- O’DONNELL, R. (2013): Two Post Keynesian Approaches to Uncertainty and Irreducible Uncertainty. In: HARCOURT, G. C. and KRIESLER, P. (eds.): *The Oxford Handbook of Post-Keynesian Economics*. Vol. 2.: *Critiques and Methodology*. Oxford University Press.
- O’DONNELL, R. (2014–15): A Critique of the Ergodic/Non Ergodic Approach to Uncertainty. *Journal of Post Keynesian Economics*, Vol. 37, No. 2. 187–209. p.
- PETERS, O. (2009): On Time and Risk. *Santa Fe Institute Bulletin*, 36–41. p.
- Poincaré, H. (1893): Le Mécanisme et l’Expérience. *Revue de Métaphysique et de Morale*, Vol. 1, 534–537 p.
- POITRAS, G. (2012): *Ergodicity, Econophysics and Financial Economics*. CA, San Francisco, June, 42 pp.
- REGNAULT, J. (1863): *Calcul des chances et philosophie de la bourse*. Paris: Mallett-Bachelier and Castel.
- ROSSER, B. (2003): *Complexity in Economics*. New York: Edward Elgar.
- ROSSER, B. (2007): *Econophysics and Economics Complexity*. Working Paper.
- ROSSER, J. B. (2001): Alternative Keynesian and Post Keynesian Perspectives on Uncertainty and Expectations. *Journal of Post Keynesian Economics*, Vol. 23, No. 4. 545–566. p.

- ROSSER, J. B. (2015): Reconsidering ergodicity and fundamental uncertainty. James Madison University, July, 27 pp.
- ROSSER, J. B. Jr. (1999): On the Complexities of Complex Economic Dynamics. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 13, No. 3. 169–192. p.
- ROSSER, J. B. Jr. (2001): Alternative Keynesian and Post Keynesian perspectives on uncertainty and expectations. *Journal of Post Keynesian Economics*, Summer, Vol. 23, No. 4. 545–565. p.
- RUNDE, J. (1990): Keynesian Uncertainty and the Weight of Arguments. *Economics and Philosophy*, Vol. 6, 275–292. p.
- SAMUELSON, P. (1976): Optimality of Sluggish Predictors under Ergodic Probabilities. *International Economic Review*, Vol. 17, 1–7. p.
- SAMUELSON, P. A. (1947): *Foundations of Economic Analysis*. Boston, MA: Harvard University Press.
- SAMUELSON, P. A. (1948): *Economics: Introductory Analysis*. New York: McGraw-Hill.
- SAMUELSON, P. A. (1965): Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly. *Industrial Management Review*, Vol. 6, No. 2. 41–69. p.
- SAMUELSON, P. A. (1965): Rational theory of warrant pricing. *Industrial Management Review*, Vol. 6, No. 2. 13–40 p.
- SAMUELSON, P. A. (1968): What Classical and Neoclassical Monetary Theory Really was? *Canadian Journal of Economics*, Vol. 1, No. 1. 1–15 p.
- SAMUELSON, P. A. (1969): Classical and Neoclassical Theory. In: CLOWER, R. W. (ed): *Monetary theory: selected readings*. Harmondsworth: Penguin Modern Economics Readings, 182–194. p.
- SAMUELSON, P. A. (1998): How Foundations came to be. *Journal of Economic Literature*, Vol. 36. No. 3. 1375–1386. p.
- SAUTER, O. (2014): *Monetary Policy under Uncertainty: Historical Origins, Theoretical Foundations and Empirical Evidence*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- SHACKLE, G. (1972): *Epistemics and Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SHACKLE, G. L. S. (1949): *Expectations in Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SHACKLE, G. L. S. (1949–50): A non-additive measure of uncertainty. *Review of Economic Studies*, Vol. 17, 70–74. p.
- SHACKLE, G. L. S. (1953): The Logic of Surprise. *Economica*, Vol. 20, No. 78. 112–117. p.
- SHACKLE, G. L. S. (1955): *Uncertainty in Economics and Other Reflections*. Cambridge: Cambridge University Press
- SHACKLE, G. L. S. (1958): Expectations and Liquidity. In: BOWMAN, M. J. (ed.): *Expectations, Uncertainty and Business Behavior*. New York: Social Science Research Council.
- SHACKLE, G. L. S. (1961): *Decision, Order and Time in Human Affairs*. Cambridge: Cambridge University Press
- SHACKLE, G. L. S. (1974): *Keynesian Kaleidics: The Evaluation of a General Political Economy*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- SHACKLE, G. L. S. (1980): Imagination, Unknowledge and Choice. *Greek Economic Review*, Vol. 2. 95–100. p.
- SOLOW, R. M. (1985): Economic History and Economics. *Papers and Proceedings, American Economic Review*, Vol. 75, 328–331. p.
- SYLL, L. P. (2012): Uncertainty and ergodicity – the important difference between Keynes and Knight. Discussion with Paul Davidson. *Real World Economics Review Blog*, 30 March, 8 pp.
- THEIL, H. (1971): *Principles of Econometrics*. New York: Wiley.

- TINBERGEN, J. (1937): *An Econometric Approach to Business Cycles*. Paris: Hermann.
- TINBERGEN, J. (1939): *Method and its Application in Investment Activity*. Geneva: League of Nations, 169 pp.
- TURVEY, R. (1949): Three notes on Expectations in Economics, Part III. *Economica*, Vol. 16, 336–338. p.
- UFFINK, J. (2006): *A Compendium of the Foundations of Classical Statistical Physics*. Institute for History and Foundations of Science, University of Utrecht.
- WALD, H. O. A. (1975): *Bibliography on Time Series and Stochastic Processes*. Cambridge Mass: MIT Press.
- WEINER, N. (1939): The Ergodic Theorem. *Duke Mathematical Journal*, 1–18. p.
- WEINTRAUB, E. R. (1991): *Stabilizing Dynamics Constructing Economic Knowledge*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- WEINTRAUB, E. R. (2002): *How Economics Became a Mathematical Science?* Durham, NC: Duke University Press.
- WORDSWORTH, W. (1998): Lines written a Few Miles above Tintern Abbey. Reprinted in DUNCAN WU [ed.] (1998): *Romanticism – An Anthology*. 2nd edition, Blackwell, 265–269. p.
- WORKING, H. (1934): A Random-Difference Series for Use in the Analysis of Time Series. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 29, 11–24. p.
- ZAPPÀ, C. – BASILI, M. (2005): Shackle versus Savage: non probabilistic alternatives to subjective probability theory in the 1950's. *Universita degli Studi di Siena*, No. 452, 33 pp.

AZ ERGODICITÁS TÉZISE SZÉLESEBB ÖSSZEFÜGGÉSEKBEN¹

(Reflexiók Bélyácz Iván: Az ergodicitás vitatott szerepe² a (pénzügyi) közgazdaságtanban című írására)

Harcza István

Szakmai önreflexiónak is tekinthetjük Bélyácz Ivánnak az ergodicitás témakörében készített értekezését, amelyben a szerző számos szakmai dilemmát, a kérdéssel foglalkozó teoretikusok hol tapogatózó jellegű útkeresését, hol egyértelmű állásfoglalását gyűjti össze, egyrészt az eszmetörténeti tabló kirakása, másrészt a tisztánlátás érdekében. Úgy véljük, hogy az eredmény részben hiánypótló, részben az alapvető- és a részletkérdések esetében is továbbgondolásra ösztönöz.

JEL-kódok: Fo, Go, Z1

Kulcsszavak: ergodicitás, lételmélet, társadalomkép

Az ergodicitás – szoros terminológiai értelemben – alapvetően a közgazdaságtanhoz kapcsolódik, azonban, miután az idősorok alapján való trendelemzés a társadalomtudományok más területén is használatos, ezért jelen hozzászólás szerzője – szakmai előléte okán – inkább általánosabb szinten közelíti meg az ezzel kapcsolatos kérdéseket. A szociológiában és a társadalomstatisztikában – a „nagy” társadalmi kérdések esetében – többnyire a közép- és hosszú távú trendek alakulása az érdekes, hiszen az ezek mögött meghúzódó társadalmi folyamatok jelentős részénél a rövid távú adatsorok alapján nem, vagy csak bizonyos korlátok között lehet releváns következtetéseket megfogalmazni.

¹ Az írás a *Gazdaság és Pénzügy* folyóirat szerkesztőségének a felkérésére készült, bizonyos mértékig reflektálva Bélyácz Ivánnak „Az ergodicitás vitatott szerepe a (pénzügyi) közgazdaságtanban” című értekezésére. (*Gazdaság és Pénzügy* 2017, 4. évf. 1. sz. 3–58. o.)

² A vitatott szerepre vonatkozóan aktuális példaként itt szeretnénk megemlíteni, hogy az idősoros előrejelzésekről szóló, 2016 decemberében rendezett pódiumvitan az ergodicitás ugyan csak érintőlegesen került szóba, valójában a kulcskérdés az volt, hogy a múltra vonatkozó idősorok alapján lehet-e – és ha igen, milyen esetekben – megbízható előrejelzéseket tenni a jövőre vonatkozóan. A vitát a Budapesti Corvinus Egyetem Társadalomstatisztikai Kutatóközpont (TKK), a Fényes Elek Társadalomstatisztikai Egyesület (FETE), valamint a Magyar Közgazdasági Egyesület (MKE) szervezte. A megbeszélés alapjául MELLÁR TAMÁS (2016): *Szolgálólányból királycsináló – avagy az ökonometria makroökonómiai térhódítása?* (*Közgazdasági Szemle*, 63[3], pp. 285–306), valamint KÖRÖSI GÁBOR (2016): *A lány továbbra is szolgál...* (*Közgazdasági Szemle*, 63[6], pp. 647–667) megjelent írások képeztek. A vitán Bélyácz Iván is részt vett felkért korreferensként, és a hozzászólása bizonyos mértékig kapcsolódott jelen írás gondolatmenetéhez.

A közgazdaságtantól eltérően, a trendek alapján levont következtetéseket nem igazán tekintik előrejelzéseknek (bár kivétel is van, ilyen a népességszám-előrejelzés), már csak azért sem, mert gyakorta „puhább”³ jelenségekre fókuszálnak, és főleg „puhább” célok⁴ szempontjából fogalmazzák meg azokat. A múltbéli idősorok alapján a jövőre vonatkozó trendek bekövetkezését alapvetően sztochasztikusnak tekintik. Így például a népességszám, a népesség egészségügyi állapotának, jövedelmi helyzetének és más hasonló, többnyire sok tényezőtől függő jelenségnek a jövőbeli alakulását csak bizonyos valószínűségi tartományokban lehet felvázolni, akár többféle scenárió mentén. Következésképpen az ergodicitás hipotézisének alkalmazása, tehát annak a feltételezése, hogy valamely jelenség múltbéli alakulása alapján a jövőbeli alakulásra viszonylag pontos valószínűségi értékeket tudunk megadni, más jelentéssel bír.

A „formai” különbségek mögött azonban erős tartalmi jellegű hasonlóságok húzódnak meg; nevezetesen a hosszabb távra vonatkozó, szociológiai-társadalomstatistikai trendek és demográfiai előrejelzések relatív pontossága ugyanolyan mértékben kérdéses, mint bizonyos közgazdasági (pénzügyi) előrejelzések esetében. Ezzel alapvetően azt kívánjuk jelezni, hogy *a bonyolultabb társadalmi és gazdasági folyamatok – idősoros elemzések alapján történő – előrejelzésének komoly módszertani korlátai vannak, amelyek párosulnak a különböző megközelítéseket alkalmazó elméleti alapok sokszínűségével*. Előrebocsátjuk, hogy mindezt természetesnek tartjuk, hiszen – a plurális érdek- és értékviszonyok világában – az egymástól eltérő világgéppel, ezen belül is világgazdasági képpel rendelkező elméletalkotók nézőpontjai szükségszerűen eltérőek. Ezek az eltérő nézőpontok irányítúként vezetik a gondolati konstrukcióikat, amelyeken belül a legfőbb követelmény a konzisztencia. Ennél többet nem is lehet várni tőlük; következésképpen azt sem, hogy valamelyik nézőpont (elméleti magyarázat) általános érvényű legyen, bármennyire is annak szeretné hinni (deklarálni) önmagát. Tömören fogalmazva: eme felismerés (időnkénti, egyes esetekben tartós) hiánya vezet az elméletek és módszerek „viaskodásához”, ami önmagában hasznos, ám ha a vitatkozók nincsenek annak tudatában, hogy – az általános érvény szempontjából – tudásuk szükségszerűen parciális, akkor feloldhatatlan ellentétek alakulnak ki az egyes paradigmák között.

Jelen írás két kérdéskörrel foglalkozik:

3 Ez alatt a piac értékítélete alapján vett „puhább” jelleget értjük.

4 A „puhább” célok alatt azt értjük, hogy a „nagy” társadalmi kérdésekre fókuszáló, közép- és hosszabb távú társadalompolitikai döntés-előkészítések céljára kialakított társadalmi indikátoroktól nem várható el, hogy – a közgazdasági/pénzügyi előrejelzésekhez hasonlóan – viszonylag szűk megbízhatósági határokon belül jelezzék előre az adott folyamat bekövetkezését. Más a helyzet a rövid távú (1–2 éves), elsősorban „rutinjellegű” döntésekhez szükséges indikátorok esetében, ahol a kockázat szintje sokkal alacsonyabb.

- 1) A Bélyácz Iván által felvetett szempontok mentén, bizonyos mértékig interdiszciplináris megközelítésben értelmezi a közgazdaságtanban honos ergodicitás hipotézisét, esetenként a kritikai értékelés szándékával.
- 2) Az értekezésben is felmerült lét- és ismeretelméleti bizonytalanságok esetében – interdiszciplináris megközelítésben – analóg alapvetéseket próbál megfogalmazni.

ERGODICITÁS A KÖZGAZDASÁGTANBAN. A „PÁRHUZAMOS” ÉRTELMEZÉS LEHETŐSÉGE.

Igen széles ívű eszmétörténeti tablót kapunk Bélyácz Iván értekezése alapján az ergodikusság hipotézis közgazdaságtani alkalmazhatóságáról, amely informativitása révén a szakmailag kívülálló szempontról különösen értékes. A hipotézis főbb jellemzőit a szerző – *O'Donnellre* (2013) hivatkozva – tömören a következőkben fogalmazza meg: „Az ergodikusság realitások a kockázat és a változtathatatlanosság területéhez tartoznak, míg a nemergodikusság realitások a redukálhatatlan bizonytalanság és a változtathatatlan területére sorolhatók.”⁵

A szerző egyik fontos állítása szerint „...a közgazdaságtani főáram képviselői hajlamosak voltak kötődni a gazdasági jelenségek ergodicitásában vetett hithez.”⁶ A kívülállónak úgy tűnik, mintha egy látens dichotómia (vagylagosság) nyomná rá a bélyegét az ergodicitással kapcsolatos nézetekre, nevezetesen a szakmailag domináns „tábor” hisz a hipotézisben, mások viszont nem. Ám az írásból az is kiderül, hogy a helyzet nem ennyire fekete-fehér. A szerző *Shackletől* (1949; 1955) idézi a „krucialitás principiumát, mely szerint az alapvető, vagy »nagy« gazdasági kérdések esetében nem működik az ergodicitás hipotézise: »Amikor a szereplők krucialis döntést hoznak, akkor szükségképpen lerombolnak bármilyen ergodikusság sztochasztikus folyamatot, amely létezhetett a döntés időpontjában.«”⁷ Más a helyzet a rutindöntések esetében, amikor a jövőre vonatkozó állapot valamennyire előre jelezhető, és ide szokták sorolni például a fogyasztói viselkedésre vonatkozó előrejelzést.

Úgy véljük, hogy a két állítás egymást nem zárja ki, sőt a kettőt együtt célszerű hangsúlyozni, mert egyértelműen jelzik, hogy milyen jellegű kérdések esetében lehetséges, illetve mikor célszerűtlen az ergodicitás hipotézisét alkalmazni. A fentiek tanulságaként szeretnénk megemlíteni (ám a későbbiekben részletesebben is kitérünk rá), hogy *a hipotézisek, illetve az ezt megalapozó elméletek, módszertan, valamint empirikus apparátus alkalmazása célfüggő, ami azt jelenti,*

5 BÉLYÁ CZ I., i. m. 41. o.

6 BÉLYÁ CZ I., i. m. 42. o.

7 BÉLYÁ CZ I., i. m. 36. o.

hogy egyik sem bír univerzális érvényességgel. Eme „alapvetés” figyelembevétele nemcsak a közgazdaságtannak, hanem a szociológiának, ezen belül az alkalmazott módszertannak is gyengéje, ami gyakorta értelmezési problémákhoz vezet.

A sokdimenziós társadalmi (gazdasági) tér értelmezése

A szociológia egyik legfontosabb alapvetése, hogy a társadalmi, gazdasági, kulturális stb. folyamatok és jelenségek a sokdimenziós társadalmi térben alakulnak ki, illetve ebben folyamatosan változnak. Az egyes dimenziók között különböző irányú, jellegű és erősségű kapcsolódások jönnek létre. A Bélyác Iván által idézett elméletalkotók bizonyos gondolatai a fentiekhez számos hasonló vonást tartalmaznak. Így például „Bronk (2011) »a realitás sokarcú természetére«⁸ hívja fel a figyelmet. „Shackle megállapítja, hogy az egyének nem képesek az összes lehetséges eshetőség vagy a világhelyzetek számszerűsítésére.”⁹ „Keynes [...] azt gondolta, hogy a gazdaság túl bonyolult ahhoz, hogy teljességgel modellezhető lenne, amiből ő arra a következtetésre jutott, hogy a közgazdasági elmélet szoros relációk egyszerűsített bemutatása, s nem a teljesség prezentálása.”¹⁰

Kritikai megjegyzésként ehhez csupán annyit szeretnénk hozzáfűzni, hogy a fenti felismerés nem igazán befolyásolja a társadalomelméletek művelőit elméleti modelljeik (konstrukcióik) megalkotásában, ami – többek között – abban mutatkozik meg, hogy nem, vagy csak hézagosan hívják fel a figyelmet modelljeik korlátaira, így azok olyan területeken is élnek „önálló életüket”, amelyek esetében a relevanciájuk meglehetősen bizonytalan.

Az eltérő „nézőpontok” egyik gyökere, az eltérő „gazdaságképek”

A szociológiában – többnyire – az egymástól eltérő magyarázattal szolgáló modellek mögött eltérő társadalomképek húzódnak meg, amelyeket gyakorta nem is vázolnak fel, tekintve, hogy a kutató (elméletalkotó) – problémája megoldásához – először keres/kialakít egy elméleti modellt, majd ahhoz próbálja igazítani a „bemeneti” adatokat és az alkalmazott matematikai-statisztikai apparátust. A kiválasztott/kialakított modell paraméterezése számos olyan elméleti alapon álló feltételezésre épül, amelyek kezelésére ugyan sokféle matematikai-statisztikai eljárás kínálkozik, ám e feltételezések javarészt azokon a „képzeteken és

8 BÉLYÁCZ I., i. m. 43. o.

9 BÉLYÁCZ I., i. m. 37. o.

10 BÉLYÁCZ I., i. m. 35. o.

víziókon” alapulnak, amelyek a kutatóban előzetesen kialakultak. Ezeket nem lehet előzetesen ellenőrizni, csak utólag, a jelenség lefutása után, ezért a „bizonyító apparátus” megfelelő konzisztenciája sem biztosíték arra, hogy a modellnek a jövőre vonatkozó eredményei kellően relevánsak lesznek.

Úgy véljük, hogy alapvetően ezt a helyzetet érzékelteti a szerző, amikor a közgazdaságtan egyes elméletalkotóira hivatkozik. Így például, „Bronk (2009:221) szerint [...] a meghatározatlanság által hátrahagyott űrt a képzelet tölti be, amelyet az innováció és az új opciók közötti választás szabadsága alkot meg. Ez felvázol egy víziót arról, hogy milyen lehetne a világ, s milyennek szeretnénk, hogy legyen.”¹¹ „Shackle (1992:8) szerint, mivel nekünk csak »töredezett és zavaros bizonyítékunk« van arról, hogy mit hoz a holnap, ezért fel kell építenünk egy képet – a képzelet segítségével – arról, ami jöhet.”¹²

Nos, a közgazdaságtanban az itt említett „képzelet” és „vízió” tölti be azt a szerepet, amit a szociológiában társadalomkép alatt értünk. Miután ezekre vonatkozóan ritkán alakul ki érdemi szakmai konszenzus (amit csak előzetes beható összehasonlítások alapján lehet létrehozni), ezért ezek a képzetek és víziók többnyire egymás mellett léteznek. Ez önmagában akár áldásos is lehetne, azonban miután hiányzik a különböző „képzetek és víziók” közötti relációk kellő tisztázása, ezért a külső szemlélőben gyakorta inkább a kaotikusság képzelete támadhat.

Konstrukciók/modellek képzése

A fentiek kapcsán azt is érdemes megemlíteni, hogy a párhuzamos társadalom-, illetve gazdaságképek eleve felkínálják a lehetőséget a párhuzamos konstrukciók kialakítására, ezzel kapcsolatosan érdemesnek véljük idézni Bourdieu-t. „Ahogyan a »létező« Arisztotelész felfogásában, úgy a társadalmi világ is többféleképpen írható le és konstruálható meg.” [...] „Annak hangsúlyozása, hogy a társadalmi világ észlelése konstrukciós műveletet feltételez, korántsem jelenti a megismerés intellektualista elméletének elfogadását: a társadalmi világ megtapasztalása és az ennek háttérben meghúzódó konstrukciós művelet nagyrészt a gyakorlatban, vagyis az explicit értelmezés és a verbális kifejezés szintje alatt zajlik.”¹³

Ritkán szokták említeni, hogy a különböző modellek és konstrukciók képzése mint a valóság sokoldalú feltárásának a lehetősége bizonyos „mellékhatásokkal” is együtt jár, amire ugyancsak Bourdieu hívja fel a figyelmet. „A leghatározottabban objektivistáknak magába kell foglalnia a cselekvőknek a

11 BÉLYÁ CZ I., i. m. 44. o.

12 BÉLYÁ CZ I., i. m. 40. o.

13 BOURDIEU (2010 [1985]):168.

társadalmi világgal kapcsolatos képzeiteit; pontosabban figyelembe kell venniük azt, hogy a cselekvők mennyiben járulnak hozzá a társadalmi világról alkotott képnek, és ezen keresztül magának a társadalmi világnak a létrehozásához azon *reprezentációs munka* révén (a »reprezentáció« szó minden lehetséges értelmében), amelyet folyamatosan annak érdekében végeznek, hogy saját világszemléletüket vagy a világban elfoglalt saját pozíciójuk szemléletét – társadalmi identitásukat – másokra kényszerítsék.¹⁴

Sarkosan fogalmazva, az elméletalkotók, valamint mögöttük álló empiristák, beleértve az ökonométerek „valóságbemutatóit”, a valóság különböző rendezőelvek mentén való leképezésének tekinthetjük. Ebben a rekonstrukciós eljárásban a konstrukciók képzői és kivitelezői meghatározó (szubjektív) szerepet játszanak, bármennyire is igyekeznek, hogy a szubjektív elemeket kiszűrjék.

A dinamikus megközelítés alkalmazása

A bevezetőben jeleztük, hogy a sokdimenziós térben működő folyamatok és jelenségek egyik jellemző tulajdonsága a folyamatos, pontosabban a dimenzió sajátosságától függő mozgás. Következésképpen ez a tér, és benne az egyes folyamatok vagy a folyamatok és jelenségek bizonyos csoportjai csak dinamikájukban ragadhatók meg. E tézis megerősítést nyer a közgazdaságtan részéről is, amelynek egyik képviselőjét a szerző is idézi. „Davidson (1982:61; 1982:16) több alkalommal hangot adott ama meggyőződésének, hogy a gazdaság a történeti időn áthaladó folyamat. Eszerint a releváns valószínűségi eloszlások időfüggők, a gazdasági folyamat nem ergodikus, s ezért a gazdasági világ nincs statisztikai kontroll alatt.”¹⁵ Ezek alapján úgy véljük, hogy a szerző joggal fogalmazza meg a következőket: „Ezzel elérkeztünk az ergodicitás természettudományi analógiájának legkétségesebb pontjához, az idő eliminálásához. Ha valami alapvetően vitathatóvá teszi az ergodikus hipotézis (pénzügyi) közgazdaságtani alkalmazhatóságát, az az idő szerepének a kiiktatása.”¹⁶

Természetesen ez nem azt jelenti, hogy a konstrukció készítője tudatosan ki akarná iktatni az idő szerepét, sőt nagyon is azon van, hogy annak szerepét bizonyos eljárások segítségével kellően hipotetizálja. A hipotézisek pontosságának elérhetősége azonban jelenségfüggő; egyes esetekben sikerülhet viszonylag jó hipotézist készíteni, másokban nem, és a pontosság mértéke – a vizsgált jelenségektől függően – széles tartományban szóródik. Következésképpen – amint korábban is említettük – a dichotóm (vagylagos) megközelítés helyett célszerű az ergodicitás mértékét egy meghatározott tartományban elképzelni.

14 BOURDIEU (2010 [1985]):167.

15 BÉLYÁ CZ I., i. m. 47. o.

16 BÉLYÁ CZ I., i. m. 50. o.

„A BIZONYTALANSÁG LÉTELMELETI ALAPJAINAK FELTÁRÁSA”. ANALÓGIÁK.

Az alcím egyik felét a szerzőtől vettük kölcsön, tekintve, hogy vele egyetértésben, fontosnak tartjuk a bizonytalanság lételméleti alapjainak a feltárását, azzal a kiegészítéssel, hogy ezt a feltárást az ismeretelmélet vonatkozásában is célszerű elvégezni. Az alcím második fele analógiákat ígér, amelyet viszont a szociológia, illetve a társadalomstatisztika területéről vettünk át.

A szerző a bizonytalanság lételméleti alapjainak a feltárása kapcsán több teoretikusra is hivatkozik, akik közül most csak az alábbiakat emeljük ki. O’Donnell (2013) szerint „A lételméleti jellemzők az elsődlegesek és permanensek, a megismerési tulajdonságok másodlagosak és eliminálhatóak”.¹⁷ Bronk (2011) alábbi kitételét már korábban említettük, amely szerint „a lételméletnek vannak olyan kérdései, mint a realitás sokarcú természete és a nemlineáris kapcsolódások túlsúlya, amelyek hatnak a megismerési bizonytalanságra abban az értelemben, hogy gyengítik a precíz előrejelzés bázisát.”¹⁸ Keynes szerint „itt nem ismeretelméleti bizonytalanság jelentkezik, hanem lételméleti bizonytalanság, ami elválasztja a biztosítható (előre jelezhető) eseményeket a bizonytalan gazdasági eseményektől”.¹⁹

Az O’Donnelltól származó kitétel problémásnak érezzük, tekintve, hogy az ismeretelméleti alapoknak hasonló jelentőséget tulajdonítunk, mint a lételméletinek. Az egyenértékűség mellett szól az a körülmény, hogy az utóbbit csak kellő ismeretelméleti alapok birtokában lehet érdemben megérteni.

Úgy véljük, hogy az ergodicitás és az ehhez hasonló kvalitású kérdések szélesebb összefüggésekben való vizsgálatokor szükség van bizonyos rendszerkeretek kialakítására, amelyekben belül – kiindulásként – célszerű a „praktikus” alapvetések megfogalmazása (Harcza, 2015). Ezeket az alapvetéseket egyfajta „minőségbiztosítási eszköztárnak” is tekinthetjük, amelyek részben segítenek az értelmezési keretek felvázolásában, részben megkönnyítik a számonkérhetőséget. (Csak azt kérjük számon a konstrukció készítőjétől, amit értelmezési keretként felkínált.) Mindez a jelenség kutatása/értelmezése kapcsán felmerülő korlátok és lehetőségek körvonalazását is jelenti.

17 BÉLYÁCZ I., I. M. 41. o.

18 BÉLYÁCZ I., I. M. 43. o.

19 BÉLYÁCZ I., I. M. 34. o.

Néhány alapvetés

- 1) *A makrofolyamatok (és a mikrofolyamatok jelentős része is) a sokdimenziós, társadalmi-gazdasági térben formálódnak, ahol az egyes dimenziók közötti kölcsönös kapcsolat változó erősségű, amelyben kiemelt szerepe van a helynek és az időnek. Ilyen körülmények között az általunk konstruált visszacsatolási (jelzőszám)rendszerek működése esetlegessé válhat, ami – a szükséges információk hiánya miatt – megnehezíti a korrekciós lépések beiktatását, következésképpen az összefolyamatok eredője szükségszerűen sztochasztikusan alakul. Ennek következtében bizonyos bonyolultabb jelenségek és folyamatok precíz előrejelzése szinte kizárt.*
- 2) *Az egyes dimenziók relatíve önálló rendezőelvekkel rendelkeznek, ami azt is jelenti, hogy térbeli és időbeli mozgásuk dinamikája egymástól eltérő lehet, következésképpen a változások lehetséges konfigurációja is nagyszámú. Mindebből az is következik, hogy mozgásuk hosszabb távon aszinkronitást mutathat, amelyen belül a mozgások aktuális értékei nem mindig adnak megfelelő kiindulópontot kellően megalapozott becslésre.*
- 3) *A fenti körülmények önmagukban is elégséges alapot szolgáltatnak arra, hogy egyidejű megfigyelésük, tehát statisztikai mérhetőségük meglehetősen nagy korlátok között mozog.*
- 4) *A megfigyelőt („mérőembert”, elemzőt) – a mérés és az értékelés során – bizonyos fokig irányítúként vezeti társadalom-, illetve gazdaságképe, amely mögött meghatározott értékrendszer(ek) húzódik (húzódna) meg. Miután az értékrendszer alapvetően normatív, következésképpen a társadalom-, illetve gazdaságképet is ez jellemzi. Ebből következik, hogy a vizsgált jelenséget/folyamatot csak meghatározott társadalomképbe ágyazva lehet kellő árnyaltsággal bemutatni, illetve értelmezni. Miután a plurális értékrendek világában élünk, ezért ez a körülmény elégséges alapot szolgáltat a különböző nézőpontok, megközelítések kialakulásához és párhuzamos jelenlétéhez. Így például akár ugyanazon bizonyítási apparátus alkalmazásával is egészen más következtetésekre lehet jutni akkor, ha a társadalomkép központjában a folytonos gazdasági növekedés és az ehhez kapcsolódó fogyasztói társadalom elérése áll, mint ha a fenntartható társadalmi fejlődés. (A két verzióban a növekedés és fejlődés lehetséges konstellációja szükségszerűen más-más módon áll össze.)*

A „normatívák” meghatározzák, hogy miként értelmezzük az egyes jelenségeket, például az egyenlőséget, igazságosságot stb., tehát kialakulnak az ezekkel kapcsolatos képzetek. A „mit és hogyan látunk, illetve láttatunk” a kutató/teoretikus szűrőrendszerén megy keresztül, akiben – többek között – ezen a szinten dől el, hogy szűkített vagy szélesebb értelmezésű társadalom-, illetve gazdaságképből indul-e ki.

- 5) A fentiek miatt a sokdimenziós társadalmi-gazdasági erőterben lezajló, *bonyolultabb folyamatokat nem lehet pusztán egyetlen (a domináns) megközelítésmód segítségével megmagyarázni*. Így például a világgazdasági válság esetében a dominánsan használt modellrendszerek szirénhangjai mellett szükség lett volna a józan belátásra, intuitivitásra. (Régi mondás, hogy időnként a modern kori meteorológusnak is célszerű a műszerek mögül kitekinteni az ablakon. Ennek analógiájára a közgazdasági-pénzügyi előrejelzések esetében például a terjedő „buborékgazdaság” relevánsabb mérési konstrukciókkal való bemutatására lett volna szükség.) Mindezek alapján megfogalmazható, hogy a közgazdaságtan és a szociológia területén alkalmazott modellek egyik legfőbb problémája az általános érvényre való törekvés, miközben annak feltételei nem mindig állnak rendelkezésre. Továbbá azt is érdemes hangsúlyozni, hogy a modellek nem általában véve jók vagy rosszak, hanem „jóságukat” a felhasználási cél alapján lehet megítélni.

A fentiekkel feltehetően számos kutató tisztában van, sőt az is bizonyos, hogy vannak, akik osztják az alapvetésekben megfogalmazottakat, ám – különböző okok miatt – *a társadalomtudományok terén viszonylag „kevesen vannak olyan helyzetben”, hogy ezeket az alapvetéseket a gyakorlatban is alkalmazzák*. Kulcskérdésnek tekinthetjük, hogy mi tartja fenn azt a „helyzetet”. A kérdésre adható válaszhoz részben ki kell lépünk a tudományok területéről – amire már a korábbiakban is felhívtuk a figyelmet –, részben a társadalomtudományokon belüli problémákat is górcső alá kell vennünk. *A globális társadalmi és gazdasági folyamatok fő irányát alapvetően nemzetközi erőközpontok orientálják, és tevékenységükhöz „szolgálólányokként” tudják használni a tudományokat, illetve azok képviselőit*. E központok szelektíven – az aktuális status quo (a közgazdászok nyelvén „egyensúly”) fenntartása céljából – érdekeiknek megfelelően válogatnak a tudományos eredményekből, tevékenységük legitimálása érdekében. Azokból a modellekből/konstrukciókból válogatnak, amelyeknek az eredményei közel állnak ahhoz, amit látni és láttatni szeretnének.

Valószínűleg ez így van rendjén – ami nem jelenti azt, hogy a tudományoknak nem lehet relatíve önálló szerepköre. Ez utóbbit illetően *a tudomány hivatása, hogy legalább egy lépéssel a globális folyamatokat mozdítók előtt járjon*. A gond csak az, hogy ezt viszonylag ritkán teszi, különböző okok miatt. E körülmény miatt maguk a társadalomtudományok is számottevő szerepet játszanak abban, hogy a globális rendszerek meglehetősen rossz tanulórendszereknek bizonyulnak. Kétségtelen ugyanakkor, hogy ebbéli felelősségük messze elmarad a világrendszer működésének természetéből fakadó, illetve a működést közvetlenül mozdítók felelősségétől. Mindez azonban nem menti fel a társadalomtudomá-

nyok képviselőit az időnkénti szakmai önreflexió alól, továbbá bizonyos morális kérdések újragondolásától. Itt elsősorban az olyan kitételekre gondolunk, mint például, amelyet *Galbraith*nek tulajdonítanak: „*A közgazdászok nem azért jeleznek előre, mert tudják, hanem mert erre kérik őket.*” Mindannyian tudjuk, hogy e mondás általános érvénye gyakorta vitatható.

VAN-E TANULSÁGA A „HITVITÁNAK”?

Írásunkban arra próbáltuk a figyelmet felhívni, hogy az ergodicitás közgazdaságtani értelmezése mögött alapvető lét- és ismeretelméleti meghatározottságok húzódnak meg, tehát nem pusztán szaktudományi jellegű kérdésről van szó. A Bélyácz Iván értekezésében említett teoretikusok kitételei alapján úgy véljük, hogy az ergodicitás hipotézise a „hitvitákhoz” hasonló, hiszen elfogadása alapvetően a kutató értékpreferenciáitól függ.

Mindebből az is következik, hogy a kérdést több szinten lehet tárgyalni, ám az egyes szintek relatíve önálló taglalásával párhuzamosan törekedni kell a valamennyi szintet átfogó értelmezésre, különben az egyes vélemények elbeszélnek egymás mellett. Úgy véljük, hogy – más hasonló jelentőségű kérdéskörhöz hasonlóan – a közel évszázados vitamúltra visszatekintő ergodicitás is ebben a „csapdában” vergődik, aminek egyik oka az lehet, hogy a vitatkozók nem mindig veszik figyelembe a kérdés tárgyalhatóságának többszintű voltát. Mindezt azért fontos hangsúlyozni, mert az egyes összefüggések logikai (részben hierarchikus, részben egymás melletti) egymásra épülése elmosódik, ami könnyen ahhoz vezet, hogy nem ugyanarról beszélnek. Természetesen ez csak egy lehetséges nézőpontból megalkotott, lehetséges következtetés.

Félő, hogy a diskurzus ilyenén alakulásában az is szerepet játszott, hogy *kevés az érdemi szakmai önreflexió*. Ennek fényében dicséretes Bélyácz Iván azon törekvése, hogy eszmetörténeti körképet vázoljon fel az ergodicitáshoz közvetve vagy közvetlenül kapcsolódó „tudások” összegzésével és azok egymásra vetítésével. Ily módon vitaalapot is kínál bizonyos alapkérdések tisztázásához, illetve az ezekben való konszenzus szakmai keretek közötti kialakításához.

Ha az önreflexió kultúrája nem épül be szervesen az adott szakmai közösség, elsősorban azon belül is a mainstream tevékenységébe, és csupán néhány kutató/teoretikus vállalkozik erre, akkor az eredmény felemás. Ezt tapasztalhattuk például a világgazdasági válság kapcsán megjelent *Stiglitz*-jelentés esetében is; őt a közgazdasági mainstream gyakorlatilag „kiközösítette” amiatt, hogy gyakorolta a saját maga által kívánatosnak tartott szakmai önreflexiót. Sokatmondó és „árulkodó” ténynek is tekinthető, hogy a közgazdaságtan mainstreamje érdemben nem igazán reflektált a jelentésre. Mindez feltehetően nem véletlen,

hiszen a szakmai elit döntő részének világ- és gazdaságképe leszűkített, miután annak középpontjában túlzottan domináns helyet foglal el a gazdasági növekedés, és ezzel párhuzamosan a profit. Ezek mellett – érdemüket tekintve – meglehetősen háttérbe szorulnak a másfajta értékek, mint például a szolidaritás, az egyenlőtlenségek mérséklése, a természeti környezet védelme, a társadalmi fenntarthatóság stb. Ám az is tény, hogy a társadalom tagjainak a többsége „vevő” a dominánsan gazdasági növekedésre fókuszáló világképre, hiszen a fogyasztói társadalom mai formája ennek a gazdasági modellnek az emlőiből táplálkozik. Mondhatni, hogy e tekintetben konszenzus van a „fent és lent” levők között, ami kellően megalapozott felmentést ad a szakmai mainstream számára a másképpen gondolkodás alól. E körülmény (mint társadalmi visszacsatolás) pedig olyan helyzetbe hozza az ergodicitás hipotézisét is, amelyet a tudományos okfejtés nem igazán képes kikezdeni.

A „hitvita” jellegét jelentős mértékben tompítaná, ha az ergodicitást illetően mérséklődne a problémakör dichotóm megközelítése. Adott jelenség kapcsán az ergodicitás ugyanis önmagában annyit jelent, hogy bizonyos múltra vonatkozó információk alapján valamilyen becslést végzünk egy jövőbeli állapot bekövetkezésére. *Mindig az adott jelenség természete határozza meg az ergodicitás mértékét, ezért inkább a „jelenségfüggésen” van a hangsúly, és nem a múltbeli, illetve a jövőbeli állapot közötti összefüggésen.*

Egy közelmúltbeli, idősoros előrejelzésekről szóló műhelyvitán²⁰ is felmerült, hogy a kutatók számos új megközelítést és módszertani eljárást alakítottak ki az ergodicitás alapvető problémáinak a kezelésére. Úgy véljük, hogy célszerű lenne hasonló szakmai körképet, illetve kritikai értékeléssel összekötött összegzést készíteni ezekről is, így válna teljesebbé aktuális tudásunk a kérdéskörrel.

²⁰ Lásd 2. lábjegyzet, 59. o.

HIVATKOZÁSOK

- BÉLYÁ CZ I. (2016): Az ergodicitás vitatott szerepe a (pénzügyi) közgazdaságtanban. *Gazdaság és Pénzügy*, 2017, 4(1), 3–58. o.
- BOURDIEU, PIERRE (2010 [1985]): A társadalmi tér és a csoportok keletkezése. In ANGELUSZ RÓBERT – GECSER OTTÓ – ÉBER MÁRK ÁRON [szerk.] (2010): *Társadalmi rétegződés olvasókönyv*. TÁMOP 2010-201. Budapest: ELTE, 164–177. pp., http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_2A_19_Tarsadalmi_retegzodes_olvasokonyv_szerk_Gecser_Otto/0010_2A_19_Tarsadalmi_retegzodes_olvasokonyv_szerk_Gecser_Otto.pdf.
- BRONK, R. (2009): *The Romantic Economist – Imagination in Economics*. Cambridge University Press.
- BRONK, R. (2011): *Epistemological difficulties with neoclassical economics*. The London School of Economics and Political Science, 22. p.
- DAVIDSON, P. (1982; 1982): Rational expectations, a fallacious foundation for studying crucial decision-making processes. *Journal of Post-Keynesian Economics*, Vol. 5, No 2. pp. 182–197 p.
- HARCSA I. (2015): A területi fejlettség és egyenlőtlenségek lehetséges értelmezései – kritikai értékelés és kutatási eredmények. *Statistikai Szemle* (5)5, pp. 460–486; 93(6) pp. 521–551.
- HARCSA I. (2016): Társadalmi tagolódás és társadalomkép kapcsolata. *Replika* 96–97 (2016 1–2), pp. 173–187.
- O’DONNELL, R. (2013): Two Post Keynesian Approaches to Uncertainty and Irreducible Uncertainty. In: HARCOURT, G. C. – KRIESLER, P. (eds.): *The Oxford Handbook of Post Keynesian Economics*, Vol. 2, Critiques and Methodology.
- SHACKLE, G. L. S. (1949, 1950): A non additive measure of uncertainty. *Review of Economic Studies*, Vol. 17, pp. 70–74.

MAGYAR KOCKÁZATKEZELÉSI KUTATÁSOK LEGÚJABB EREDMÉNYEI

PRMIA konferencia-összefoglaló

„Magyar kockázatkezelési kutatások legújabb eredményei” címmel szervezett tudományos konferenciát a Széchenyi István Egyetem Regionális- és Gazdaságtudományi Doktori Iskolája, a Kautz Gyula Gazdaságtudományi Kar és a Professional Risk Managers’ International Association (PRMIA) magyarországi szervezete 2016. október 21-én Győrben a Széchenyi István Egyetemen. A konferencia célja egyrészt az volt, hogy a vállalatok, pénzügyi és egyéb szervezetek korszerű kockázatkezelésével kapcsolatos, legfrissebb magyar egyetemi kutatási eredményeket megosszunk és megvitassuk; másrészt olyan fórumot szeretünk volna létrehozni, ahol a magyar PhD-hallgatók, illetve kutatók bemutatathatják a szakmai és tudományos közönségnek kockázatkezelési témájú kutatásaikat.

A Széchenyi István Egyetem, a konferencia egyik szervezője évek óta működtet egy műhelyt, amely kockázatkezelési témájú kutatásokat is végez. A konferencia első felében elsősorban a műhely körül szerveződő előadók mutatták be előadásait.

A konferencia másik rendezője, a PRMIA Hungary Chapter olyan szakmai civil szervezet, amelynek célja a kockázatkezelési szakma színvonalának magas szinten tartása a legjobb szakmai gyakorlatok elérhetővé tételével, megosztásával. A szervezet – azon kívül, hogy nemzetközi szakmai képesítést tesz elérhetővé nemzetközileg akkreditált vizsgálhatóságok és tananyag biztosításával – konferenciák szervezésével járul hozzá a legjobb gyakorlatok terjedéséhez. A konferencia második felében elsősorban a PRMIA által felkért előadók előadásait hallhattuk.

A fentieknek megfelelően a konferencia két szekcióra oszlott: az első részben ipari és mezőgazdasági kockázatkezelési megoldásokat láthattunk, míg a konferencia második részében pénzügyi kockázatkezelés témában tartottak előadásokat. Mindkét szekcióban öt-öt előadás hangzott el.

Az előadások sorát *dr. Szabó József* egyetemi docens nyitotta, aki bevezető előadásában „Könyvjelzők – A kockázati kutatások irányai” címmel röviden ismertette az ipari kockázatkezelés módszertanának eddigi eredményeit, illetve lehetséges kutatási irányokat vázolt fel.

A következő előadásban *dr. Koppány Krisztián* egyetemi docens beszélt a magyar feldolgozóipar ÁKM-elemzéséből adódó kockázatairól. „Magyarország

feldolgozóipari exportteljesítményéből és ágazati szerkezetéből adódó növekedési lehetőségei és kockázatai” című előadásában a magyar gazdaság 2010 és 2014 közötti szerkezeti átalakulását, s ennek a növekedésre gyakorolt hatásait vizsgálta. A gazdaság szerkezetét ágazati kapcsolatok mérlegével (ÁKM), valamint az ágazati peremek alapján RAS-technikával továbbvezetett input-output tábláival vizsgálta. Meghatározta, hogy az adott ágazat termékei iránti exogén keresletváltozás milyen hatást gyakorol a teljes gazdaságra közvetlenül, és a beszállítói kapcsolatokon keresztül közvetve is. A vizsgálati módszer újszerűségét az input-output elemzés és a portfólióelmélet összekapcsolása adja, amely lehetővé teszi, hogy a vizsgálódás során ne csak a feldolgozóipari export szintjének és belső szerkezetének változásait vegyük figyelembe, hanem az ágazati exportvolumen-változások várható értékét, szórását és egymással való korrelációit, valamint a hazai ágazatok egymás közötti beszállítói kapcsolatrendszerének és hozzáadott értékhányadainak változásait is. Az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgált időszakban a feldolgozóipari export várható növekedési hozzájárulása emelkedett; nőtt ugyanakkor ennek a szórása, a növekedés kockázata is.

A délelőtti harmadik előadója *dr. Kovács Norbert* egyetemi docens volt, aki „*Építőipari projektek kockázati tényezői*” című előadásában az építési projektek kockázati menedzsmentjének egy új fogalmi keretét mutatta be, amely a kockázati tényezők hatékony azonosításában segít. Ehhez a projekt különböző fázisaiban az egyes szereplőket szerződéses viszonyaikon keresztül vizsgálta. A fázisok kockázatait a szereplők kötelezettségeinek és felelősségének összevetésével ragadta meg. Az összes projektszereplőt és a projekt fázisait mátrixszerűen felsorolva számba vette a kockázatokot, amelyeket ezután az adott fázis időhányadának és költség-hányadának számszerűsítése révén alakított mérhetővé. Előadásának végén a teljes projekt szereplőit, fázisait, idő- és költségigényét egy ábrában összefoglalva, vizuális képet is nyújtott az egyes kockázati tényezők jelentőségéről.

Az előadások sorát *Cserpes Imre* egyetemi tanársegéd, PhD-hallgató folytatta. „*Építési projektek kockázatai – A szereplők érdekviszonyainak hatása*” címmel – az előző előadóhoz hasonlóan – az építőipari projektek kockázatairól beszélt, amelyeket ugyancsak a szereplők viszonyainak vizsgálatával elemzett, azonban szerződéses viszonyaik helyett a szereplők érdekviszonyain keresztül vizsgálta a kockázatokot. Az előadó a belső, a projektben ténylegesen részt vevő szereplőkre, érdekeikre, együttműködésükre koncentrált. Kapcsolataik jellegét a kockázatkezelés sajátos szempontjából vizsgálta. Vázolta a szereplők közötti tulajdoni, jogi, felelősségi és pénzügyi kapcsolatokat, valamint ezek változásait. Az említett tényezőkön keresztül rendszerezte a szereplők kapcsolataiban rejlő kockázati elemeket. Az előadó gyakorlati projektvezetési tapasztalatait is beépítette az elemzésbe, ezáltal gyakorlatorientált szemléletű összegzést hallhattunk a kockázatokról.

A délelőtti programját *dr. Élő Gábor* egyetemi docens zárta „*Kockázatminimalizálás IoT- és BIG Data-technológiákkal agrárgazdasági példán*” című előadásával (az ennek alapján írt cikket jelen folyóiratunkban közöljük, l. 77–98. o.). Az említett technológiák kockázatkezelési felhasználásának lehetőségeiről beszélt egy mezőgazdasági példán keresztül. A két feltörekvő technológia nemcsak a közvetlen technikai fejlődésben tör utat magának, hanem a gazdasági-társadalmi hatásait is lehet már vizsgálni. Bemutatta, hogy a mindenütt jelenlévő, hálózatosan összekapcsolt adatforrások tömegesedése eddig nem ismert megoldásokat tesz lehetővé. A nagyon nagy méretű és nem jól strukturált adatbázisokból leszűrhető információ kinyeréséhez kidolgoztak egy jól használható módszert az AGRODAT projekt keretében. A Széchenyi István Egyetem Információs Társadalom Oktató-és Kutatócsoportja (ITOK) a mezőgazdasági termelési módszerek fejlesztéséhez kapcsolódó üzleti modellek kockázatkezelési keretrendszerét dolgozta ki. A kockázatkezelési megoldás lényege, hogy nagyszámú szenzoroszlop adatait szuperszámítógépekkel feldolgozva, nemcsak üzemtechnológiai döntéseket, hanem üzleti kockázatminimalizálást is végezhetünk. Ennek elméleti alapját mutatta be az előadó. Az előadás keretében mind modellalkotási, mind algoritmikus problémákat és ezek kezelését is ismertette a szerző.

A délelőtti első szekció előadásait büfébéd követte az előadóterem előtt, ahol a résztvevők megbeszélhették a frissen kapott információkat, és egyben erőt gyűjthettek a délutáni előadás-sorozatra.

Az ebédet követően a pénzügyi kockázatkezelési szekció előadásai következtek, amelyeket *Ivanyos János* c. főiskolai docens, PhD-hallgató nyitott „*A fenntarthatósági szempontok figyelembe vételének hatása a vállalati kockázatkezelés gyakorlatára*” című előadásával.

Az előadás elején elmondta, hogy – az állami, illetve helyi kormányzati intézményekhez hasonlóan – a globális értékláncok irányítói és szereplői is új szerepfelfogásra kényszerülnek a fenntarthatósági célok mentén, nyitottabbá válnak az innovációs kultúra megváltozásához szorosan köthető, új üzleti modellek kialakítására. Ezek a vállalati kezdeményezések a környezeti, társadalmi és gazdasági fenntarthatóság és a vállalati kockázatok kezelése szempontjából több újdonságot is a felszínre hoztak.

Kifejtette, hogy a vállalati előnyöket az értéklánc-optimalizálás kapcsán viszonylag könnyű beazonosítani, ugyanakkor a helyi társadalmi kohézió szempontjából fontos társadalmi-környezeti hasznosságnak a vállalati döntéseket is befolyásoló számszerűsítése és figyelembe vétele nem ilyen egyszerű. A külső érdekelt felek szempontjainak (l. erőforrás-korlátok, környezettudatosság, esélyegyenlőség stb.) „átfordítása” a vállalati működési keretek között már meglévő, belső motivációs tényezők (l. költséghatékonyság, szabályozottság stb.) kiegészítéseként

szítésére, illetve továbbfejlesztésére, hozzájárul a vállalati kockázatkezelési és innovációs folyamatok javításához is, amelyek eredményes működtetése visszahat a vállalati stratégia újraértelmezésére és a növekedési célok eredményes megvalósulására.

Az egyik legfontosabb konklúziója az volt, hogy a fenntarthatósági prioritások megjelenése a kockázatkezelési gyakorlatok szükséges kiterjesztésén keresztül felértékeli a helyi társadalmi, környezeti és gazdasági externáliákkal való foglalkozás jelentőségét, így a kockázatkezelés és innováció megfelelő „intézményesülésén” keresztül hozzájárulhat az „olcsó” termelési tényezőkkel rendelkező gazdasági perifériák felzárkóztatásához.

A következő előadást *dr. Berlinger Edina* egyetemi docens és *dr. Dömötör Barbara* tartotta a Budepesti Corvinus Egyetemről. „*A kockázatvállalás útvonal-függősége*” címmel összefoglalták, hogy milyen összefüggés állhat fenn a kockázatvállalási hajlandóság és az elmúlt időszakbeli nyereségek között. Elméleti magyarázatot adtak a pozitív, a negatív és a semleges kapcsolatra egyaránt. A magyarázatokat elkülönítették aszerint, hogy a szereplők racionális vagy irracionális viselkedéséből indulunk-e ki. Az elméleti áttekintés fényében bemutatták a nemzetközi empirikus szakirodalom idevonatkozó eredményeit. Végül egy hazai vállalati adatbázis alapján megvizsgálták, hogy a vállalatok fedezeti tevékenysége kapcsolatba hozható-e az elmúlt időszakban elért nyereségekkel. Azt tapasztalták, hogy a kockázatvállalási döntések – empirikusan kimutathatóan – sok esetben irracionálisak. Egyben rámutattak arra is, hogy amennyiben történetileg nézünk több egymás után következő döntést, nem önállóan az egyes döntéseket, úgy magyarázatot lehet találni a látszólag irracionális viselkedésre. Konklúziójuk az volt, hogy a kockázatvállalás útvonal-függőségének elemzése hozzájárulhat a gazdasági ciklusok belső dinamikájának megértéséhez, a hatékonyabb vállalati szintű kockázatkezeléshez és a szabályozás fejlesztéséhez.

A délutáni kávészünet előtti utolsó előadás *Béli Marcell* (Professional Risk Manager – PRM) és *dr. Váradi Kata* egyetemi docens (Budapesti Corvinus Egyetem) munkáját mutatta be „*Alapletét meghatározásának lehetséges módszertana*” címmel. Egy olyan alapletéti követelményt meghatározó módszertant ismertettek, amely megfelel a 2012 óta hatályban lévő EMIR-szabályozásnak, miközben a piaci szereplőknek az alapletét-meghatározással szemben támasztott követelményeit, igényeit is figyelembe veszi. A tőzsdék mögött működő központi szerződő felek feladata, hogy a piaci szereplőktől átvállalják a partnerkockázatot. Egy központi szerződő fél a felmerülő kockázatok kezelése érdekében egy többszintű garanciarendszert üzemeltet, amelynek egyik kulcsfontosságú eleme az alapletét, más néven a margin. A legfőbb követelmény a piaci szereplők szemszögéből, hogy a margin értéke kövesse a piaci folyamatokat,

miközben lehetőleg maradjon időben stabil. Továbbá az értékének meghatározása legyen objektív, hogy a piaci szereplők könnyen reprodukálni tudják, így minél kevesebb szakértői döntést tartalmazzon, valamint legyen egységes minden terméktípusra nézve. Az előadásban néhány értékpapír példáján keresztül ismertették, hogy egy lehetséges módszertan miképpen épül fel, és hogy az egyes paraméterek meghatározása miképpen kivitelezhető úgy, hogy minden érintett – szabályozó, piaci szereplők, központi szerződő fél – érdekeinek, követelményeinek megfeleljen.

A kávészünet után *dr. Lamanda Gabriella* egyetemi adjunktus és *Tamásné Vőneki Zsuzsanna* PhD-hallgató előadása következett a kockázati étvágyról. „*Kockázati étvágy keretrendszere – helyzetkép és kihívások a hazai bankszektorban*” címmel a kockázati étvágy meghatározásának szükségességéről, illetve egy magyarországi felmérés alapján a hazai gyakorlatról beszéltek. A keretrendszerrel elmondták, hogy a kockázattudatos magatartás a bankok sikeres működésének egyik feltétele. Egy banknak tisztában kell lennie az általa vállalt kockázatokkal, és képesnek kell lennie arra, hogy értékelje ezeket a kockázatokot. A hiteles értékeléshez pedig szükség van egy olyan keretrendszerre – az ún. kockázati étvágy keretrendszerre –, amely a banknak a kockázatokhoz való viszonyát mutatja meg. Előadásuk első felében áttekintették a témával kapcsolatos elméleti megközelítéseket, a főbb fogalmakat és a szabályozói törekvéseket. Úgy látták, hogy a jelenleg elérhető, kockázati étvágyra vonatkozó iránymutatások meglehetősen szűkszavúak, miközben a kockázati étvágy keretrendszernek mint a kockázattudatosság egyik pillérének a szerepe mind felügyeleti, mind belső stratégiai szempontból felértékelődni látszik. Egy általuk végzett kérdőíves felmérés eredményeit felhasználva értékelték a hazai gyakorlatot, és megfogalmazták a hiányosságokat, a kritikus pontokat. A válaszok összegzéséként elmondták, hogy a hazai bankok jellemzően nem rendelkeznek átfogó, minden kockázatra kiterjedő keretrendszerrel. Ahol létezik ilyen, ott elsősorban a maximális veszteség, a kockázatokra képzett tőke és vezetői kinyilatkoztatások formájában fejezik ki a kockázati étvágyat. Az előadók szerint a keretrendszer kialakításának akadályai az egységes taxonómia hiánya, az adatok kinyerésének megoldatlansága és az operatív gyakorlatba való integrálás nehézsége. Fontos megállapítás, hogy a szabályozói megfelelésen túl olyan további hozadéka is van e keretrendszer implementálásának, mint a kockázattudatosság növekedése és a kockázattvállalás nagyobb mértékű diverzifikációja.

Végezetül *Pál Eszter* egyetemi hallgató (Budapesti Gazdasági Egyetem), aki díjnyertes TDK-dolgozatának tanulságait osztotta meg a hallgatósággal „*Itt a lét a tét!*” című előadásában, amely a kockázatos döntések kimeneteleinek lehetséges következményeit vizsgálta. Prezentációjának az egyének kockázattvállalási hajlandóságát befolyásoló tényezők bemutatása volt az egyik célja, emellett ezek

alapján a MiFID-kérdőív továbbfejlesztésére is javaslatot tett. Az előadás elején elméleti összefoglalót adott, itt a kockázatokról és a befektetésekről tudhattunk meg többet a kockázatvállalási hajlandósággal kapcsolatosan. Szakirodalmi példákon keresztül mutatta be a kockázati döntéseket befolyásoló tényezőket (pl. kor, nem, életszínvonal stb.). Végül egy kérdőív segítségével készítette, saját felmérés eredményeit ismertette. Eszerint a férfiak kockázatvállalóbbak, mint a nők; a fiatalok kockázatvállalóbbak, mint az idősek; a diákok kockázatvállalóbbak, mint a dolgozók és a magas életszínvonalon élők kockázatvállalóbbak, mint az alacsony életszínvonalon élők. Ezek alapján javaslatot tett a MiFID-kérdőív további fejlesztési területeire: a fenti változókat javasolta bevonni a kérdőívbe.

Az előadások után a konferencia kötetlen beszélgetéssel zárult, a hallgatóság és az előadók megvitathatták a friss tapasztalatokat.

Összegzésképpen: jó hangulatú, jól sikerült konferencia volt, ahol mind az első (ipari kockázatkezelés), mind a második szekcióban (pénzügyi kockázatkezelés) izgalmas előadásokat hallhattunk, és megismerhettük azokat a kockázatkezeléssel foglalkozó kutatókat, akik a legfrissebb kutatási eredményekkel jelentkeztek, illetve azokat a témákat is, amelyek a kutatók figyelmét leginkább felkeltették, és ezekben a témákban értékes, új gondolatokkal térhettünk haza.

Tóth Tamás

a PRMIA magyarországi igazgatója

KOCKÁZATMINIMALIZÁLÁS IOT- ÉS BIG DATA-TECHNOLÓGIÁKKAL AGRÁRGAZDASÁGI PÉLDÁN

Élő Gábor – Szármas Péter

A mezőgazdasági termelés több okból is kifejezetten kockázatos tevékenység. A termelési kockázat a termésátlag ingadozásából fakad, amit például az időjárás, a kártevők vagy a növénybetegségek okoznak. A mezőgazdaságban is terjedő, modern technológiák lehetőséget biztosítanak a termelési hatékonyság növelésére és a kockázatok mérséklésére. A precíziós gazdálkodás a mezőgazdasági üzemen belüli eszközökkel (a mezőgazdasági tevékenységet befolyásoló tényezőkről való információgyűjtés és az ennek alapján tervezett, célzatos beavatkozások révén) törekszik a kockázatok mérséklésére. Az adatgyűjtésre főleg különböző szenzorok szolgálnak, amelyek a kiválasztott talaj-, meteorológiai és egyéb jellemzőkről szolgáltatnak folyamatosan adatokat. Ezáltal segítik a jobb és gyorsabb döntéshozatalt, valamint a mezőgazdasági tevékenységek hatékonyságának növelését. A kockázatok mérséklése és a nagyobb hozamok, alacsonyabb költségek pedig javítják a mezőgazdasági tevékenység jövedelmezőségét.

JEL-kódok: Q1, O3, C6, C8

Kulcsszavak: precíziós gazdálkodás, mezőgazdasági kockázatok, szenzorhálózatok

1. KOCKÁZATOK A MEZŐGAZDASÁGBAN

A mezőgazdaság a fejlett országokban is a nemzetgazdaság nagy jelentőségű eleme. A mezőgazdasági termelés körülményeit minden esetben nagyfokú bizonytalanság jellemzi. A termésátlag jelentősen ingadozhat az időjárás, a kártevők, az öntözés és tápanyagutánpótlás függvényében, de a piaci és a politikai tényezők is nagyban befolyásolják a gazdálkodás eredményességét. A bizonytalanságok kezelése, csökkentése érdekében számos módszert dolgoztak ki.

A Világbank útmutatójában a tagállamoknak ajánlott keretrendszer (Agricultural Risk Management Framework) az 1. táblázat szerinti elemeket tartalmazza:

1. táblázat

Kockázatmenedzsment-keretek a mezőgazdaságban

Kockázatkezelés és fontossági sorrend létrehozása:

1. Termékkockázatok
2. Piaci kockázatok
3. Elérhető környezet kockázata

Kockázatviselők értékelése:

1. Kereskedelmi szektor kockázatviselői (Mezo)
2. Állami szektor (Makro)

Kockázatmenedzsment-stratégiák:

1. Mérséklés
2. Átruházás
3. Lefedés

Végrehajtási eszközök:

1. Mezőgazdasági befektetések
2. Szakértői segítségnyújtás
3. Politikai támogatás

Fejlesztési eredmények

Forrás: World Bank (2011)

A Világbank a kockázatfelmérés és a fontossági sorrend kialakítása során lényegében három nagy kockázati tényezőcsoport vizsgálatát javasolja: a termelési, a piaci és a szabályozási környezet hatásait. Az érdekelteket is három szinten javasolja vizsgálni: a termelők, az üzleti-kereskedelmi partnerek (nagy- és kiskereskedők, közvetítők, pénzügyintézetek, szállítók, szolgáltatók stb.) és a közszervezetek, háttérintézmények, állami ügynökségek, kormányzatok szintjén.

A tanulmány a kockázatkezelési stratégiákat szintén három részre osztja. Az első csoportba tartozik a kockázatok csökkentése, enyhítése a valószínűség vagy a káros hatások oldalán beavatkozva (mint például az öntözés, ellenálló vetőmagok használata, a hibás fejlődés korai felismerése, a legjobb mezőgazdasági eljárások alkalmazása). A második csoportban található a kockázat áthárítása, megosztása és ennek költségei. A biztosítások és az árutőzsdén végzett fedezeti ügyletek széles körben alkalmazott kockázattadó intézkedések. A harmadik csoportba tartozik a kockázat elviselése, vállalása; ehhez ki kell alakítani a váratlan káresemények kezeléséhez szükséges képességeket.

A Világbank a mezőgazdasági kockázatkezelés lehetséges stratégiai irányait két dimenzióban határozza meg (2. táblázat). Az egyik dimenzió aszerint tagolt,

hogy megelőző vagy káresemény utáni stratégiai lehetőségekről van-e szó, a másik dimenzió pedig a formális-informális felosztást adja, a formális megoldások között piaci és állami megoldásokat javasolva (World Bank, 2005).

2. táblázat

Kockázatmenedzsment-stratégiák

		Informális mechanizmusok	Formális mechanizmusok	
			Piaci	Állami
Meglőző stratégiák	Termelési intézkedések	kockázatok elkerülése termények diverzifikálása termőhelyek diverzifikálása bevételi források diverzifikálása termény- és forgóeszköztartalék felhalmozása modern agrotechnikai eljárások alkalmazása (tápanyag-utánpótlás, öntözés, növényvédelem)		mezőgazdasági programok kártévők elleni fellépés koordinálása infrastruktúra biztosítása (utak, gátak, öntözőrendszerek)
		Kockázat- megosztás	termények megosztása kockázatközösség	szerződések menedzselése tőzsdei ügyletek biztosítás
Utólagos stratégiák	Károk enyhítése	eszközök eladása munkák átütemezése kölcsonös segítség	hitelek	szociális segélyek állami alapok

Forrás: World Bank (2005)

2. A TERMELÉSI KOCKÁZATOK ÉS A PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS

A termelési kockázat a növénytermesztési, kertészeti és állattenyésztési ágazatok növekedési, fejlődési folyamatainak kockázataira és bizonytalanságaira vonatkozik. Különböző termelési tényezők (pl. csapadék, aszály, betegségek stb.)

befolyásolhatják a termények és termékek mennyiségét és minőségét (Székely-Pálinkás, 2008).

A modern technológia eszközei által lehetővé tett precíziós gazdálkodás segítségével számos termelési tényező pontosan követhető, és ezáltal a kockázatok csökkenthetők. A precíziós mezőgazdaságot új mezőgazdaságnak, új termelési rendszernek is nevezik, az angol elnevezések is változatosak: *site-specific crop management*, *precision farming*, *site-specific production*, *site-specific technology*, *spatial variable technology*¹ (Szármes, 2014).

Győrffy (2002) szerint „a precíziós mezőgazdaság magába foglalja a termőhelyhez alkalmazkodó termesztést, táblán belül változó technológiát, integrált növényvédelmet, a csúcstechnológiát, távérzékelést, térinformatikát, geostatisztikát, a növénytermesztés gépesítésének változását és az információs technológia vívmányainak behatolását a növénytermesztésbe. Jelenti továbbá a talajtérképek mellett a terméstérképek készítését és termésmodellezést, talajtérképek összevetését a terméstérképekkel, kártevők, gyomok, betegségek táblán belüli eloszlásának törvényszerűségeinek figyelembe vételét.”

A hagyományos és precíziós gazdálkodás főbb jellemzőinek bemutatására szinte minden forrás közli a 3. táblázatot:

¹ A felsorolt elnevezések a termelési mód táblától, helytől függő, a hellyel együtt változó irányítást jeleznek. A *spatial decision supporting system*, *satellite farming*, *computer-aided farming*, *spatial prescriptive farming*, *high-tech farming*, *high-tech sustainable agriculture* kifejezések még inkább utalnak a korszerű informatikai eszközökre, a folyamatos és helyfüggő megoldásokra.

3. táblázat

A hagyományos és precíziós mezőgazdaság összehasonlítása

Hagyományos mezőgazdaság	Precíziós mezőgazdaság
Kezelési és szervezési egység: a tábla, amelyet homogén termőhelyi adottságúnak fogadunk el	Kezelési és szervezési egység: a termőhely, amelyet pontról pontra eltérőnek és „táblaszinten” heterogénnek fogadunk el
Átlagolt mintavételezésen alapuló tápanyag-gazdálkodás	Műholdas helymeghatározáson és pontszerű mintavételezésen alapuló tápanyag-gazdálkodás
Átlagolt növényvédelmi kárfelvételezés és beavatkozás	Műholdas helymeghatározáson és pontszerű növényállapot-felmérésen alapuló növényvédelmi beavatkozások
Vetés azonos tőszámmal és fajtaival	Növényfaj, növényfajta-specifikus vetés
Azonos gépüzemeltetési gyakorlat	Termőhelyenként változó gépüzemeltetés
Térben és időben egységes növényállomány	Termőhelyi szinten homogén blokkokba szervezett, egységes növényállomány
Kevés a döntés-előkészítést befolyásoló adat	Sok a döntés-előkészítést befolyásoló adat

Forrás: Tamás (2001)

Swinton és Lowenberg-DeBoer azokat a rendszereket tekintik precíziós növénytermelési rendszernek, amelyek alkalmazzák a GPS²-, GIS³-és VRT⁴-technológiákat. Ezek együttes alkalmazása csökkenti a mezőgazdasági termelés kockázatát. A több és pontosabb információ révén növekszik a növénytermesztési folyamat kontrollálhatósága, valamint a termelési inputok felhasználásának hatékonysága (Swinton–Lowenberg-DeBoer, 2001).

2 GPS: Global Positioning System (Globális Helymeghatározó Rendszer)

3 GIS: Geographic Information Systems (Földrajzi Információs Rendszer)

4 VRT: Variable Rate Technologies (Differenciált Kijuttatási Rendszer)

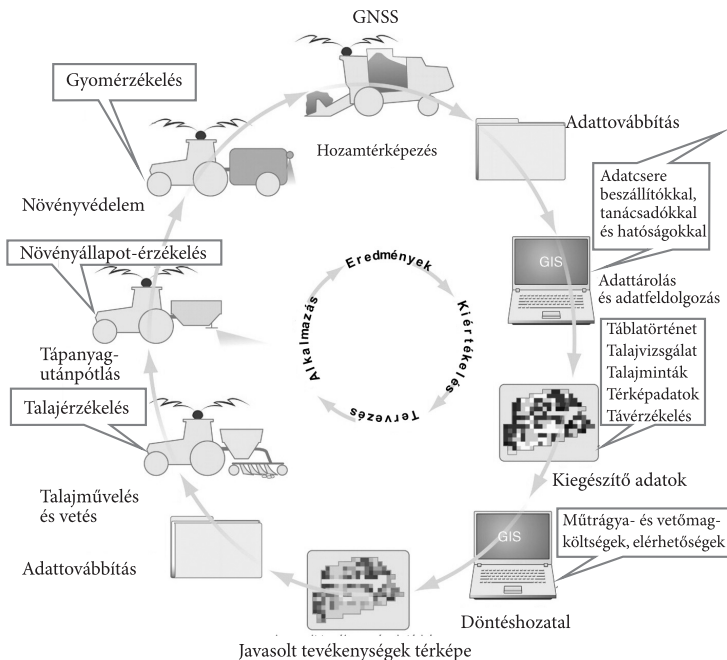
A precíziós termesztés tehát a helyi, táblán belüli viszonyokhoz és igényekhez igazodó termesztést jelenti. Ennek szerves része a szabatos mérés és ahhoz kapcsolódóan a pontosan szabályozott beavatkozás (Lowenberg-DeBoer, 1999). A precíziós gazdálkodásnak ezért fontos elemei a szenzorok, amelyek különböző talaj- és környezeti jellemzőket, illetve a mezőgazdasági műveletekhez kapcsolódó paramétereket mérnek folyamatosan (pl. a betakarításnál). Az adatok felhasználásával gyorsabban és hatékonyabban lehet beavatkozni, ezáltal könnyebben elkerülhetők a negatív kimenetek és csökkenthetők a költségek.

Egyes szakértők szerint a precíziós növénytermelés átfogó rendszerszemlélete miatt már nem tekinthető egyszerűen egy újabb növénytermelési módszernek, hanem lényegileg új termelési rendszerről van szó. A módszer egyik fő célja a kockázatos növénytermelési tevékenység döntési folyamata során a bizonytalansági változók súlyának csökkentése a jobb és pontosabb információk révén, valamint azzal, hogy magasabb szinten reagál a nem befolyásolható tényezőkre (Whelan–McBratney, 2000; Dobermann et al., 2004).

A precíziós gazdálkodás folyamatát jól összefoglalja az 1. ábra.

1. ábra

A precíziós gazdálkodás információs folyamata



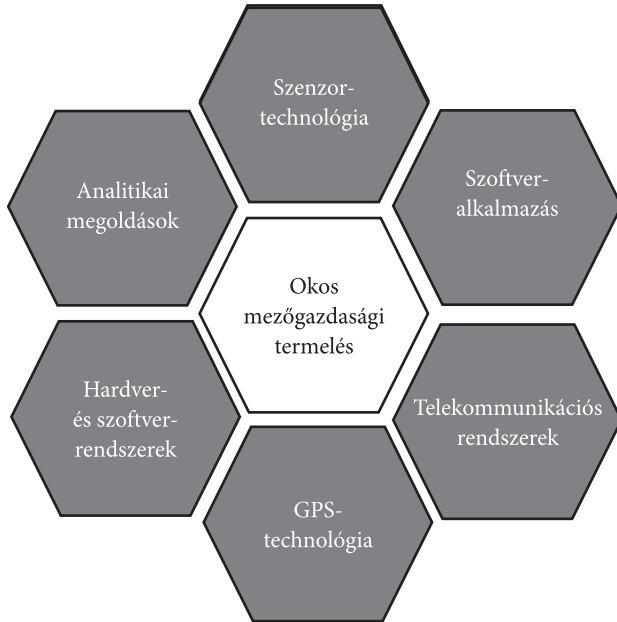
Forrás: Gebbers–Adamchuk, 2010

3. INTERNET OF THINGS, SENZOROK ÉS BIG DATA A MEZŐGAZDASÁGBAN

Az „Internet of Things (IoT)” egyedi azonosítóval rendelkező, hálózatra kapcsolt, beágyazott eszközök rendszerét jelenti. Ezáltal különböző készülékek, rendszerek, szolgáltatások kapcsolhatók össze emberi beavatkozás nélkül. Mindez számos alkalmazási területen megkönnyíti az adatgyűjtést és a folyamatok automatizálását. Így jóval több adatot lehet gyorsabban feldolgozni, ami pedig az adatmennyiség további növekedését indukálja (*Ashton, 2009*).

A precíziós gazdálkodásnak fontos elemei a szenzorok, amelyek különböző talaj- és környezeti jellemzőket, illetve a mezőgazdasági műveletekhez kapcsolódó paramétereket mérnek folyamatosan (pl. a betakarításnál). A precíziós gazdálkodás gazdaságon belüli kockázatkezelő stratégiát jelent, és a segítségével elsősorban a termelési kockázat csökkenthető, bár az optimalizált öntözés, műtrágya- és növényvédőszer-felhasználás révén jellemzően csökkennek az ezekhez kapcsolódó ráfordítások, ami valamelyest mérsékli az áringadozásokból származó kockázatot is.

Szakértői vélemények (*Lencsés, 2013*) alapján egy bizonyos birtokméret felett egyértelműen megéri a technológia egy vagy több elemének alkalmazása. Az IoT alkalmazása ezért gyorsan terjed a mezőgazdaságban. A Beecham Research egyik tanulmánya (*Beecham Research, 2014*) szerint a népességnövekedés miatt jelentősen nő az élelmiszerigény a jövőben, és az IoT mezőgazdasági alkalmazásai kulcsfontosságú szerepet játszhatnak a termelés ennek megfelelő növelésében. A 2. ábra az okos mezőgazdasági termelés elemeit mutatja. Jól látható, hogy milyen fontos szerepet játszanak az informatikai és telekommunikációs technológiák a jövő mezőgazdaságában.

2. ábra**Az okos mezőgazdasági termelés elemei**

Forrás: Beecham Research (2014)

A modern technológiák térnyerését a mezőgazdaságban számos üzleti és technológiai tényező ösztönzi, illetve gátolja. A 4. táblázat összefoglalja a terület fejlődését meghatározó legfontosabb tényezőket. A tényezők értékelése alapján a Beecham Research tanulmánya arra a következtetésre jutott, hogy a jövőben még erőteljesebbé válik a modern technológiák térnyerése a mezőgazdaságban (Beecham Research, 2014).

4. táblázat

A modern technológiák mezőgazdasági térnyerését meghatározó tényezők

Üzleti és piaci ösztönző tényezők	Technológiai ösztönző tényezők
A veszteségek csökkentése és a hatékonyság növelése egyre sürgetőbb igény	Az M2M-technológia egyre több iparágban nyer teret
Az intenzív művelés talajeróziós hatását csökkenteni kell	A szenzorok és a hálózatra kapcsolódás ára csökken
Van állami támogatás és finanszírozás az új eszközökre	A Big Data képes megbirkózni a szenzoradatok áradatával
A klímaváltozás és a környezetszennyezés hatásait ellensúlyozni kell	A mezőgazdasági termelők egyre jobban tudják használni az IT-eszközöket
A beruházás megtérülése nehezen mutatható ki	A hálózati elérés a szántóföldeken sokszor nem megfelelő
Kevés a friss belépő a mezőgazdaságban	A szenzorrendszerekre vonatkozó szabványok kidolgozás alatt állnak
Jelentős az iparági kockázat (időjárás, politikai tényezők)	A speciális mezőgazdasági szoftverek még nem igazán kiforrottak
A begyűjtött adatok tulajdonviszonyai kérdésesek	Bizonytalanság van az adatok kezelése és megvédése kapcsán

Forrás: Beecham Research (2014)

A pontos GPS-rendszerek segítségével költséghatékonyabban végezhető el a szántóföldi munkák (szántás, vetés stb.). A jövőben elterjedhetnek az önvezető traktorok és kombájnok. Ha például egy mező adatai nem változnak, akkor az előző évben végzett munkák során rögzített GPS-adatok felhasználhatók a következő évben a jármű irányítására. A különböző járművek helyzet-, sebesség- és fogyasztási adatai alapján optimalizálható az adott mezőgazdasági feladat. Az automatizált irányítás és az egymás közti kommunikáció révén hatékonyabbá válhat a járműpark felhasználása: egy betakarításnál például a kombajn és a terményt szállító pótkocsik mozgása összehangolható (Scroxton, 2016).

Az IoT segítségével optimalizálható a tápanyagutánpótlás és az öntözés is. Szenzorok segítségével mérhető a talaj nitrogén-, foszfor- és káliumtartalma, valamint meghatározható, hogy az egyes táblafoltokon mekkora tápanyag-utánpótlás szükséges az adott növény megfelelő fejlődéséhez. Az IoT felhasználható a permetezés optimalizálásához is: fertőzöttebb területeken több permetszer juttatható ki, egy védett víznyerő hely közelében pedig leállítható a permetezés (Scroxton, 2016).

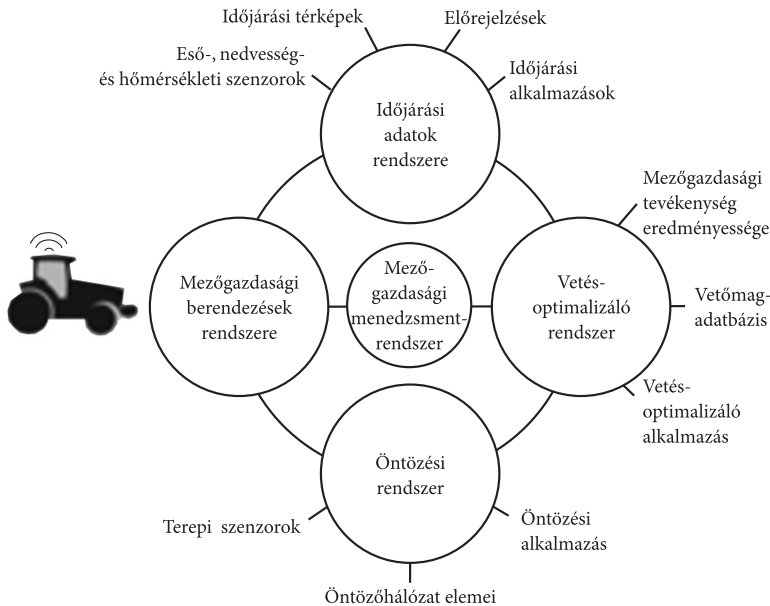
Az IoT forradalmi változásokat hozhat a mezőgazdaságban is. *Michael E. Porter* és *James E. Heppelmann* cikke (Porter–Heppelmann, 2014) jól megvilágítja a változások lényegét. Az okos, hálózatba kötött termékek saját számítási teljesítménnyel rendelkeznek, és kapcsolódnak valamilyen hálózathoz. Rendelkeznek fizikai elemekkel, szoftverelemekkel és hálózati elemekkel. Ezek a termékek nemcsak a versenyt alakíthatják át egy iparágban, de megváltoztathatják az iparág szerkezetét is. Az iparág határai kitérhetnek, hogy befogadjanak más, kapcsolódó termékeket, hogy ezáltal együtt jobban kielégíthessenek egy szélesebb körű igényt.

A verseny alapja ezáltal egy-egy konkrét termék funkcionalitása helyett egy szélesebb termékrendszer teljesítménye lesz, ahol egy adott terméket gyártó cég csak egyetlen szereplő. A gyártó cég egymáshoz kapcsolódó berendezések és szolgáltatások komplex csomagját kínálhatja, amely a végeredményt optimalizálja. Az iparág így például a traktorgyártáson túllépve, optimalizálja a mezőgazdasági termelési rendszert (Porter–Heppelmann, 2014).

A folyamat azonban gyakran ennél is messzebbre megy; az iparág a termékrendszerek után kiterjed a rendszerek rendszereire is: ez különböző termékrendszerek és egymással összefüggő külső információk koordinált és optimalizált halmazát jelenti. Erre jó példa egy okos épület, egy okos ház vagy egy okos város. A John Deere és az AGCO már nemcsak mezőgazdasági gépeket kapcsol össze, hanem öntözőrendszereket, talajszenzorokat és információkat is az időjárásról, aktuális és határidős gabonaárakról annak érdekében, hogy optimalizálja egy mezőgazdasági üzem átfogó teljesítményét (Porter–Heppelmann, 2014).

3. ábra

Az iparági határok átalakulása: rendszerek rendszere



Forrás: Porter–Heppelmann (2014)

A rendszerek összehangolásához nagy mennyiségű információt kell kezelni, tárolni, feldolgozni. Ehhez elengedhetetlenek a Big Data-technológia és módszerek alkalmazása. A John Deere a berendezések és szenzorok adatait, az időjárási, talaj- és egyéb adatokat összegyűjti, összekapcsolja, és különböző platformokon keresztül a mezőgazdasági termelők rendelkezésére bocsátja. Ezek segítségével a termelők meghatározhatják, hogy milyen terményt vessenek, hol és mikor, mikor és hol szántsanak, milyen útvonalon, hol érdemes eladni a terményt. A hatékonyság növekszik, a kockázatok csökkenthetők, ezáltal nő a termésmennyiség és a bevétel (von Rijmenam, 2016).

A John Deere FarmSight rendszere három módon is segíti a temelékenység növekedését (von Rijmenam, 2016):

1. A berendezésoptimalizáló elem figyeli a gépek és berendezések működését, igyekszik meghatározni, hogy mikor van szükség alkatrészek cseréjére vagy karbantartásra, ezáltal csökkenthető a meghibásodások miatti állásidő.
2. A termelési logisztikai elem segíti a termelőket a géppark követésében, az eszközökre vonatkozó információk távoli elérésében és a gépek közötti adatcsere megvalósításában.

3. A döntéstámogató rendszer segíti a termelőket, hogy több információ birtokában jobb döntéseket hozzanak, megelőzzék a hibákat, illetve növeljék a hatékonyságot és az eredményt. A termelők elérhetik a régi és aktuális szántóföldi információkat, talajmintákat értékelhetnek ki és megoszthatják ezeket az adatokat.

4. SENZORTECHNOLÓGIA AZ AGRODAT PROJEKT BEN

Az Agrodát K+F projekt neves ipari és tudományos partnerekkel arra törekszik, hogy egy nagy, országos méretű mezőgazdasági információs rendszert építsen fel Magyarországon. A projekt informatikai fejlesztései szorosan kapcsolódnak a mezőgazdasági termelés sajátosságaihoz és a mezőgazdasági tudás bővítésére, ezáltal pedig a hatékonyabb és költségtakarékosabb termelés megvalósítására irányulnak.

Az információs rendszer képes lesz javaslatokat tenni és előrejelzéseket végezni a termesztés egyes lépéseivel és a várható hozam összefüggéseivel kapcsolatban, ezáltal Magyarország növénytermesztéssel foglalkozó vidékein széles körű adatgyűjtő és adatfeldolgozó infrastruktúrára épülő, értéknövelt szolgáltatások jöhetnek létre. A rendszer tervezése során arra törekszünk, hogy képes legyen hatalmas adattömegek gyors és hatékony kezelésére hardver- és szoftveroldalon egyaránt.

Ahhoz, hogy a növénytermelés során a megfelelő döntéseket hozzuk meg, a következő táblafoltszintű információkra van szükség:

- talajtulajdonságok (pl.: humusztartalom, kötöttség, a növény számára felvehető mikro- és makroelemek);
- meteorológiai adatok;
- a termesztett növény igényei, tápanyagszükséglete;
- gyom- és kártevő-populáció;
- betakarított termés mennyisége, minősége.

Az Agrodát projektben az alábbi tényezők szenzoros mérését mérlegeltük:

- légmozgás (szélesség, szélirány, légnyomás),
- csapadék (mennyiség és intenzitás),
- léghőmérséklet,
- oxigén- és szén-dioxid-koncentráció,
- vízgőztartalom,
- napsugárzás (intenzitás és tartam),
- levélnedvesség,
- talajnedvesség, talajvízszint,
- talajhőmérséklet,
- talaj sótartalma, vezetőképessége.

A tervezett rendszerhez tehát nagy mennyiségű adatot kell gyűjteni a földeken a növények állapotáról és a környezeti feltételekről (talajnedvesség, talajhőmérséklet, léghőmérséklet, csapadék, napsugárzás stb.). Az adatok nagy része szenzorhálózat segítségével biztosítható. Talajszenzorok segítségével mérhető a talaj dielektromos állandója, elektromos vezetőképessége, a talajnedvesség, a talajhőmérséklet és a térfogati nedvességtartalom. Ezek az adatok felhasználhatók az öntözéstervezéshez, a növénybetegségek előrejelzéséhez, a talajlégzés méréséhez. A mérésekből következtetni lehet a talaj sótartalmára, ami – főleg a szárazabb területeken – jelentősen befolyásolhatja a növények fejlődését. A talaj vízpotenciáljának mérésével pedig következtetni lehet arra, hogy mekkora a növények számára felvehető vízmennyiség. Egy vízérzékelő szenzorral mérhető a talajvíz szintje és a talajvíz hőmérséklete, ami segíthet a talaj vízháztartásának követésében (Szármes–Élő, 2014).

Fényérzékelő szenzor segítségével mérhető a fotoszintetikusan aktív sugárzás intenzitása. Speciális szenzor segítségével mérhető a visszavert fény spektruma adott sávokban, amelyek alapján meghatározható az NDVI-érték (Normalized Difference Vegetation Index) és a PRI-érték (Photochemical Reflectance Index). Ezek szorosan korrelálnak a fotoszintetikus aktivitással, a növényvegetáció fejlődésével (levélterület-index), a biomassza mennyiségével és a spektrális adatok elemzéséből következtetni lehet a növényeket ért stresszhatásokra is (Szármes–Élő, 2014).

Szenzor segítségével mérhető a relatív légnedvesség, a léghőmérséklet és a vízgőznyomás. A csapadékmérő szenzor a csapadék mennyiségéről ad információt, ami a terület vízháztartásának meghatározó tényezője. A szélmérő a szél irányát és sebességét méri, ez fontos meteorológiai tényező, és fontos lehet például a széllel szállított kórokozók terjedésének meghatározásánál. A 4. ábra néhány, az Agrodat projektben kifejlesztett szenzort mutat.

4. ábra Agrodat mezőgazdasági szenzorok



Forrás: www.agrodat.hu

A levélnedvesség-szenzor a levélfelület nedvességének térbeli és időbeli kiterjedését méri, kimutatja a jégképződést. A szenzor vékony (0.65 mm) üvegyapottól készül, ami megközelíti egy egészséges levél összes párolgási tulajdonságát, így a nedvesség kicsapódása és párolgása azonos mértékű, mint egy normál levélnél. Adatai hasznosak például a növénybetegségek előrejelzéséhez (Szármes-Élő, 2014).

Az Agrodat projekt keretében olyan képszensor- és képfeldolgozó technológia fejlesztése is folyik, amelynek segítségével felismerhetők növényeket károsító rágcsálók, és automatikus riasztás adható ki (Paller-Élő, 2016a). Ez a szenzorrendszer a jövőben továbbfejleszhető például kártevő rovarok felismerésére is egy rovarcsapdában. A képszensor esetében már lényegesen nagyobb adatmennyiséget kell feldolgozni, illetve továbbítani. A nagyobb számítási kapacitás és adattovábbítás nagyobb energiaigénnyel jár, ami egy szántóföldi eszköz esetében általában csak korlátozottan áll rendelkezésre. A rendszer tervezése során ezért az energiafogyasztás kulcsfontosságú szempont (Paller-Élő, 2016b).

5. KOCKÁZATKEZELÉSI LEHETŐSÉGEK A PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS SEGÍTSÉGÉVEL

A teljes precíziós növénytermelés sikeres megvalósításához a következő lépéseket kell megtenni (Grisso et al., 2009):

- Aktuális információk áttekintése: talajvizsgálati térképek, károsító és kártevő térképek, csapadékadatok áttekintése, korábbi növénytermelési információk
- Hozam adatok gyűjtése: hozamváltozékonyságok meghatározása
- Eredmények vizsgálata
- Adatok kiértékelése: döntés alapjául szolgáló térképek elkészítése
- Stratégia kidolgozása, kezelési tervek kidolgozása

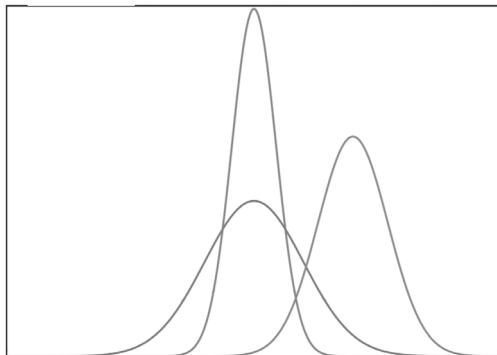
Az így megvalósított precíziós növénytermelési technológia legfontosabb előnyei a következők (Reisinger-Schmidt, 2012):

- Hozamnövekedés (mennyiségben és minőségben)
- Pontosabb és költséghatékonyabb vetés (csökkentett vetőmag-felhasználás)
- Csökkentett növényvédőszer- és öntözővíz-felhasználás (a területi optimalizálás révén), alacsonyabb költségek és kisebb környezetterhelés
- Jövedelmezőség javulása
- Az elvégzett munka minőségének javulása
- A termelés jobb nyomon követhetősége

A precíziós gazdálkodás alkalmazásával a terméshozam valószínűségi eloszlását megjelenítő sűrűségfüggvény görbáját szűkíteni lehet, illetve eltolni a magasabb értékek irányába, ahogy a következő sematikus ábra mutatja.

5. ábra

A terméshozam valószínűségi eloszlásának változása



Forrás: saját szerkesztés

Az 5. táblázat összefoglalja a mezőgazdaságban megjelenő különböző kockázatokat.

5. táblázat

Kockázati tényezők a mezőgazdaságban

Termelés technológiai kockázati tényezők	Vetésváltás kockázata Talaj-előkészítés kockázatai Vetés kockázatai Növényápolás Betakarítás kockázata Tárolási kockázatok
Időjárási kockázati tényezők:	Hőmérséklet Csapadék Fény Légmozgás
Elemi károkkal járó kockázati tényezők	Belvíz, árvíz, tűz stb.
Földrajzi elhelyezkedés és talajigény	Éghajlatváltozás, talajminőség-romlás

Kártevők és betegségek	kártevő rovarok, gombabetegségek stb.
Környezeti kockázatok	levegőtisztaság, vízgazdálkodás stb.
Rongálás és egyéb kártételek	
Politikai kockázatok	
Igazgatási kockázatok	
Gazdaságpolitikai kockázatok	
Piaci kockázatok	
Gazdasági-pénzügyi kockázatok	
Infrastrukturális kockázati tényezők	
Információ, marketing, hírnév kockázatai	

Forrás: Élő et al. (2015)

A következőkben egy rendkívül leegyszerűsített kockázati számítást mutatunk be, amely a precíziós technika alkalmazásának lehetséges hatásait illusztrálja. A módszertan több megelőző munkára (*Kovács-Koppány, 2014; Élő et al., 2015*) épül. A számítások feltevéseken és szakértői becsléseken alapulnak. A kutatás előrehaladásával várható, hogy a precíziós gazdálkodás által befolyásolt kockázatok tekintetében rendelkezésünkre állnak majd kemény mérési adatok.

A nagy léptékű elemzés bemutatása az illusztrációs célokat jobban szolgálja, már csak azért is, hogy ebben az esetben számos egyszerűsítő feltétellel élhünk. A kockázati tényezőcsoportokat szándékosan úgy alakítottuk ki, hogy azok egymástól függetlennek tekinthetők legyenek. Az egymástól független kockázatok elemzése mindig jóval egyszerűbb, mint az egymással összefüggőeké. A tapasztalati adatok alapján nagyon nehéz elkülöníteni még az összevont kockázati tényezőcsoportok hatásait is. A számszerűsítés nehézségei és az adathiány oda vezetett, hogy ágazati szakértők becsléseire támaszkodtunk, s olyan technikákat igyekeztünk kidolgozni és alkalmazni, amelyek viszonylag kevés információból képesek kockázati eloszlások generálására.

Szakértői véleményekre támaszkodó számításaink éppen ezért az üzleti szimuláció és a projektmenedzsment gyakorlatában rendkívül elterjedt háromszög-eloszlásra épülnek. Háromszögeloszlást három paraméterrel definiálhatunk: ezek a legvalószínűbb (leggyakoribb), a lehetséges legalacsonyabb és a lehetséges legmagasabb értékek. A különböző kockázati tényezők hatására a tényadatok a tervszámoktól kedvező és kedvezőtlen irányban is eltérhetnek. A maximális pozitív és negatív irányú százalékos eltéréseket, vagyis a háromszögeloszlások értelmezési tartományának alsó és felső határát szakértői vélemények alapján állítottuk be (Élő et al, 2015).

A farmgazdaságok esetében csupán öt tényezőcsoportot határoztunk meg. Az egyszerűség kedvéért a növénytermesztéssel foglalkozó gazdaságra vonatkozóan most csupán a tenyészidővel foglalkozunk. Tétélezzük fel, hogy ismert az adott földterület sajátosságainak megfelelő, az elmúlt évek tapasztalatai alapján legvalószínűbbnek tekinthető terméshozam. Elemzésünk során ezt tekintjük referenciaértéknek, szakértőink az ettől való százalékos eltérések lehetőségeit adják meg.

Az egyes kockázati tényezőcsoportokat egyenként értékeltetjük. Megkérdezzük például a szakértőnktől: mit gondol arról, hogy a politikai, szabályozási és igazgatási tényezők (POSZAIG) legfeljebb mekkora pozitív és negatív százalékos eltérést eredményezhetnek a referenciahozamtól? Szakértőnk válasza szerint ezek pozitív és negatív irányban is legfeljebb tízszázalékos differenciát okozhatnak. Ugyanúgy értékeltetjük a piaci (PIAC), a környezeti (KÖRNY), a szakmai, technológiai, személyi (SZATESZE), valamint azoknak a speciális tényezőknek a hatását, amelyre a precíziós gazdálkodás (PRECI) hatással van. A feltételezett szakértői véleményeket a 6. ábra mutatja.

Ugyancsak a 6. ábrán láthatók a szakértői beállításokhoz tartozó háromszög-eloszlások. Mindegyik sűrűségfüggvény legmagasabb értéke a nulla százalékos eltérésnél, tehát a referenciahozamnál van. Az ettől pozitív és negatív irányban jelentkező eltérések a kockázati tényezőkkel magyarázhatók. Bizonyos tényezők (a jelenlegi beállítások szerint) csak kismértékű, mások (mint például a környezeti tényezők) jelentős mértékű eltéréseket is okozhatnak.

A kockázati tényezők aggregálásánál figyelembe vettük az adott tényezőcsoport fontossági súlyait az adott tevékenység (esetünkben a tenyészidő) során.

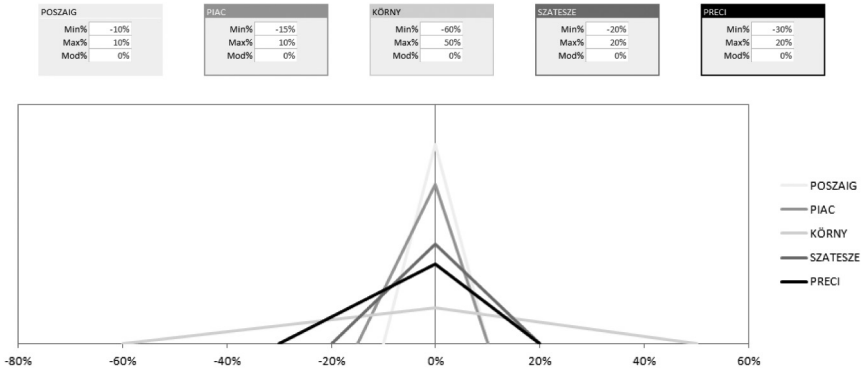
A kockázatok súlyozásánál négyfokozatú skálát használunk:

- 0 = elhanyagolható/nem foglalkozunk vele/nem fontos;
- 1 = kismértékű/kevésbé fontos;
- 2 = közepes mértékű/fontos;
- 3 = jelentős mértékű/kiemelt fontosságú.

A progresszivitás biztosítása érdekében a 0, 1, 2 és 3 számok a természetes logaritmus (e) alapjának hatványait jelzik, vagyis a súlyozás során exponenciálisan változó különbségeket teszünk. Ez az 1-es és 2-es, illetve a 2-es és 3-as között körülbelül háromszoros hatáskülönbséget jelent.

6. ábra

A kockázati tényezőcsoportok szakértő által feltételezett hatásai:
a referenciahozamtól vett pozitív és negatív irányú eltérések



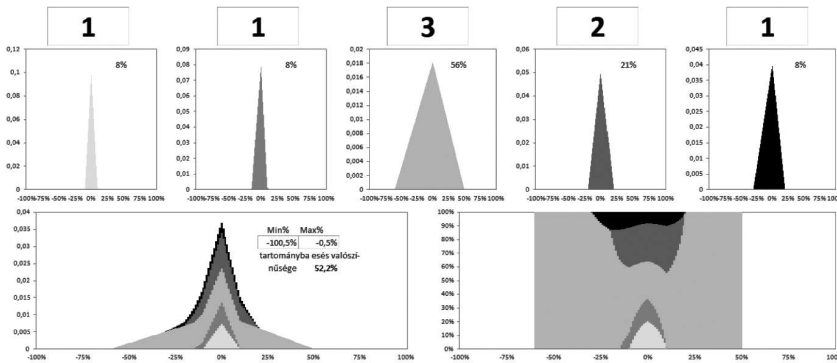
Forrás: Élő et al. (2015)

Az összes tényező hatását együttesen kifejező aggregált eloszlást az eloszlások egymásra helyezésével, ún. szuperponálásával igyekszünk meghatározni. Az eljárás lényege a legszemléletesebben úgy mutatható be, ha egy kockázatmentes szituációból indulunk ki. Ennek megfelelő beállításokat kétféleképpen is generálhatunk: az egyik, hogy a százalékos eltéréseket mindegyik kockázati tényezőcsoport esetén nullára állítjuk; a másik, hogy az összes fontossági súlyt vesszük nullának. Ebben az esetben a valószínűségeloszlás diagramját egy 0%-hoz húzott, egységnyi magasságú függőleges vonal jelenti, amely szerint egységnyi valószínűséggel semmiféle eltérés nem várható a referenciahozamtól. Ilyenkor tehát nincs semmiféle kockázat.

A kockázatmentes szituáció természetesen csak egy elvi, a valóságban nem létező eset. Ebből kiindulva könnyen megérthető, hogy ha valamelyik tényezőcsoportnál kockázat jelentkezik, vagyis pozitív és/vagy negatív irányú eltérés lehetősége merül fel, akkor a 0%-hoz húzott függőleges vonal magassága csökken. Kérdés, hogy milyen mértékben? A 0%-nál összpontosuló egységnyi valószínűségnek mekkora hányadát terítsük szét az adott kockázati tényezőcsoporthoz tartozó háromszögeloszlás szerint a megadott negatív és pozitív eltérések tartományában? Ezen a ponton kapnak szerepet a fontossági súlyok. A fontossági súlyokkal gyakorlatilag azt az arányt állítjuk be, amelyet az adott kockázati tényezőcsoport az egységnyi valószínűségeen belül képvisel. Vesszük a tevékenységcsoport egyes kockázati tényezőcsoportjaihoz beállított súlyok természetes alapú exponenciális függvény szerinti értékeinek összegét, s ezzel osztjuk az adott tényezőhöz tartozó súly exponenciálisát.

A szakértő által beállított fontossági súlyok feltételezett értékei és az ezek esetén a fentiekben leírt módon adódó százalékos arányok a 7. ábra felső sorában, illetve a háromszög-sűrűségfüggvényektől jobbra felfelé láthatók.

7. ábra
Az eloszlások aggregálása



Forrás: Élő et al. (2015)

Minél több kockázati tényezőnél jelenik meg kockázat, az egységnyi valószínűségnek annál nagyobb hányada kerül szét a beállításoknak megfelelően, s annál alacsonyabb lesz a 0%-os eltérés valószínűsége. Ha mind az öt eloszlást figyelembe vesszük, akkor a fenti szabályok szerint egymásra helyezett eloszlások a 7. ábra bal alsó részén látható sűrűségfüggvény képét rajzolják ki. Jobbra alul az ábra 100%-ig halmozott változata látható, amely azt mutatja meg, hogy adott mértékű eltérések milyen arányban magyarázhatók az egyes kockázati tényezőkkel.

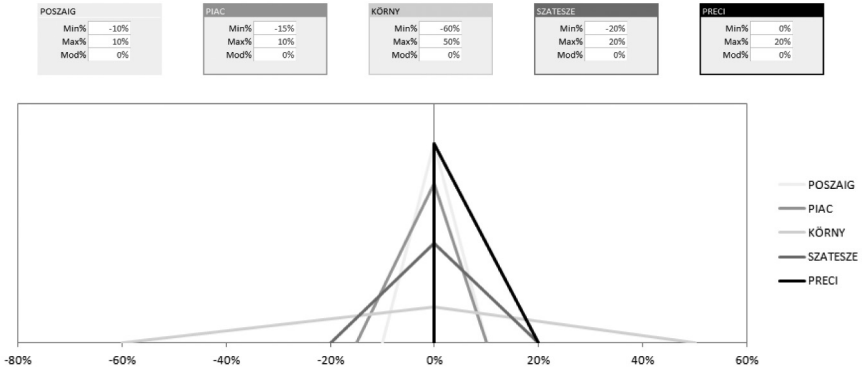
A fenti kockázati beállítások mellett a tervhozamtól való negatív irányú eltérések (veszteségek) valószínűsége 52,2%-os.

Nézzük meg ezek után, hogy az általunk konstruált egyszerű példa segítségével hogyan mutatható ki a precíziós technika alkalmazásának hatása a terméshozammal kapcsolatos kockázatokra!

A precíziós eszközök lehetővé teszik az ötödik tényezőcsoportba sorolt kockázati tényezők által hordozott veszélyek elkerülését, mivel figyelmeztetnek arra, hogy a szükséges ellenintézkedéseket időben megtegyük. Ezt úgy is felfoghatjuk, hogy ennek az eloszlásnak nem lesz negatív tartománya, a legkisebb lehetséges érték megegyezik a legvalószínűbb referenciahozammal, vagyis a PRECI tényezőcsoport Min% értékéhez nullát kell írunk (lásd a 8. ábrán).

8. ábra

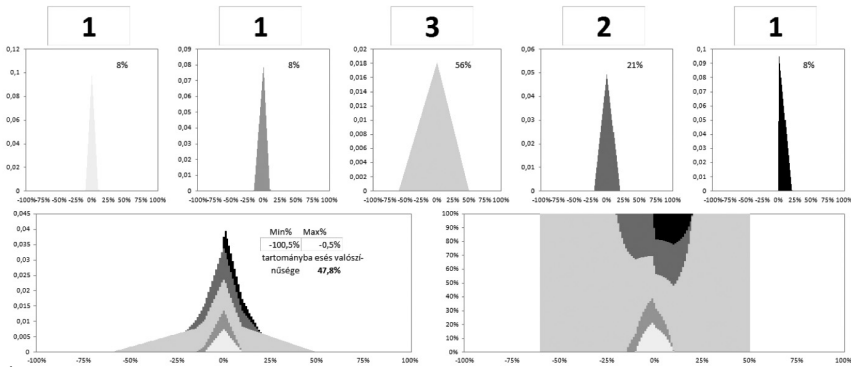
A precíziós technika alkalmazásának hatása (1)



Forrás: Élő et al. (2015)

9. ábra

A precíziós technika alkalmazásának hatása (2)



Forrás: Élő et al. (2015)

Mindezek hatására a sűrűségfüggvény képe a 9. ábra bal alsó részének megfelelően módosul, amelynek következtében a tervértéktől vett negatív irányú eltérések valószínűsége a korábbi 52,2%-ról 47,8%-ra csökken. A veszteségek bekövetkezési valószínűségének a 4,4%-os csökkenését felfoghatjuk úgy, mint a precíziós technika alkalmazásának hatását.

6. ÖSSZEGRZÉS

A mezőgazdasági termelés során sokféle kockázattal kell számolni. A nagyfokú kockázat kezelésére több módszert kell alkalmazni. A kockázatmegosztást jelentő stratégiák (például üzleti biztosítások vagy a nemzeti agrárkárenyhítési rendszer) mellett egyre nagyobb szerepet kapnak a mezőgazdasági üzemen belüli eszközök. A precíziós gazdálkodás modern technológiai eszközök sorát emeli be a gazdálkodásba integrált módon annak érdekében, hogy optimalizálja a termelési folyamatot, és csökkentse a kockázati tényezők befolyását. A környezeti állapotok és a növényállapot folyamatos megfigyelése révén időben és célzottan be lehet avatkozni, ami növeli a terméshozam várható mennyiségét; illetve az optimalizált öntözővíz-felhasználás, tápanyag-utánpótlás és növényvédelem révén csökkenhet a ráfordítások mennyisége és a költségek nagysága is. Mindez a mezőgazdasági eredetű környezetterhelés csökkenése és a gazdálkodás jövedelmezőségének javulása felé mutat. Ez jelentős lépés a fenntartható mezőgazdaság megvalósítása felé, ami a világ növekvő népességszáma miatt hatalmas jelentőséggel bír.

HIVATKOZÁSOK

- ASHTON, K. (2009): That 'Internet of Things' Thing. *RFID Journal*, <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986> (letöltve: 2014.04.29.)
- Beecham Research (2014): Towards Smart Farming. Research report, <https://www.beechamresearch.com/files/BRL%20Smart%20Farming%20Executive%20Summary.pdf> (letöltve: 2016.10.05.).
- DOBERMANN, A. – BLACKMORE, S. – COOK, S. E. – ADAMCHUK, V. I. (2004): Precision farming challenges and future directions, pp. 1–19. http://www.regional.org.au/au/pdf/asa/2004/127_dobermanna.pdf.
- ÉLŐ GÁBOR – KOPPÁNY KRISZTIÁN – KOVÁCS NORBERT – SZABÓ JÓZSEF – SZÁRMES PÉTER (2015): *Precíziós gazdálkodás: Kockázatmenedzsment*. Győr: Universitas-Győr Nonprofit Kft., 106 p. (ISBN:978-615-5298-52-3).
- GEbBERS, R. – ADAMCHUK, V. I. (2010): Precision Agriculture and Food Security. *Science Magazine*, 12 February, Vol. 327, No. 5967, pp. 828–831.
- GRISso, B. – ALLEY, M. – MCCLELLAN, P. – BRANN, D. – DONOLUE, S. (2009): *Precision farming: a comprehensive approach*. Virginia Polytechnic Institute and State University, pp. 1–6., <http://pub.ext.vt.edu/442/442-500/442-500.html>.
- GyÖRFFY BÉLA (2002): A biogazdálkodástól a precíziós mezőgazdasáig. *Agrártudományi Közlemények (Acta Agraria Debreceniensis)*, 2. évf. 9. sz., pp. 81–86.
- KOVÁCS NORBERT – KOPPÁNY KRISZTIÁN (2014): Kockázatelméleti és módszertani építőkockák, in: KOVÁCS NORBERT (szerk.): *Építőkockák*. Győr: Universitas-Győr Nonprofit Kft.
- LENCsÉS ENIKŐ (2013): *A precíziós (helyspecifikus) növénytermelés gazdasági értékelése*. Doktori értekezés. Gödöllő: Szent István Egyetem, Gazdálkodás és Szervezéstudományi Doktori Iskola.

- LOWENBERG-DEBOER, J. (1999): Risk management potential of precision farming technologies. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, Vol. 32. No. 2., pp. 275–285.
- VON RIJMENAM, M. (2016): John Deere Is Revolutionizing Farming With Big Data. Research Article, *Datafloq*, 21February, <https://datafloq.com/read/john-deere-revolutionizing-farming-big-data/511> (letöltve: 2016.10.10.).
- PALLER GÁBOR – ÉLŐ GÁBOR (2016a): Energy-efficient Operation of GSM-connected Infrared Rodent Sensor. *SENSORNETS 2016*, 5th International Conference on Sensor Networks, Rome, Italy, Volume: Proceedings of the 5th International Conference on Sensor Networks, pp. 37–44.
- PALLER GÁBOR – ÉLŐ GÁBOR (2016b): Power consumption considerations of an agricultural camera sensor with image processing capability, 2nd International Conference on Sensors Engineering and Electronics Instrumental Advances (SEIA' 2016), 22–23 September, Barcelona, Spain.
- PORTER, M. E. – HEPELMANN, J. E. (2014): How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. *Harvard Business Review* 92, No. 11. (November), pp. 64–88., <https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>.
- REISINGER PÉTER – SCHMIDT REZSŐ (2012): Precíziós növénytermesztés – visszatekintés a kezdetekre és iránymutatás a jövőre. *Agrofórum*, 23. évf. 10. sz., pp. 40–44.
- SCROXTON, A. (2016): Interview: How John Deere uses connectivity to make farms more efficient. *Computer Weekly*, February, <http://www.computerweekly.com/feature/Interview-How-John-Deere-uses-connectivity-to-make-farms-more-efficient> (letöltve: 2016.09.29.)
- SWINTON, S. M. – LOWENBERG-DEBOER, J. (2001): Global adoption of precision agriculture technologies: who, when and why? Montpellier: Agro Montpellier., pp. 557–562., https://www.msu.edu/user/swinton/D7_8_swintonECPA01.pdf.
- SZÁRMES PÉTER – ÉLŐ GÁBOR (2014): Big Data technológiai megoldások fejlesztése közvetlen mezőgazdasági tevékenységekhez. In: NAGY MIKLÓS (szerk.): *Networkshop 2014*. Konferencia, Pécs, Magyarország, 2014. 04.23.–2014.04.25. Budapest: NIIFI p. online, 13 p. (ISBN:978-963-88335-5-6).
- SZÁRMES PÉTER (2014): Kockázatkezelési lehetőségek a precíziós gazdálkodás gyakorlatában. In: KOVÁCS NORBERT (szerk.): *Építőkövek*. 199 p. Győr: Universitas-Győr Nonprofit Kft., pp. 179–190. (ISBN:978-615-5298-40-0).
- SZÉKELY CSABA – PÁLINKÁS PÉTER (2008): Kockázatkezelés az európai mezőgazdasági vállalkozásokban. *Agrofórum*, 19. évf. 11. sz.
- TAMÁS JÁNOS (2001): *Precíziós mezőgazdaság elmélete és gyakorlata*. Szaktudás Kiadó Ház Rt.
- WHELAN, B. M. – MCBRATENY, A. B. (2000): The „null hypothesis” of precision agriculture management. *Precision Agriculture*, Vol. 2. No. 3., pp. 265–279.
- World Bank (2005): *Managing Agricultural Production Risk: Innovations in Developing Countries*. Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/8797> (letöltve: 2014. április 16.)