

*Varga János Zoltán*

**MODELLEZÉSI MEGKÖZELÍTÉSEK A  
KÖZGAZDASÁGTANBAN**

**Egyenlet-alapú, ágens-alapú és adatmodellek**

*Doktori értekezés tézisei*

Szeged, 2023.

**Szegedi Tudományegyetem**  
Gazdaságtudományi Kar  
Közgazdasági Doktori Iskola

**MODELLEZÉSI MEGKÖZELÍTÉSEK A  
KÖZGAZDASÁGTANBAN**

**Egyenlet-alapú, ágens-alapú és adatmodellek**

*Doktori értekezés tézisei*

**Témavezetők:**

Dr. habil Kiss Gábor Dávid  
Egyetemi docens  
Szegedi Tudományegyetem  
Gazdaságtudományi Kar

Dr. Kovács György  
Egyetemi docens  
Szegedi Tudományegyetem  
Gazdaságtudományi kar

Szeged, 2023

## Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	3
1. Bevezetés .....	4
1.1 A téma aktualitása és a dolgozat céljai .....	4
1.2 A dolgozat hipotézisei .....	5
2. A kutatás módszertana .....	8
3. A dolgozat elméleti háttere és az alkalmazott módszertan .....	9
3.1 A modellezés és tudományfilozófia .....	9
3.2 Adatmodellek, egyenlet-alapú és ágens-alapú modellek.....	15
3.2.1 Adatmodellek.....	15
3.2.2 Egyenlet-alapú és ágens-alapú modellezés .....	17
3.3 A gyermek mint pozicionális jószág – kapcsolódó elmélet.....	18
3.4 Társas csoportok, sajátcsoport torzítás .....	20
4. A dolgozat főbb eredményei.....	25
4.1 Adatmodell.....	25
4.2. Egyenlet-alapú modell .....	27
4.3. Ágens-alapú modell .....	28
A téziszűzetben felhasznált irodalom.....	30
Az értekezés témakörében megjelent saját publikációk .....	32

## 1. Bevezetés

A tézisfüzet első szakasza ismerteti az értekezés témájának aktualitását és bemutatja a dolgozat hipotéziseit.

### 1.1 A téma aktualitása és a dolgozat céljai

A közgazdasági és általában a tudományos tevékenység szerves részét képezi a modell-építés, a vizsgált jelenségeket általában valamilyen közvetítő modellen keresztül tudjuk csak megragadni. Az újkori közgazdasági gondolkodás fejlődése is nagyjából nyomon követhető a meghatározó modellek vizsgálatával (például François Quesnay Tableau économique-ja, Alfred Marshall kereslet-kínálati modellje, Arrow-Debreu-féle általános egyensúlyi modell, a Keynes (és (Hicks) féle IS-LM modell, a tőkepiaci árfolyamok modellje, Black-Scholes opcióárazás, dinamikus-sztocasztikus általános egyensúlyi (DSGE) modellek stb. Felmerül a kérdés, hogy mely tényezők tesznek egy (közgazdasági) modellt meghatározóvá? Vajon az empirikus eredmények, a matematikai elegancia, az egyszerűség, a további okfejtést lehetővé tevő jelleg, talán befolyásos közgazdászok és közgazdasági iskolák kevésbé egzakt módon meghatározott preferenciája vagy esetleg valami más körülmény, ok emel ki bizonyos reprezentációkat, modelleket a teljes kínálatból? A különböző közgazdasági jelenségek milyen módszerekkel, modellekkel vizsgálhatók, vannak-e inherens tulajdonságai bizonyos modellezési megközelítéseknek, amelyek jobban vagy kevésbé alkalmazhatóvá teszik őket?

Jelen dolgozat témája a modellezés, a modell és valóság viszonya, a különböző típusú modellek előnyei és hátrányai. Mindezt természetesen elsősorban a közgazdaságtan szempontjából vizsgálva. Ennek érdekében először a modellezés kerül elhelyezésre a tudományfilozófián belül, majd a közgazdaságtan által leggyakrabban alkalmazott három modellezési eljárás bemutatása történik meg, egy-egy konkrét példán keresztül. Ilyen módon, az egymástól érdemben különböző megközelítések segítségével kerülnek kifejtésre az általam fontosnak tartott jellemzői a modell-építésnek.

A közgazdaságtudomány által használt modelleket alapvetően három csoportba lehet sorolni:

**Adatmodellek:** az adatmodell a megfigyelések során rögzített adatok leírására szolgál, ugyanis a kísérletek, illetve a megfigyelések eredménye elsősorban valamilyen adathalmaz képében manifesztálódik, amelyet ezt követően kell a tudósnak értelmeznie. Lényegében az adatmodell az empirikus munka során alkalmazott statisztikai-ökonometriai eszközöket fedí le.

**Egyenlet-alapú modell (EBM):** az elméleti munka legfontosabb módszertani eszköze. Általánosságban elmondható, hogy egy vizsgált rendszerben két, egymástól megkülönböztethető entitás van: egyedek és állapotok. Az egyedek alkotják a rendszert, és ezek jól megkülönböztethetőek mind egymástól, mind a környezettől (például háztartások, vállalatok stb.). Az állapotok vagy állapotváltozók rendszer mérhető tulajdonságai, amely érdeklődésre tart igényt (pl. árak, mennyiség, GDP stb.). Az egyenlet-alapú modellezés a megfigyelhető állapotokra fókuszál, az modell alapegysége az egyenlet-alapú esetben maga az egyenlet, amely az állapotok, állapotváltozók közötti kapcsolatot igyekszik megragadni,

**Ágens-alapú modellezés (ABM):** szemben az EBM-mel, az ABM az egyedekre, és a köztük levő kapcsolatokra. Az elemzés egysége az egyed, amely ágenssel kerül reprezentálásra. Komplex rendszerek vizsgálatára használatos, amikor a nagyszámú, heterogén egyed viselkedése, és a közöttük megfigyelhető interakciók alakítják a rendszer makró viselkedését. Általában egyenlet-alapú modellekkel nehézkesen vizsgálható, mert túlzott egyszerűsítésekkel kell élni a megoldhatóság érdekében. Bizonyos szempontból az ABM az elméleti és empirikus kutatás között áll, mert az ágens-alapú modell által szimulált rendszer empirikus viselkedését vizsgáljuk.

Az értekezés mindhárom modelltípusra szolgáltat egy példát, amelyek különböző jelenségek vizsgálatát teszik lehetővé.

## 1.2 A dolgozat hipotézisei

Ebben a szakaszban összefoglalóan bemutatom a dolgozat legfontosabb megállapításait.

**1. hipotézis:** A reprezentáció egy jel, amely stipulációval jön létre a létrehozó szándékai szerint, a tudományos reprezentáció pedig egy reprezentáció, amely tudományos modellnek tekinthető, azáltal, ha a tudományos közösség azt használja, elfogadja, elismeri.

A modell általában valamilyen vizsgált jelenséget próbál reprezentálni, viszont nem egyértelmű, hogy milyen tulajdonságokkal kell rendelkeznie egy modellnek, hogy segítse a tudományos kutatást, lehetővé tegye a vizsgált jelenségre vonatkozó helyes megállapítások megfogalmazását. Ez a hipotézis összefoglalja a disszertáció álláspontját a tudományos modellekkel kapcsolatosan (a dolgot a modell, reprezentáció és elmélet szavakat szinonimaként használja, melynek indokolása is ott történik meg).

**2. hipotézis.** A pénzügyi idősorok esetében a mintavételezés módja befolyásolja a kapott adatsorok sztochasztikus tulajdonságait.

A közgazdasági publikációk jelentős része empirikus jellegű, azaz valamilyen megfigyelés, adatgyűjtés, esetleg kísérlet bemutatása, a megfelelő és elfogadott statisztikai-ökonometriai eszközök alkalmazása mellett. A megfigyeléshez használt eszköz belső konstrukciója, belső struktúrája is tartalmazza az kutató, vagy tágabban a tudományos közösség előzetes ismereteit, feltételezéseit. A mintavételezés mikéntje ezért kulcsfontosságú: a nem megfelelő eljárás használata következtében a kapott minta statisztikai tulajdonságai a következtetések levonását és az információ mintából történő kinyerését megnehezít, vagy akár meg is akadályozhatja. Mindez az empirikus munka során tett következtetések bizonytalanságát növeli. A hipotézis tesztelése pénzügyi idősorokon történik, megvizsgálva az alternatív mintavételezési eljárások hatásait a kapott adatok statisztikai tulajdonságaira, illetve a kockázatkezelésben betöltött szerepük segítségével.

**3. hipotézis:** A gyermek részben pozícionális jószág, és emiatt a társadalmi környezettől függően a jövedelemnek negatív hatása lehet a fertilitásra.

Pozícionális jószágok közgazdasági értelemben azon javak közé tartoznak, amelyek fogyasztó által történő értékelése valamilyen módon a környezettől függ. A fogalom Fred Hirschtól származik (Hirsch 1976),

az előzményei megtalálhatók korábban már Veblennél, Galbraithnél (Vatiero 2008). Az alapgondolat szerint bizonyos javak társadalmi értelemben szűkösek, a fogyasztásuk negatívan függ a fogyasztók számától, továbbá extern hatásokat okoznak (Frank 2005). A társadalmi szűkösség arra vonatkozik, hogy bizonyos javak szűkössége nem fizikai, erőforráskorlát miatt lép fel, hanem társadalmi tényezők miatt. Például egy futball csapatban pályára lépő játékosok száma és személye a szabályok és az edzői döntések által meghatározott, míg a vezető pozíciók száma egy vállalaton vagy egyéb szervezeten belül a szervezeti struktúra következménye (Vatiero 2008). A gyermekvállalásnak van környezettől függő aspektusa, azaz a gyermek tekinthető részben pozicionális jószágnak, vagyis a hasznosság, amelyet a szülő realizál, részben attól függ, hogy hogyan teljesít a kortársaihoz képest, illetve milyen társadalmi státuszt ér el később a gyermek.

A hipotézis tesztelése mikroökonómiai, egyenlet-alapú modell kerül bevezetésre (korlátos haszonmaximalizálás), amely lehetővé teszi a pozicionális megfontolások formális megragadását, és az érvelés elméleti alátámasztását.

**4. hipotézis.** Az egyének azon képessége, hogy egynél több társadalmi csoporthoz csatlakozzanak, kulcsfontosságú a nagyléptékű együttműködés fenntartásához.

A csoportok alapvető szerepet játszanak az emberi társadalmak struktúrájának felépítésében: az ember társas lény; alapvető igénye van, hogy csoporthoz tartozzon, a személyiségének és önértékelésének egy részét a csoporttagságból származtatja (Tajfel and Turner 2004; Baumeister and Leary 1995). Ahogy a közösség egyre nagyobb és összetettebb lett, az ember, hogy megbirkózzon a társas világ számítási és kognitív kihívásaival, egyre több társas kategóriát, csoportot észlel, különböztet meg (Macrea - Bodenhausen 2000). Ezáltal az egyén egyszerre több társas csoportnak is tagja lehet. A társas csoportok következképpen versenyeznek a tagok erőforrásaiért (elsősorban az idejükért), hogy fenntartsák a kulturális szokásait, normáit, a szimbolikus megkülönböztető jegyeit, amelyek megkülönböztetik a többi társas csoporttól. A hipotézis tesztelése a dolgozat 5. fejezetben bemutatott ágens-alapú modell segítségével történik és rámutat arra, hogy a társadalmi csoportok közötti versengés az egyének erőforrásaiért káros

hatással lehet a teljes populáció szintű, nagyléptékű kooperációra, és erre a problémára az egyik orvosság lehet az átkategorizálás vagy új, a teljes populációt átfogó csoportok létrehozása.

## 2. A kutatás módszertana

A 1. hipotézis vizsgálata egyrészt szakirodalmi feldolgozás segítségével történik: a dolgozat 2. fejezetében kerülnek bemutatásra a tudományfilozófiai kapcsolódó fogalmak, elméletei, a modellezésre, reprezentációra vonatkozó meghatározó elméletek, illetve a közgazdaságtudományi modellezéssel kapcsolatos fontosabb megállapításai. Ezt követi a saját álláspont kifejtése. Másrészt az értekezés következő három hipotézis vizsgálatára alkalmazott módszertan és eredmények tekinthető az első hipotézis alátámasztásának is.

A 2. hipotézis vizsgálata pénzügyi adatokon kerül tesztelésre: hagyományos (idő alapú) és alternatív módokon történő mintavétellel előállított adatsorok statisztikai vizsgálata történik meg (autokorreláció, heteroszkedaszticitás, normalitás), illetve a kockázatkezelésben használatos Value at-Risk eszköz segítségével.

A 3. hipotézis tesztelése a háztartások gyermekvállalásra vonatkozó döntéseinek modellezésére felépített korlátos optimalizálási probléma segítségével történik meg.

A 4. hipotézis tesztelésére egy ágens-alapú modellt készítettem, amelyben az ágensok személyek és társas csoportok, a modell játékelméleti és hálózatelméleti eszközöket is alkalmaz.

1. Táblázat. A kutatás hipotézisei és vizsgálati módszere

Hipotézis sorszáma	Hipotézis	Vizsgálat módszere
1	A reprezentáció egy jel, amely stipulációval jön létre a létrehozó szándékai szerint, a tudományos reprezentáció pedig egy reprezentáció, amely tudományos modellnek tekinthető, azáltal, ha a tudományos közösség azt használja, elfogadja, elismeri.	Szakirodalmi feldolgozás



2	A pénzügyi idősorok esetében a mintavételezés módja befolyásolja a kapott adatsorok sztochasztikus tulajdonságait	Adatmodell - hagyományos és alternatív mintavételezési eljárásokkal előállított adatsorok statisztikai tulajdonságainak összevetése (autokorreláció, heteroszkedaszticitás, normalitás)
3	A gyermek részben pozicionális jószág, és emiatt a társadalmi környezettől függően a jövedelemnek negatív hatása lehet a fertilitásra.	Nemlineáris programozás, egyenlet-alapú modell.
4	Az egyének azon képessége, hogy egynél több társadalmi csoporthoz csatlakozzanak, kulcsfontosságú a nagyléptékű együttműködés fenntartásához.	Ágens-alapú modell, játékelmélet, hálózatelmélet.

Forrás: saját szerkesztés.

### 3. A dolgozat elméleti háttere és az alkalmazott módszertan

A dolgozat elméleti háttere 4 részre osztható: az első a modellezéssel kapcsolatos tudományfilozófiai megközelítéseket, a modell és valóság relációjára vonatkozó felmerülő kérdéseket, a közgazdaságtudomány modellezéshez fűződő legbefolyásosabb megállapításait. Emellett a három alkalmazott modellezési eszköz (adatmodell, egyenlet-alapú és ágens-alapú) legfontosabb elméleti, tudományfilozófiai tulajdonságait tárgyalja. Továbbá, az értekezés bemutatja a pozicionális javakkal kapcsolatos ismereteket, amelyek kiindulópontot jelentenek a gyermekvállalás pozicionális aspektusainak egyenlet-alapú vizsgálatára. Végül, az egyén társas csoporttagsága és a kooperáció közötti összefüggések feltárása történik meg.

#### 3.1 A modellezés és tudományfilozófia

Az alábbiakban a reprezentációval kapcsolatos legfontosabb és legnépszerűbb megközelítéseket tekintem át, röviden. Az irányzatok

egyik csoportja a modell és cél rendszer közötti kapcsolatra összpontosít. A strukturális koncepció a halmazelmélet és matematikai logika eszközeit alkalmazva szándékozik a modellt és a célrendszert valamilyen formálisan meghatározható struktúraként leírni. A reprezentáció pedig azáltal jön létre, hogy a két struktúra között izomorfizmust lehet létesíteni. Struktúra alatt jellemzően egy matematikai objektumot értünk, amely áll egy nemüres halmazból  $U$ , amely az alkotóelemeit jelenti az objektumnak, és  $U$ -n értelmezett  $n$  számú relációból  $R=\{r_1, \dots, r_n\}$ , amelyek az objektum belső szerkezetét írják le. Ezt szokták  $S = (U, R)$  –ként is jelölni, így a modell és a célobjektum struktúra pedig rendre  $S_M$  és  $S_T$ . Izomorfizmus esetén  $U_M$  és  $U_T$  között kölcsönösen egyértelmű hozzárendelés létesíthető, továbbá megtartja a relációkat is, vagyis minden  $U_M$  értelmezett  $r_{iM}$  relációhoz hozzárendelhető egy  $U_T$  –n értelmezett  $r_{jT}$  reláció oly módon, hogy éppen azok az elemek állnak egymással relációban, amelyek meg vannak feleltetve egymással. Egyéb, kevésbé szigorú morfizmusok is tárgyalásra kerülnek a szakirodalomban, így próbálva kezelni többek között például a korábban említett szimmetrikus reprezentáció problémáját. A struktúrák halmazán értelmezett izomorfizmus reláció ugyanis szimmetrikus (emellett tranzitív és reflexív - tehát ekvivalencia reláció), ami azt is jelenti, hogy a reprezentálni kívánt objektum, célrendszer is reprezentálja az adott modellt (Frigg 2006, Winther 2016, Suarez 2010).

A következő irányzat elsősorban Ronald Giere nevéhez kapcsolódik, és a strukturális megközelítés szigorú morfizmusa helyett a modell és a valóság (vagy pontosabban a vizsgált cél-rendszer) *hasonlóságát* hangsúlyozza. A strukturális megközelítés esetén modell és a célrendszer pontosan meghatározott relációban állnak egymással, a hasonlóság esetén azonban ennek a kapcsolatnak a definiálása nem cél vagy éppenséggel nem is elérhető. Emiatt a strukturális kapcsolatot lehet tekinteni a hasonlósági megközelítés egy speciális esetének is (Suarez 2010). Fontos különbség azonban, hogy Giere hangsúlyozza a kutató szerepét és intencionalitását, vagyis a modell és a cél-rendszer közötti reprezentáció nem pusztán a hasonlóság által jön létre, hanem azáltal, hogy a kutató ezt a hasonlóságot, vagy annak bizonyos elemeit

felhasználja a modellezés során bizonyos előre meghatározott célból (Giere 2004, 2006).<sup>1</sup>

A strukturális és hasonlósági megközelítéssel szemben Suarez (2003) öt egymástól független ellenvetést szolgáltat és érvel ezen megközelítések elégtelen volta mellett. Az első arra vonatkozik, hogy a tudományos gyakorlatban a modellek tekintélyes része nem izomorf és nem is hasonló a vizsgált jelenséghez. A második szerint a fenti elméletekből következő logikai kapcsolat a modell és a célrendszer között nem megfelelő: ahogy fentebb volt róla szó, az izomorfizmus reflexív, szimmetrikus és tranzitív reláció, a hasonlóság pedig reflexív és szimmetrikus: valójában azonban a gyakorlatban egyik tulajdonság sem teljesül. További probléma, hogy nehezen értelmezhető a téves reprezentáció, illetve a pontatlanság az izomorf és hasonló reprezentációk esetében. Előbbi megértéséhez gondoljunk arra az estre, amikor egy fényképen látható személyt mással azonosítunk, mint akit valójában ábrázol a fotó. Vagyis, érvel Suarez, az ágens tevékenysége a reprezentáció élménye során, nem következménye a reprezentációs relációnak. Mindez azt is jelenti, hogy pusztán valamilyen szerkezet béli hasonlóság vagy izomorfizmus nem jelent reprezentációt, ha így lenne, akkor az Einstein által a tér-idő leírására megalkotott általános relativitáselmélet matematikai leírását valójában Bernhard Riemann nevéhez kellene kötni, hiszen ő volt az, aki a szükséges matematikai egyenleteket kidolgozta (Suarez 2003. 234. o.). További kihívás a pontatlanság kérdése: rendszerint a használt modelljeink nem pontosan adják vissza cél-rendszer tulajdonságait: ez azonban izomorfizmust feltételezve egészen egyszerűen nem lehetséges (a pontatlanság ellenvetés a hasonlósági megközelítést kevésbé érinti).

Reprezentáció létrejöhet akkor is, ha izomorfizmus és hasonlóság nem teljesül, amiből az következik, hogy azok nem szükséges kritériumok.

Callender - Cohen (2006) szerint a demarkáció problémája, amit ők a (reprezentáció problémájának hívnak) vagyis, hogy hogyan jön létre, miből is áll valójában a modell és a valóság közötti reprezentáció, más szempontból közelítve megszűnik problémának lenni. Paul Grice

---

<sup>1</sup> Megjegyzendő, hogy a strukturális megközelítés is módosult, és beemelte az elméletébe a kutató (ágens) szándékait a modellezés folyamatába (lásd például Frigg 2006).

nyelvfilozófus alapján megkülönböztetik az elsődleges (primer) reprezentációkat a származtatottaktól. Előbbiek lényegében a mentális reprezentációkat jelentik, míg utóbbiak közé tartoznak a művészeti, nyelvi egyéb reprezentációk, amelyek valamilyen módon az első, alapvetőbb mentális reprezentációkon alapulnak, abból származnak. A kulcs, hogy milyen módon jönnek létre a származtatott reprezentációk. Callender és Cohen szerint a tudományos reprezentációk is a származtatott reprezentációk közé tartoznak, és az ágens intenciói alapján, stipulatív módon jönnek létre, azaz egy tudományos modell  $M$ , azáltal reprezentálja, a célrendszert,  $T$ -t, hogy a modell használója stipulálja, hogy  $M$  reprezentálja  $T$ -t (Frigg - Nguyen 2016, Callender - Cohen 2006). Egyrészt a reprezentáció nehéz kérdése a fundamentális reprezentációk világába tolódik vissza, vagyis a mentális reprezentációk és állapotok területére, ami ez elme filozófiájának a kutatási területe. Ugyanakkor a demarkáció problémája ezáltal megoldódott: a reprezentáció a kutató szándékai szerint jön létre. A különböző így létrejövő modellek között a szelekció pedig pragmatikus szempontok alapján (is) történik, ahol mind a különböző morfizmusoknak mind a hasonlóságnak  $M$  és  $T$  között komoly szerepe lehet, azonban ezek nem szükséges feltételei a reprezentáció létrejöttének.

R. I. G. Hughes által kidolgozott és röviden DDI-ként (Denotation, Demonstration, Interpretation) hivatkozott leírása a reprezentációkról, a modellezés folyamatát három fázisra osztja. Először is a vizsgált jelenséget valamilyen módon *jelölni*, szimbolizálni kell (denotation). Hughes elveti a hasonlóság/strukturális feltételeket a jelöléssel, reprezentációval kapcsolatban, azaz, a kialakított szimbólumnak, modellnek, nem szükségszerűen kell hasonlítania a vizsgált jelenségre. A második fázisban a modell belső dinamikáját vizsgálva következtetéseket vonunk le (demonstration). Jellemzően ez matematikai objektumokon végzett műveletek végrehajtását, illetve egyéb nem nyelvi reprezentációs eszközök elemzését foglalja magában. Fontos látni, hogy a megállapításainkat itt a modellre vonatkozóan vonjuk le (tehát az egyenletre, diagramra, ábrára stb.), nem közvetlenül a vizsgált jelenségre. Ez utóbbi a DDI harmadik szakaszában, az eredmények interpretálása során történik, amikor a modell eredményeit a vizsgált jelenségre nézve értelmezzük (Hughes 1997).

Hughes DDI leírását használja Suarez az úgynevezett *inferential conception* kiindulásaként. Suarez szerint a reprezentáció elméletében fel kell adni a szükséges és elégséges feltételek meghatározásának igényét, és megállapodni a szerényebb, szükséges feltételek megállapításánál. Az elméletében a tudományos reprezentáció szükséges feltételeként két tényezőt határoz meg: *reprezentációs erő* (representational force) és a *következtetési kapacitás* (inferential capacities). A reprezentációs erő lényegében arra vonatkozik, hogy a reprezentációként használt dolgok stipuláció útján keletkeznek, vagyis szükség van egy ágens szándékaira is a reprezentációs irány kialakítására (vagyis arra, hogy  $M$  reprezentálja  $T$ -t)<sup>2</sup>. Ezzel a feltétellel a szimmetrikus reprezentáció problémáját megoldja, azonban önmagában egy önkényes reprezentáció tudományos szempontból nem érdekes: valamilyen többlet kognitív tartalommal kell, hogy rendelkezzen. Erre vonatkozik a második feltétel, azaz a helyettesítő okfejtés feltételének explicit megfogalmazása: a modell ( $M$ ) tegeye lehetővé egy megfelelően informált egyénnek, hogy következtetéseket vonjon le a vizsgált jelenségről ( $T$ ) (Suarez, 2004).

Gabriele Contessa Suarez elméletét továbbfejlesztve amellet érvel, hogy a helyettesítő okfejtés és a reprezentációs erő, kiegészítve az *interpretáció* fogalmával együtt szükséges és elégséges kondíciókat adnak meg a reprezentációra vonatkozóan (Contessa 2007). Suarez leírásával szemben kritikaként fogalmazza meg, hogy abból nem derül ki, hogy a helyettesítő okfejtés ténylegesen miképpen megy végbe. Az interpretáció Contessánál ezt hivatott orvosolni: lényegében a strukturális koncepcióhoz hasonlóan matematikai kapcsolatot határoz meg a reprezentációs eszköz ( $M$ ) és a célrendszer között ( $T$ ). Ez röviden a következőképpen történik: először a felhasználó azonosítja a releváns objektumokat, a közöttük levő relációkat, illetve az azokon értelmezett releváns függvényeket (ez utóbbi kettő adja lényegében a struktúráját a rendszernek) mind a reprezentációs eszköz, mind a célrendszer esetében. Ezt követően közöttük (tehát a reprezentáció és a célrendszer releváns objektumai, relációi és függvényei között) bijektív leképezés előírásával és stipulációval (vagyis az aktussal, hogy a felhasználó  $M$ -et teszi meg  $T$

---

<sup>2</sup> Az intencionalitás elvárása tekintetében Suarez nem egészen egyértelmű, vö. Suarez 2010.

reprezentációjának<sup>3</sup>) jön létre az adott reprezentációs eszköz ( $M$ ) célrendszerre ( $T$ ) vonatkozó interpretációja.

Contessa szándékai szerint az interpretáció ilyen formális meghatározása lehetővé teszi, hogy a helyettesítő okfejtésre vonatkozóan is hasonló formális szabályhalmazt alkosson meg. Hogy megértsük, ez hogyan is megy végbe, tegyük fel, hogy a kutató vagy felhasználó a fentiek szerint  $M$ -t használja  $T$ -re vonatkozó interpretációja során. Ekkor a felhasználó következtetése, miszerint egy objektum ( $O_{T,i}$ ) benne van a cél-rendszerben ( $T$ -ben), helyes, akkor és csak akkor, ha  $O_{T,i}$  –nek meg van feleltetve egy objektum,  $O_{M,i}$  a modellben,  $M$ -ben. Formailag ezzel teljesen megegyező megkövetéseket tesz mind a relációk mind a függvényekre vonatkozó következtetéseket illetően (Contessa 2007 61-62. o.). Frigg – Nguyen (2016) szerint Contessa elmélete magyarázatot szolgáltat az episztemikus reprezentációs problémára, de nem tud mit kezdeni a téves reprezentációval (lásd fentebb). Ehhez hozzátehetjük még a cél-rendszer nélküli reprezentáció sem elképzelhető Contessa modelljében.

2. Táblázat. Modellezés tudományfilozófia, főbb megállapítások

Kulcsfogalmak	Fontos megállapítások	Kulcs publikáció (Szerző/évszám)
Strukturális megközelítés, izomorfizmus	A strukturális koncepció a halmazelmélet és matematikai logika eszközeit alkalmazva szándékozik a modellt és a célrendszert valamilyen formálisan meghatározható struktúraként leírni. A reprezentáció pedig azáltal jön létre, hogy a két struktúra között izomorfizmust lehet létesíteni.	Da Costa - French 2003
Hasonlóság	A strukturális megközelítés szigorú morfizmusa helyett a modell és a valóság (vagy pontosabban a vizsgált cél-rendszer) hasonlóságát hangsúlyozza.	Griere 2004

<sup>3</sup> Ezt az aktust Contessa is denotációnak nevezi.

Stipuláció, elsődleges és származtatott reprezentáció	A tudományos reprezentációk is a származtatott reprezentációk közé tartoznak, és az ágens intenciói alapján, stipulatív módon jönnek létre, azaz egy tudományos modell M, azáltal reprezentálja, a célrendszert, T-t, hogy a modell használója stipulálja, hogy M reprezentálja T-t	Callender - Cohen 2006
DDI (Denotation, Demonstration, Interpretation)	A modellezés folyamatát három fázisra osztja: a vizsgált jelenséget valamilyen módon jelölni, szimbolizálni kell (denotation); a második fázisban a modell belső dinamikáját vizsgálva következtetéseket vonunk le (demonstration); a harmadik szakaszban az eredmények interpretálása történik - a modell eredményeit a vizsgált jelenségre nézve értelmezzük (interpretation)	Hughes 1997
Reprezentációs erő, következtetési kapacitás	A tudományos reprezentáció szükséges feltételeként két tényezőt határoz meg: <i>reprezentációs erő</i> (a reprezentációként használt dolgok stipuláció útján keletkeznek) és a <i>következtetési kapacitás</i> (a modell tegye lehetővé egy megfelelően informált egyénnek, hogy következtetéseket vonjon le a vizsgált jelenségről)	Suarez 2004
Helyettesítő okfejtés, reprezentációs erő, interpretáció	A helyettesítő okfejtés és a reprezentációs erő, kiegészítve az <i>interpretáció</i> fogalmával együtt szükséges és elégséges kondíciókat adnak meg a reprezentációra vonatkozóan. Az interpretáció lényegében a strukturális koncepcióhoz hasonlóan matematikai kapcsolatot határoz meg a reprezentációs eszköz és a célrendszer között.	Contessa 2007

Forrás: saját szerkesztés.

## 3.2 Adatmodellek, egyenlet-alapú és ágens-alapú modellek

### 3.2.1 Adatmodellek

A közgazdasági publikációk jelentős része empirikus jellegű, azaz valamilyen megfigyelés, adatgyűjtés, esetleg kísérlet bemutatása, a

megfelelő és elfogadott statisztikai-ökonometriai eszközök alkalmazása mellett.<sup>4</sup>

Az adatmodell a megfigyelések során rögzített adatok leírására szolgál, ugyanis a kísérletek, illetve a megfigyelések eredménye elsősorban valamilyen adathalmaz képében manifesztálódik, amelyet ezt követően kell a tudósnak értelmeznie. A folyamat mindkét lépése, tehát az adatgyűjtés és az interpretáció is, kérdéseket vet. Az első lépésben lényegében valamilyen mintavételezési eljárás útján kerülnek az adatok összegyűjtésre. James McAllister például úgy véli, hogy egy tetszőleges megfigyelés során kinyert adathalmazban végtelen számú mintázatot lehet azonosítani, amelyekből pusztán az adatok ismeretében nem tudjuk kiválasztani azt, amely ontológiailag kapcsolódna a valós jelenséghez. A kutató az, aki választ a mintázatokból, azaz az előzetes ismereti és elméletalkotási folyamatának eredményeként teremti meg a megfeleltetést a kiválasztott mintázat és a megmagyarázandó jelenség között (McAllister 1997). Példának tekintsük a pénzpiaci idősorokat. Az ár, kamat, árfolyam jellegű adatokat jellemzően az idő függvényében rögzítik, azaz rendszeres időközönként (például naponta) mintát vesznek az adott instrumentum piaci tranzakcióiból, majd ezt követően a minta alapján hozzárendelnek valamilyen árat a kérdéses időponthoz. Az ár meghatározása történhet többféleképpen, például lehet az adott időszak tranzakcióinak súlyozott átlagára, vagy záróára stb. Ez utóbbi hozzárendelésnek lehet az alapja például az időszak súlyozott átlaga, a kezdőár, záróár stb. Az így gyűjtött idősorok statisztikai tulajdonságai azonban nem minden esetben ideálisak: a hozamok eloszlása a normálistól jelentősen eltérő, heteroszkedaszticitás és autokorreláció figyelhető meg (Kiss 2017). Azonban a pénzpiaci adatokat nem kizárólag az idő függvényében lehet rögzíteni, hanem többek között a tranzakciók számában is (tehát például 100 üzletkötést tekintünk egy egységnek, és ahhoz rendelünk hozzá árinformációt), vagy az üzletkötések összértékében is. Ezen utóbbi adatsorok sokkal könnyebben kezelhető statisztikai tulajdonságokkal rendelkeznek (López de Prado 2018).

---

<sup>4</sup> „Manapság sok közgazdász inkább tekinthető alkalmazott statisztikusnak, aki adatokat elemez, rendszerez és statisztikai eszközökkel információt nyer ki belőlük. A szükséges közgazdasági elmélet gyakran minimális, amire inkább szükség van, az a lehető legjobb statisztikai elemző képesség.” (Colander – Kupers 2014 132. o. saját fordítás).



A mintavételezés mikéntje ezért kulcsfontosságú: a nem megfelelő eljárás használata következtében a kapott minta statisztikai tulajdonságai a következtetések levonását és az információ mintából történő kinyerését megnehezíti, vagy akár meg is akadályozhatja. A fentiekből következően az adatgyűjtés során nem tisztán nyers adatok keletkeznek.

A kutatás során alternatív és hagyományos (idő alapú) mintavételezési eljárással adatsorokat készítettem a Microsoft részvény kereskedési adataiból, és ezek statisztikai tulajdonságait vetettem össze. Az eloszlás normalitásának vizsgálatára a Jarque-bera tesztet hajtottam végre. A nullhipotézis normális eloszlásra, az alternatív hipotézis ennek hiányára utal. ARCH LM tesztet alkalmaztam a homoszkedaszticitás ellenőrzésére, a nullhipotézis ebben az esetben homoszkedaszticitás, a H1 pedig heteroszkedaszticitás. Végül, autokorrelációt is vizsgáltam Ljung Box Q statisztika segítségével, itt a nullhipotézis az autokorreláció hiányát jelenti.

3. Táblázat. Pénzpiaci adatsorok előállításának módjai

Mintavételezés eljárás	Mintavétel alapja	Példa
Idő alapú	Rendszeresen időközönként	Óránként, naponta, havonta
Tranzakció alapú	Meghatározott számú üzletkötésenként	100 tranzakció
Volumen alapú	A gazdát cserélt instrumentumok kumulatív száma elér egy adott értéket	1000 részvény adásvétele
Összérték alapú	Az ügyletek kumulatív összértéke elér egy adott összeget	100000 dollár

Forrás: saját szarkesztés.

### 3.2.2 Egyenlet-alapú és ágens-alapú modellezés

**Egyenlet-alapú modell (EBM):** a közgazdasági elméleti munka legfontosabb módszertani eszköze. Általánosságban elmondható, hogy egy vizsgált rendszerben két, egymástól megkülönböztethető entitás van: egyedek és állapotok. Az egyedek alkotják a rendszert, és ezek jól megkülönböztethetőek mind egymástól, mind a környezettől (például háztartások, vállalatok stb.). Az állapotok vagy állapotváltozók rendszer mérhető tulajdonságai, amely érdeklődésre tart igényt (pl. árak, mennyiség, GDP stb.). Az egyenlet-alapú modellezés a megfigyelhető

állapotokra fókuszál, az modell alapegysége az egyenlet-alapú esetben maga az egyenlet, amely az állapotok, állapotváltozók közötti kapcsolatot igyekszik megragadni

**Ágens-alapú modellezés (ABM):** szemben az EBM-mel, az ABM az egyedekre, és a köztük levő kapcsolatokra. Az elemzés egysége az egyed, amely ágenssel kerül reprezentálásra. Komplex rendszerek vizsgálatára használatos, amikor a nagyszámú, heterogén egyed viselkedése, és a közöttük megfigyelhető interakciók alakítják a rendszer makró viselkedését. Általában egyenlet-alapú modellekkel nehézkesen vizsgálható, mert túlzott egyszerűsítésekkel kell élni a megoldhatóság érdekében. Bizonyos szempontból az ABM az elméleti és empirikus kutatás között áll, mert az ágens-alapú modell által szimulált rendszer empirikus viselkedését vizsgáljuk.

### **3.3 A gyermek mint pozicionális jószág – kapcsolódó elmélet**

Pozicionális jószágok közgazdasági értelemben azon javak közé tartoznak, amelyek fogyasztó által történő értékelése valamilyen módon a környezettől függ. A fogalom Fred Hirschtól származik (Hirsch 1976), az előzményei megtalálhatók korábban már Veblennél, Galbraithnél (Vatiero 2008).

Az alapgondolat szerint bizonyos javak társadalmi értelemben szűkösek, a fogyasztásuk negatívan függ a fogyasztók számától, továbbá extern hatásokat okoznak (Frank 2005). A társadalmi szűkösség arra vonatkozik, hogy bizonyos javak szűkössége nem fizikai, erőforráskorlát miatt lép fel, hanem társadalmi tényezők miatt. Például egy futball csapatban pályára lépő játékosok száma és személye a szabályok és az edzői döntések által meghatározott, míg a vezető pozíciók száma egy vállalaton vagy egyéb szervezeten belül a szervezeti struktúra következménye (Vatiero 2008).

Klasszikus példa a tisztán pozicionális jószágra a társadalmi státusz: magasabb társadalmi státusz csak azáltal értelmezhető, ha vannak egyének, akik alacsonyabb státusszal rendelkeznek. A tisztán pozicionális javak mellett szinte minden jószágra igaz, hogy az értékelését a környezet részben befolyásolja, a különbség a pozicionális javak esetén, hogy a környezet relatíve nagyobb részben alakítja fogyasztó által percipált hasznosságot. A kulcs itt, hogy nem a

fogyasztás abszolút értéke a meghatározó, hanem a közösség többi, releváns tagjához viszonyított relatív mértéke (Frank 2006).

A társadalmi státusz esetében az egyén által elfoglalt ranghoz, státuszhoz képest lesznek magasabban és alacsonyabban lévő pozíciók. Az előbbiek miatt negatív hasznosságot szenved el (a negatív fogyasztás miatt), az utóbbiak miatt pozitívat. A kettő egyenlege adja meg az egyén számára az adott pozícióból származó (teljes) hasznosságot. Ha változik a státusz, például nagyobb lesz, akkor kevesebb pozíció miatt fog negatív hasznosságot realizálni, és több pozícióval szemben pozitívat. Vagyis a státusz növekedésével nő a teljes hasznosság (a határhaszon pozitív), és ez nem szükségszerűen lesz csökkenő.<sup>5</sup>

A fenti gondolatmenet alapján észszerűnek tűnik a feltételezés, hogy a gyermekvállalást részben motiválhatják pozícionális megfontolások, azaz a szülő által remélt, illetve megélt hasznosság egy része, kezdetben, abból származik, hogy kortársaihoz képest hogyan teljesít a gyermek (tanulmányi, sport, művészeti, illetve egyéb területen), majd később, hogy milyen társadalmi státuszt ér el. Ami a fertilitást befolyásoló többi tényezőre is igaz, úgy a pozícionális hatások esetén sem árt hangsúlyozni, hogy a hatása nem független az adott társadalmi kontextustól. Az archaikus társadalmakban a munkamegosztás és specializáció kevésbé jellemző, illetve azon társadalmak egalitáriánus jellege kevés teret ad a gyermekek, illetve felnőttek között státusz küzdelmeknek (Boehm 2001), míg egy modern környezetben, ahol a szülők jellemzően 1-2 gyermeket vállalnak, továbbá az egyenlőtlenségeket is jobban tolerálják (Morris 2017), ott mind a tér (kínálat), mind az igény (kereslet) nagyobb a pozícionális javakra. Ez elméletben elvezethet egy szülők közötti „fegyverkezési versenyhez”, vagyis a gyermekek egyre intenzívebb képzése, trenírozása avégett, hogy jó reputációjú középiskolákba, egyetemekre kerüljenek, és/vagy a sport, művészeti területeken érjenek el kimagasló eredményeket (Deresiewicz 2015). Az Egyesült Államokban például egyre gyakoribb az óvodákban

---

<sup>5</sup> Eliten belüli versengésnek nevezik az elit aspiránsok rivalizálását a társadalmon belüli korlátozott számú elit pozíciókért (például a legmagasabb politikai vezetői helyek, nagyvállalatok igazgatósági helyei stb.). Goldstone (1991) nyomán Turchin (2016) úgy véli, hogy ennek a versenynek az erősödése nagymértékben hozzájárulhat minden társadalom politikai instabilitásához. Ez arra utal, hogy a társadalmi rang határhaszna növekvő is lehet.

a házi feladat, ezáltal készítve fel óvodáskorú gyerekeket az iskolai környezetre és elvárásokra. A tehetősebb szülők egyre több iskolán kívüli elfoglaltságot (sport, művészeti, önkéntes tevékenység stb.) finanszíroznak a gyermekeiknek, tudván, hogy az egyetemi felvételik során azok extra pontokat érhetnek majd.

Mindez tehát azt is jelenti, hogy nem önmagában a minőség a fontos a szülőnek, hanem hogy az miképpen képződik le társadalmi státuszra. A fentiek miatt érdemes lehet a hagyományos termékenységi közgazdasági modellek kiegészítése pozicionális megfontolásokkal, amelyek formális kifejtése a következő szakaszban kerül részletezésre.

### **3.4 Társas csoportok, sajátcsoport torzítás**

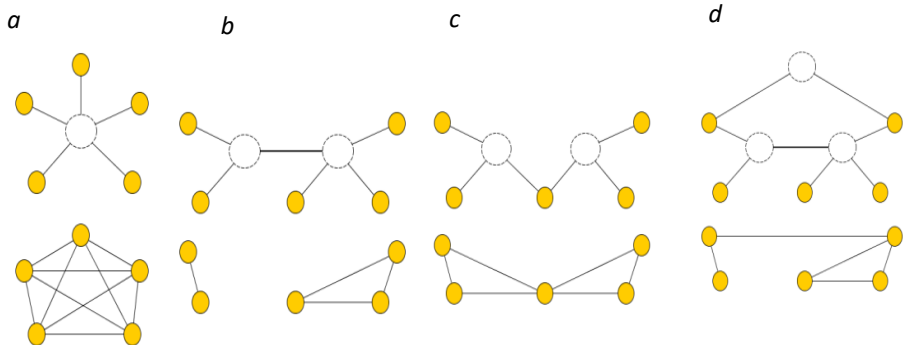
A csoportok alapvető szerepet játszanak az emberi társadalmak struktúrájának felépítésében: az ember társas lény; alapvető igénye van, hogy csoporthoz tartozzon, a személyiségének és önértékelésének egy részét a csoporttagságból származtatja (Tajfel and Turner 2004; Baumeister and Leary 1995; Fiske 1992). A társadalmi kirekesztés, a csoporttagság hiánya pszichés és testi tünetekhez vezethet (DeWall - Richman 2011; Eisenberger et al. 2003). Ahogy a közösség egyre nagyobb és összetettebb lett, az ember, hogy megbirkózzon a társas világ számítási és kognitív kihívásaival, egyre több társas kategóriát, csoportot észlel, különböztet meg (Macrea - Bodenhausen 2000). Ezáltal az egyén egyszerre több társas csoportnak is tagja lehet, például család, etnikai, vallási közösség, nemzet, munkahelyi közösség, képzelt és virtuális közösségek (Brewer 2000; Anderson 2016).

A társas csoportoknak van egy fontos, meghatározó tulajdonsága: normák. A normák informális szabályok, amelyek a csoporttagok közötti interakciók által alakulnak ki, és irányítják, korlátozzak a tagok viselkedését, emellett megkülönböztetik egymástól a társas csoportokat (Cialdini - Trost 1998; Hogg 2010). Az ember belső prediszpozícióval rendelkezik, hogy internalizálja azon csoportok normáit, amelyhez formálisan vagy informálisan tartozik (Spitzer et al. 2007; Chudek - Heinrich 2011), erőforrásokat (leginkább időt és kognitív kapacitást, de gyakran konkrét anyagi javakat is) áldoz azért, hogy a csoport kulturális gyakorlatait, hagyományait, szokásait fenntartsa. Az a társas csoport, amely nem rendelkezik tagokkal nem létezik – továbbra is megismerhetőek maradnak azon normák és szokások, amelyek

valamikor befolyásolták a tagok viselkedését a történeti csoportoknak, de azáltal, hogy senki sem tagja ezen csoportoknak, semmifajta szerepet nem játszanak a jelenlegi szocietális struktúrákban.

Továbbá, a társas csoporthoz tartozó egyénekben kialakul az úgynevezett saját csoport torzítás (in-group bias, in-group favoritism), azaz preferálni fogják a csoporttársakat a külső csoporthoz tartozó egyénekkel szemben, nagyobb valószínűséggel fognak velük kooperálni (Greenwald - Pettigrew 2014)

A társas csoportok következtésképpen versenyeznek a tagok erőforrásaiért (elsősorban az idejükért), hogy fenntartsák a kulturális szokásait, normáit, a szimbolikus megkülönböztető jegyeit, amelyek megkülönböztetik a többi társas csoporttól. A modellben azt vizsgálom meg, hogy ennek a csoporttagok és az ő erőforrásaikért folytatott versenynek, a sajátcsoport torzításnak és a multi csoporttagságnak milyen hatása van a populáció szintjén a kooperációra. Ennek végrehajtására egy hálózatelméletet és játékelméletet is alkalmazó ágens-alapú modellt fejlesztettem.



1. Ábra. Társadalmi struktúra és együttműködés. Az első sorban lévő grafikonok a csoporttagságot mutatják. A színes és fehér csomópontok egyéneket, illetve csoportokat jelölnek. A csoport és az egyén közötti él a csoporttagságot jelenti. A csoportok közötti él lehetséges stratégiai interakciót jelent, a kapcsolt csoportok között a kettős tagság nem megengedett. Az alsó gráfok a felső gráfok egyéni projekciós gráfjai, egy él két egyed együttműködését jelzi. (a) Egy csoport, minden egyed ugyanannak a csoportnak a tagja, a projekciós gráf teljes, azaz mindenki mindenkivel együttműködik. (b) Két csoport, kettős tagság nem megengedett, a projekciós gráf nem összefüggő. (c) Két csoport, kettős tagság megengedett, a projekciós gráf össze van kötve. (d) Három csoport, a kettős tagság részben megengedett, a projekciós gráf összefüggő.

A modellben feltesszük, hogy az egyének csak sajátcsoport partnerekkel kooperálnak. Amennyiben mindössze egy társas csoport található az adott közösségben, akkor az együttműködés teljes abban az értelemben, hogy sajátcsoport torzítás mindenre alkalmazott, senki sem marad ki belőle csoporttagság okán (lásd az 1. a ábrát).

Azonban, ha kettő vagy akár több csoport is van, előfordulhat, hogy az adott egyén mindössze az egyiknek a tagja. Ebben az esetben nem fog együttműködni a másik csoport tagjaival, a közösség pedig emiatt fragmentált lesz (lásd az 1.b ábrát). A probléma megoldható, ha lehetségessé válik az egyének számára, hogy mindkét csoporthoz csatlakozzanak, ezáltal kooperáció mindkét csoport tagjaival megvalósulhat (1. c ábra). Ezt a társadalmi struktúrát bipartit gráffal lehet megragadni, ahol is két típusú csúcs található: az egyik reprezentálja az egyéneket (a színezett csúcsok az ábrán), a másik pedig a csoportokat (fehér csúcsok), a közöttük levő él az egyén csoporttagságát fejezi ki. Az így konstruált gráfnak az egyénekre vett projekciója mutatja meg az együttműködés, kooperációs hálózatot. Azaz, a gráf projekciója az eredeti gráfból származtatott, mégpedig oly módon, hogy a projekcióban a csúcsok az egyéneket mutatják, a közöttük levő él pedig azt jelenti, hogy van olyan csoport, amelynek mindketten a tagjai (ezt mutatják az 1. ábrán a második sorban látható gráfok), ezáltal közöttük az együttműködésnek nincs akadálya. A projekciót vizsgálva a széttöredezett társadalom könnyedén megjeleníthető válik, nevezetesen az a gráf, amelyik nem összefüggő (1. b ábra); vannak olyan részközösségek, amelyeknek egyáltalán nincsenek kapcsolatai a gráf és ezáltal a társadalom többi részéhez.

Amit vizsgálni szeretnénk, az, hogy ilyen modellfeltevések mellett a projektív gráf miképpen alakul az időben. A modellünkben tehát legyen  $n$  egyén és  $m$  csoport. Az egyének rendelkeznek valamekkora kezdeti erőforrással,  $r$ . Az erőforrás egy része véletlenszerűen az egyik csoporthoz allokálódik ( $r/k$ ,  $k > 0$ ), kifejezve a csoporttagságot, amely az egyén részéről idő és egyéb ráfordítást igényel). Ugyanez a folyamat megismétlődik, amíg az egyén összes erőforrása szétosztásra kerül csoportok között. A ciklus során előfordulhat, hogy az egyén már tagja egy csoportnak (az erőforrásai egy részét már „odaadta” a csoportnak), csatlakozna egy másikhoz is. Ezt stratégiai helyzetnek tekintjük a két csoportok szempontjából: együttműködés a két csoport között azt, jelenti,

hogy a csoport engedi a tagjainak, hogy csatlakozzanak másik csoporthoz is, az együttműködés megtagadása (defection) ennek a megtiltását fejezi ki. Egészen pontosan az együttműködés megtagadása csoportok esetében azt jelenti, hogy a csoporton belül vannak olyan normák, írott és íratlan szabályok, amelyek implicit vagy explicit módon korlátozzák az egyént, a csoport tagját, hogy a másik csoporthoz csatlakozzon. Példaként tekintsük a kettős állampolgárság intézményét: az első állampolgárság megszerzése rendszerint egyszerű, szinte automatikus, ellenben a második (illetve az esetlegesen azt követőek) rendszerint feltételhez kötöttek: igényelni kell, az igénylőnek pedig bizonyos kritériumokat teljesítenie kell, sőt, bizonyos országok egyáltalán nem ismerik el a kettősállampolgárság intézményét. Felmerül a kérdés, hogy miért léteznek ilyen normák, szabályok és megkötések? Amikor az egyén kettő vagy több csoport tagjává válik, a rendelkezésre álló erőforrásait meg kell osztania a csoportok között. Ha a csoport korlátozza a tagjai multi csoporttagságát, fennáll az esélye, hogy az egyén a többi erőforrását is az adott csoporthoz alokálja. In concreto, a modellben amikor az egyén csatlakozik két olyan csoporthoz, amelyek között együttműködés van vis-à-vis, az egyén mindkét csoportnak a tagja marad. Ha az egyik csoport megtagadja az együttműködést, az egyén visszavonja az erőforrásait a másik csoportból ( $r/k$ ) és azt véletlenszerűen reallokálja egy újabb csoporthoz,  $m$  csoport esetén tehát  $1/m$  valószínűséggel a kérdéses erőforrás az együttműködést megtagadóhoz kerül vissza. Amennyiben mindkét csoport megtagadja az együttműködést, akkor az egyén véletlenszerűen az egyik csoporttól vonja vissza a dedikált erőforrást és kerül ismét csak véletlenszerűen egy másik csoporthoz. A stratégiai helyzet pontos kifizetési mátrixa az 6. Táblázatban látható.

4. Táblázat. Kifizetési mátrix két csoport között (sorjátékos perspektíva).

	C	D
C	0	$-r/k$
D	$1/m \times r/k$	$-1/2 \times r/k + 1/2 \times 1/m \times r/k$

4. Táblázat. Kifizetési mátrix két csoport között (sorjátékos perspektíva). Az  $r$ ,  $m$  és  $k$  karakterek jelölik rendre az egyén teljes erőforrását, a modellben szereplő csoportok számát, illetve egy konstans ( $k > 0$ ). Ha mindkét csoport együttműködik, az egyén mindkét csoport tagja marad. Amikor egy együttműködő és nem-együttműködő került stratégiai interakcióba, az egyén elhagyja az előbbi csoportot, és erőforrása véletlenszerűen egy új csoporthoz kerül. A kooperáció

mindkét csoport általi tiltása esetén az egyén véletlenszerűen elhagyja az egyik csoportot, és erőforrása véletlenszerűen egy új csoportba kerül át.

Hogy biztosítva legyen valamifajta dinamika modellben, minden egyén erőforrásainak egy része átlagosan 10 periódusonként újraallokálásra kerül. Az evolúciósan stabil stratégia a DD, vagyis a stratégiai helyzetben levő mindkét csoport megtiltja a csoporttagjai számára a duális csoporttagságot. A kiinduló bipartit gráfban ezt úgy tudjuk szemléltetni, hogy éleket engedélyezünk a csoportokat reprezentáló csúcsok között is, amely a lehetséges stratégiai interakciót reprezentálja a két csoport között, vagyis ekkor a csoportok kialakíthatnak olyan normákat és szabályokat, amelyek duális csoporttagságra vonatkoznak. Két csoport közötti él hiánya azt mutatja, hogy az adott csoportok nem „látják” egymást, nem kerülnek stratégiai szituációba egymással. Más szavakkal, ez azt jelenti, hogy az egyén két ilyen csoporthoz csatlakozva (amelyek között nincs él a gráfban), mindkét csoporttagságát megtartja. A lehetséges ok erre lehet az, hogy a kérdéses csoportok újak vagy nem elég népesek, és nem volt még ideje ilyen normák kialakítására és elterjesztésére. A csoportokat jelentő csúcsok között értelmezett teljes gráf topológia (az a szituáció, amikor van él minden csúcs között) azt jelenti, hogy az adott társadalomban minden egyes csoport kialakíthat és fenntarthat normákat vis-à-vis minden egyes másik csoporttal szemben. Ebben az esetben az evolúciósan stabil stratégia könnyedén elterjed, vagyis minden egyes csoport a társadalmon belül korlátozni fogja tagjait a multicsoporttagságot illetően. Következésképpen a társadalmi struktúra fragmentált lesz, a gráf projekciója, vagyis a kooperációs hálózat nem lesz összefüggő, minden egyén pontosan egy csoportnak lesz a tagja, a különböző csoportok tagjai nem fognak együttműködni egymással (1.b ábra). A csoportok közötti teljes gráf struktúra egy igen merev kaszttrendszerként értelmezhető.

Összehasonlításképpen, a teljes gráf topológia mellett a csillag és skálafüggetlen topológia hatása is megvizsgálásra került. Ahogy arról korábban szó volt, a skálafüggetlen hálózatok számos valós, komplex hálózatban megtalálhatók, lényegében azt jelenti, hogy a legtöbb csúcsnak relatíve kevés kapcsolata van, azonban van néhány rendkívül sok kapcsolattal rendelkező is. A csillag topológia esetén a gráfban van egy központi csúcs, minden másik csúcs pedig kizárólag ehhez



kapcsolódik. Ez olyan helyzetet reprezentálna, amikor minden egyes csoport ugyanazzal az egy adott csoporttal kerülhetne stratégia helyzetbe (ez a központi csúcs), de ezt leszámítva az egyének multicsoporttagsága nem kerül korlátozásra. A csillag topológia olyan társadalmi struktúraként gondolhatunk, ahol minden kisebb nagyobb közösség ugyanazzal az egy csoporttal szemben határozza meg saját magát.

## 4. A dolgozat főbb eredményei

### 4.1 Adatmodell

5. Táblázat. A napon belüli adatokból, különböző módokon mintavételezett részvényhozamok alapvető statisztikái.

	1 perces hozam		Tranzakció alapú hozam		Volumen alapú hozam		Összérték alapú hozam	
<b>Átlag</b>	-0.0000227		-0.000029		-3.72E-05		-0.0000369	
<b>Medián</b>	0		-0.0000396		0		0	
<b>Maximum</b>	0.001809		0.002045		2.14E-03		0.002221	
<b>Minimum</b>	-0.001806		-0.002348		-0.002272		-0.001882	
<b>Szórás</b>	0.000652		0.000676		0.000689		0.000731	
<b>Ferdeség</b>	-0.081094		-0.051097		-0.02386		0.077483	
<b>Csúcsosság</b>	2.853577		3.176807		3.043865		2.826557	
<b>Jarque-Bera stat., p érték</b>	0.774	0.679	0.671	0.715	0.0636	0.969	0.726	0.696
<b>ARCH-LM stat., p érték</b>	8.216	0.0164*	5.707	0.058*	2.844594	0.241	17.15	<0.01**
<b>Ljung-Box Q stat., p érték</b>	1.722	0.423	3.2174	0.2	3.4594	0.177	2.2247	0.329
<b>Megfigyelések száma</b>	389		386		363		322	

Megjegyzés: Nullhipotézisek a JB teszt, ARCH-LM teszt és Ljung-Box teszt esetén rendre normális eloszlás, homoszkedaszticitás, és autokorreláció hiánya.

Forrás: saját szerkesztés.

Látható, hogy az eloszlás mindegyik esetben normálisnak tekinthető, a JB tesztstatisztikák az alternatív módszerek esetén kisebbek, vagyis jobban közelítenek a normálishoz. Homoszkedaszticitás alapvetően a

tranzakció és volumen alapú eljárás alkalmazásával jelenik meg az adatsorban, utóbbi  $p$ -értéke jóval meggyőzőbb (ARCH-LM teszt), míg autokorreláció egyik módszerrel vett mintára sem jellemző (Ljung-Box teszt). Ezen adatok összefoglalóan az 2. táblázatban találhatóak. Az az eredmények alapján elmondható, hogy a napon belüli adatok esetében a volumen alapon konstruált minta statisztikai tulajdonságai jóval egyszerűbbek, könnyebben kezelhetők.

6. Táblázat. 1 év kereskedési adataiból, különböző módokon mintavételezett részvényhozamok alapvető statisztikái.

	Napi hozam		Volumen alapú hozam		Összérték alapú hozam	
<b>Átlag</b>	0.001999		0.001753		0.001851	
<b>Medián</b>	0.001565		0.001935		0.002023	
<b>Maximum</b>	0.143094		0.049882		0.095846	
<b>Minimum</b>	-0.148353		-0.062841		-0.083622	
<b>Szórás</b>	0.025463		0.018165		0.021075	
<b>Ferdeség</b>	-0.040455		-0.139978		0.126396	
<b>Csúcsosság</b>	12.92568		3.255202		5.878468	
<b>Jarque-Bera stat., p érték</b>	1018.1	<0.01	1.476885	0.47786	85.93011	<0.01
<b>ARCH-LM stat., p érték</b>	47.80707	<0.01	0.581686	0.7476	18.46171	<0.01
<b>Ljung-Box Q stat., p érték</b>	55.402	<0.01	0.9561	0.62	3.8342	0.147
<b>Megfigyelések száma</b>	248		247		247	

Megjegyzés: Nullhipotézisek a JB teszt, ARCH-LM teszt és Ljung-Box teszt esetén rendre normális eloszlás, homoszkedaszticitás, és autokorreláció hiánya.

Forrás: saját szerkesztés.

A napi adatokból számított hozam adatsor JB tesztje alapján nem normális eloszlású, emellett autokorreláció és heteroszkedaszticitás jellemzik azt. A volumen alapú árfolyam hozam statisztikái ezzel szemben statisztikai modellezés szempontból igen kedvező képet mutatnak: normális eloszlás, autokorreláció mentes és homoszkedasztikus. Vagyis a volumen alapú mintavételezéssel ismét egy valóban jobb tulajdonságokkal rendelkező, az ideálshoz közelítő adatsort sikerült generálni. Az összérték alapú adatok esetén vegyes az

eredmény: a napi hozamokhoz képest kisebb csúcosság tapasztalható, a JB-tesztstatisztika értéke egy nagyságrenddel kisebb, azonban még így sem tekinthető normális eloszlásúnak. Ez a mintavételezési eljárás a heteroszkedaszticitást nem küszöbölte ki, azonban az autokorrelációt igen. Érdekes még megjegyezni, hogy az alternatív adatsorok a napi hozamokhoz képest kisebb szórással rendelkeznek.

**A fenti eredmények fényében nem tudom elvetni a 2. hipotézisem,** vagyis a mintavételezés (adatsorok generálásának) módja befolyással van a kapott adatsor sztochasztikus tulajdonságaira. Ez azt is jelenti, hogy nincs „tisztá adat”, és ezt az empirikus kutatások eredményeinek interpretálása során ezt mindenképpen érdemes figyelembe venni, észben tartani.

## 4.2. Egyenlet-alapú modell

A gyermekvállalást vizsgáló nemlineáris programozási feladat a következő:

$$\max_{c, l, n, e_c, t_c} a_c \log(c) + a_l \log(l) + \gamma a_n \log(n) + \gamma a_p \log(A) + \gamma a_p \alpha \log(e_c) + \gamma a_p \beta \log(t_c)$$

$$\text{F.h. } w \cdot t_c \cdot n + k \cdot n + l \cdot w + e_c \cdot n + c - w - y = 0$$

ahol  $c$ , a fogyasztás,  $n$  a gyermekek száma,  $l$  a szabadidő,  $t_w$  a munkával töltött idő,  $t_c$  gyermekre szánt idő,  $e_c$  a gyermekre fordított anyagi kiadás,  $w$  a munkabér,  $a_c, a_l, a_p, a_n, \geq 0$  paraméterek,  $k$  a gyermekvállaláshoz kapcsolódó fix ráfordítás ( $k \geq 0$ ),  $\gamma$  a teljes gyermekvállalásnak tulajdonított fontosságot reprezentáló paraméter ( $\gamma \geq 0$ ),  $p$  a gyermek által elért státusz ( $p=f(q(t_c, e_c))$ ).

A  $n$ -re megoldva és  $w$  szerint parciálisan deriválva a következő kifejezéshez jutunk:

$$n^* = \frac{-\gamma(a_p \alpha + a_p \beta - a_n)w}{(\gamma a_c + a_l + a_p)k}$$

Mivel  $a_c, a_l, a_p, a_n, k, \gamma \geq 0$ , látható, hogy  $a_p$  és  $a_n$  paraméter egymáshoz viszonyított nagysága határozza meg a kapcsolat irányát  $w$  és  $n$  között. Három esetet tudunk megkülönböztetni:

$a_p > \frac{a_n}{\alpha + \beta}$  esetében a jövedelem növekedése csökkentőleg hat a termékenységre,

$a_p < \frac{a_n}{\alpha + \beta}$  a jövedelemmel nő a gyermekek száma is,

$a_p = \frac{a_n}{\alpha + \beta}$  nincs összefüggés a jövedelem és termékenység között.

A jobb oldalakon szereplő kifejezés nevezője az utód minőségét meghatározó termelési függvény kitevőinek az összege:  $\alpha + \beta = 1$  a gyermek minőségfüggvényére nézve állandó mérethozadékot jelent, tehát arányosan növelve az idő és anyagi ráfordítást, a minőségben is ennek megfelelő arányú javulást eredményez.

A modell alapján azt mondhatjuk tehát, hogy amennyiben a háztartások kellőképpen fontosnak tartják a pozicionális aspektusait a gyermekvállalásnak (tehát a gyermek státuszát, relatív pozícióját, előmenetelét a kortársak, majdan a teljes társadalomban), és úgy ítélik meg, hogy a szülői ráfordítás növelésével a gyermek szocio-ökonómiai státusza is javítható, akkor a magasabb jövedelem mellett kevesebb gyermeket szándékoznak vállalni.

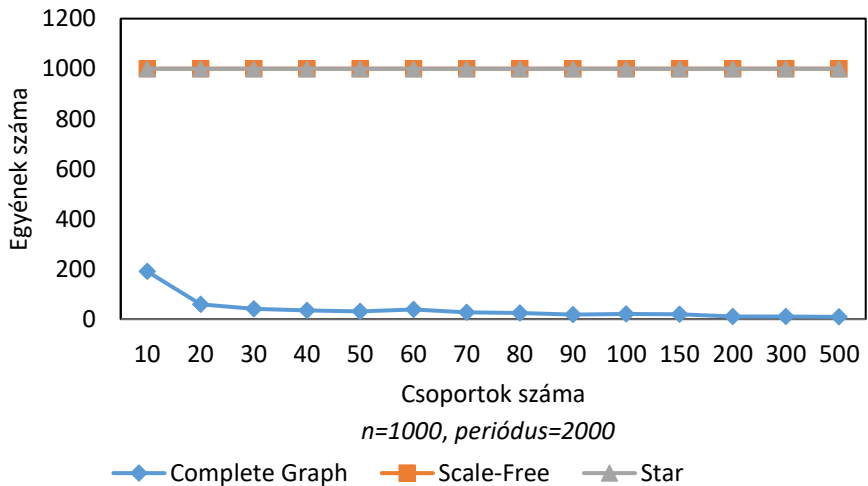
Abban az esetben viszont, ha az intézményi, kulturális környezet nem teszi lehetővé a társadalmi mobilitást, vagyis a minőség nem szükségszerűen jelent érdemben magasabb státuszt (például feudális viszonyok között), és/vagy a szülői befektetés nem eredményez jelentős minőség-növekményt, akkor a nagyobb jövedelem nagyobb termékenységet von maga után.

Az eredmények alapján **nem tudom elvetni a 3. hipotézisem**: a gyermek részben pozicionális jószág, és emiatt a társadalmi környezettől függően a jövedelemnek negatív hatása lehet a fertilitásra.

### 4.3. Ágens-alapú modell

Számítógépes szimuláció került alkalmazásra, hogy betekintést nyerjünk a modell empirikus viselkedésébe, az eredmények a 2. ábrán láthatóak. A vizsgálódásunk szempontjából a legfontosabb attribútum a legnagyobb komponens mérete az egyének projekció grájfján belül. A legnagyobb

komponens nem más, mint a legnagyobb összefüggő részgráf a teljes hálózaton belül, vagyis a legnépesebb azon csoport, amelyek között van együttműködés, közvetlenül vagy közvetett módon (vagy is a részgráf bármely két csúcsa között van út). A legnagyobb komponens méretét különböző csoportszám,  $m$  mellett is vizsgáltam. A teljes gráf topológia esetén a legnagyobb összefüggő komponens mérete egyre kisebb lett, ahogy  $m$  növekedett, vagyis a teljes társadalom kicsi, zárt, nagyjából ugyanolyan népes közösségekből épül fel, amelyek tagja nem működnek együtt egymással. A másik két konfiguráció esetén azonban a legnagyobb komponens az egész társadalmat lefedi. Fontos hangsúlyozni, hogy az evolúciósan stabil stratégia ezekben az esetekben is elterjed a csoportok között, azaz ahol lesz stratégiai interakció a csoportok között, úgy itt is tiltólag lépnek fel a csoporttagság megosztásával szemben, azonban azért, hogy nem minden csoport lép ilyen interakcióba, a csoportok nem korlátozzák teljeskörűen az egyének csoportválasztási lehetőségeit. Ezért könnyedén kialakulhatnak olyan helyzetek, amelyben két egyén két olyan különböző csoportnak a tagjai, amelyek tiltják a másik csoporthoz való csatlakozást, de ugyanakkor mindkét egyén tagja egy harmadik csoportnak, amellyel szemben nincsenek ilyen korlátozások egyik csoport részéről sem, ami pedig lehetővé teszi az együttműködést kettejük között.



**2. ábra.** A legnagyobb összefüggő komponens mérete az egyéni projekciós gráfban. A grafikon a szimulációs eredményeket mutatja különböző csoportközi topológiával (teljes gráf, skálamentes és csillag topológia) különböző  $m$  (csoportszám) értékek

mellett. Az *n* és periódus paraméterek az egyének számát, illetve a szimuláció hosszát adják meg. Forrás: saját szerkesztés.

A bemutatott ABM segítségével megállapítottam, hogy az egyének azon képessége, hogy egynél több társadalmi csoporthoz csatlakozzanak, kulcsfontosságú a nagy populációk közötti együttműködés fenntartásához. Így a **4. hipotézisemet nem tudom elvetni.**

## A téziszűzetben felhasznált irodalom

- Anderson, B. 2016. *Imagined Communities: Reflections on the Origin and Spread of Nationalism*. London: Verso.
- Baumeister, R. F., M. R. Leary. 1995. The need to belong: Desire for interpersonal attachment as a fundamental human motivation. *Psychol. Bull.* 117:497–529.
- Boehm, C. (2001). *Hierarchy in the Forest: The Evolution of Egalitarian Behavior*. Harvard University Press, New York.
- Brewer, M. B. “Reducing prejudice through cross-categorization: Effects of multiple social identities” in *Reducing prejudice and discrimination*, S. Oskamp. Eds. (Lawrence Erlbaum Assoc. Publ., 2000) chap. pp. 165-183.
- Callender, C., Cohen, J. (2006). There Is No Special Problem About Scientific Representation. *THEORIA*, 21(1), 67–85.
- Colander, D. – Kupers, R. (2014). *Complexity And The Art Of Public Policy - Solving Society's Problems From The Bottom Up*. Princeton University Press, Oxford.
- Contessa, G. (2007). Scientific Representation, Interpretation, and Surrogative reasoning. *Philosophy of Science* 74 p. 48-68.
- Chudek, M., J. Henrich. 2011. Culture–gene coevolution, norm-psychology and the emergence of human prosociality. *Trends in Cognitive Sciences*. (15) p. 218–226.
- Da Costa, N. C. A., French, S. (2003). *Science and Partial Truth: A Unitary Approach to Models and Scientific Reasoning*. Oxford University Press, New York.
- DeWall, C. N., B. S. Richman. 2011. Social Exclusion and the desire to reconnect. *Social and Personal Psychology Compass* 5:919-932.
- Eisenberger, N. I., M. D. Lieberman, K. D. Williams. (2003). Does rejection hurt? An fMRI study of social exclusion. *Science* 302:290-292.
- Fiske, A. P. (1992). The four elementary forms of sociality: Framework for a unified theory of social relations. *Psychological Review* 99: p. 689 – 723.

- Frank, R. H. (2005). Positional Externalities Cause Large and Preventable Welfare Losses, *American Economic Review*, 95(2), p. 137-141.
- Frigg, R. (2006). Scientific Representation and The Semantic View of Theories. *Theoria* 55 p. 49-65.
- Frigg, R., Nguyen, J. (2016). „Scientific Representation" in *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/scientific-representation/>>.
- Giere, R. N. (2004). *How Models Are Used to Represent Reality*. *Philosophy of Science* 71 (5) 742-752
- Giere, R. N. (2006). *Scientific Perspectivism*. University Of Chicago Press, Chicago.
- Greenwald, A. G., T. F. Pettigrew. 2014. With malice toward none and charity for some – ingroup favoritism enables discrimination. *American Psychology* 7:669-684.
- Hughes, R. I.G. (1997). Models and Representation. *Philosophy of Science* 64 p 325-336.
- Darley, J. M. (2008). Social comparison motives in ongoing groups” in *Blackwell Handbook of Social Psychology: Group Processes*. M. A. Hogg, R. S. Tindale. Eds. (Blackwell) chap. 14. pp. 281–297.
- Hirsch, F. (1978). *Social Limits to Growth*. Routledge.
- Hogg, M. A.. “Influence and leadership” in *Handbook of Social Psychology*, S. Fiske, D. T. Gilbert, G. Lindzey. Eds. (Wiley, 2010), vol. 2. chap. 31. pp. 1166-1207.
- Kiss Gábor Dávid (2017). *Volatilitás, extrém elmozdulások és tőkepiaci fertőzések*. Jatepress, Szeged.
- Macrea, C. N., G. V. Bodenhausen. (2000). Social cognition: thinking categorically about others. *Annual Review of Psychology*. 51:93-120.
- Lopez de Prado, M. (2018). *Advances in Financial Machine Learning*. Wiley, New York
- Mcallister, J. (1997). Phenomena and patterns in data sets. *Erkenntnis* 47 217-228.
- Macrea, C. N., G. V. Bodenhausen. (2000). Social cognition: thinking categorically about others. *Annual Review of Psychology*. 51:93-120.
- Morris, I. (2017). *Foragers, Farmers, and Fossil Fuels: How Human Values Evolve* (*The University Center for Human Values Series*). Princeton University Press, Princeton.
- Pagano, U., (1999), Is Power an Economic Good? Notes on Social Scarcity and the Economics of Positional Goods. In Samuel Bowles, Maurizio Franzini and Ugo Pagano, eds., *The Politics and the Economics of Power*. London: Routledge. p. 63-85.

- Richerson, P – Boyd, R. (2005). *Not By Genes Alone How Culture Transformed Human Evolution*. Chicago University Press, Chicago.
- Spitzer, M., U. Fischbacher, B. Herrnberger, G. Grön, E. Fehr. 2007. The neural signature of social norm compliance. *Neuron* 56:185–196.
- Suarez, M. (2003). Scientific Representation: against similarity and isomorphism. *International Studies in The Philosophy of Science* 17 (3).
- Suarez, M (2010). Scientific Representation. *Philosophy Compass* 5 (1) p. 91-101.
- Tajfel, H., J. C. Turner. "The Social Identity Theory of Intergroup Behavior" in *Political psychology: Key readings*, Sidanius, J. Eds. (Psychol. Press, 2004) chap. 16. pp. 276-293.
- Turchin, P. (2016). *Ages of Discord: A Structural-Demographic Analysis of American History*. Beresta Books
- Vatiero, M. (2011). The Institutional Microeconomics of Positional Goods.
- Winther, R. G. (2016). *The Structure of Scientific Theories*. The Stanford Encyclopedia of Philosophy, Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/structure-scientific-theories/>>.

### **Az értekezés témakörében megjelent saját publikációk**

- Janos Zoltan Varga (2021): Interest rate pass-through using Weighted Average Cost of Liabilities Method. Evidence from Czech Republic, Hungary and Romania. *Acta Oeconomica* 71(4) p. 551-567
- Janos Zoltan Varga (2021): Effect of various sampling methods on the statistical properties of financial data and their application in risk management. *Statisztikai Szemle* 99 (3) p. 233-252.
- Janos Zoltan Varga (2018): Competition between Social Groups, in-group favoritism and population-level cooperation. *Clodynamics: The Journal of Quantitative History and Cultural Evolution*, 9 (1).
- Gábor Dávid Kiss, Máté Csiki, János Zoltán Varga (2019). Comparing the IMF and the ESM through Bond Market Premia in the Eurozone. *Public Finance Quarterly* 64 (2).
- György Kovács, Gábor Dávid Kiss, János Zoltán Varga (2016): Expectations and Monetary Policy - with Special Attention to the Hungarian Experiences (Várakozások és a monetáris politika – különös tekintettel a magyarországi



gyakorlatra). *Economic Review (Közgazdasági Szemle)* 63, November pp. 1192-1216. DOI:10.18414/KSZ.2016.11.1192

Janos Zoltan Varga (2016): The Effect of Interbank Liquidity Surplus on Corporate and Interbank Interest Rates. *Public Finance Quarterly* 61(1) pp. 95-115.

Gábor Dávid Kiss, János Zoltán Varga (2016): Extreme fluctuations of financial time series. *Statisztikai Szemle (Statistical Review)*  
DOI:10.20311/stat2016.02.hu0162

János Zoltán Varga Interest rate pass-through using Weighted Average Cost of Liabilities Method. Evidence from Czech Republic, Hungary and Romania. In: Udvari, B.; Voszka, É. (szerk.) Proceedings of the 3rd Central European PhD Workshop on Economic Policy and Crisis Management. Szeged, Magyarország: Szegedi Tudományegyetem Gazdaságtudományi Kar, pp. 60-77.

Varga János Zoltán (2017). A Niche Construction Theory (NCT) közgazdaságtani alkalmazásának lehetőségei. In: Farkas, Beáta; Pelle, Anita (szerk.) Várakozások és gazdasági interakciók. Szeged, Magyarország : JATEPress, pp. 57-68.

Varga, János Zoltán (2016). Comparison of the Current Monetary System and the Full Reserve System by Agent-based Models. Artificial Economics Conference, Róma, Olaszország, 16 p.