

**Közgazdasági és Regionális Tudományok Intézete
Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar**

MŰHELYTANULMÁNYOK

**Láthatóvá tehető-e a láthatatlan kéz?
Egy ágens-alapú piaci modell tapasztalatai**

Hau Orsolya - Mellár Tamás - Sebestyén Tamás

2012/4

2012. szeptember

**Közgazdasági és Regionális Tudományok Intézete
Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar**

Szerkesztőbizottság:

Bessenyei István

Mellár Tamás (elnök)

Szabó Zoltán

Varga Attila

Láthatóvá tehető-e a láthatatlan kéz? Egy ágens-alapú piaci modell tapasztalatai

Hau Orsolya

Pécsi Tudományegyetem
Közgazdaságtudományi Kar
Közgazdasági és Regionális Tudományok Intézete
hau@ktk.pte.hu

Sebestyén Tamás

Pécsi Tudományegyetem
Közgazdaságtudományi Kar
Közgazdasági és Regionális Tudományok Intézete
sebestyent@ktk.pte.hu

Mellár Tamás

Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar
Közgazdasági és Regionális Tudományok Intézete
mellart@ktk.pte.hu

Kulcsszavak: Ágens alapú modellezés, piaci egyensúly, korlátozott racionalitás, nem tökéletes információk, walrasi árverező

JEL: B41, C69, D01, D49, D59, L11

Absztrakt

A közgazdaságtani gondolkodás hajlamos a piaci mechanizmusokat ab ovo egyensúlyi rendszereknek tekinteni, ahol az egyensúlyi állapot elérése legfeljebb idő kérdése. Ez a szemléletmód azonban néhány erős feltételezésen alapszik: (i) a láthatatlan kéz explicit megjelenése a walrasi árverező képében, amely a nem egyensúlyi tranzakciókat kizárja, (ii) a szereplők racionális viselkedése, (iii) az információáramlás tökéletessége. A makroszintű vizsgálatok ezen kívül nagymértékben építenek (iv) a szereplők homogenitásának feltevésére (reprezentatív szereplők), valamint (v) az ár- és mennyiségi alkalmazkodás szétválasztására. A valós piaci körülmények azonban rendszerint nem elégítik ki ezeket a feltételeket, így a piaci folyamatok stabilitása kérdéses.

Tanulmányunkban egy ágens alapú modell kialakítása segítségével kíséreltünk meg választ adni arra a kérdésre, hogy ha a fenti feltételek nem teljesülnek, akkor a piaci folyamatok milyen dinamikát követnek. Egy egyszerű, alulról építkező modell segítségével elemeztük a piaci mikrostruktúrák illetve a döntési szabályok paramétereinek egyensúlyi folyamatokra gyakorolt hatását. Vizsgálataink során azt találtuk, hogy (i) a piaci szereplők száma akkor is lényeges befolyást gyakorol az alkalmazkodási folyamatra, ha azok homogének, (ii) az ár- és mennyiségi szabályozás aránya nem gyakorol jelentős hatást a piaci ár és mennyiség alakulására, (iii) az információáramlás kiterjesztése javítja a piaci alkalmazkodást, (iv) a heterogén szereplők bevezetése elsősorban a termelők esetén bír jelentőséggel.

Láthatóvá tehető-e a láthatatlan kéz? Egy ágens-alapú piaci modell tapasztalatai

1. Bevezetés

A tanulmány szerzői a makroökonómiai vizsgálatok területéről tévedtek a piaci folyamat mikrooldalú vizsgálatához. Eredetileg a különféle makroalkalmazkodási folyamatok elemzéséhez kerestek megfelelő mikromegalapozást. A keresések azonban nem vezettek eredményre, nem sikerült olyan piaci modellt találni, amely erre a célra megfelelt volna. Ez adta tehát az indítást, hogy elkezdjünk foglalkozni a piaci folyamat modellezésével, mégpedig kicsit másként, mint ahogyan azt az eddigi munkák többsége tette.

Amennyiben a makrofolyamatok mikromegalapozása szempontjából tekintjük a piaci mechanizmusokat és az árszabályozás módját, akkor két csoportot különböztethetünk meg. Az egyik csoportba azokat modelleket lehet sorolni, amelyek a neoklasszikus elveken épülnek fel, s a tökéletes piac ismérvei szerint működnek. Tehát érvényesülnek a walrasi piactisztító árak, az áralakulás abszolút rugalmas, a reakciók azonnal, időkések nélkül végbemennek, az informáltság közel tökéletes a racionális várakozásoknak megfelelően. Erre a piaci működésre építette fel makroökonómiáját az újklasszikus közgazdaságtan, lásd pl. az oly népszerű RBC (Real Business Cycle) modelleket.

A másik csoportba a ragadós és/vagy merev árak esetei tartoznak. Ez a szemléletmód sokkal inkább az újkeynesi makroelméletnek felel meg. Az ezzel kapcsolatos árazási modellek három alcsoportba sorolhatók:

Időfüggő modellek. Itt az a lényeg, hogy csak bizonyos időszakonként kerül sor az árak meghatározására (szerződések, bérkontraktusok miatt), lásd például Taylor (1980), Fischer (1977) vagy Calvo (1983) modelljeit.

Az ármerevség állapotfüggő modelljei. Az árváltozásnak költségei vannak (menü-költség, vagy vevők elvesztése), pl. Rotemberg (1982) vagy Mankiw (2009). *Információ-hiányon* alapuló ármeghatározás modelljei. Például Lucas (1973).

Az újklasszikus és újkeynesi irányzat összébékülése az új neoklasszikus szintézisbe megpróbálta a két különálló csoportot összefűzni, integrálni. Az egységesítés alapja az időbeli szétválasztás lett, vagyis, hogy rövid távon a mennyiségi alkalmazkodás dominál, mivel az árak változása lassú, késlekedő, hosszú távon viszont már megvalósul a tökéletes, rugalmas árakon alapuló piaci alkalmazkodás. Ma ez a felfogás abszolút uralkodó a mainstream makroökonómia területén. Ugyanakkor viszont komoly kételyeket ébreszt és további problémákat vet fel a tekintetben, hogy miként is valósulhat meg ez az öszvér-piaci alkalmazkodás a

valóságban. Pontosan meddig tart a mennyiségi alkalmazkodás, mikor kezdődik az áralkalmazkodás? Hogyan történik meg a gazdasági szereplők viselkedésének az átváltása az egyik szemléletből a másikba?

Nos az ilyenfajta kérdések indítottak bennünket arra, hogy újra áttekintsük a piaci mechanizmust és próbáljunk olyan modellt építeni, amely egyfelől kellően realiztikus, eredményei összevethetők a mindennapi tapasztalatokkal, másfelől pedig alkalmas lehet a makrogazdasági vizsgálatok mikromegalapozására.

A piaci működés vizsgálatához az ágens-alapú modellezést használtuk fel. Ez a viszonylag új módszer két területen ígér komoly előnyöket a korábbi analitikus vizsgálatokkal szemben. Egyfelől segítségével figyelembe tudunk venni többféle gazdasági szereplőt, nem kell kötni magunkat a homogén szereplők, vagy a reprezentatív szereplő neoklasszikus feltevéséhez. Másfelől ezzel az eszközzel vizsgálhatóvá válik a gazdasági szereplők között kialakuló kapcsolatok, interakciók hatásmechanizmusa, és az ennek révén kialakuló kumulatív folyamatok rendszere. Az ágens-alapú modellezés alapvetően egy szimulációs vizsgálatot, pontosabban ilyen vizsgálatok sorozatát jelenti, amelyek azonban nem adnak olyan egzakt eredményt mint az analitikus vizsgálatok (igaz cserébe nem is kell olyan drákói alapfeltevéseket eszközölni). Az ilyen típusú modellek egyik fő jellemzője az, hogy az eseményeket az egymással kapcsolatban álló szereplők viselkedése határozza meg, miután a kezdeti feltételeket definiáltuk. Így ahelyett, hogy a rendszer egyensúlyi feltételeire koncentrálnánk, a szimulációk során figyeljük meg, hogy kialakul-e az egyensúly. Ennek a megközelítésnek nagy előnye, hogy akkor is lehetővé teszi a modellezést, ha az egyensúly analitikusan nem levezethető vagy akár nem is létezik (Tesfatsion, 2006).

Az ágens alapú modellezés elterjedését a közgazdaságtanban a számítástechnika fejlődése tette lehetővé. Ezt a típusú modellezést használják többek között a különböző tanulási folyamatok, a magatartási szabályok evolúciójának a vizsgálatára, a gazdasági hálózatok kialakulásának elemzésére, valamint a piacok bottom up, azaz alulról építkezve történő modellezésére (Tesfatsion, 2003). Az első ágens alapú modellek az utóbbi kategóriába sorolhatóak, alapvetően a pénzügyi piacokat vizsgálták, mint például Arthur et al. (1996), Frankel és Froot (1988), Kirman (1991), De Grauwe et al. (1993), Westerhoff (2010). A piacok alulról történő modellezése során gyakori, hogy egy tipikus piacot ragadnak ki, és annak a viselkedését vizsgálják, mint például az előbb említett pénzügyi piacokat leíró modellek, a munkapiacot (Tesfatsion, 2001), az energiapiacot (Nicolaisen et al., 2001), vagy a lakáspiacot (Farkas et al., 2010) vizsgáló modellek.

Az egyedi piacokat vizsgáló modellek mellett ágens alapú makrogazdasági modelleket is találunk az irodalomban. Howitt (2007) tanulmányában egy intelligens autonóm szereplőkből felépülő gazdasági rendszer viselkedését vizsgálta, ahol a szereplők egyféle terméket termelnek, és egy másikat fogyasztanak, így cserébe kell bocsátkozniuk. A szerző megállapítja, hogy egy teljes autarkiából kiinduló rendszer eljut egy stacionárius állapotba, ahol az egyik termék fogja betölteni a pénz szerepét. Chan és Steiglitz (2008) egy háztartásokat, bankot, és két különböző terméket gyártó vállalatokat tartalmazó ágens alapú modellt mutatnak be. Megállapítják, hogy hosszú távon mind a termelt mennyiség, mind az ár lehet stabil, azonban ez nagymértékben függ a korlátozott racionalitással rendelkező ágensek magatartásától. Dosi et al. (2008) szintén egy kétszektoros ágens alapú modellt mutatnak be, melynek segítségével az üzleti ciklusok makroszinten megfigyelhető néhány stilizált tényét támasztják alá. Lengnick (2011) egy ágens alapú makro modell eredményeit hasonlítja össze egy DSGE (dinamikus sztochasztikus általános egyensúlyi) modell eredményeivel. A szerző arra a megállapításra jut, hogy az egyszerű ágensalapú modell az üzleti ciklusok stilizált tényeinek nagy részét képes megmagyarázni. Oeffner (2008) szintén egy ágens alapú makro modellt mutat be, azonban elsőként a monetáris szférára és a monetáris transzmisszióra helyezi a hangsúlyt. Gaffeo et al. (2012) által bemutatott modell bizonyos szélsőséges feltételek esetén képes a walrasi kikiáltóhoz hasonló eredményeket produkálni, azonban ez nagyon érzékeny a modellben található tanulási folyamatokra és intézményi beállításokra.

Az előbb említett tanulmányok stratégiája rendszerint az, hogy a neoklasszikus feltevéseket realiztikusabb kiindulási pontokkal helyettesítik, a piaci cserefolyamat valamilyen lejátszási algoritmusát definiálják, majd a modell szimulációja során kapott eredményeket vetik össze stizilizált tényekkel. Ezekben az interpretációukban azonban maga a modell egyfajta black boxként működik abból a szempontból, hogy a neoklasszikus feltevések feloldásának hatása többnyire rejtve marad. Jelen tanulmányban az a célunk, hogy ezt a black boxot felnyissuk, vagyis, hogy egyfajta szisztematikus elemzést adjuk annak, hogy a neoklasszikus feltevések feloldása mely pontokon és milyen mértékben változtatja meg a piaci folyamatok tulajdonságait. Ezáltal egyrészt a realiztikusabb piaci feltevések működési mechasnizmusát és a klasszkkus feltételezésekhez való viszonyát elemezhetjük, másrészt pedig rávilágíthatunk azokra a pontokra, ahol az ágens alapú modellezés addicionális értékkel bír a „hagyományos” felfogáshoz képest.

Az eredmények logikus összehasonlíthatósága és a szimulációk kezelhető keretek között tartása érdekében alapmodellként és viszonyítási alapként a tökéletes piaci modell Marshall-Walras féle tankönyvi változatát

használjuk. Ezt az alapmodellt módosítva megvizsgáljuk, hogy milyen hatása van az egyes feltételezések lazításának. A tanulmány felépítése a következő: a második szakaszban bemutatjuk, hogy hogyan lehet eljutni a hagyományos walrasi modellektől az ágens alapú modellekig. Ezen belül elsőként bemutatjuk a tradicionális modellek feltevéseit, fő jellemzőit. Ezek után megvizsgáljuk, hogy miként szükséges módosítani a szereplők döntési mechanizmusát egy ágens alapú modellben. A továbbiakban négy lépésben lazítjuk a modell feltevéseit, és mindegyik esetben egy-egy hipotézis megfogalmazásának segítségével elemezzük a realisztikusabb feltevések hatását. A tanulmányt összegzés zárja, melyben a tervezett továbbfejlesztési irányokat is bemutatjuk.

2. A walrasi modelltől az ágens alapú modellig

2.1. A Marshall-Walras piaci modell

Az egyszerű (egytermékes, homogén, sokszereplős) piaci működés bemutatása az oktatásban a Marshall-keresztre és a Walras-féle kikiáltóra alapozódik. Ez a modell ugyan nagyon leegyszerűsített, de mégis igen fontos vizsgálati eszköz, mert vonatkozási pontot jelöl ki az ettől eltérő, bonyolultabb modellek számára. Ezért érdemes röviden áttekinteni, különös tekintettel az egyszerűsítő feltevésekre.

A Marshall-Walras piaci modell jellemzői, alapfeltevései:

1. *Homogenitási feltevés*: elvileg több termelő és vásárló van, de ezek teljesen azonos keresleti és kínálati függvénnyel rendelkeznek (ezért nem jelent problémát a függvények aggregálása), vagy más interpretációban: a modellben egy reprezentatív fogyasztó és termelő van, akik tökéletesen jellemzik a társaik viselkedését.
2. *Jól viselkedő keresleti és kínálati függvény* (folytonos, negatív, illetve pozitív meredekségű, csak a pozitív tartományokban értelmezett) érvényesül.
3. A termelők az *aktuális, érvényes ár ismerete alapján döntenek* a kínálatról, a fogyasztók pedig keresletről.
4. A többletkereslet alapján a „piac”, vagy a walrasi „kikiáltó” dönt az ár változásáról (a túlkeresleti függvény szerint), az új érvényes árról. A személytelen piaci döntést felfoghatjuk úgy is, mintha tökéletes informáltság lenne a termelők és a fogyasztók között, és teljes akaratgyezés mellett döntenének az ár változásáról.

5. A piacon egy ár érvényesül, és a tranzakciók csak akkor mennek végbe, ha az egyensúly kialakul.

A fenti feltételek nyilván egy nagyon leegyszerűsített, absztrakt piac működését vetítik előre. A valóságban létező és megfigyelhető piacokon a szereplők nem homogének, hanem sokfélék, a termékek általában nem, vagy nem teljesen homogének, az árak meghatározása és változtatása a piaci információk és interakciók eredményeként történik, amelyben többnyire a termelők játszanak meghatározó szerepet. Az egyetlen ár elv a legtöbbször nem érvényesül, még ha teljesen homogén terméket tekintünk is. Alapvetően azért nem, mert szinte sohasem valósul meg az, hogy időben és térben koncentráltan jelenjen meg a teljes kereslet és kínálat. Ezért aztán az információáramlás sem lehet tökéletes az egész piac vonatkozásában.

Az ágens alapú szimulációs vizsgálatnak éppen az a célja, hogy hidat verjen a piac absztrakt modelljei (pl. a Marshall-Walras modell), és a valóságban működő, megfigyelhető piacok közé. Az ágens alapú modelleknek nem kell szembenézniük azokkal a szigorú alapfeltevésekkel, amelyek nélkül az analitikus modellek megoldhatatlanná válnak. Miközben a korlátozó feltételek tetszőleges lazításával élhetünk a szimulációs modellek használatakor, ugyanakkor viszont tudatában kell lenni annak is, hogy mennyire esetlegesek, csak az adott konkrét helyzetre szabott érvényességűek a kapott eredmények. Éppen ezért az ágens alapú modellünket úgy terveztük meg, hogy kiindulási bázisként a Marshall-Walras modellt tekintettük, és ettől apróbb lépésenként haladva közeledünk egy realisztikusabb feltételrendszerű piaci modell felé. A kis lépések célja, hogy az egyes stádiumokban kapott eredmények egymással könnyen összevethetőek legyenek, azáltal az egyes lépések hatását érdemben megvizsgálhassuk.

A neoklasszikus közgazdaságtanban a walrasi árverező feladata, hogy összegyűjtse az összes szereplő ajánlatát (mind keresleti, mind kínálati oldalon), majd ezek alapján meghatározza a piactisztító, egyensúlyi árat. Ezzel szemben az ágens alapú modellek nem tartalmazzák ezt az életidegen feltevést, ezért valami más módszer alapján kell meghatározni, hogy milyen áron, melyik vevő melyik eladóval bonyolítja le a tranzakciót (Tesfatsion, 2006). A javasolt piaci keresőmechanizmus részletes leírása a következő szakaszban található. Az alapvető feltételezésünk az, hogy szemben a walrasi árverező hipotézisével, mind a termelt mennyiséget, mind pedig az árat a vállalatok határozzák meg, mégpedig külön-külön, ámde hosszabb távon nyilván egymással összefüggésben. A következőkben elsőként megvizsgáljuk, hogy hogyan

alakulnak az egyes szereplők döntései, ha kivesszük a walrasi árvezetőt a modellből.

2.2. Az ágens alapú modell

Ha feloldjuk a walrasi kikiáltó működésének a feltételét, akkor többféle nehézséggel is szembetaláljuk magunkat. Egyfelől azzal, hogy ki is határozza meg az árakat, másfelől, hogy ebben az esetben miként kezeljük az időt és ebből következően a nem egyensúlyi tranzakciókat, harmadrészt pedig, hogy a különböző gazdasági szereplők milyen egyedi árakat határoznak meg. Továbbá felmerül a kérdés, hogy ez esetben mi biztosítja, hogy a termelők és a fogyasztók egymásra találjanak?

Kézenfekvőnek tűnik, hogy egy adott termelő, ismerve az éppen érvényes árat a saját kínálati függvénye alapján meghatározza a termelés nagyságát. Mivel azonban nem ismeri a keresleti függvényt és így nem tudhatja, hogy vajon ennél az árnál mekkora kereslet lesz a terméke iránt, ezért valószínűleg nem fogja feltétel nélkül teljesen hozzáigazítani a termelését az árhoz, hanem csak fokozatosan alkalmazkodik a helyzethez. Annál is inkább, mert szemben a walrasi kikiáltós esettel, itt a termelés meg fog történni, s ha nem lesz elég kereslet a terméke iránt, akkor az eladatlan készletek következményét neki kell viselnie. Tehát, ha azt érzékeli, hogy az éppen aktuális ár magasabb, mint az ő eddigi termelésére vonatkozó egységköltsége, akkor növelni fogja a termelését, és fordítva ellenkező esetben.

Miután a termelő módosította a termelését, a piacon megpróbálja eladni a termékét. Ha azt érzékeli, hogy a kínálatával szemben az adott ár esetén ezt meghaladó kereslet nyilvánul meg, akkor ez az ár emelése irányába tereli őt. Tehát a következő alkalommal már magasabb árat fog meghatározni. Mivel nem ismeri a keresleti függvényt, ezért nem tudja, hogy mekkora ár lenne az egyensúlyi, tehát csak kis mértékben fogja változtatni, esetünkben emelni az árat.

A modellben a vállalatok határozzák meg mind az árat, mind a mennyiséget. A háztartások viselkedése ennél egyszerűbb, nagymértékben hasonlít a hagyományos Marshall-Walras modellben megszokottakhoz. Minden háztartás egy egyszerű negatív meredekségű keresleti függvény alapján határozza meg a keresett termékmennyiség nagyságát az ár függvényében. A hagyományos Marshall-Walras modellben nem okozott problémát, hogy a háztartások milyen árszínvonalat érzékelnek, ugyanis ott egyetlen árat, a walrasi kikiáltó által

meghatározott egyensúlyi árat értelmezünk. Ezzel szemben egy ágens alapú modellben több árszínvonal is megjelenik, több termelő tipikusan eltérő árszínvonalat fog meghatározni. Mi határozza meg ez esetben, hogy a háztartások milyen árszínvonalat érzékelnek? Realisztikus feltételezés, hogy a háztartások mindig a lehető legolcsóbban szeretnének vásárolni (a különböző vállalatok által termelt termékek továbbra is homogének), ezért a háztartás mindig megkeresi az általa ismert legolcsóbb vállalatot, és az adott vállalat által meghatározott ár alapján dönt a keresett mennyiség nagyságáról.

Annak érdekében, hogy a hagyományos Marshall-Walrasi modellel összevethetőek legyenek az eredmények, vizsgáljuk meg grafikusan a javasolt modellt egy-egy szereplő esetén. Ekkor nincs szükség a fent leírt piaci kereső mechanizmusra, mivel egy vásárlónk és egy termelőnk van, akik minden periódusban kizárólag egymással tudnak tranzakcióba lépni. Ennek megfelelően módosíthatjuk az induló Marshall-Walras modellt.

A vállalatok egységköltség-függvényét az alábbi egyenlet határozza meg:

$$c_j = c_{1,j} + c_{2,j} \cdot s_{t,j}, \quad (1)$$

ahol $c_{1,j}$ és $c_{2,j}$ a költségfüggvény paraméterei. Amennyiben $c_{2,j}$ értéke pozitív, úgy érvényesül a csökkenő hozadék.

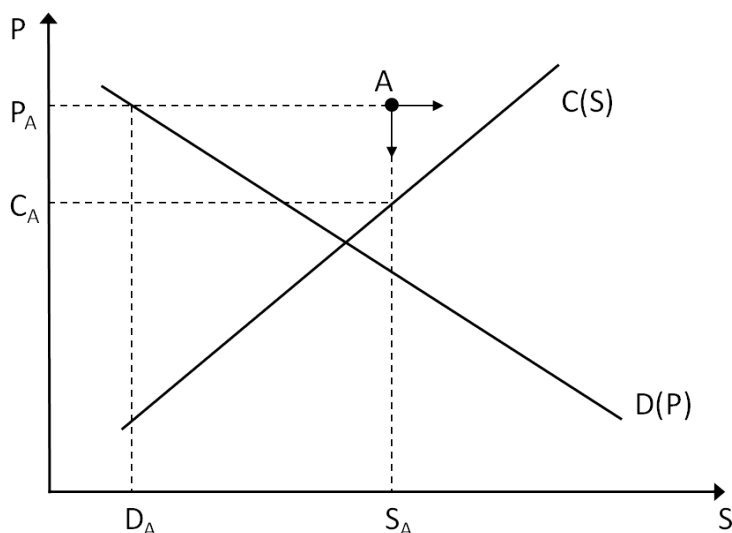
A háztartásokra egyszerű, negatív meredekségű keresleti függvény jellemző:

$$D_{t,i} = d_{1,i} - d_{2,i} \cdot p_{t,i}, \quad (2)$$

ahol $D_{t,i}$ az i -edik háztartás által keresett termékmennyiség a t -edik periódusban, $p_{t,i}$ az i -edik háztartás által érzékelt árszínvonal a t -edik periódusban, $d_{1,i}$ és $d_{2,i}$ a keresleti függvény paraméterei, amelyek háztartásonként eltérőek lehetnek, ezáltal lehetőség nyílik a heterogén háztartások figyelembevételére.

Ha ábrázoljuk a keresleti és költségfüggvényt az $[S, P]$, kínált mennyiség-ár koordináta-rendszerben, akkor a Marshall-kereszthez hasonló ábrát kapunk, de nem ugyanazt (1. ábra). Azért nem, mert a keresleti függvényünk ugyan megfelel a standard tárgyalásmódnak, de a költségfüggvényünk már nem, mert ez nem egy klasszikus kínálati függvény (ahol a kínált mennyiség az ártól függ), hanem a termelés átlagköltségét mutatja a kínált mennyiség függvényében. A két görbe

metszéspontja ugyan itt is megadja az egyensúlyi helyzetet, de az attól eltérő pontok értelmezése teljesen különbözik a Marshall-keresztétől.



. ábra Alkalmazkodási mechanizmusok az ágens alapú modellben

Tekintsük az ábrán az $A(S_A, P_A)$ pontot, amely egy kínált mennyiséget és egy árat jelöl ki a pozitív negyedben. Az adott P_A ár a (2) keresleti görbe alapján kijelöl egy D_A keresett mennyiséget, ami most az esetünkben kisebb, mint a kínált mennyiség ($S_A > D_A$). A túlkínálatot érzékelve a termelő feltételezhetően csökkenteni fogja az árat. Az adott A pont hasonlóképpen meghatároz egy költség szintet is (C_A) a (1) költségfüggvény alapján. Összevetve ezt az adott induló árral, akkor azt láthatjuk, hogy az ár nagyobb, mint a költség ($P_A > C_A$). Megállapítható tehát, hogy ez a termelési szint nyereséges, következésképpen a termelőnek érdekében áll a termelési szintet emelni.

A fent bemutatott modell felírható az alábbi egyenletek segítségével. A vállalatok a kínált mennyiséget az ár és egységköltség különbsége alapján határozzák meg, formálisan:

$$s_{t+1,j} = \left[1 + \alpha \frac{p_{t,j} - c_j(s_{t,j})}{c_j(s_{t,j})} \right] \cdot s_{t,j}, \quad (3)$$

ahol $s_{t,j}$ a j -edik vállalat által kínált mennyiség a t -edik periódusban, $p_{t,j}$ a j -edik vállalat ára a t -edik periódusban, $c_j(s_{t,j})$ a j -edik vállalat átlagköltsége a kínált mennyiség függvényében, α pedig az alkalmazkodás erősségét mérő pozitív paraméter. Az eltérő j indexek arra utalnak, hogy az egyes szereplők nem szükségképpen homogének, egymástól eltérően is viselkedhetnek.

A vállalatok az árat pedig az érzékelt túlkereslet alapján határozzák meg. Mivel a vállalat nem ismeri a keresleti függvényt, ezért a túlkereslet

pontos nagyságával sincs tisztában, arra a megmaradt készletszintből tud következtetni. Amennyiben a vállalatnál több készlet maradt, mint a tartani szándékolt biztonsági készlet, úgy a vállalat az árat csökkenti, ellenkező esetben pedig emeli:

$$p_{t+1,j} = \left[1 + \beta_j \frac{MinI_{t,j} - I_{t,j}}{s_{t,j}} \right] \cdot p_{t,j} \quad (4)$$

ahol β_j az alkalmazkodás erősségét mérő paraméter, $MinI_{t,j}$ a j -edik vállalat által tartani kívánt készlet a t -edik periódusban, $I_{t,j}$ pedig a j -edik vállalatnál megmaradt készlet a t -edik periódusban. Realisztikus feltételezés, hogy a vállalatok az ár meghatározását nem elszigetelten végzik, hanem figyelembe veszik az ismert versenytársak által meghatározott árakat is. Ezért a modellben lehetőség van rá, hogy a vállalat az árdöntését korrigálja az általa ismert vállalatok átlagárával (AP_t), γ_j súllyal.

$$p_{t+1,j} = \left[1 + \beta_j \frac{MinI_{t,j} - I_{t,j}}{q_{t,j}} \right] \cdot \left[1 + \gamma_j \cdot \frac{AP_t - p_{t,j}}{p_{t,j}} \right] \cdot p_{t,j}, \quad (4')$$

Egy-egy szereplő esetén a fenti rendszer analitikusan is megoldható, a kialakuló ár, mennyiség kombináció minden periódusban a termelő két döntésének a következménye, amelyeket az (3) és (4) mozgásegyenletek írnak le.¹ Ez a két mozgásegyenlet egy dinamikus rendszert definiál, amelynek az egyensúlyi feltételei a következők:

$$s_{t+1} = s_t, p = c(s) \quad (5)$$

$$p_{t+1} = p_t, MinI_t = I_t \quad (6)$$

Egy-egy szereplő esetén egyértelműen alakul a vállalatnál megmaradó készlet, ugyanis az meg fog egyezni a kereslet és kínálat különbségével. Amennyiben feltesszük, hogy a biztonsági készlet minden periódusban a kínált mennyiség z hányada, úgy a (6) egyensúlyi feltétel az alábbi módon alakul.

$$p_{t+1} = p_t D(p_t) = (1-z)s_t \quad (6')$$

¹A két mozgásegyenlet sokban hasonlít Leijonhufvud (2006) által javasolthoz, azonban van egy lényeges különbség. Nevezetesen az, hogy ez esetben az árat nem a piac, a walrasi kikiáltó határozza meg a fenti szabály alapján, hanem maga a vállalat.

A modell stabilitása az egyensúlyi pont környezetében nem nyilvánvaló, ellentétben a Marshall-kereszttel. Matematikailag négy tényező viszonyától függ a stabilitás: a keresleti és költségfüggvény meredekségétől (rugalmasságától), illetve a mennyiségi és áralkalmazkodás paraméterétől, α és β értékétől (egy-egy szereplő esetén az i és j indexeket elhagyhatjuk). Az egyensúlyi pontnál értelmezett *Jacobi mátrix* ezt jól mutatja:

$$J^i = \begin{bmatrix} 1 - \alpha c'(s) \frac{s^i}{p^i} & \alpha \frac{s^i}{p^i} \\ -\beta(1-z) \frac{p^i}{s^i} & 1 + \beta D'(p) \frac{p^i}{s^i} \end{bmatrix} \quad (7)$$

A paraméterek plauzibilis értékei mellett előállhat az összes stabilitási eset az instabil örvénytől az egyenes vonalú konvergenciáig. A rendszer akkor stabil, ha a Jacobi mátrix sajátértékei (i) valósak és abszolútértékben egynél kisebbek, vagy (ii) komplexek és az egységkörön belül találhatóak (lásd pl.: Shone, 2002). Esetünkben ez az alábbi két feltétel teljesülését jelenti:

$$4 + 2\beta D'(p) \frac{p^i}{s^i} - 2\alpha c'(s) \frac{s^i}{p^i} - \alpha\beta D'(p) c'(s) + \alpha\beta(1-z) > 0 \quad (8)$$

$$\beta D'(p) \frac{p^i}{s^i} - \alpha c'(s) \frac{s^i}{p^i} - \alpha\beta D'(p) c'(s) + \alpha\beta(1-z) < 0 \quad (9)$$

Ha ezek a feltételek fennállnak, akkor stabil egyensúly valósulhat meg.

Több szereplő esetén a modellben nagyon fontos szerepet tölt be az egyes döntések egymásutánisága. Minden periódusban elsőként a vállalatok határozzák meg a kínált mennyiséget és az árat a (3)-(4) egyenletek alapján. Ezek után a háztartások végigjárják az összes általuk ismert vállalatot, és megkeresik közülük a legolcsóbbat, majd a (2) keresleti függvény alapján meghatározzák, hogy az adott áron mennyi terméket szeretnének vásárolni. A vállalat a nála található készlet szint függvényében képes ezt a keresletet kielégíteni. Amennyiben a háztartás tudott vásárolni, kilép a piacról, ellenkező esetben – azaz, ha a háztartás által ismert legolcsóbb vállalatnál már nem volt termék – a háztartás megkeresi a következő legolcsóbb vállalatot, és a fenti folyamat ismét lejátszódik. Ez a folyamat egészen addig tart, amíg nem tud vásárolni, vagy amíg az összes ismert vállalat készlete ki nem ürül. Így elképzelhető olyan eset is, hogy a háztartás valós keresleténél kisebb mennyiségű

terméket vásárol,² vagy, hogy egyáltalán nem jut termékhez. Ez utóbbit két tényező is okozhatja, egyrészt ha az összes vállalatot végigjárja, de már egyiknél sincs termék készlet. Ezen felül azonban elképzelhető olyan szituáció is, hogy a háztartás keresletét azért nem tudja kielégíteni, mert a megfelelő áron kínáló cégek készlete már elfogyott, és a többi vállalatnál található áron a kereslete már nullával lesz egyenlő. Miután lezajlott a keresési folyamat, a vállalat a megmaradt készletét összeveti a biztonsági készlet szint nagyságával, illetve a termelési egységköltséget a meghatározott árral, és ezek alapján dönt a következő periódusban érvényes árról, illetve kínált mennyiségről. Hangsúlyozandó, hogy az alkalmazkodási folyamat nem szimultán, időigény nélkül valósul meg, hanem szigorú időbeli sorrendben, s ezért nem lehet automatikusan stabil az alkalmazkodás, ahogyan ezt a walrasi kikiáltó esetében láttuk.

Összességében a javasolt modell több ponton is szakít a hagyományos, neoklasszikus általános egyensúlyi modellek feltételezéseivel. Elsőként *a vállalatok nem optimalizálnak*, hanem egy adaptív folyamat során megpróbálják feltérképezni és kialakítani a számukra előnyös ár és kínált mennyiség kombinációkat (korlátozott racionalitás). Továbbá *eltekintünk a walrasi árverező szerepétől*, ami a nem egyensúlyi árakon történő tranzakciókat eleve kizárná. Így a piaci keresőmechanizmus során alakul ki, hogy melyik vevő melyik eladóval találkozik, és hogy milyen áron bonyolítják le a tranzakciót. Ennek következtében *a piacon több tranzakciós ár is kialakulhat*, a csere nem egyensúlyi árakon is végbemehet. Ezen felül pedig a piaci szereplők nem feltétlenül ismerik egymást teljes körűen, vagyis a háztartások keresési mechanizmusa nem feltétlenül terjed ki minden vállalatra. Természetesen, további eltérés, hogy a piaci szereplők (háztartások, vállalatok) többfélék lehetnek, amely a keresleti- és költségfüggvények paramétereiben mutatkozhat meg. Ugyanakkor viszont ezt a piaci helyzetet nem lehet a mainstream nomenklátúra szerint a tökéletes illetve a monopol-oligopol verseny valamelyikébe besorolni.

3. Szimulációk

A következőkben bemutatjuk azon szimulációk eredményeit, amelyeket a fenti ágens alapú modell segítségével végeztünk. Ahogy a bevezetőben kiemeltük, a neoklasszikus modell feltevéseit fokozatosan lazítjuk, először azonban röviden kitérünk arra az esetre, amely a fenti ágens alapú

² Abban az esetben, ha az ár alapján kiválasztott vállalat nem rendelkezik elegendő készlettel, a keresés nem folytatódik, a háztartás „megelégszik” az alacsonyabb vásárolt mennyiséggel.

megközelítésben a legközelebb áll a Marshall-Walras modellhez. Ez az az eset, amikor csupán egyetlen vállalatot és háztartást vizsgálunk.³

A szimulációkat a Matlab szoftver segítségével végeztük el. A futtatásokat minden esetben 250 perióduson keresztül folytattuk. Az egyes szimulációk során a modell paramétereit rögzítjük, és mindig csupán egy vagy két releváns paraméter értékét változtatjuk szisztematikusan, hogy ezek hatását vizsgáljuk. Minden egyes paraméterkombinációra 10 független futtatást végeztünk, hogy a sztochasztikus hatásokat kiszűrjük – az alábbiakban bemutatott eredmények (az egyes változók időbeli alakulását bemutató grafikonok kivételével) a 10 független futtatás eredményeinek átlagát tükrözik. Egyetlen eset kivételével (ezt később külön jelezzük), a 10 futtatást véletlenszerű induló piaci ár és mennyiség értékekkel indítottuk el. Fontos kiemelni továbbá, hogy a bemutatott eredményeket (szintén néhány később jelzett kivételtől eltekintve) az első 50 periódust követő adatok alapján számoltuk, ezzel kiszűrve az induló értékek szóródásából fakadó esetleges kezdeti alkalmazkodási hatásokat. A stabil piaci egyensúlyt mutató esetekben ez az 50 periódus elegendő az egyensúly kialakulásához, így feltételezzük, hogy a nem egyensúlyi esetekben is ettől az időponttól kezdve a piac induló hatástól mentes viselkedését figyelhetjük meg.

Vállalatok száma	10
Háztartások száma	100
Keresleti függvény	$D_t = 4 - 0,1 \cdot P_t$
Költségfüggvény	$c_t = 5 + 2 \cdot q_t$
Árjelzés hatása a mennyiségre	0.5
Mennyiségi jelzés hatása az árra	0.5
Versenytársak árainak hatása az árra	0
Biztonsági készlet szint (termelés arányában)	10%
Szimulációs idő	250

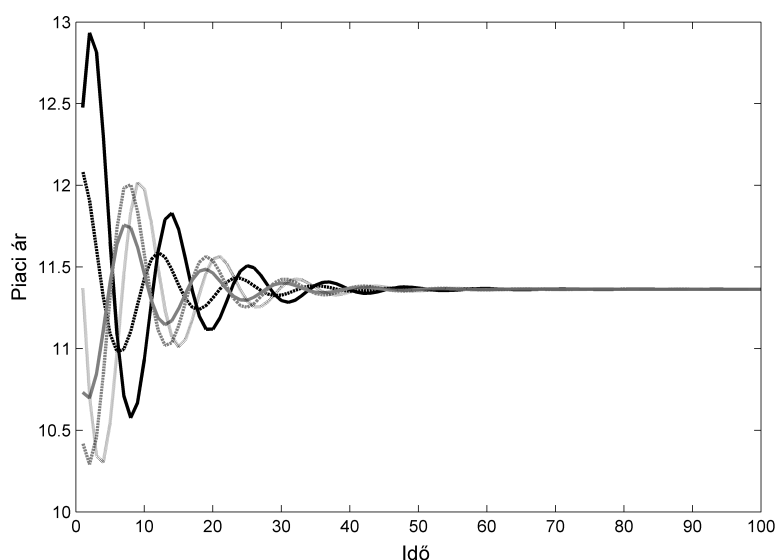
. táblázat A szimulációk során alkalmazott paraméterértékek

A szimulációk során a paraméterek nagy részét rögzítjük, és mindig csak az adott lépés (feltétel-lazítás) során releváns paraméter (paraméterek) értékét változtatjuk meg. Az egyes paraméterek rögzített értékét az 1. táblázat tartalmazza. Mindig külön jelezzük, hogy mely paramétereket és milyen tartományon változtatjuk az egyes futtatások során. Külön kiemelés érdemel a keresleti és a költségfüggvények paraméterezése. Itt ugyanis szó lehet az egyedi vállalati függvények értékeiről, vagy az aggregált piaci függvények paramétereiről. Annak érdekében, hogy a

³ Ez a reprezentatív szereplők szélsőséges esete, vagy más értelmezésben az a szituáció, amikor az egyedi keresleti és költségfüggvények egyben az aggregált piaci függvényeknek felelnek meg.

vizsgált piac egyensúlyi tulajdonságai alapesetben ne változzanak, a táblázatban szereplő értékeket az aggregált piaci függvények paramétereiként tekintjük a szimulációk legtöbbször – ahol ettől eltérő módszert alkalmazunk, ott erre külön kitérünk. Megjegyzendő továbbá, hogy a mennyiségi- és áralkalmazkodás paramétereit (α és β) a heterogén szereplők esetén is azonosnak tekintjük, vagyis a heterogenitást csak a keresleti és költségfüggvények paramétereiben vizsgáljuk. A paraméterezés mögött az a cél húzódik meg, hogy a kiinduló rendszer (egy-egy szereplő) az egyensúly környezetében stabil legyen.

Az egy-egy szereplő esetén végzett szimulációk tapasztalatai megfelelnek az analitikus eredményeknek. A rendszer valóban akkor stabil, ha teljesülnek a Jacobi mátrixra fent felírt feltételek. Egy-egy szereplő és a fenti paraméterértékek esetén a rendszer tetszőleges kezdőértékről indulva eljut a hagyományos walrasi egyensúlyba, ahogy ez látható a 2. ábrán.



. ábra A piaci ár alakulása az idő függvényében egy-egy szereplő esetén

A következőkben azt fogjuk megvizsgálni, hogy milyen hatással van a piaci működésre ehhez az esethez képest az, ha

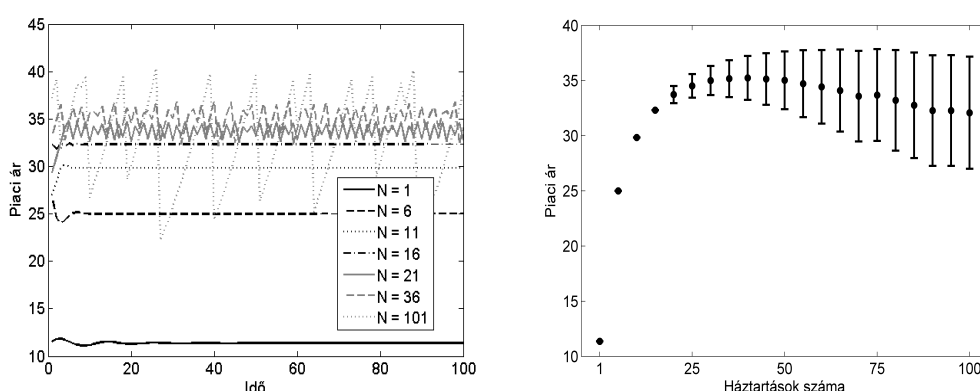
- növeljük a szereplők számát,
- erőteljesebben mennyiségi, vagy erőteljesebben áralkalmazkodást folytatnak a vállalatok,
- az információáramlás nem tökéletes,
- a szereplők heterogének.

A fenti négy lépéshez négy hipotézist fogalmaztunk meg arra vonatkozóan, hogy mit várunk az adott feltétel lazításától. Ezeket fogjuk sorban ellenőrizni a következőkben.

3.1. A szereplők számának a hatása

H1 – A gazdasági szereplők számának változása – amennyiben azok homogének –, nem befolyásolja a piaci egyensúly helyzetét és stabilitását.

A szereplők számának a vizsgálatokor két részre osztottuk az elemzést, elsőként megnéztük, hogy milyen hatása van, ha a háztartások száma emelkedik, majd rögzített háztartás-szám mellett megvizsgáltuk a vállalatok számának megváltozásából eredő hatásokat, miközben a szereplőket homogénnek tekintjük.



. ábra A piaci ár alakulása a háztartások számának emelése esetén

A háztartások számának emelésekor azt tettük fel, hogy minden egyes háztartásra a fenti, egy-egy szereplő esetén stabil egyensúlyt biztosító keresleti függvény a jellemző. A háztartások számát 1-től 100-ig emeltük, miközben továbbra is egy termelővel dolgoztunk. Ezen feltételek mellett elvégzett szimulációk során az árakra kapott eredményeket mutatja a 3. ábra, a mennyiségek esetén hasonló tendencia figyelhető meg. A bal oldali panelen a piaci ár időbeli alakulását látjuk, azonban az egyes görbék különböző háztartás-számokat mutatnak.⁴ A jobb oldali panelen a

⁴ Az ábra bal oldali paneljén az egyes háztartás-számokra csupán egy-egy futtatás eredményét mutatjuk be, azonban valamennyi esetre több futtatást végeztünk. Az eredmények a modell sztochasztikus jellegéből fakadóan különböznek, de minőségileg nem térnek el egymástól. A jobb oldali panelen az egy háztartás-szám mellett elvégzett 10 különböző futtatás eredményeinek átlagát tüntettük fel.

pontok az egyensúlyi árak nagyságát jelölik,⁵ a pontokat metsző vonalak pedig az egyensúly körüli ingadozás nagyságát mutatják. Nagyon fontos megjegyeznünk, hogy egyensúlyi ár alatt a továbbiakban, amennyiben a piaci működés nem mutat stabilitást, az ingadozás középértékét értjük, minden esetben az árak különböző időbeli értékeinek egyszerű számtani átlagaként számolva.

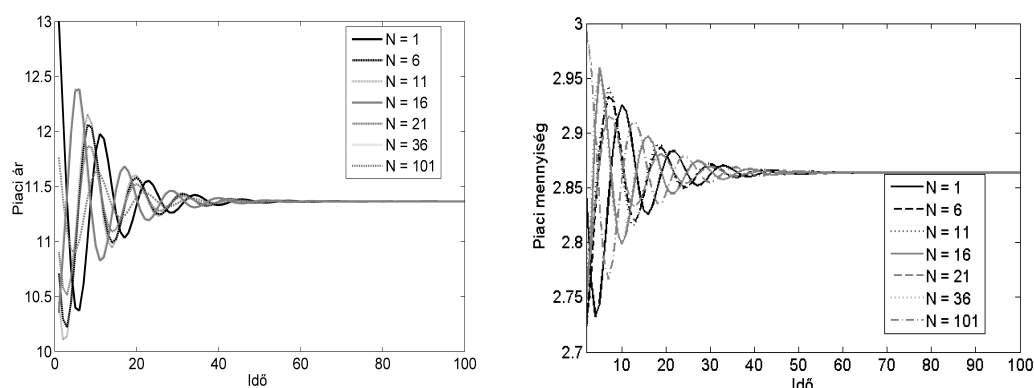
Az ábrán azt látjuk, hogy a kialakuló piaci ár növekszik a háztartások számának növekedésével, valamint ugyanez a tendencia igaz a mennyiségekre is. Azonban egy bizonyos háztartás-szám felett az egyensúly már nem stabil, az ár és a mennyiség is egy központi érték körül ingadozik, egyre nagyobb mértékben. Mindkét jelenség magyarázata az aggregált keresleti függvény megváltozásából fakad. Ugyanis több háztartás esetén ugyanazon az áron magasabb lesz a keresett mennyiség, azaz a keresleti függvény laposabb lesz. Ez egyrészt megmagyarázza a nagyobb egyensúlyi árat és mennyiséget, másrészt a keresleti függvény meredeksége hatással van az egyensúly stabilitására is, ahogy ezt a (8)-(9) egyenletek is mutatják. Ha 19-nél több háztartás van, akkor az egyensúly már nem stabil, amit az analitikus eredmények is alátámasztanak.

Egy megjegyzést érdemes tennünk az ábra jobb oldali paneljével kapcsolatosan. Bár az ár egyensúly körüli ingadozása folyamatosan növekszik a háztartások számának növekedésével, az egyensúlyi ár csökken egy adott háztartás-szám után. Ennek az a technikai oka, hogy a keresleti görbék paraméterei miatt 40-nél magasabb ár esetén a kereslet nulla, ezért a piaci ár nem jut érdemben ezen érték fölé. Így bár az egyensúlyi ár logikailag folyamatosan növekszik, ahogy az aggregált keresleti függvény folyamatosan laposabbá válik, a piaci ár nem tud az egyensúly fölötti tartományban érdemben ingadozni, így az ex post adatokból számolt átlag, mint az egyensúlyi ár közelítése, lefelé torzít.

Ez rávilágít az aggregálás nehézségeire, ugyanis hiába tételeztünk fel homogén szereplőket, egyszerűen abból következően, hogy több háztartás van, megváltozik az aggregált keresleti függvény meredeksége, és ennek eredményeként az egyensúly stabilitása is. Vizsgáljunk meg most egy olyan esetet, amikor az aggregált keresleti függvény egyezik meg az 1. táblázatban szereplő, stabilitást biztosító keresleti függvénnyel, és az egyedi háztartásokra jellemző keresleti függvényeket mindig a szereplők számának a függvényében módosítjuk. Tehát egy futtatáson belül a szereplők továbbra is homogének, azonban eltérő háztartásszám esetén

⁵ Egyensúlyi ár alatt az ingadozás középértékét értjük, minden esetben az árak különböző időbeli értékeinek egyszerű számtani átlagaként számoltuk.

eltérő egyéni keresleti függvény jellemző az egyes szereplőkre. Az ekkor tapasztalható piaci árat és mennyiséget tartalmazza a 4. ábra.

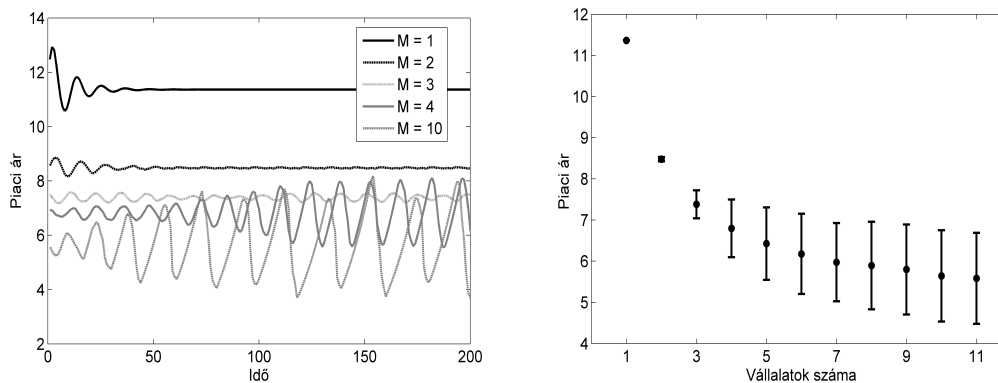


. ábra Piaci ár és mennyiség alakulása eltérő háztartásszám esetén, standard aggregált keresleti függvénnyel

Az ábra alapján az látható, hogy jelen esetben a háztartások számának növekedése (változatlanul tartva a piaci aggregált viszonyokat) nem befolyásolja érdemben az egyensúly stabilitási tulajdonságait. Az egyensúlyi ár és mennyiség megegyezik az egy-egy szereplő esetén tapasztalhatóval. Ehhez azonban arra a feltételezésre volt szükség, hogy az egyéni keresleti függvényeket változtatjuk a háztartások számának függvényében.

Összességében tehát elmondható, hogy *a háztartások száma hatással van az egyensúlyra*. Amennyiben homogén háztartásokat tételezünk fel változatlan (a számuktól független) keresleti függvénnyel, úgy az *aggregálás következtében megváltozik az egyensúly helyzete és stabilitása is*. Amennyiben ezt kiküszöböljük, akkor az egy-egy szereplő esetén tapasztalhatóhoz hasonló eredményt kaptunk, ehhez azonban arra van szükség, hogy az egyéni viselkedést folyamatosan változtassuk a szereplők számának a függvényében.

A következőkben megvizsgáljuk, hogy hogyan hat az egyensúlyra a vállalatok számának megváltozása, miközben a háztartások számát 100-nál rögzítjük. A vállalatok számát 1-től 10-ig emeljük, miközben feltesszük, hogy a vállalatok homogének, és az 1. táblázatban szereplő költségfüggvény jellemző minden egyes vállalatra. A keresleti oldalon pedig azt tesszük fel, hogy az aggregált keresleti függvény az 1. táblázatban szereplő, stabil egyensúlyt biztosító keresleti függvény, annak érdekében, hogy a háztartásszám megváltozásából fakadó hatásokat itt kiszűrjük. A szimuláció eredményei találhatóak az 5. ábrán.

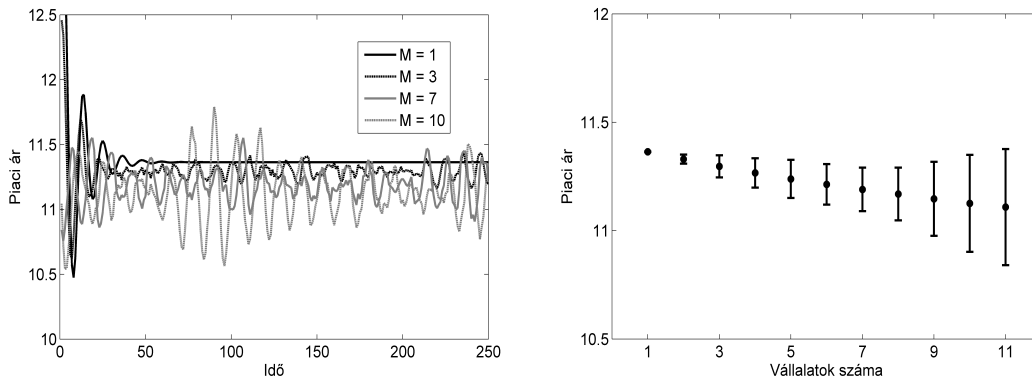


. ábra Piaci ár alakulása a vállalatok számának emelése esetén

A bal oldali panelen ismét a piaci ár⁶ időbeli lefutása látható, ahol az egyes görbék különböző vállalatszámot reprezentálnak. Az jobb oldali panel pedig az egyensúlyi árat, és az ár egyensúly körüli ingadozásának kiterjedését mutatja, a vállalatok számának a függvényében. A mennyiségekre ez esetben is az árral analóg eredményeket kaptunk. Az eredmények teljesen hasonló tendenciát mutatnak, mint a háztartások számának növelése esetén. Az ár egyre alacsonyabb szint körül ingadozik, ami annak köszönhető, hogy az aggregált költségfüggvény meredeksége csökken, ahogy a vállalatok száma növekszik, így alacsonyabb árat és magasabb mennyiséget eredményez. Az egyensúly már két vállalat esetén instabillá válik, és az ingadozás a vállalatok számának emelkedésével növekszik. Azonban ezt nem magyarázza teljes egészében az, hogy a költségfüggvény meredekségének változása módosítja az egyensúly stabilitását. Ugyanis az analitikus eredmények szerint csupán négy vállalat felett válik az egyensúly instabillá, azonban a szimulációk már két vállalat esetén is ingadozást mutatnak. Az ellentmondás feloldása érdekében végeztük el az alábbi szimulációkat.

Szűrjük ki ismét az aggregált költségfüggvény megváltozásának a hatásait, a háztartásoknál már ismertetett módszer segítségével! Az egyedi vállalatok továbbra is homogének, azonban az egyedi költségfüggvények a szereplők számának változásával módosulnak oly módon, hogy az aggregált költségfüggvény az 1. táblázatban található, egy-egy szereplő esetén stabil egyensúlyt biztosító paramétereket vegye fel. A piaci árra vonatkozó eredményeket tartalmazza a 6. ábra.

⁶ Több vállalat esetén a piaci árat az egyes vállalatok által meghatározott ár egyszerű számtani átlagaként definiáltuk.



. ábra Piaci ár alakulása eltérő vállalatszám esetén, standard aggregált költségfüggvénnyel

Az ábrán azt látjuk, hogy hasonlóan a háztartásoknál tapasztaltnak, a piaci ár az 1-1 szereplő esetén tapasztalt egyensúlyi értéke körül marad. Ugyanakkor egy nagyon lényeges különbség, hogy már két vállalat esetén sem kapunk stabil egyensúlyt, a piaci ár egy jól érzékelhető tartományban mozog. E tartomány logikusan növekszik a vállalatok számának emelkedésével. Tehát ez esetben nem az aggregált költségfüggvény meredekségének a megváltozása okozta az egyensúly instabillá válását, hanem azt maga a lejátszási rend eredményezi.

Mivel a vállalatok nincsenek tisztában a keresleti függvénnyel, ezért a megmaradt készlet szintjük alapján igyekeznek egy számukra előnyös árat meghatározni. Azonban ha egy versenytárs olcsóbban kínálja portékáját, könnyen előfordulhat, hogy a megtermelt termékmennyiség nagy része a vállalatnál marad, ami a következő periódusban az ár nagymértékű csökkenését eredményezi. Ez az alacsonyabb ár nagy valószínűséggel sok vásárlót vonz, ami alacsony megmaradó készlet szinteket, és ezáltal emelkedő árat eredményez. Ez az emelkedés egészen addig tart, míg a vállalat el tudja adni a termékeit, majd az eladatlan készletek ismét egy nagyobb árcsökkentésre motiválják a termelőket. Hasonló folyamatok zajlanak a mennyiségi döntések esetén is. Szemben tehát az egy-egy piaci szereplő teljesen stabil egyensúlyával, *a vállalatok közötti folyamatos verseny a vevőkért nem teszi lehetővé, hogy az egyedi vállalatok valamilyen stabil egyensúlyi árat vagy mennyiséget állapítsanak meg*, ezért mind az ár, mind a mennyiség folyamatosan változik a szimulációs periódus alatt.

Érdeemes ugyanakkor arra is kitérni, hogy az egyensúlyi ár, amely körül a piaci ár ingadozik, csökken a vállalatok számának emelkedésével. Ez azzal magyarázható, hogy az egyre több vállalat egyre intenzívebb

versenyben áll egymással a fogyasztókért.⁷ Ezzel párhuzamosan a megtermelt mennyiség is csökkenő tendenciát mutat, amely azzal indokolható, hogy alacsonyabb áron a vállalatok csak kevesebbet hajlandóak termelni.

Tehát összességében nem tudtuk alátámasztani az első hipotézisünket: *a szereplők száma hatással van az egyensúly helyzetére és stabilitására is.* A háztartások számának változása „csupán” az aggregálásból eredő problémákon keresztül befolyásolja az egyensúly helyzetét és stabilitását, amennyiben az aggregált keresleti függvényt változatlanokként tételezzük fel, úgy az egyensúly megegyezik az egy-egy szereplő esetén tapasztalttal. Azonban a vállalatok számának megváltozására ez már nem igaz, azonos aggregált költségfüggvény esetén is változik az egyensúly helye és stabilitása. Mivel a vállalatok határozzák meg minden periódusban az árat, és mennyiséget, ezért a számuknak a változása a verseny kiéleződésén keresztül is befolyásolja az egyensúlyt. Ez a döntési aszimmetria felelős ugyanakkor azért is, hogy a vállalatok számának változása érdemi eltérést jelent a klasszikus modell eredményeitől.

3.2. Mennyiségi- vagy áralkalmazkodás hatása

H2 – Ha a vállalatok döntési szabályában az árak változtatása (áralkalmazkodás) dominánsabbá válik a mennyiségek változtatásához (mennyiségi alkalmazkodás) képest, akkor a piaci ár ingadozása növekszik, a piaci mennyiség ingadozása pedig csökken.

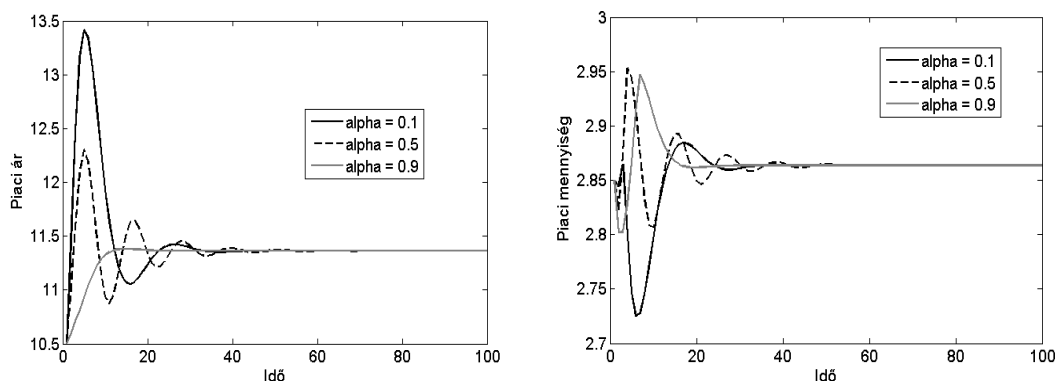
A fenti hipotézis mögött az az érv húzódik, hogy az erőteljesebb áralkalmazkodás az árak nagyobb léptékű változtatását jelenti, így az árak várhatóan nagyobb mértékben ingadoznak.

A hipotézis teszteléséhez először egy olyan szimuláció eredményeit mutatjuk be, amelyben egy vállalat és egy háztartás található, és a vállalat döntési paramétereit változtatjuk. Tesszük ezt annak érdekében, hogy kiszűrjük a szereplők számának az előző hipotézis ellenőrzése kapcsán bemutatott torzító hatásait. A döntési paraméterek értékét úgy változtatjuk, hogy a mennyiségi alkalmazkodás (3) egyenletben található α paraméterét fokozatosan növeljük, miközben az áralkalmazkodás (4) egyenletben található β paraméterét fokozatosan csökkentjük. A két szélsőséges esetet, ahol a vállalatok vagy pusztán az árakat vagy pusztán a mennyiségeket változtatják, nem vizsgáljuk, ez ugyanis további

⁷ A vállalatok számának egy határon túl való növelése adott háztartás-szám esetén azt eredményezi, hogy a piaci ár és mennyiség nullához tart.

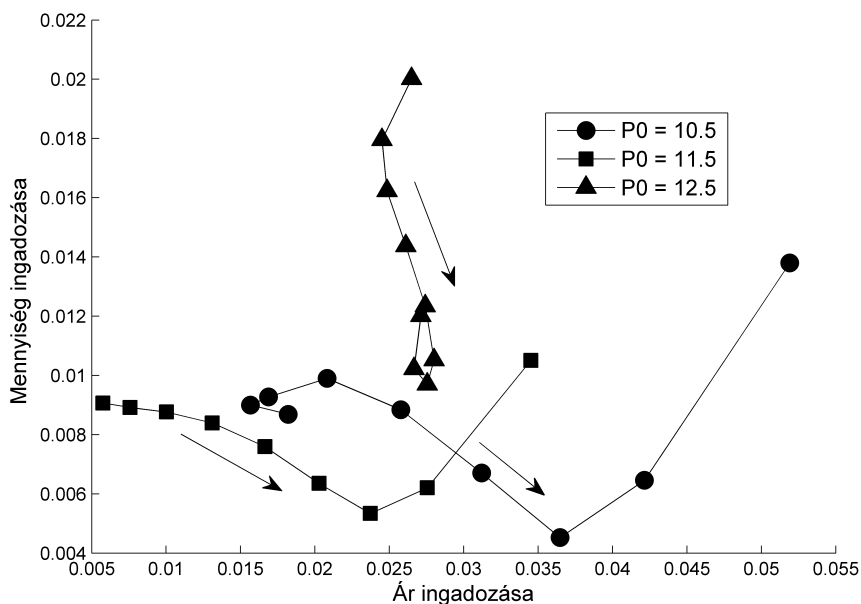
feltételezések beépítését igényelné arra vonatkozóan, hogy miként határozódik meg az az érték, amelyről a vállalatok nem hoznak döntést. A vizsgálatot kilenc lépésben végezzük el úgy, hogy α értékét 0.1-ről 0.9-re növeljük, miközben β értéke 0.9-ről 0.1-re csökken.

Mivel az egy-egy szereplős esetben a piaci dinamika stabil, ezért az árak és mennyiségek ingadozását azon az időtávon tudjuk vizsgálni, amíg a piaci egyensúly be nem áll. Ez azonban azt is jelenti, hogy az ár és a mennyiség kezdőértékének megválasztása adott esetben jelentősen befolyásolhatja az ingadozás mértékét, hiszen az egyensúlytól távolabbi kezdőértékek logikusan vezethetnek nagyobb ingadozáshoz. Ezért az esetleges torzítást kiszűrendő, a szimulációkat valamennyi $\alpha-\beta$ kombináció esetén azonos induló ár-mennyiség párral futtattuk le, így az esetleges eltérések az ingadozásokban pusztán a döntési paraméterek változásának köszönhetők, s ennek megfelelően az eredmények összevethetőek a korábbi tapasztalatokkal. Az ár és a mennyiség alakulását szemlélteti a 7. ábra, három kiragadott α érték mellett.



7. ábra Piaci ár és mennyiség alakulása egy-egy szereplő és eltérő erősségű mennyiségi alkalmazkodás esetén

Látható, hogy a döntési paraméterek változása az egyensúly stabilitására nincsen hatással, azonban az ingadozás mértéke változik: az ár ingadozása az α paraméter növekedésével (vagyis a mennyiségi alkalmazkodás dominánssá válásával) csökken, a mennyiség esetében azonban nem tudunk ilyen egyértelmű megállapítást tenni. Az eredményeket szisztematikusabb formában jeleníti meg a 8. ábra, ahol a vízszintes tengelyen az ár ingadozása (relatív szórása), a függőleges tengelyen pedig a mennyiség ingadozása (relatív szórása) került feltüntetésre, eltérő (P0) indulóértékek esetén.



Ábra Piaci ár és mennyiség relatív szórása egy-egy szereplő és eltérő alkalmazkodások esetén

Az egyes adatpontok egy-egy $\alpha - \beta$ kombinációra kapott eredményeket takarják. Az árak és mennyiségek relatív szórásait az első ötven periódusra számoltuk ki, ez az időtáv az, ami a kezdőértékektől és a döntési paraméterek értékétől függetlenül szükséges és elegendő ahhoz, hogy a piaci egyensúly kialakuljon (lásd az előző ábrát). Az egyes adatpontokat összekötöttük, így nyomon követhető az ábrán az is, ahogy az áralkalmazkodás irányából a mennyiségi alkalmazkodás irányába haladunk (ezt mutatják a nyilak). A három különböző adatsor három különböző kezdőértéket reprezentál: egy alacsony (az ábrán körrel jelölve), egy egyensúly közeli (négyzet) és egy magas (háromszög) induló értéket.⁸ Az ábráról az látható, hogy az ár és a mennyiség ingadozásának tekintetében a hipotézisben vázolt trade-off kapcsolat kimutatható, azonban csak az $\alpha - \beta$ paraméter-párok köztes értékeire. A szélsőséges esetekben (erőteljes ár vagy erőteljes mennyiségi alkalmazkodás) a negatív tendencia megtörik és pozitívvá válik. Bár az ábrán kevésbé szembetűnő, de ez a helyzet a háromszöggel jelölt, magas induló értékkel futtatott szimuláció esetén is, azonban itt az ár ingadozása lényegesen kisebb tartományt jár be, míg a mennyiség ingadozása jóval nagyobbat, mint a másik két esetben. Fontos azt is kiemelnünk, hogy az ár-mennyiség ingadozás közötti átváltás mértéke (a szórások értéke) érzékeny a kezdőértékek megválasztására.

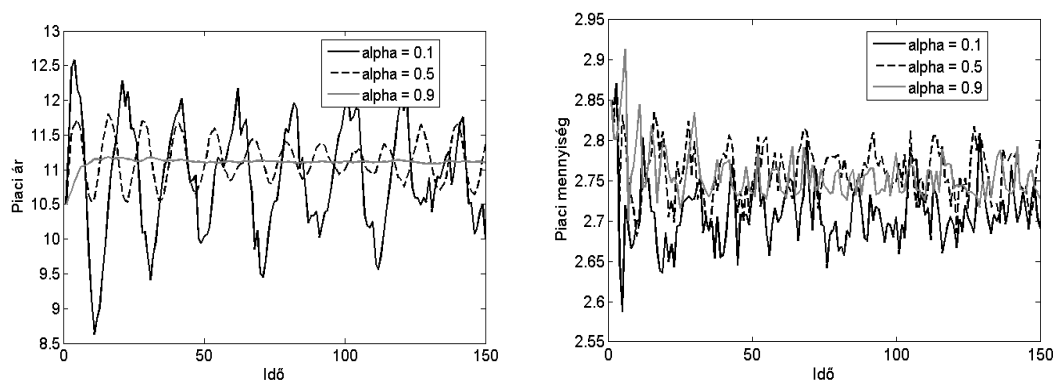
⁸ Bár az ábrán csak az ár induló értékét tüntettük fel, ezzel párhuzamosan a mennyiség is azonosan alacsony, egyensúly közeli és magas értékekről indul.

A megfigyelt jelenségek mögött az ár kezdőértékétől függően más-más tendencia húzódik meg. Az egyensúlyhoz közeli kezdőértéknél az ár ingadozása a várakozásoknak megfelelően csökken a mennyiségi alkalmazkodás dominánssá válásával, a mennyiség ingadozása pedig a domináns áralkalmazkodás esetét leszámítva növekszik.

Az egyensúlyinál alacsonyabb kezdőérték esetén az ár ingadozása továbbra is csökkenő tendenciát mutat a tartomány egészét tekintve, a mennyiség ingadozása viszont itt már domináns mennyiségi alkalmazkodás esetén is csökken és csak a közbülső tartományokban növekszik.

Az egyensúlyinál magasabb kezdőérték esetén a mennyiség ingadozása növekszik, leszámítva ismét a domináns áralkalmazkodás esetét, ugyanakkor ebben az esetben az ár ingadozását tekintve azt tapasztaljuk, hogy csak a köztes $\alpha - \beta$ párok esetén csökken, a szélsőséges ár- és mennyiségi alkalmazkodásoknál növekszik.

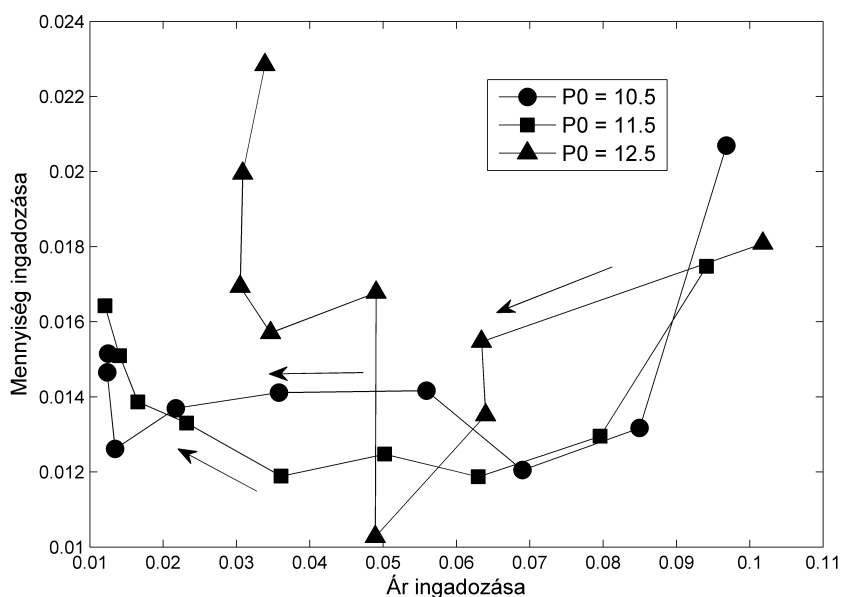
A továbbiakban a fenti elemzést kiterjesztjük arra az esetre, amikor a piacon 10 vállalat és 100 háztartás van jelen. Továbbra is alkalmazzuk az egyes futtatások során az azonos induló ár- és mennyiség értékeket, hogy az induló értékek különbözőségéből fakadó torzítást kiszűrjük. A 9. ábra az ár és a mennyiség alakulását mutatja, különböző $\alpha - \beta$ kombinációk mellett.



9. ábra Piaci ár és mennyiség alakulása több szereplő és eltérő alkalmazkodási folyamatok esetén

Az ábráról azt olvashatjuk le, hogy az ár ingadozása csökken α nagyobb értékeire, vagyis a várakozásoknak megfelelően a mennyiségi alkalmazkodás dominánssá válásával az ár ingadozása csökken. A mennyiségek esetén az ábráról ilyen egyértelmű következtetést nem tudunk levonni. A 10. ábra a már ismert módon tartalmazza az egyes

induló értékek esetén kapott összefüggést az ár és a mennyiség ingadozása között.



. ábra Piaci ár és mennyiség ingadozása több szereplő és eltérő alkalmazkodás esetén

A fenti ábrán a korábbiak megfelelő struktúrában tüntettük fel az eredményeket (több szereplő esetén). Az látható, hogy bár az ár ingadozása továbbra is jelentősen csökken a mennyiségi alkalmazkodás irányába haladva, a *mennyiség ingadozásában semmilyen érzékelhető struktúrát nem találunk*. Az egyensúlyhoz közeli kezdőértékek esetén ($P_0=11.5$) megfigyelhető egyfajta negatív összefüggés α és β köztes értékeire valamint az erőteljes mennyiségi alkalmazkodás esetén, azonban a két egyensúlytól távolibb kezdő érték esetén *nem látunk érdemi összefüggést az ár és a mennyiség ingadozása között*. Ez egyrészt azt mutatja, hogy több szereplő esetén a piaci működés érzékenyebbé válik a „lejátszás” folyamatára, vagyis arra, amilyen sorrendben az egyes szereplők döntést hoznak. Hiszen az itt bemutatott aggregált adatok mögött mindig egyedi szereplők interakciói állnak és korántsem mindegy, hogy az egyes háztartások mely vállalatokat keresik fel, melyektől tudnak vásárolni. Ahogy a szereplők számának változtatásakor láttuk, több szereplő esetén a vállalatok nem tudnak egy stabil árat és mennyiséget meghatározni, azok folyamatosan változnak a szimuláció során. Az ebből fakadó torzítások felülírhatják, és láthatóan felül is írják azt a tendenciát, amely az egy-egy szereplős esetben még kimutatható, nevezetesen, hogy a döntési paraméterek változásával az árak és a mennyiségek ingadozása változik. Egy további fontos motívum, hogy az ingadozások az ár és a mennyiség kezdő értékeire érzékenyek, ami logikus, hiszen az egyensúlytól távolabbi induló érték nagyobb kilengéseket indukálhat mind az árban, mind pedig a mennyiségben. A további szimulációk során

feltételezzük, hogy egyforma súllyal hozzák meg a szereplők az ár- és mennyiségi döntést ($\alpha = \beta = 0,5$).

3.3. Korlátozott információáramlás

H3 – Minél tökéletesebb az információáramlás, annál alacsonyabb az árak és mennyiségek egyensúlyi érték körüli ingadozása.

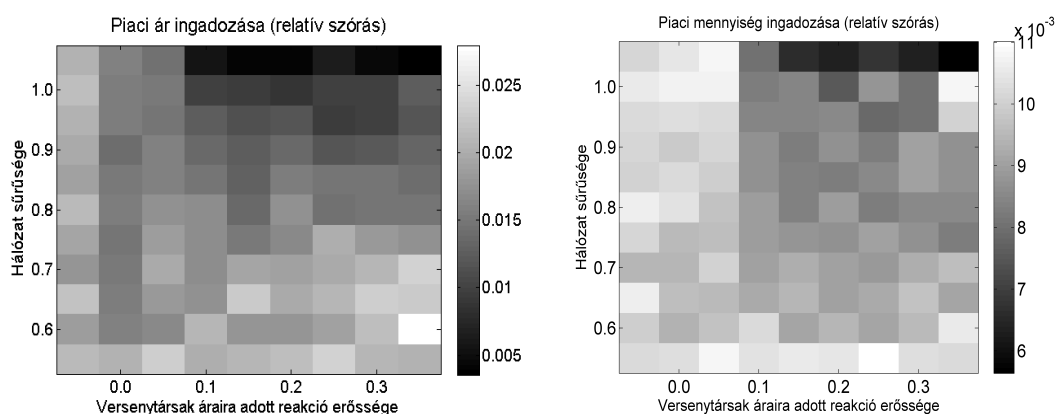
A modellben az információ-áramlást alapvetően három dimenzió és paraméter mentén értelmezhetjük. Egyrészt a két kapcsolati háló – a vállalatok közötti, valamint a háztartások és vállalatok közötti kapcsolati háló – jelenti az információáramlás csatornáit. Másrészt pedig a vállalatok versenytárs vállalatok áaira adott reakciója része ennek az információs rendszernek, amit pedig a modell (4') egyenletének γ paramétere reprezentál.

Az eddigi futtatások során teljes kapcsolati hálót tételeztünk fel, azaz az összes háztartás ismerte az összes vállalatot, illetve a vállalatok is ismerték az összes versenytársat. Továbbá az eddigiek során eltekintettünk attól, hogy a vállalatok az árdöntésük során a versenytársak által meghatározott átlagárat is figyelembe veszik ($\gamma = 0$). A következőkben azt vizsgáljuk, hogy milyen hatása van az árak és mennyiségek egyensúlyi nagyságára, illetve ingadozására, ha ezeken a feltételeken lazítunk.

Fontos megállapítani, hogy a háztartások és vállalatok közötti kapcsolati háló, mindaddig, amíg ez a kapcsolati háló rögzített, tulajdonképpen nem része az információs rendszernek. E kapcsolatok csupán az egyes vállalatok által érzékelt piac méretét határozzák meg. A másik két dimenzió viszont valóban a piaci információk (árak) terjedését tükrözi, azonban eltérő értelmezéssel bírnak. A vállalatok közötti kapcsolati háló sűrűsége a döntések meghozatala során a más vállalatoktól elérhető információ mennyiségét határozza meg, míg a döntési szabály paramétere azt, hogy a vállalatok milyen mértékben alkalmazzák ezt az információt. A hálózat sűrűsége tehát azt mutatja meg, hogy a vállalatok milyen mértékben *támaszkodhatnak* a versenytársak áaira, a reakció-paraméter pedig azt, hogy az elérhető információt adottnak véve erre a vállalatok valójában milyen mértékben *támaszkodnak*.

A 11. ábrán azt mutatjuk meg, hogy a piaci ár (bal panel) és a piaci mennyiség (jobb panel) ingadozása hogyan alakul a két paraméter függvényében. Mindkét ábrán az ingadozást az ár és a mennyiség

középtérték körüli relatív szórásával mérjük. A sötétebb árnyalatok alacsonyabb, a világosabb árnyalatok magasabb ingadozást jeleznek. Mindkét érték (ár és mennyiség) esetén megfigyelhető, hogy a sűrűség és a reakció-erősség növekedésével, vagyis a fent említett *információs kör teljesebbé válásával az ingadozás tipikusan csökken*. Ez a csökkenés azonban *markánsabb az ár esetén*. Egyrészt az ár esetében a relatív szórás a teljes sűrűség és nulla reakció esetén (ez felel meg az eddigi futtatásoknak, az ábra bal felső sarkában) 2%, míg a legalacsonyabb érték 0,6%. A mennyiség esetén a szórás eleve csupán 1% és a legkisebb érték is csupán 0,5%. Másrészt pedig, az ábrára tekintve az is látható, hogy a mennyiség esetén szignifikánsan alacsonyabb szóródások csak a reakció-paraméter és a sűrűség együttesen magas értékei mellett adódik, ugyanakkor az árnál a csökkenés a középső tartományban is érzékelhető. Ez azzal magyarázható, hogy a versenytársakról elérhető információkat a vállalatok explicit formában csak az ár meghatározásánál veszik figyelembe, ennek a mennyiségre csupán közvetett hatása van.



. ábra A piaci ár és mennyiség ingadozása az információáramlás függvényében

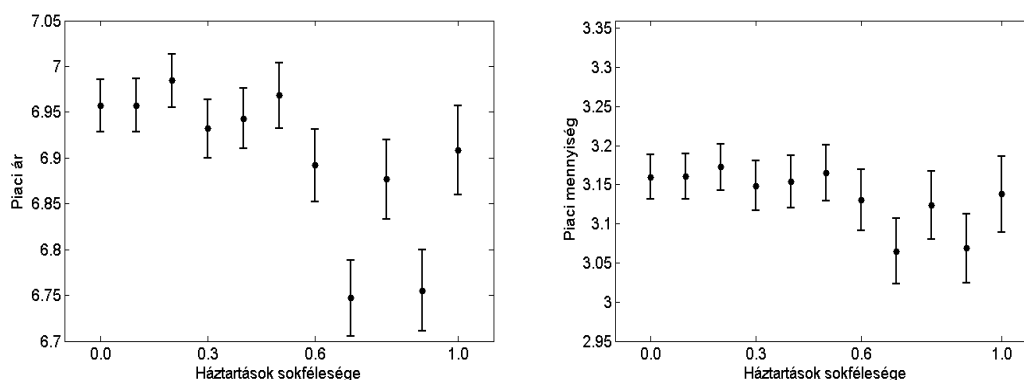
3.4. Szereplők heterogenitása

H4 – A szereplők heterogenitásának emelkedésével növekszik az egyedi árak és mennyiségek szóródása, azonban az átlagos ár és mennyiség, illetve az egyensúly körüli időbeli ingadozás nem változik.

Az eddigi vizsgálataink során általában az árak és mennyiségek egyensúly körüli ingadozására helyeztük a hangsúlyt, azonban a szereplők heterogenitásának bekapcsolásával előtérbe kerül a vállalatok által meghatározott egyedi árak és mennyiségek egymáshoz viszonyított eltérése. Tehát a következőkben megvizsgáljuk, hogy milyen hatása van a háztartások illetve a vállalatok heterogenitásának az árak és mennyiségek

egyensúlyi nagyságára, időbeli ingadozására, valamint az egyedi árak és mennyiségek szóródására.

A háztartások heterogenitása alatt azt értjük, hogy a háztartások keresleti függvényének paraméterei (a (2) egyenlet d_1 , d_2 paraméterei) háztartásonként eltérőek. A háztartások sokféleségét egy nullától egyig terjedő paraméter segítségével ragadtuk meg, ami a paraméterértékek szóródási tartományát adja meg.⁹ A 12. ábra az árak és mennyiségek egyensúlyi nagyságát, illetve az időbeli ingadozások nagyságát adja meg a sokféleség mértékének a függvényében. Minél heterogénebbek a háztartások, annál nagyobb szóródást mutatnak az egyensúlyi értékek, azonban itt nem szűrhető le tendenciaszerű összefüggés, ez kizárólag abból fakad, hogy a véletlen egyedi keresleti függvényparaméterek következtében megváltoznak az aggregált keresleti függvény paraméterei is, és ennek következtében az egyensúlyi ár és mennyiség nagysága.¹⁰ Az egyensúly körüli ingadozás enyhén növekszik mind az ár, mind a mennyiség esetén.



ábra Piaci ár és mennyiség ingadozása a háztartások heterogenitásának a függvényében

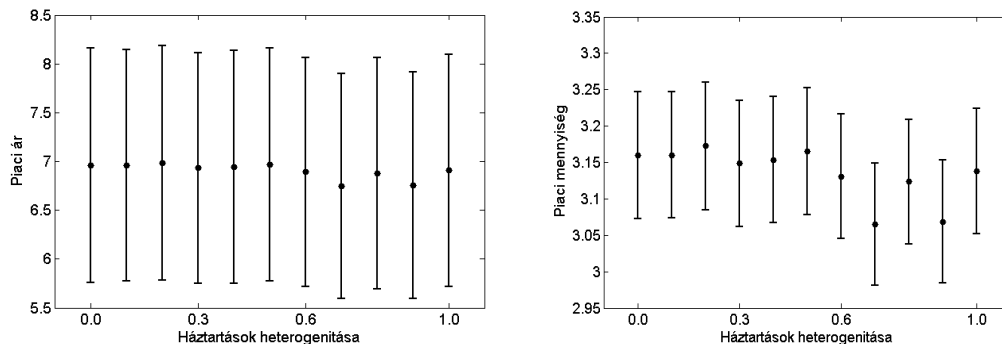
A 13. ábra segítségével megvizsgáltuk, hogy hogyan alakul az egyedi vállalatok által meghatározott árak és mennyiségek szórása. A pontok az egyensúlyi értékek helyzetét jelölik, míg a pontot metsző vonalak az egyedi értékek szóródását a piaci átlag körül. Erről az ábráról is látható, hogy az egyensúly helyzetére a heterogenitás növekedése nincs hatással.¹¹

9 Tehát például egy 0,5-ös érték azt jelenti, hogy az átlagos érték körül ± 50 -os szóródási tartomány van. Az egyedi függvényparaméterek pedig egy ezt a tartományt lefedő egyenletes eloszlásból származnak.

10 Mindössze 10 futtatás átlagát reprezentálják az ábrák minden egyes paraméter-értékre. Több futtatás esetén értelemszerűen ezek az ingadozások is csökkennének, elegendően nagy számú futtatásnál pedig nem lenne érzékelhető különbség az egyensúlyi értékek között.

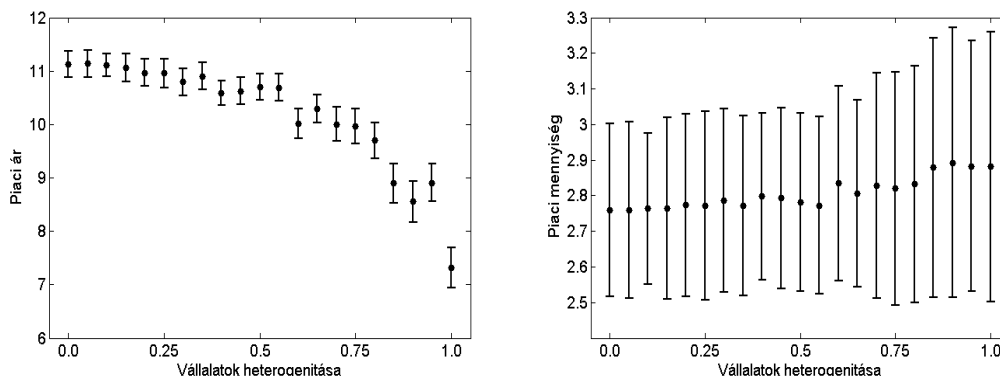
11 Az egyensúly nagysága megegyezik az 13. ábrán láthatóval, a különbség csupán a két függőleges tengely eltérő skálázásából adódik.

Továbbá az is leolvasható, hogy az egyedi értékek szóródása sem változik, ahogy a háztartásokat egyre inkább eltérő keresleti függvények írják le. Ez azzal magyarázható, hogy a modellben a vállalatok határozzák meg mind az árakat, mind a mennyiségeket, és a jelen szimuláció során a vállalatokat továbbra is homogénnek tekintettük, kizárólag a háztartások heterogenitását vizsgáltuk. *Tehát a háztartások sokféleségének növekedése nincs hatással sem az egyensúly helyzetére, sem az ingadozások, sem az egyedi értékek szóródásának nagyságára.*



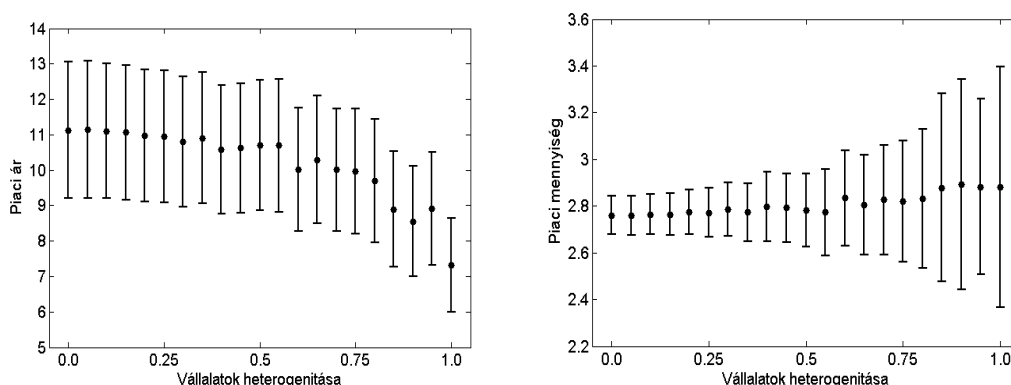
ábra Az egyedi árak és mennyiségek szóródása a háztartások heterogenitásának a függvényében

A következőkben megvizsgáljuk, hogy milyen hatása van a vállalatok heterogenitásának. Ehhez a vizsgálathoz a háztartásokat ismét teljesen homogénnek tételezzük fel, csupán a vállalatok költségfüggvényét változtatjuk. A vállalatok heterogenitásának növekedésével az (1) költségfüggvény c_1 és c_2 paramétereinek a szóródását változtatjuk egy nullától egyig terjedő paraméter segítségével, a háztartásoknál ismertett módon. A 14. ábrán elsőként az árak és mennyiségek egyensúlyi nagysága, valamint időbeli ingadozása látható a vállalatok heterogenitásának függvényében.



ábra Piaci ár és mennyiség ingadozása a vállalatok heterogenitásának a függvényében

Az ár csökkenése és a mennyiség növekedése itt annak lehet köszönhető, hogy a nagyobb szóródásnál már vannak olyan vállalatok, amelyek olyan magas költségszint mellett dolgoznak, hogy képtelenek profittal értékesíteni, így a piacot az „alacsonyabban” fekvő költségfüggvények átlaga határozza meg, amely lefelé torzítja az árakat és felfelé a mennyiséget. Az ár és a mennyiség ingadozása ismét enyhén emelkedik a vállalatok heterogenitásának növekedésével. Érdekesebb képet kapunk, ha az egyedi árak és mennyiségek szóródását tekintjük, amit a 15. ábra tartalmaz.



15. ábra Egyedi árak és mennyiségek szóródása a vállalatok heterogenitásának a függvényében

Az egyensúlyi nagyságokra a fent leírt tendencia látható. Az egyedi árak szóródása nem változik jelentősen a heterogenitás növekedésével, azonban az egyedi mennyiségek relatív szóródása jelentősen, 3 százalékról 14 százalékra emelkedik. Ez azzal magyarázható, hogy ugyan a vállalatok eltérő költségfüggvénnyel termelnek, a piaci verseny miatt nem engedhetik meg maguknak, hogy nagyon eltérő árakon termeljenek, így a különbözőség a mennyiségekben fog lecsapódni. A magasabban fekvő egységköltség-függvénnyel rendelkező vállalat is igyekszik tartani a lépést az alacsonyabb költségű vállalatokkal, így hasonló árat fog kérni, hiszen a háztartások az ár alapján döntenek a keresletükről. Azonban a drágábban termelő vállalatok csak alacsonyabb mennyiséget tudnak előállítani ugyanazon az áron, mint alacsonyabb költséggel működő társaik.

Tehát a vállalatok heterogenitása az egyensúlyi ingadozást enyhén növeli. Az egyensúly helyzetét annyiban módosítja, hogy a heterogenitás következtében előfordulhatnak olyan vállalatok, akik semmilyen árszint mellett nem tudnak nyereségesen termelni, így ők kiszorulnak a piacról, aminek következtében az átlagos árszint alacsonyabb, a mennyiség pedig

magasabb lesz.¹² *Az egyedi értékek szóródására jelentős hatással van a vállalatok heterogenitása, minél inkább eltérőek egymástól a vállalatok, annál nagyobb lesz az egyedi mennyiségek szóródása. Az egyedi árak szóródása azonban a piaci verseny következtében nem változik.*

4. Összegzés

Szimulációink során egy egyszerű, a tradicionális Marshall-Walras modellhez meglehetősen közel álló ágens alapú modelltől indultunk ki. Megmutattuk, hogy egy-egy szereplő esetén a modelltől adódó egyensúlyi helyzet megegyezik az analitikusan is levezethető, walrasi egyensúllyal. Hipotéziseink során azt vizsgáltuk, hogy milyen hatással van erre az egyensúlyra, ha fokozatosan távolodunk ettől a Marshall-Walras modelltől, és növeljük a szereplők számát, figyelembe vesszük a nem tökéletes információáramlást, valamint a szereplők heterogenitását. Ezen felül azt is megvizsgáltuk, hogy milyen hatása van az eltérő arányú ár- és mennyiségi alkalmazkodásnak.

A szimulációk eredményeit áttekintve néhány lényeges következtetés adódik. Egyfelől fontos rámutatnunk arra, hogy bár ilyen mechanizmust a felvázolt ágens alapú modell explicit módon nem tartalmaz, a vizsgált esetek mindegyikében a piac a szereplők szuverén döntésein alapuló módon valamilyen speciálisan értelmezett egyensúlyi állapot felé tart. Ez nem egy fix piaci ár-mennyiség kombinációt jelent, hanem mindkét nagyság egy egyensúlyi pont körül ingadozik, az ingadozás tartománya azonban jól definiálható. Maga az ingadozás azonban nem mutat precíz szabályosságot, bizonyos értelemben tehát kaotikus piaci mozgást tapasztalunk.

A kiinduló Marshall-Walras modell azonban csak egy-egy szereplő esetén produkálja a mainstream közgazdaságtanból ismert eredményeket, a szereplők számának bővítése az árak és mennyiségek egyensúly körüli folyamatos ingadozását eredményezik. Tehát *nem igazolható az a tétel, hogy elegendő egy-egy reprezentatív szereplőt vizsgálni*, és a teljes piac is ugyanúgy fog viselkedni, még tökéletes információáramlás és teljesen homogén szereplők esetén sem. Az információáramlást vizsgálva beigazolódott a feltételezésünk, miszerint *minél tökéletesebb az információáramlás annál alacsonyabb az egyensúlyi értékek körüli ingadozás*. A szereplők heterogenitását tekintve alapvetően a vállalatok sokféleségének van meghatározó szerepe: *minél inkább eltérőek a*

12 Hasonló tendencia előfordulhat a háztartások heterogenitása esetén is, azaz elképzelhető, hogy lesz olyan háztartás, amely semmilyen áron nem hajlandó venni, ami az árak felfelé torzulását eredményezi, azonban ettől a fenti elemzésben eltekintettünk.

vállalatok, annál magasabb az egyedi mennyiségek szóródása. Az egyensúly körüli ingadozás mértékére azonban a heterogenitás változása kevésbé jelentős hatással van.

A modell legfontosabb tanulsága, hogy még homogén szereplők feltevése mellett is, a szereplők számának növekedése a piaci működést instabillá teszi. Ez e jelenség modellünkben elsősorban a vállalatok számának növekedése esetén jelentkezik, ez azonban abból a tényből fakad, hogy a kereslet modellezése megtartja a „klasszikus” keresleti függvény koncepcióját. Cizelláltabb, vagy realiztikusabb keresleti oldal alkalmazása esetén azt várjuk, hogy a háztartások számának változása is megváltoztatja a piaci egyensúly stabilitási tulajdonságait.

A modellt számos irányba lehet továbbfejleszteni. Elsőként fontos kiterjesztése lenne a *háztartási oldal további részletezése*, kibővítése, például a *kilátáselmélet* figyelembe vételével.

Továbbá érdemes lenne a vállalati oldalt is tovább mélyíteni, például a *vállalatok kapacitáskorlátjának* figyelembe vételével. Ez esetben a vállalat nem tudná a termelését „tetszőleges” mértékben emelni az árjelzések alapján, hanem csak olyan mértékig, ameddig a rendelkezésére álló kapacitás engedi. Ennek következtében a kapacitás bővítése a vállalatok számára addicionális költséget (beruházás) jelentene, valamint nagyobb időigénnyel is rendelkezne.

Ezen kívül a későbbiekben tervezzük a *termelők és a fogyasztók összekapcsolását*. Ez esetben a vállalatoknál felmerülő munkaerő-költség, valamint esetleges profit a háztartásokhoz kerülne jövedelemként, amit később a háztartások fogyasztási javakra fordíthatnak. Itt akár a munkapiaci tökéletlenségeket is be lehet építeni a modellbe.

Hivatkozások

- Arthur, W. B, Holland, J.H., LeBaron, B. Palmer, R. and Tayler, P. (1996): Asset Pricing Under Endogenous Expectations in an Artificial Stock Market, Final version published as pages 15-44 in W. Brian Arthur, Steven N. Durlauf, and David A. Lane, *The Economy as an Evolving Complex System II*, Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, Vol. XXVII, Addison-Wesley, 1997.
- Calvo, G.A. (1983): Staggered Prices in a utility-maximizing framework, *Journal of Monetary Economics*, Vol. 12. pp. 383-398
- Chan, C. K., Steiglitz, K. (2008): An Agent-based Model of a Minimal Economy, Working Paper, Department of Computer Science, Princeton University, Princeton, NJ, May 2008.
- De Grauwe, P., Dewachter, H., Embrechts, M. (1993). Exchange Rate Theory: Chaotic Models of Foreign Exchange Markets. Blackwell, Oxford.
- Dosi, G, Fagiolo, G., Roventini, A. (2008): The microfoundations of business cycles: an evolutionary, multi-agent model *Journal of Evolutionary Economics* (2008) Vol. 18 pp. 413–432
- Farkas Miklós, Horváth Áron, Vincze János (2010): Ágens alapú tanulás a lakáspiac Wheaton-féle modelljében, MKE éves konferencia
- Fisher, S. (1977). Long-term Contracts, Rational Expectations, and the Optimal Money Supply Rule, *Journal of Political Economy*, 85, 191-205.
- Frankel, J.A., Froot, K.A. (1988). “Explaining the demand for dollars: International rates of return and the expectations of chartists and fundamentalists”. In: Chambers, R., Paarlberg, P. (Eds.), *Agriculture, Macro-economics, and the Exchange Rate*. Westview Press, Boulder, CO
- Gaffeo, E., Gallegati, M., Gostoli, U. (2012): An agent-based „proof of principle” for Wsalarasian macroeconomic theory, CEEL Working Paper, 2-12
- Howitt, P. (2007): Macroeconomics with Intelligent Autonomous Agents, Paper presented at the festschrift in honor of Axel Leijonhufvud, UCLA, August 30—31, 2006.
- Kirman, A.P. (1991). “Epidemics of opinion and speculative bubbles in financial markets”. In: Taylor, M.(Ed.), *Money and Financial Markets*. Macmillan, London.

- Leijonhufvud, A. (2006): Agent-based macro, in L. Tesfatsion and K. L. Judd (editors), *Handbook of Computational Economics, Volume 2: Agent-Based Computational Economics*, Handbooks in Economics Series, North-Holland
- Lucas, R.E. (1973): Some International Evidence on Output-Inflation Tradeoffs, *The American Economic Review*, Vol. 63., pp. 326-334.
- Mankiw, N.G. (2009): *Macroeconomics*, Seventh Edition, Worth Publisher, 2009.
- Nicolaisen, J. Petrov, V., Tesfatsion, L. (2001): Market Power and Efficiency in a Computational Electricity Market with Discriminatory Double-Auction Pricing, ISU Economic Report No. 52.
- Oeffner, M. (2008) Agent-based Keynesian Macroeconomics: An Evolutionary Model Embedded in an Agent-based Computer Simulation, Inaugural Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Bayerischen Julius–Maximilians–Universität Würzburg
- Rottemberg J.J. (1982) Sticky Prices in the United States, *Journal of Political Economics*, 90. pp. 1187-1211.
- Shone, R (2002): *Economic Dynamics: Phase Diagrams and Their Economic Application*, Second edition, Cambridge University Press: New York
- Taylor, J.B. (1980) Aggregate dynamics and staggered contracts, *Journal of Political Economy*, 88, Feb, 1-23.
- Tesfatsion, L. (2001) Structure, Behavior, and Market Power in an Evolutionary Labor Market with Adaptive Search in *Journal of Economic Dynamics & Control* Vol. 25 (2001) pp. 419-457
- Tesfatsion, L. (2003) Agent-based computational economics: modeling economies as complex adaptive systems in *Information Sciences* 149 (2003) 263–269
- Tesfatsion, L. (2006) Agent-based computational economics: A constructive approach to economic theory, in L. Tesfatsion and K. L. Judd (editors), *Handbook of Computational Economics, Volume 2: Agent-Based Computational Economics*, Handbooks in Economics Series, North-Holland
- Westerhoff (2010) A simple agent-based financial market model: direct interactions and comparisons of trading profits in *Bischi et al. (eds.): Nonlinear Dynamics in Economics*, Finance and Social Sciences Essays in Honour of John Barkley Rosser Jr p. 313-332

A KRTI eddig megjelent műhelytanulmányai

Varga Attila: From the geography of innovation to development policy analysis: The GMR-approach (2007/1)

Bessenyei István: Növekedési pólusok a térben és a társadalomban (2007/2)

Darvas Zsolt - Schepp Zoltán: Kelet-közép-európai devizaárfolyamok előrejelzése határidős árfolyamok segítségével (2007/3)

Varga Attila: GMR-Hungary: A Complex Macro-Regional Model for the Analysis of Development Policy Impacts on the Hungarian Economy (2007/4)

Reiff Ádám - Zsibók Zsuzsanna: Az infláció és az árazási magatartás regionális jellemzői Magyarországon, mikroszintű adatok alapján (2008/1)

Varga Attila - Parag Andrea: Egyetemi tudástranszfer és a nemzetközi kutatási hálózatok szerkezete (2008/2)

Schepp Zoltán - Szabó Zoltán: Felsőoktatás-politika és állami finanszírozás: a 2007. évi felvételi tanulságai a gazdaságtudományi alapképzésben (2008/3)

Kaposi Zoltán: Város és agrárrendszer a polgárosodás korában (1850-1914) (a mezőgazdaság változásai Nagykanizsán) (2008/4)

Barancsik János: Néhány gondolat az „árelfogadó” és „ármeghatározó” fogalmak jelentéséről (2009/1)

Kiss Gy. Kálmán: A szövetkezeti bank megteremtésének kísérlete Magyarországon (2009/2)

Zeller Gyula: Létezik-e a Smith probléma, avagy mennyire egységesek Adam Smith nézetei? (2009/3)

Járosi Péter - Atsushi Koike - Mark Thissen - Varga Attila: Regionális fejlesztéspolitikai hatáselemzés térbeli számítható általános egyensúlyi modellel: a GMR-Magyarország SCGE modellje (2009/4)

Mellár Tamás: Felemás magyar modernizáció (2009/5)

- Szabó Zoltán:** Az új paternalizmus: a nem-rationális hitelfelvevői magatartás és a túlzott eladósodás néhány gazdasági viselkedéstani összefüggése (2009/6)
- Erdős Katalin-Varga Attila:** Az egyetemi vállalkozó: legenda vagy valóság az európai regionális fejlődés elősegítésére? (2009/7)
- Sebestyén Tamás:** Innovation and Diversity in a Dynamic Knowledge Network. (2010/1)
- Mellár Tamás:** Válaszút előtt a makroökonómia? (2010/2)
- Attila Varga- Dimitrios Pontikakis- George Chorafakis:** Agglomeration and interregional network effects on European R&D productivity (2010/3)
- Attila Varga - Péter Járosi - Tamás Sebestyén:** Geographic Macro and Regional Model for EU Policy Impact Analysis of Intangible Assets and Growth (2010/4)
- Rappai Gábor – Szerb László:** Összetett indexek készítése új módon: a szűk keresztmetszetekért történő büntetés módszere. (2011/1)
- Mellár Tamás:** Néhány gondolat a makroegyensúly értelmezéséhez (2011/2)
- Balatonai András - Mellár Tamás:** Rövid távú előrejelző modell Magyarországra (2011/3)
- Varga Attila - Járosi Péter - Sebestyén Tamás :** A GMR-Európa modell és alkalmazása EU kohéziós politikai reformok előzetes hatásvizsgálata során (2011/4)
- Sebestyén Tamás:** Hálózati struktúra és egyensúly: a tudás-áramlás szerkezeti jellemzőinek kérdései (2011/5)
- Bessenyei István:** Az államadósság kezelésének prevenciós és rehabilitációs stratégiái. (2012/1)
- Tamás Sebestyén – Attila Varga:** Research Productivity and the Quality of Interregional Knowledge Networks (2012/2)
- Schepp Zoltán – Pitz Mónika:** Lakossági devizahitelezés Magyarországon: problémafelmérés és frankhitelek banki árazásának empirikus vizsgálata (2012/3)

Hau Orsolya – Mellár Tamás – Sebestyén Tamás: Láthatóvá tehető-e a láthatatlan piaci kéz? Egy ágens-alapú piaci modell tapasztalatai (2012/4)