

HÁLÓZATFORMÁLÓDÁS, ASZIMMETRIA ÉS EGYENSÚLY MONOPOLISZTIKUS VERSENYBEN¹

LONGAUER DÓRA – SEBESTYÉN TAMÁS

PTE Közgazdaságtudományi Kar

A hálózatelmélet megjelenésének köszönhetően a közgazdaságtanban egyre nagyobb teret kap a gazdaság hálózatok alkotta, komplex rendszerként való szemlélete. Ennek ellenére a gazdaságmodellezésben továbbra is jellemző feltevés a piaci szereplők teljes kapcsolatrendszere. A modellekben a kapcsolatok létrehozásának és fenntartásának, valamint az azokon keresztül hozzáférhető piaci tranzakcióknak nincsenek információs, térbeli vagy anyagi korlátai. Ugyanakkor a gazdaságszociológia, a hálózatelmélet és az információs közgazdaságtan is amellett érvel, hogy a modellekben a tökéletes kapcsolttság standard feltevése inkább egy szélsőséges esete a valós gazdasági működésnek. Ebben a tanulmányban megvizsgáljuk, milyen eredményre vezet, ha bevezetjük a tökéletlen kapcsolttság feltevését egy klasszikus monopolisztikus piaci modellbe, és ezzel együtt megengedjük a piaci szereplők számára a kapcsolataikról való döntéshozatalt. Eredményeink alapján mind az eladók, mind a vevők kapcsolatlétesítési döntése természetes módon eredményezi a legtöbb valódi hálózatra jellemző skálafüggetlen struktúrák kialakulását.

Kulcsszavak: monopolisztikus verseny, piaci kapcsolati hálózat, hálózatformálódás, skálafüggetlenség. *JEL-kódok:* D43, D52, L13, L14

1 Bevezetés

A sokszereplős piacok működésére monopolisztikus verseny jellemző. Ez olyan piacszerkezetet jelöl, ahol nagy számú eladó kínál differenciált termékeket, és az árak egyéni döntések eredményei, vagyis a vállalatok ármeghatározók. A monopolisztikus verseny legtöbbet hivatkozott modellje a Dixit és Stiglitz (1977) szerzőpáros munkája, az 1980-as évek óta a modern közgazdaságtan meghatározó eleme. A modell sikeréhez hozzájárult, hogy a legtöbb piacra jellemző ármeghatározó viselkedést matematikailag könnyen kezelhető, egyszerű formalizmussal írja le. Ennek köszönhetően a modell a közgazdaságtan számos területére ösztönzőleg hatott, hozzájárult többek között a földrajzi gazdaságtan (Brakman és tsai., 2009; Krugman, 1991), az új-keynesi makroökonómia (Akerlof és Yellen, 1985; Blanchard és Kiyotaki, 1987; Galí, 2008), a nemzetközi gazdaságtan (Dixit és Norman, 1980; Ethier, 1982; Krugman, 1979) vagy a növekedésemélet (Grossman és Helpman, 1991; Romer, 1990) fejlődéséhez.

¹Beérkezett 2021. május 5. E-mail: longauer.dora@ktk.pte.hu, sebestyent@ktk.pte.hu.

Dixit és Stiglitz (1977) klasszikus modelljében a háztartások vásárolnak a vállalatoktól, és minden vállalat egy termékváltozatot kínál az általa meghatározott áron. A modell három legfontosabb feltételezése a termékek differenciálhatósága, a vállalati szinten érvényesülő növekvő hozadék, valamint a piacra, illetve a piacról történő szabad be- és kilépés (Matsuyama, 1993). A termékek differenciálhatósága azt eredményezi, hogy a fogyasztók számára korántsem közömbös, hogy hányféle terméket fogyasztanak, a termékváltozatosságnak pozitív jóléti hatása van. Ez a korlátozott termékhelyettesíthetőség adja a vállalatok monopolerejét, és ez teszi lehetővé az ármeghatározó jelleget a piacon. A modellben a vállalatok termelését növekvő hozadék jellemzi. Ez azt jelenti, hogy a termelés kiterjesztésével a termékek előállításának egységköltsége csökken (az átlagköltség-görbe csökkenő). A piacra való szabad be- és kilépés feltételezése biztosítja a piacon a versenyt, hiszen azt eredményezi, hogy a vállalatok hosszú távon nem tudnak profitot elérni. Ez a feltételezés azt is jelenti, hogy hosszú távon a zéróprofit-feltétel határozza meg azt, hogy hány vállalat fér el a piacon. A verseny tökéletlenségéből következik, hogy a monopolisztikusan versenyző piacok nem Pareto-hatékonyak, a monopolista árképzés miatti alacsonyabb kibocsátás következtében a gazdaság holttehervesztéséget szenved el.

A monopolisztikus versenyre épülő modellekben alkalmazott implicit feltevés, hogy a háztartások minden vállalat termékét fogyasztják, vagyis a kapcsolatrendszer tökéletes, és a kapcsolatokat leíró mögöttes hálózati struktúra a teljes hálózat. Amint belép egy új vállalat a piacra, a háztartások tudomást szereznek erről, és felveszik a fogyasztói kosarukba az új terméket. Nincsenek információs sűrűlődások, tranzakciós költségek, az új vállalatoknak nem kell bajlódniuk azzal, hogy megnyerjék maguknak a fogyasztókat, és a fogyasztóknak sem kell erőfeszítéseket tenniük azért, hogy hozzájussanak a termékekhez. Ebből következően a szereplőknek nem kell döntenüik a piaci kapcsolataikról, mindenki ismer mindenkit a modell logikája alapján.

Sok közgazdász érvel amellett, hogy a valóságban nem olyan ideális az információáramlás és a piaci kapcsolatrendszer, mint ahogy azt az imént felvázolt modell is feltételezi. Sims (2003, 2010) racionális figyelmenlenség elmélete szerint az információk beszerzése és feldolgozása mind anyagi, mind kognitív szempontból költséges folyamat, emiatt a döntéshozó számára racionális lehet részleges információk alapján dönteni. Reis (2006a,b) az információfeldolgozás költségei mellett annak időigényességét is kihangsúlyozza elméletében, szerinte a döntések gyakran hiányos vagy elavult információk alapján születnek meg. A hiányos informáltság másik triviális oka a térbeliségből fakad, az információáramlásnak és az elérhető tranzakciók körének korlátot szab a térbeli meghatározottság (Barro, 1976; Lucas, 1972). Ha a térbeli korlátok miatt a vevők nem ismernek minden eladót, akkor még homogén termékek esetén is nagy különbségek adódhatnak a piaci árakban, ahogy azt empirikus megfigyelések is alátámasztották (Marvel, 1976; Stigler, 1961). Az információk és piaci tranzakciók anyagi, mentális, időbeli és térbeli korlátai mind hozzájárulnak ahhoz, hogy a piacon a kapcsolatok létesítése és fenntartása költséges, és emiatt a vevők és eladók piaci kapcsolatrendszere nem tökéletes.

Szorosan kapcsolódik ehhez az elgondoláshoz az a gazdaságszociológiai nézőpont is, amely a szereplők társadalmi beágyazottságának jelentőségét hangsúlyozza (Polányi, 1944). Granovetter (1985) szerint minden gazdasági tevékenység hálózatban testesül meg, és a szereplőket integráló hálózat struktúrája befolyásolja az egyéni cselekvéseket, valamint az azok nyomán felépülő gazdasági eredményeket. Így például egy vállalat árazási döntésében szerepe lehet annak, hogy hány háztartás fogyasztja a termékét, hiszen ez alapvetően meghatározza a terméke iránti keresletet. Két identikus vállalat eltérő árat határozhat meg, ha más a hálózati kapcsoltóságuk. Ez viszont befolyásolhatja a piac aggregált teljesítményét is, vagyis a mögöttes piaci hálózati struktúra nem semleges a piac aggregált működésére nézve (Longauer és Sebestyén, 2019). Kirman (1997) is amellett érvel, hogy a piacra hálózatként kellene tekintenünk, illetve annak evolúcióját is az egyedi szereplők döntései alapján kellene vizsgálnunk. A szereplők hálózatának természete befolyásolja az interakciók eredményét, és az eredmények is visszahatnak a hálózat felépítésére. Ebben a felfogásban a társadalmi szint nem lehet egyszerű aggregátuma az egyéni cselekvéseknek, közvetlenül nem levezethető az átlagos viselkedésből.

Jól reflektálnak minderre az elmúlt két évtizedben a legkülönfélébb hálózatok vizsgálata során felfedezett tudományos eredmények. Egy komplex rendszer teljesítményét befolyásolja az, hogy az elemei milyen módon kapcsolódnak egymáshoz (Bala és Goyal, 2000; Barabási, 2016; Jackson, 2008). Ugyanakkor az is igaz, hogy a megfigyelt hálózati rendszerek nagyon hasonló szerkezetekkel jellemezhetők, a valóságban fellelhető hálózatok legtöbbször skálafüggetlen struktúrával bírnak (Albert és tsai., 1999; Barabási és Albert, 1999). Különösen igaz ez a társadalmi-gazdasági hálózatokban, ahol egy centrálisabb hálózati pozíció önfenntartó tud lenni azáltal, hogy a centrális jellegéből adódóan vonzóbb az ilyen szereplő más szereplők számára.² Ismert példa a vállalatok méreteloszlása, amely szintén az ennek az elvnek megfelelő hatványtörvény eloszlást követi (Axtell, 1954; Simon és Bonini, 1958). Ez azért fontos, mert számos eredmény alátámasztotta, hogy a vállalatok skálafüggetlensége az erősebb aszimmetrikus szerkezet miatt az aggregált fluktuációk egyik mikroszintű forrása lehet (Gabaix, 2011; Gualdi és Mandel, 2016).

Ezen gondolatok által motiválva ebben a tanulmányban egy monopolisztikusan versenyző piaci környezetben vizsgáljuk a piaci szereplők – eladók és vevők – nem teljes kapcsoltóságának következményeit, illetve a szereplők kapcsolatlétesítési döntéseit. Ennek érdekében a vevők és eladók között felírható piaci kapcsolati hálózatot explicit modellezzük. Az általánosság megtartása érdekében viszont a Dixit-Stiglitz modell három, fent említett tulajdonsága közül csak egyet fogunk következetesen megtartani. A termékdifférenciálhatóság feltevése adja a monopolisztikus jellegét a piacnak, így ez a feltételezés nélkülözhetetlen. A növekvő hozadék feltevése ugyanakkor erősen

²A skálafüggetlen jellegért a hálózatokban a preferenciális kapcsolódási mechanizmus felel, amely értelmében a kapcsolódási valószínűség arányos a csomópont kapcsolatainak számával. Erről szól a bibliai eredetű Máté-effektus, amely szerint „akinek van, annak adatik, kinek nincs, attól elvétetik”, illetve erről szól a Pareto-elv is, miszerint a világ lakosságának 20%-a rendelkezik az összes jövedelem 80%-val (Mérő, 2014).

leszűkíti a vizsgálódási lehetőségeinket, és amint látni fogjuk, a hozadék típusa befolyásolja a hálózatformálódási döntések eredményeként kialakuló hálózati struktúráját. Végül a szabad be- és kilépés elhagyására is szükség van. Ha ugyanis megengedjük a piaci szereplők számára, hogy a kapcsolataikról is dönthessenek, az azt eredményezi, hogy a vállalatok száma helyett a piaci kapcsolatrendszer leíró hálózat lesz endogén, és a hálózati kapcsolatok befolyásolni fogják a keresleti és kínálati viszonyokat.³ Ebben a megközelítésben a modell inkább egy olyan monopolisztikus piacot ír le, amelyben korlátozott – például szabályozott és emiatt engedélyhez kötött – a piaci belépés, és az iparági sajátosságoktól függően eltérő lehet a skálahozadék jellege: munka-intenzív iparágakban jellemzően csökkenő, tőkeintenzív és/vagy tudásalapú iparágakban pedig jellemzően növekvő.

A piaci szereplők döntéseinek vizsgálata során látni fogjuk, hogy a hálózati pozíció (a kapcsolatok száma és minősége) befolyásolja azokat. A hálózati pozíció egy háztartás fogyasztási döntésében meghatározza az elérhető termékek körét, és emiatt a háztartás fogyasztói kosarának árindexét is, amely alapvetően befolyásolja az elérhető fogyasztási szintet. Egy adott vállalat árdöntésében pedig a vállalat terméke iránti kereslet nagyságát, ezzel együtt pedig a vállalat bevételét és termelési költségeit is meghatározza a vállalat hálózati pozíciója. Ezekre a keresleti és kínálati döntésekre alapozva bemutatunk egy hálózatformálódási modellt, melyben elsőként a háztartások, majd a vállalatok kapcsolatlétesítési döntését modellezzük egy szekvenciális, költség-haszon alapú megközelítésben.⁴ A modellben a kapcsolat költsége a döntéshozó szereplőt terheli, amely költségre tekinthetünk tranzakciós költségként a fogyasztók esetében, míg marketingköltségként a vállalatok esetében. A hálózatformálódási modell legfontosabb tanulsága, hogy a pozitív kapcsolati költség nem teljes kapcsoltságot eredményez, és heterogén termelékenységű vállalatokra az endogén kialakuló kapcsolatok skálafüggetlen eloszlást követnek. Ezek alapján a modell egy lehetséges magyarázatot ad a vállalatok empirikusan megfigyelhető, hatványtörvény szerinti méreteloszlására. A skálafüggetlen jellegét a modellben a vállalatok ár szerinti preferenciális kapcsol-

³Az eredeti modellben a vállalatok egyensúlyi számának levezetéséhez identikus vállalatokra, nullánál nagyobb fix költségre és konstans határköltségre van szükség. Ebben a modellben a hálózati megközelítés miatt ez azonban nem teljesül, hiszen a szereplők hálózati kapcsolataikat tekintve különbözhetnek.

⁴A hálózatok formálódásának vizsgálatára alapvetően kétféle megközelítés terjedt el. Az egyik valószínűségi alapon modellezi a kapcsolatok kialakulását – ilyen például Erdős és Rényi (1959) véletlen gráf modellje, Watts és Strogatz (1998) kisvilág-modellje vagy pedig Barabási és Albert (1999) preferenciális kapcsolódási modellje. Ezekre a modellekre jellemző a hálózatnövekedés, vagyis a szereplők számának növekedése. A hálózatformálódási modellek másik irányzata – amelyhez a mi modellünk is kapcsolódik – az egyéni ösztönzők szerepére építő stratégiai hálózatformálódás (Jackson, 2005; König és Battiston, 2009). A stratégiai hálózatformálódási modellekben a kapcsolatok az egyéni szereplők döntései alapján alakulnak ki vagy szűnnek meg, ahol a döntés a kapcsolatok várható költségének és hasznának mérlegelésével születik meg. Ezekben a modellekben a hálózat egyéni döntések eredményeként formálódik, ahol a szereplők száma előre rögzített. A döntés lehet szekvenciális (egyszerre egy szereplő dönt) vagy szimultán (minden szereplő egyszerre dönt) és érinthet egyetlen kapcsolatot vagy a kapcsolatok egy részhalmazát. A mi modellünk szereplői egyszerre egy kapcsolatot hoznak létre vagy szüntetnek meg.

lódása eredményezi, amely értelmében a hatékonyabban termelő vállalatok az alacsonyabb ár miatt vonzóbbak a fogyasztók számára, és ezzel együtt több keresletre számíthatnak.

A tanulmány felépítése a következő. A bevezetőt követően a 2. szakaszban a szereplők keresleti és kínálati döntéseit vezetjük le, adottnak véve a piaci kapcsolatrendszer (exogén hálózat). A 3. szakaszban a háztartások hálózatformálódási döntését mutatjuk be, majd a 4. szakaszban a vállalatok kapcsolatlétesítési döntését ismertetjük (endogén hálózat). Végül az 5. szakaszban összefoglalással zárjuk a tanulmányt. Az 1. táblázat összefoglalja a tanulmányban alkalmazott legfontosabb jelöléseket és jelentésüket.

Jelölés	Elnevezés
$i \in \{1, \dots, H\}$	Háztartások (vevők) halmaza
$j \in \{1, \dots, F\}$	Vállalatok (eladók) halmaza
$s_{ij} \in \{0, 1\}$	Kapcsolat az i háztartás és j vállalat között
ρ	Termékhelyettesíthetőséget meghatározó paraméter
c_{ij}	Az i háztartás kereslete a j vállalat terméke iránt
C_i	Az i háztartás aggregált fogyasztása
P_i	Az i háztartás által érzékelt árindex
e_i	Az i háztartás fogyasztási célú jövedelme
p_j	A j vállalat termékének ára
y_j	A j vállalat kínálata
TC_j	A j vállalat teljes költsége
MC_j	A j vállalat határköltsége
l_j	A j vállalat által felhasznált termelési input mennyisége (pl. munkaerő)
A_j	A j vállalat termelékenységéje
k_i, k_j	Az i háztartás és a j vállalat fokszáma
τ	Kapcsolatlétesítés tranzakciós költsége

1. táblázat. A tanulmányban használt jelölések és jelentésük. *Forrás:* Saját szerkesztés.

2 Piaci kapcsolati hálózat egy monopolisztikusan versenyző piaci modellben

Ebben a szakaszban a piaci szereplők keresleti és kínálati döntéseit vezetjük le exogén kapcsolati struktúra mellett. Erre két okból van szükség. Egyrészt a levezetett döntések alapján meg tudjuk vizsgálni azt, hogy miként befolyásolja egy adott szereplő döntését a kapcsolati hálózatban elfoglalt pozíciója. Másrészt ezek a döntések adják az alapját a következő szakaszokban bemutatásra kerülő hálózatformálódási modelleknek, ahol a szereplők a kapcsolataikról is dönthetnek. A kapcsolati hálózat formálódása következtében a szereplők folyamatosan hozzáigazítják a keresleti és kínálati döntéseik eredményét az aktuális piaci viszonyokhoz, amely visszahat a kapcsolati döntésekre, és ennek eredményeként a modellben egy oda-vissza csatoláson alapuló dinamika működik.

2.1 A piaci kapcsolati hálózat

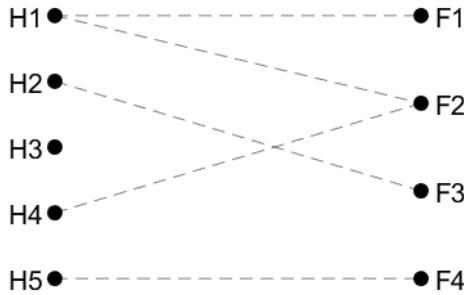
A felvázolandó modellben kétféle szereplő van jelen: a piac keresleti oldalán háztartások (fogyasztók, vevők), kínálati oldalán pedig vállalatok (termelők, eladók) működnek. Legyen $\mathbf{H} = \{1, \dots, H\}$ a háztartások, míg $\mathbf{F} = \{1, \dots, F\}$ a vállalatok halmaza. Tegyük fel, hogy mindkét halmaz véges, és legalább egy elemű (vagyis $H \geq 1$ és $F \geq 1$). Értelmezzük a kétféle piaci szereplő közötti kapcsolati hálót a következőképp:⁵

$$S = (s_{ij})_{i \in \mathbf{H}, j \in \mathbf{F}}, \quad (1)$$

ahol

$$s_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ha az } i \text{ háztartás fogyasztja a } j \text{ vállalat termékét,} \\ 0 & \text{különben.} \end{cases}$$

A háló s_{ij} eleme tehát azt mutatja meg, hogy az i háztartás és a j vállalat között van-e kapcsolat. Az 1. ábra egy lehetséges piaci kapcsolati hálózat diagram reprezentációját mutatja be 5 háztartás és 4 vállalat között.



1. ábra. Példa a piaci kapcsolati hálózatra $H = 5$ háztartással és $F = 4$ vállalattal

2.2 Kereslet

A piac keresleti oldalán a háztartások differenciált termékeket vásárolnak. A teljes (kompozit) fogyasztást – figyelembe véve az imént definiált kapcsolati hálót is – egy CES-típusú aggregátor határozza meg az alábbi összefüggés szerint (Dixit és Stiglitz, 1977):

$$C_i = \left(\sum_{j=1}^F s_{ij} c_{ij}^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}. \quad (2)$$

Az összefüggésben c_{ij} jelöli az i háztartás fogyasztását a j differenciált termékből. Ez az aggregátor adja a monopolisztikus verseny alapját, ugyanis

⁵Vegyük észre, hogy a kétféle szereplő közötti kapcsolati hálót úgy is értelmezhetjük, mint egy olyan páros gráf, amelynek összes élére teljesül, hogy az egyik végpontja \mathbf{H} -ban, a másik pedig \mathbf{F} -ben van.

a függvényformából az következik, hogy a termékek egymás közele, de nem tökéletes helyettesítők, ahol a helyettesítés rugalmasságát ρ határozza meg. A paraméter 0 és 1 közötti értékeket vehet fel, és minél nagyobb ez az érték, annál könnyebb a helyettesítés a termékek között. A paraméter tehát azt fejezi ki, mennyire hasonló bármely két termék a fogyasztói szükségletkielégítés szempontjából.⁶ Fontos tulajdonsága az aggregátornak, hogy a háztartás változatosság iránti preferenciáját feltételezi. Ez azt jelenti, hogy a háztartás magasabb aggregált fogyasztást ér el, ha n -féle termékből fogyaszt termékenként x/n mennyiséget, mint ha $n - 1$ -féle termékből fogyaszt $x/(n - 1)$ mennyiséget:

$$C_i^n = \left(\sum_1^n \left(\frac{x}{n} \right)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} = n^{\frac{1}{\rho}} \frac{x}{n} = n^{\frac{1-\rho}{\rho}} x > (n-1)^{\frac{1-\rho}{\rho}} x = C_i^{n-1}. \quad (3)$$

Vagyis az aggregátor képes számszerűsíteni a termékváltozatosságból származó pozitív jóléti hatást. A háztartás adott költségvetési keret mellett szeretne minél nagyobb fogyasztási szintet elérni. Az i háztartásnak ekkor a következő optimalizálási problémát kell megoldania:

$$\begin{aligned} \max_{c_{ij}} \quad C_i &= \left(\sum_{j=1}^F s_{ij} c_{ij}^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} \\ \text{s.t.} \quad e_i &= \sum_{j=1}^F p_j c_{ij}. \end{aligned} \quad (4)$$

A feladatban p_j jelöli a j vállalat termékének árát, e_i pedig az i háztartás monopolisztikus termékek fogyasztása céljából rendelkezésre álló jövedelme. Jól látszik, hogy amennyiben a vizsgált háztartás nincs kapcsolatban a j vállalattal (vagyis $s_{ij} = 0$), akkor annak terméke iránt nem fog keresletet támasztani ($c_{ij} = 0$ lesz az optimalizálási feladat megoldásában), hiszen az aggregált fogyasztását ez nem növelné, ellenben többletköltséget eredményezne.

Az optimalizálási feladat megoldásával megkapjuk, hogy a háztartás mekkora keresletet támaszt az egyes vállalatok termékei iránt.⁷ Így például az i háztartás k vállalat terméke iránti egyéni keresleti függvényére az alábbi összefüggést kapjuk:

$$c_{ik} = s_{ik} e_i p_k^{-\frac{1}{1-\rho}} P_i^{\frac{\rho}{1-\rho}}, \quad (5)$$

ahol P_i a C_i kompozit fogyasztói kosárra vonatkozó árindeks, az alábbiaknak megfelelően:

$$P_i = \left(\sum_{j=1}^F s_{ij} p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{-\frac{1-\rho}{\rho}}. \quad (6)$$

⁶Éppen ez a feltételezés adja a modell egyik vitatott tulajdonságát, a vállalatok szimetriáját, a helyettesítés rugalmassága ugyanis bármely két termék között azonos (Tirole, 1988).

⁷Az optimalizálási feladat levezetése megtalálható a függelékben. Ugyanitt megmutatjuk a bevezetett árindeks érvényességét is.

A P_i fogyasztói árindex háztartás-specifikus, emiatt a továbbiakban érzékelt árindexként hivatkozunk rá. Az érzékelt árindex azt mutatja meg, hogy az adott i háztartás által vásárolt termékeknek, vagyis a háztartás fogyasztói kosarának mekkora az „átlagos” ára. Az $e_i = P_i C_i$ behelyettesítéssel a keresleti függvény kifejezhető a jövedelem helyett a kompozit fogyasztás függvényében is:

$$c_{ik} = s_{ik} C_i \left(\frac{p_k}{P_i} \right)^{-\frac{1}{1-\rho}}. \quad (7)$$

A (7) keresleti függvényt megvizsgálva az látszik, hogy az egyes termék-kategóriák kereslete kifejezhető a termék ára (p_k), a kompozit fogyasztás (C_i), valamint a háztartás által érzékelt árindex segítségével (P_i). Ez azt jelenti, hogy a termékkeresleteket a hálózati struktúra valóban befolyásolja, hiszen a háztartás által érzékelt árindex függ a háztartás hálózati pozíciójától, mértékét a kapcsolódó vállalatok árai határozzák meg a (6) összefüggés alapján. Azok a háztartások, melyekre magasabb árindex jellemző (mert például drágább termékeket fogyasztanak), egy adott k terméket relatíve olcsóbbnak érzékelnek egy alacsonyabb árindexszel rendelkező háztartáshoz képest (a p_k/P_i reálár alacsonyabb az ő esetükben), és emiatt magasabb keresletet támasztanak az egyes termék-kategóriák iránt ($\frac{\partial c_{ik}}{\partial P_i} = \frac{1}{1-\rho} \frac{c_{ik}}{P_i} > 0$).

2.3 Kínálat

Monopolisztikus piacon a vállalatok érzékelik a termékük iránti keresletet. Ekkor a j vállalat terméke iránt támasztott összes kereslet felírható az alábbiak szerint:

$$\sum_{i=1}^H c_{ij} = \sum_{i=1}^H s_{ij} C_i p_j^{-\frac{1}{1-\rho}} P_i^{\frac{1}{1-\rho}} = p_j^{-\frac{1}{1-\rho}} \sum_{i=1}^H s_{ij} C_i P_i^{\frac{1}{1-\rho}}. \quad (8)$$

Amennyiben $s_{ij} = 0$ minden háztartásra, a vállalat terméke iránt nincs kereslet. Ezek alapján – értelemszerűen – a vállalat keresletét befolyásolja az, hogy hány háztartással áll kapcsolatban, és ezekre milyen háztartásspecifikus karakterisztikák vonatkoznak, vagyis például mekkora a kapcsolódó háztartások fogyasztási célú jövedelme, azaz $e_i = P_i C_i$, hiszen ez befolyásolja a keresletet. Minden egyes új kapcsolat várhatóan növeli a vállalat terméke iránti keresletet, és azt is látjuk, hogy a magasabb árindexet érzékelő háztartások magasabb potenciális keresletet támasztanak. Fontos megjegyezni azt is, hogy a vállalat érzékeli az összkereslet nagyságát, de nem tudja megfigyelni a terméke iránt keresletet támasztó háztartások jellemzőit, emiatt nem lehetséges az árdifferenciálás.

Jelöljük a j vállalat teljes költség-függvényét $TC_j(y_j)$ -vel, ahol y_j a vállalat kínálata, és a teljes költség értelemszerűen függ a termelt mennyiségtől. A vállalat célja, hogy a termékével szemben támasztott keresletet úgy elégítse ki, hogy emellett a lehető legnagyobb profitot érje el, vagyis a következő

optimalizálási problémát kell megoldania:

$$\begin{aligned} \max_{p_j} \quad & \Pi_j = p_j y_j - TC_j(y_j) \\ \text{s.t.} \quad & y_j = p_j^{-\frac{1}{1-\rho}} \sum_{i=1}^H s_{ij} C_i P_i^{\frac{1}{1-\rho}}. \end{aligned}$$

A feladat megoldásaként megkapjuk a j vállalat optimális árát:

$$p_j = \frac{1}{\rho} MC_j(y_j), \quad (9)$$

ahol $MC_j(y_j)$ a j vállalat határkölsége, a teljeskölség-függvény y_j szerinti deriváltja. A jól ismert árazási összefüggés alapján a monopolisztikusan versenyző vállalat egy ρ -tól függő haszonkulcsot alkalmaz a határkölségen felül. Látszólag az árdöntést nem érinti a vállalat piaci kapcsoltsága. Ez azonban csak akkor igaz, ha a vállalat teljeskölsége a termelés lineáris függvénye, és emiatt a határkölség konstans. Ha ez utóbbi feltétel nem teljesül, akkor a vállalat határkölsége függ a termelés nagyságától, amit viszont a kereslet nagysága határoz meg, és így az egyes árakat végső soron befolyásolja a kapcsolati struktúra.

3 A háztartások hálózatformálódási döntése

Az előző szakaszban bemutattuk a piaci szereplők hálózati kontextusba ágyazott keresleti és kínálati döntéseit. Ezeknél a döntéseknél a szereplők a döntésüket adott (exogén) kapcsolati struktúra mellett hozták meg, és azt láttuk, hogy mindkét típusú piaci szereplő döntésére hatással van az, hogy mely más szereplőkkel áll kapcsolatban. Ebben és a következő szakaszban továbbfejlesztjük a bemutatott modellt úgy, hogy lehetővé tesszük a piaci szereplők számára a kapcsolataikról való döntéshozatalt, endogenizálva ezáltal a piaci kapcsolati hálózatot (s_{ij} paramétereket). Elsőként azt az esetet vizsgáljuk meg, amikor a keresleti szereplők a kapcsolatok kezdeményezői, vagyis a fogyasztók állják a kapcsolatokhoz kötődő tranzakciós költséget. A következő szakaszban megfordítjuk a logikát, és a kínálati szereplők hálózati döntési problémáját vizsgáljuk, feltételezve, hogy ezúttal az eladók fizetik a tranzakciós költséget. A valóságban a piaci kapcsolatok kölcsönös beleegyezésen alapulnak, hiszen ahhoz, hogy egy piaci tranzakció megvalósuljon, mindkét fél akarata szükséges. Ugyanakkor a hamarosan ismertetésre kerülő hálózatformálódási modellekben nincs szükség kölcsönös beleegyezésre, ugyanis rövid távon egy új kapcsolatból a másik fél (vagyis az a fél, amelyik nem fizet tranzakciós költséget) mindenképpen profitál, tehát nem érdemes elutasítania a kapcsolatot.⁸

⁸Mivel a vizsgált modellekben egyszerre csak egy kapcsolat jön létre, ezért az a feltételezés bújik meg a háttérben, hogy egy szereplő kapcsolatlétesítési döntésének rövid távon marginális hatása van az árakra és az aggregált termékkeresletekre. A vállalatok esetén egy új kapcsolat a felár miatt magasabb profitot, háztartások esetén pedig magasabb termékváltozatosságot tesz lehetővé, minden mást változatlanak tekintve.

3.1 A háztartások döntési problémája

Ebben a szakaszban a keresleti szereplők hálózati döntési problémáját vizsgáljuk. Ehhez tegyük fel, hogy a háztartások egy költség-haszon alapú megközelítésben arról döntenek, hogy kivel létesítenek új, vagy pedig szünetnek meg meglévő kapcsolatot, vagyis mind kapcsolat létesítésére, mind pedig kapcsolat megszüntetésére van lehetőségük, ahogy az a valódi piacokon is lehetséges. Tegyük fel továbbá, hogy a kapcsolatok fenntartásának költsége van. Ez a költség értelmezhető úgy mint tranzakciós költség: ahhoz, hogy a háztartás egy eladó termékét megvásárolja, el kell jutnia az eladó telephelyére, vagy pedig szállítási költséget kell fizetnie, hogy kiszállítsák számára a terméket. Jelöljük ennek átlagos értékét τ -val. A kapcsolatfenntartási költség ezek szerint azt mutatja meg, hogy mekkora a várható költsége egy kapcsolat fenntartásának. Ez az összeg a háztartás fogyasztás céljából rendelkezésére álló jövedelmét csökkenti, vagyis az (5) keresleti függvények az alábbiak szerint módosulnak:

$$c_{ik} = s_{ik}(e_i - \tau k_i) p_k^{-\frac{1}{1-\rho}} P_i^{\frac{\rho}{1-\rho}}, \quad (10)$$

ahol k_i a háztartás aktuális kapcsolatainak száma – hálózatelméleti terminológiát használva a háztartás fokszáma –, vagyis $k_i = \sum_{k=1}^F s_{ik}$, és jól láthatóan τ -nak van egy felső korlátja, amely mellett még értelmezhető a modell, mégpedig $\tau < e_i/k_i$.

A háztartás kétféle cselekvési lehetőség közül választhat: létrehozhat egy új, illetve megszüntethet egy már meglévő kapcsolatot. A háztartás célja az, hogy kapcsolati hálóját úgy módosítsa, hogy abból a lehető legnagyobb haszna származzon, vagyis a fogyasztásának változását szeretné maximalizálni, feltéve, hogy ez nemnegatív. A háztartás akkor létesít újabb kapcsolatot, ha ebből nagyobb fogyasztásnövekedése származik (ΔC_i^+), mint egy meglévő kapcsolat megszüntetéséből (ΔC_i^-). Vagyis minden egyes hálózatformálódási döntés során kétféle optimalizálási problémát old meg, és ezek közül azt a döntést választja, amelyik számára a kedvezőbb.

Tekintsük elsőként a kapcsolatlétesítési döntésre felírható optimalizálási feladatot:

$$\begin{aligned} \max_{j \in \mathbf{F} | s_{ij}=0} \Delta C_i^+ &= \left(\sum_{k=1}^F s_{ik} c_{ik}^{\rho} + c_{ij}^{\rho} \right)^{\frac{1}{\rho}} - \left(\sum_{k=1}^F s_{ik} c_{ik}^{\rho} \right)^{\frac{1}{\rho}} \\ \text{s.t. } \Delta C_i^+ &\geq 0 \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} c_{ik} &= s_{ik}(e_i - \tau k_i) p_k^{-\frac{1}{1-\rho}} P_i^{\frac{\rho}{1-\rho}} \quad k = 1, \dots, F \\ c_{ik}^* &= s_{ik}[e_i - \tau(k_i + 1)] p_k^{-\frac{1}{1-\rho}} P_i^{\frac{\rho}{1-\rho}} \quad k = 1, \dots, F \\ c_{ij}^* &= [e_i - \tau(k_i + 1)] p_j^{-\frac{1}{1-\rho}} P_i^{\frac{\rho}{1-\rho}}, \end{aligned}$$

ahol c_{ik}^* jelöli a k termék iránti keresletet az alacsonyabb (új kapcsolat költségével mérsékelt) jövedelem mellett, P_i^* pedig az érzékelt árindex, amelynek figyelembe vesszük a fogyasztásba újonnan felvett j termék árát is:

$$P_i^* = \left(P_i^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{-\frac{1-\rho}{\rho}}. \quad (12)$$

A kapcsolatlétesítési probléma alapján a háztartás azok közül a $j \in \mathbf{F}$ vállalatok közül választ, melyekkel még nincs kapcsolatban. Jól látszik, hogy a kapcsolatlétesítésre vonatkozó döntésben trade-off működik: egy új kapcsolat létrehozása növeli az elérhető termékek körét, és emiatt az aggregált fogyasztás nagyságát is várhatóan (láttuk, hogy a termékváltozatosságnak a modellben pozitív jóléti hatása van), ugyanakkor a kapcsolatból származó többletköltség csökkenti a rendelkezésre álló jövedelmet, és emiatt az egyes termékekből elérhető fogyasztási szintet. Ha az induló hálózat – adott s_{ij} paraméterek – mellett nem létezik olyan j vállalat, amelyre az optimalizálási problémának van megoldása, akkor a háztartás nem hoz létre új kapcsolatot, hiszen ezzel várhatóan rosszabb helyzetbe kerülne. A kapcsolat megszüntetésére felírható döntési probléma nagyon hasonló az előzőhöz:

$$\begin{aligned} \max_{j \in \mathbf{F} | s_{ij}=1} \quad & \Delta C_i^- = \left(\sum_{k=1}^F s_{ik} c_{ik}^{\rho} - c_{ij}^{*\rho} \right)^{\frac{1}{\rho}} - \left(\sum_{k=1}^F s_{ik} c_{ik}^{\rho} \right)^{\frac{1}{\rho}} \\ \text{s.t.} \quad & \Delta C_i^- \geq 0 \\ & c_{ik} = s_{ik} (1 - \tau k_i) e_i p_k^{-\frac{1}{1-\rho}} P_i^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \quad k = 1, \dots, F \\ & c_{ik}^* = s_{ik} [e_i - \tau(k_i - 1)] p_k^{-\frac{1}{1-\rho}} P_i^{*\frac{\rho}{1-\rho}} \quad k = 1, \dots, F \\ & c_{ij}^* = [e_i - \tau(k_i - 1)] p_j^{-\frac{1}{1-\rho}} P_i^{*\frac{\rho}{1-\rho}}, \end{aligned} \quad (13)$$

ahol a P_i^* érzékelt árindexben ezúttal kihagyjuk az elhagyni kívánt j termék árát:

$$P_i^* = \left(P_i^{-\frac{\rho}{1-\rho}} - p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{-\frac{1-\rho}{\rho}}. \quad (14)$$

A kapcsolatmegszüntetési problémában a háztartás nyilvánvalóan azok közül a $j \in \mathbf{F}$ vállalatok közül választ, melyekkel már kapcsolatban van. Ha csak az egyik feladatnak van megoldása, akkor ez lesz a háztartás hálózattal kapcsolatos döntése. Ha viszont mindkét feladatnak van megoldása, és j^+ a kapcsolatlétesítési probléma megoldásából származó vállalat, j^- pedig a kapcsolat megszüntetésére irányuló probléma megoldása, akkor a hálózattal kapcsolatos döntés az alábbi egyszerű szabályra vezethető vissza:

$$\begin{aligned} s_{ij^+} &= 1, \quad \text{ha } \Delta C_i^+ \geq \Delta C_i^-; \\ s_{ij^-} &= 0, \quad \text{különben.} \end{aligned} \quad (15)$$

Könnyen megmutatható, hogy a (11) kapcsolatlétesítési probléma ekvivalens az alábbival:⁹

$$\begin{aligned} \min_{j \in \mathbf{F} | s_{ij}=0} \quad & p_j \\ \text{s.t.} \quad & 1 - \frac{\tau}{e_i - \tau k_i} \geq \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{p_j}{P_i} \right)^{-\frac{\rho}{1-\rho}}} \right)^{\frac{1-\rho}{\rho}}. \end{aligned} \quad (16)$$

⁹A levezetést megadjuk a függelékben.

Vagyis a háztartás (logikusan) a legkisebb árát kérő vállalathoz fog kapcsolódni, feltéve, hogy pozitív a fogyasztásának változása. Hasonlóképpen, a kapcsolat megszüntetésére vonatkozó optimalizálási problémánál a legdrágább terméket kínáló vállalatot keressük:

$$\begin{aligned} & \max_{j \in \mathbf{F} | s_{ij}=1} p_j \\ \text{s.t.} \quad & 1 + \frac{\tau}{e_i - \tau k_i} \geq \left(\frac{1}{1 - \left(\frac{p_j}{P_i} \right)^{-\frac{\rho}{1-\rho}}} \right)^{\frac{1-\rho}{\rho}}. \end{aligned} \quad (17)$$

3.2 A kialakuló hálózat és a paraméterek kapcsolata

Vegyük észre, hogy a (16) kapcsolatlétesítésre vonatkozó problémában a feltétel teljesülését, és emiatt egy újabb kapcsolat létrejöttét nehezíti, míg a (17) kapcsolat megszüntetésére vonatkozó probléma feltételének teljesülését, és emiatt egy kapcsolat megszűnését megkönnyíti a kapcsolatfenntartási költség (τ) emelkedése. Azt látjuk tehát, hogy a kapcsolatok száma, és emiatt a kialakuló hálózat sűrűsége τ növekedésével várhatóan csökken. Azt is látjuk, hogy kapcsolatfenntartási költség hiányában ($\tau = 0$) a háztartások minden kapcsolatot létrehozhatnak, és egyet sem szüntetnek meg, vagyis a kialakuló hálózat a teljes hálózat.¹⁰

Szintén megállapítható a feltételekből ρ , vagyis a termékhelyettesíthetőség szerepe. A kapcsolatlétesítésre vonatkozó kifejezésben szélsőségesen rugalmatlan termék helyettesíthetőség esetén ($\rho \rightarrow 0$) a kifejezés jobb oldala 0-hoz közelít, hiszen a zárójelben szereplő tag 1-nél kisebb. Ez azt jelenti, hogy a korlátozó feltétel bármely észszerű τ érték mellett teljesül. A kapcsolat megszüntetésére vonatkozó kifejezésben ellenben $\rho \rightarrow 0$ esetén a kifejezés sohasem teljesül, hiszen a kifejezés jobb oldala végtelenbe tart. Ezek alapján tökéletesen rugalmatlan termék helyettesíthetőség mellett a kialakuló hálózat a teljes hálózat. A háztartások számára a termékváltozatosság olyan fontos, hogy még magas kapcsolatfenntartási költséget is hajlandók elszemvedni annak érdekében, hogy a piacon található összes terméket fogyasztassák.

Ellenben $\rho \rightarrow 1$ esetén, vagyis tökéletes helyettesíthetőség mellett mindkét kifejezés jobb oldala 1-hez tart. Ekkor a kapcsolatlétesítésre vonatkozó korlátozó feltétel $\tau > 0$ esetén soha sem, míg a kapcsolat megszüntetésére vonatkozó feltétel minden esetben teljesül. Ezek alapján az egyensúlyi hálózat egy olyan ritka hálózat lesz, amelyben minden háztartás csak egy kapcsolatot tart fenn.¹¹ A háztartásoknak ebben az esetben nem származik hasznuk egy újabb kapcsolatból, hiszen a változatosság nem képvisel értéket számukra, még akkor sem, ha elenyésző a költsége a kapcsolatok fenntartásának. Ezek alapján arra számíthatunk, hogy a köztes esetekben ($0 < \rho < 1$, vagyis korlátozott termék helyettesíthetőség mellett) az üres és a teljes hálók közötti

¹⁰Ennek oka, hogy a (16) probléma feltételi függvényének jobb oldala mindig kisebb, mint 1, míg a (17) probléma feltételének jobb oldala mindig nagyobb 1-nél.

¹¹Az első kapcsolatot létrehozzák a háztartások, hiszen ebből mindenképpen hasznos-növekményük származik.

köztes hálózati struktúrák alakulnak ki.

3.3 A kialakuló hálózat és a skálahozadék kapcsolata

Az eddigiek alapján azt mondhatjuk, hogy a modellben alapvető tendencia van az alacsony árú kínálati szereplők koncentrálódására, míg a magas árát kínáló szereplők kiszorulnak a piacról. Ugyanakkor arra kell számítsunk, hogy a kapcsolati döntések eredményeként megváltozott termékkeresletekre a vállalatok hosszú távon reagálni fognak az áraik változtatásával. Vagyis fontos szerepe van a kialakuló hálózat struktúrájára nézve annak, miként reagálnak a kínálati árak a kereslet változásaira. Emiatt érdemes lehet a skálahozadék (vagyis az ár és a termelés kapcsolata) és a hálózati struktúra összefüggéseit is megvizsgálni. Ehhez tekintsünk egy klasszikus termelési függvényt, amely összefüggés értelmében egy adott vállalat termelése a felhasznált termelési input mennyiségének (jelöljük l_j -vel) és a vállalat termelékenységének (jelöljük A_j -vel) a függvénye:

$$y_j = f(l_j, A_j), \quad (18)$$

ahol $\frac{\partial y_j}{\partial l_j} > 0$ és $\frac{\partial y_j}{\partial A_j} > 0$. Ekkor a vállalat teljes költsége a következő:

$$TC_j = Wl_j = Wf^{-1}(y_j, A_j), \quad (19)$$

ahol W -vel jelöltük az l termelési input egységárát, és értelemszerűen $\frac{\partial l_j}{\partial y_j} > 0$, valamint $\frac{\partial l_j}{\partial A_j} < 0$. Ebből egyszerű deriválással adódik a profitmaximalizáló ár megállapításához szükséges vállalati határköltség:

$$MC_j = \frac{\partial TC_j}{\partial y_j} = W \frac{\partial f^{-1}(y_j, A_j)}{\partial y_j}. \quad (20)$$

Vagyis a j vállalat ára a (9) összefüggés értelmében:

$$p_j = \frac{W}{\rho} \frac{\partial f^{-1}(y_j, A_j)}{\partial y_j}, \quad (21)$$

ahol $y_j = \sum_{i=1}^H c_{ij}$, hiszen a vállalat az összes felmerülő keresletet kielégíti. A vállalati termelékenység növekedése az árát csökkenti, hiszen láttuk, hogy $\frac{\partial l_j}{\partial A_j} < 0$. Sokkal érdekesebb az, miként reagál az ár a kereslet megváltozására, amely a hozadék típusával van összefüggésben:

$$\frac{\partial p_j}{\partial y_j} = \frac{W}{\rho} \frac{\partial^2 f^{-1}(y_j, A_j)}{\partial y_j^2} \begin{cases} < 0 & \text{növekvő hozadék esetén,} \\ = 0 & \text{állandó hozadék esetén,} \\ > 0 & \text{csökkenő hozadék esetén.} \end{cases} \quad (22)$$

Ezek szerint amennyiben a vállalat növekvő hozadékot érzékel a termelésében, és ceteris paribus megnő a terméke iránti kereslet, akkor csökkenteni tudja a kínálati árát, hiszen a határköltség-függvénye ebben az esetben csökkenő. Konstans hozadék mellett az ár független a kereslet nagyságától, csökkenő hozadék esetén pedig a kínálati ár megnő a kereslet növekedésekor.

Az előzőekben megállapítottuk, hogy – amennyiben a vállalatok mindössze a kínálati árúban különböznek egymástól – a racionálisan viselkedő háztartások az aktuálisan legalacsonyabb árú vállalathoz fognak kapcsolódni, vagy pedig a legmagasabb árú vállalattal szakítják meg a kapcsolatukat, feltéve, hogy ez fogyasztásnövekedéssel jár. A gazdaságban érvényesülő hozadék típusa ezek szerint alapvetően befolyásolja azt, milyen lesz a háztartások kapcsolati döntései nyomán kialakuló hálózati struktúra. Ha a gazdaságban növekvő hozadék érvényesül, akkor az eleve nagyobb fokszerű vállalatok – melyek arányosan nagyobb keresletet érzékelnek – alacsonyabb árat tudnak érvényesíteni, ami tovább növeli a keresletet a termékeik iránt. Emiatt a kialakuló kapcsolati hálózat várhatóan erőteljesen koncentrált lesz, a fokszerűek eloszlásában aszimmetria lesz megfigyelhető.¹² Állandó hozadék esetén az ár független a kereslet nagyságától, emiatt homogén termelékenységek mellett a vállalati árak kiegyenlítődnének, és a háztartások véletlenszerűen választanak az azonos árat kínáló vállalatok közül. Vagyis a piaci hálózat egy véletlen hálózathoz lesz hasonlatos, melyben a fokszerűek eloszlása szimmetrikus, a véletlen hálózatokra jellemző binomiális eloszlást követ. Csökkenő hozadék esetén egy nagyobb fokszerű vállalat a megnövekvő keresletet csak áremeléssel tudja kielégíteni, ami egyre több háztartást ösztönöz arra, hogy megszakítsa a kapcsolatot az adott vállalattal, emiatt a fokszerűek kiegyenlítésére számíthatunk. Ezek alapján csökkenő hozadékú vállalatokra várhatóan szimmetrikus hálózati struktúrák alakulnak ki, melyekben a vállalati fokszerűek nagyon hasonlóak. Ugyanakkor ezek az eredmények szigorúan akkor érvényesek, ha a vállalati termelékenységek homogenitását feltételezzük.

A hozadék jellegén túl a vállalati termelékenységek eloszlása is befolyásolja a kialakuló hálózat fokszerűeloszlását. Láttuk, hogy a magasabb termelékenyséű vállalatok alacsonyabb árat tudnak érvényesíteni, emiatt egyensúlyban várhatóan magasabb fokszerűűek lesznek. Ezek alapján a termelékenységbeli heterogenitás aszimmetrikus irányba tolja el az egyensúlyi kapcsolati struktúrákat. Ezek szerint a kialakuló piaci hálózatban az eleve termelékenyebb vállalatok lesznek azok, melyek erőteljesebben beágyazódnak a hálózatba, és az átlagosnál magasabb fokszerűvel rendelkeznek egyensúlyban. Vagyis a magasabb termelékenység miatti hatékonysági előny a hálózati struktúrában is realizálódik úgy, hogy a termelékenyebb vállalatok lesznek a hálózat centrálisabb elemei. A heterogenitás mértékének emelkedése nyilvánvalóan erősíti ezt a tendenciát.

¹²Párhuzamba állítható az itt kapott eredménnyel Krugman (1991) modellje, amely alapján a termelés földrajzi koncentrációját eredményezheti, ha egyszerre van jelen a vállalatok termelésében érvényesülő növekvő hozadék és a piacok közötti kereskedelmi tranzakciókra (import és export) fizetett szállítási költség. Minél kisebb a szállítási költség és/vagy minél erőteljesebben érvényesül a növekvő hozadék, annál erőteljesebb a földrajzi koncentráció is. Ezek szerint ugyanezek a mechanizmusok a piac szintjén is működnek, ha a piaci kapcsolatokhoz rendeljük hozzá a tranzakciós költséget.

4 A vállalatok hálózatformálódási döntése

4.1 A vállalatok döntési problémája

A vállalatok kapcsolatlétesítési döntésének vizsgálatánál abból kell kiindulnunk, hogy a piacon már termelő j vállalat akkor fog létrehozni újabb kapcsolatot, ha várhatóan növelni tudja ezzel a profitját, vagyis ha a kapcsolatból származó potenciális haszna nagyobb, mint a kapcsolatból származó többletköltsége. Az új kapcsolat haszna az érzékelt kereslet növekedése, hiszen minden egyes kapcsolat várhatóan megnöveli a j vállalat terméke iránti keresletet, amely pótlólagos bevételt jelent. A kapcsolat költsége két részből tevődik össze, egyrészt megnő a termelés költsége, hiszen a többletkeresletet meg kell termelnie a vállalatnak. Másrészt a kapcsolat kialakítása is költséges. Ez utóbbit értelmezhetjük reklámköltségként – annak érdekében, hogy a vállalat termékét több háztartás fogyassza, szélesebb körben kell reklámoznia azt. Jelöljük ezt a költséget a továbbiakban is τ -val. Ha tehát a vállalat növelni szeretné a vásárlóinak a számát, ez feltevés szerint τ többlet-reklámköltséget jelent számára. Mindezek figyelembevétele mellett a j vállalat célja az, hogy azzal a fogyasztóval (vagy fogyasztói szegmessel) alakítson ki kapcsolatot, amely a legnagyobb addicionális profitot ígéri, a profitjának a változását szeretné tehát maximalizálni, feltéve, hogy ez nemnegatív. A probléma tehát a következőképp írható fel:

$$\begin{aligned} \max_{i \in \mathbf{H} | s_{ij}=0} \quad & \Delta \Pi_j = (p_j - MC_j(y_j))c_{ij}^* - \tau \\ \text{s.t.} \quad & \Delta \Pi_j \geq 0 \\ & p_j = \frac{MC_j(y_j)}{\rho} \\ & y_j = \sum_{l=1}^H c_{lj} \\ & c_{ij}^* = e_i p_j^{-\frac{1}{1-\rho}} P_i^{*\frac{\rho}{1-\rho}}, \end{aligned} \tag{23}$$

ahol a várható többletkereslet költségekre tett hatása közelítőleg $MC_j(y_j)c_{ij}^*$, illetve P_i^* az i háztartás által érzékelt árindex, ahol már figyelembe vesszük a vállalat termékének árát is:

$$P_i^* = \left(\sum_{k=1}^F s_{ik} p_k^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{-\frac{1-\rho}{\rho}}. \tag{24}$$

Jól látszik, hogy a probléma felírásánál azzal a lényeges egyszerűsítéssel élünk, hogy a vállalat nem veszi figyelembe a várható új kereslet (határköltségen keresztül) saját árára tett hatását. Ez realiztikus feltevés lehet akkor, ha az új kapcsolatból származó többletkereslet relatíve kicsi a vállalat meglévő keresletéhez képest. Ha az adott induló hálózat (s_{ij} paraméterek) mellett nem létezik olyan i háztartás, amelyre a fenti optimalizálási problémának van megoldása, akkor a vállalat nem hoz létre új kapcsolatot, hiszen

ezzel várhatóan csökkenne a profitja. A feltételi függvényeket behelyettesítve a célfüggvénybe megmutatható, hogy a probléma ekvivalens az alábbival:¹³

$$\begin{aligned} \max_{i \in \mathbf{H} | s_{ij}=0} \quad & \frac{e_i}{\sum_{k=1}^F s_{ik} \left(\frac{MC_k(y_k)}{MC_j(y_j)} \right)^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + 1} \\ \text{s.t.} \quad & \frac{(1-\rho)e_i}{\sum_{k=1}^F s_{ik} \left(\frac{MC_k(y_k)}{MC_j(y_j)} \right)^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + 1} \geq \tau. \end{aligned} \quad (25)$$

Ezek szerint a vállalat azokat a háztartásokat preferálja a kapcsolatlétesítési döntésében, melyek magasabb fogyasztási célú jövedelemmel rendelkeznek (e_i értéke magas), kevés terméktípust vásárolnak (a nevezőben levő összeg várhatóan annál kisebb, minél kevesebb tagból áll), és/vagy jellemzően a saját termék árához képest drágább termékeket fogyasztanak (az MC_k/MC_j relatív határkölségek nagyobbak az esetükben).

4.2 A kialakuló hálózat és a paraméterek kapcsolata

A (25) probléma feltételét megvizsgálva az látszik, hogy ha csökken a vállalat határkölsége, akkor a vállalat várhatóan több kapcsolatot tud létrehozni, hiszen a kifejezés bal oldala MC_j -ben csökkenő, vagyis a határkölség növekedésével romlik a valószínűsége egy új kapcsolat kialakításának. Ugyanakkor nem csak önmagában a határkölség számít, hanem sokkal inkább az, hogyan viszonyul a vállalat saját határkölsége a háztartással kapcsolatban levő többi vállalat határkölségéhez. Azok a vállalatok tehát, melyek relatíve hatékonyabban termelnek a piacon, várhatóan több kapcsolatot tudnak kialakítani, mint a kevésbé hatékony vállalatok.

A kifejezés alapján a vállalat számára egy újabb kapcsolat kialakítását megnehezíti a kapcsolatlétesítési költség emelkedése. Azt is látjuk, hogy $\tau \rightarrow 0$ esetén a feltétel mindig teljesül, vagyis a vállalatok minden kapcsolatot létrehozhatnak, és emiatt a kialakuló hálózat a teljes hálózat (ugyanaz volt a tendencia a háztartások kapcsolatlétesítési döntésénél).

A termékek közötti helyettesítés rugalmasságának (ρ) hatása a vállalat kapcsolatlétesítési döntésére nem egészen egyértelmű, emiatt ennek vizsgálatára a későbbiekben még visszatérünk. Érdekes ugyanakkor megfigyelni ρ viselkedését a határértékeken. Amennyiben $\rho \rightarrow 0$, a feltétel bal oldalának határértéke konstans, és emiatt a vállalat azokkal a háztartásokkal létesít kapcsolatot, melyekre $\frac{e_i}{k_i+1} \geq \tau e$. Ellenben $\rho \rightarrow 1$ esetén a feltétel bal oldala 0-hoz tart, emiatt a vállalatok lényegesen kevesebb kapcsolatot fognak kiala-

¹³A levezetést megadjuk a függelékben.

kítani. Formálisan:

$$\lim_{\rho \rightarrow 0} \frac{(1 - \rho)e_i}{\sum_{k=1}^F s_{ik} \left(\frac{MC_k(y_k)}{MC_j(y_j)} \right)^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + 1} = \frac{e_i}{k_i + 1}$$

$$\lim_{\rho \rightarrow 1} \frac{(1 - \rho)e_i}{\sum_{k=1}^F s_{ik} \left(\frac{MC_k(y_k)}{MC_j(y_j)} \right)^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + 1} = 0. \quad (26)$$

Ezek az eredmények egyúttal azt is jelentik, hogy a vállalatok kapcsolatlétesítési döntése nem teljes kapcsoltságot eredményez. A kialakuló piaci kapcsolati hálózat tökéletlen, a szereplők számára nem racionális létrehozni az összes lehetséges kapcsolatot, amennyiben a kapcsolat kialakítása költséges. Ez az eredmény – együtt a háztartások kapcsolati döntésénél kapott eredménnyel – rámutat arra, hogy a teljes kapcsoltság feltételezése a piaci modellekben erősen torzító, és nem feltétlenül tükrözi a piaci szereplők racionális viselkedését.

4.3 A kialakuló hálózat és a skálahozadék kapcsolata

A vállalatok kapcsolatlétesítési döntésénél azzal az egyszerűsítéssel éltünk, hogy az aktuális döntésben a vállalatok nem veszik figyelembe az új kapcsolatból adódó többletkereslet hatását a saját árakra, amely feltevés lényegesen leegyszerűsítette a problémát. Ugyanakkor hosszú távon a tartósan magasabb kereslet hatását a vállalatok előbb-utóbb érzékelné fogják a költségeik alakulásában. Kapcsoljuk be emiatt ezúttal is az elemzésbe a vállalatok termelésében megnyilvánuló skálahozadékot. A skálahozadék jellege ugyanis alapvetően befolyásolja azt, miként reagálnak a vállalati határkölségek a kereslet megváltozására. Emlékeztetőül:

$$\frac{\partial MC_j}{\partial y_j} \begin{cases} < 0 & \text{növekvő hozadék esetén,} \\ = 0 & \text{állandó hozadék esetén,} \\ > 0 & \text{csökkenő hozadék esetén.} \end{cases} \quad (27)$$

Mindebből az következik, hogy a háztartásoknál már ismertett mechanizmusok most is működnek. Ha a vállalat növekvő hozadékot érzékel a termelésében, akkor a magasabb kapcsolatszámából adódó többletkereslet hatására csökken a határkölsége, amely azt eredményezi, hogy nő a relatív hatékonysága a többi piacon levő vállalathoz képest, emiatt nő az esélye egy újabb kapcsolat kialakítására. Vagyis növekvő hozadék mellett a kialakuló hálózati struktúra aszimmetrikus, és a hatékonyabb vállalatok erőteljesebben kapcsolnak. A termelékenységbeli heterogenitás nyilvánvalóan felerősíti ezt a tendenciát. Állandó hozadék esetén a határkölség nem reagál a kereslet megváltozására, emiatt az egyes vállalatok termelékenysége fogja meghatározni azt, melyik vállalat tud magasabb hatékonysággal termelni, és emiatt több kapcsolatot kialakítani. Csökkenő hozadék esetén a megnövekvő kereslet hatására a vállalat határkölsége emelkedik, emiatt csökken a relatív hatékonysága a többi vállalathoz képest, vagyis romlik az esélye annak, hogy

egy újabb kapcsolatot tudjon kialakítani. A kialakuló hálózatban a fokszámoszlás aszimmetriájának mértéke tehát kisebb lesz ebben az esetben, mint növekvő hozadék mellett termelő vállalatokra.

4.4 Egy speciális eset: konstans határkölség a vállalatok termelésében

Ebben a szakaszban az eddigi általános elemzéshez képest két egyszerűsítő feltevéssel élünk. Egyrészt legyen a vállalatok határkölsége konstans, másrészt legyenek a háztartások identikusak. Ez a két lényegi egyszerűsítés lehetővé teszi, hogy analitikus formában is levezethető legyen az egyes vállalatok egyensúlyi kapcsolatszáma, amely érdekes következtetésekre vezet majd. Jelöljük a konstans határkölséget a j vállalat esetén MC_j -vel. Ekkor a (25) probléma feltétele az alábbi egyszerűbb formában írható fel:

$$\frac{(1 - \rho)e}{\sum_{k=1}^F s_{*k} \left(\frac{MC_k}{MC_j} \right)^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + 1} \geq \tau. \quad (28)$$

Ha a vállalati határkölségek eloszlása szimmetrikus, és emiatt a feltételben a vállalati határkölségeket az átlagos határkölséggel helyettesítjük ($\forall k : MC_k = MC$), akkor ki tudjuk számolni a j vállalat egyensúlyi foksámát:

$$\frac{(1 - \rho)e}{k^H \left(\frac{MC}{MC_j} \right)^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + 1} \geq \tau, \quad (29)$$

ahol MC az átlagos határkölség, míg k^H a reprezentatív háztartás várható foksáma. Vegyük észre, hogy (29) bal oldala k^H -ban monoton csökkenő, emiatt a j vállalat szempontjából optimális foksám ott van, ahol a kifejezés egyenlőségre teljesül:

$$k_j^H = \frac{(1 - \rho)e - \tau}{\tau} \left(\frac{MC}{MC_j} \right)^{\frac{\rho}{1-\rho}}. \quad (30)$$

Ez a k_j^H -ra kapott kifejezés megadja azt, hogy a j vállalat szempontjából mennyi a várt foksáma egy reprezentatív háztartásnak. Ha H a háztartások, míg F a vállalatok száma, akkor ezt könnyen átkonvertálhatjuk a vállalatra vonatkozó foksámmá:

$$k_j = \frac{H}{F} k_j^H = \frac{H}{F} \frac{(1 - \rho)e - \tau}{\tau} \left(\frac{MC}{MC_j} \right)^{\frac{\rho}{1-\rho}}. \quad (31)$$

Ezek szerint a j vállalat foksámát az határozza meg, hogy milyen a vállalat átlaghoz viszonyított relatív hatékonysága (az MC/MC_j arány). Az átlagosnál hatékonyabban termelő vállalatok több háztartáshoz kapcsolódnak egyensúlyban, mint az átlagoshoz képest kevésbé hatékony vállalatok. Ha az MC/MC_j arány növekszik, vagyis a j vállalat hatékonysága javul az átlagos

hatékonysághoz képest, akkor a vállalat fokszáma is növekszik. Ennek oka, hogy a vállalat terméke relatíve vonzóbbá (olcsóbbá) válik a többi termékhez képest a háztartások számára, vagyis a háztartások várhatóan átrendezik a fogyasztásukat, és magasabb potenciális keresletet támasztanak a j vállalat terméke iránt, ami javítja a profitkilátásokat.

Ugyanakkor az is látszik a kifejezésből, hogy a termékek közötti helyettesítés rugalmasságának (ρ) hatása nem egyformán érinti a különböző hatékonyságú vállalatok fokszámát. Magasabb rugalmasság a termék helyettesítésben (nagyobb ρ) csökkenti a kínálati árban érvényesített markup nagyságát, vagyis alacsonyabb árat tesz lehetővé a vállalatok számára. Ez pedig csökkenti egy új kapcsolatból várható addicionális bevétel nagyságát is, ami általánosságban a vállalati fokszámok csökkenéséhez vezet. Ugyanakkor a magasabb rugalmasság egyúttal azt is jelenti, hogy a háztartások számára kevésbé fontos a termékváltozatosság. Vagyis egyre jellemzőbb lesz az, hogy a kereslet eltolódik a hatékonyabb és ezzel együtt olcsóbb árat meghatározó vállalatok termékei iránt. Emiatt az átlagosnál hatékonyabb vállalatok ($MC_j < MC$) fokszáma várhatóan növekszik, míg az átlagosnál rosszabb hatékonyságú vállalatok ($MC_j > MC$) fokszáma várhatóan csökken. Vagyis ρ emelkedése megnöveli a fokszámok szórását. Ezek alapján arra számíthatunk, hogy a gazdaságban érvényesülő helyettesítési rugalmasság befolyásolja a kialakuló hálózat struktúráját, és ρ emelkedése növeli a fokszámok eloszlásában megmutatkozó szórást.

Vegyük észre, hogy a fokszámra kapott kifejezés felírható az alábbi összefüggéssel is:

$$k_j = a \left(\frac{MC_j}{MC} \right)^{-r}, \quad (32)$$

ahol $a = \frac{H}{F} \frac{(1-\rho)e^{-\tau}}{\tau}$, illetve $r = \frac{\rho}{1-\rho}$ konstansok. Ezek szerint a vállalati fokszámokat egy hatványfüggvény definiálja, ahol a modell paraméterei határozzák meg a függvény pontos alakját, míg a vállalatok határkölségei – mint egyetlen változó – befolyásolják a függvény értékét. Mindez azt is jelenti, hogy a fokszámok eloszlását a vállalati határkölségek eloszlása határozza meg a következőképpen:

$$p(k_j) \sim ap \left(\frac{MC_j}{MC} \right)^{-r}, \quad (33)$$

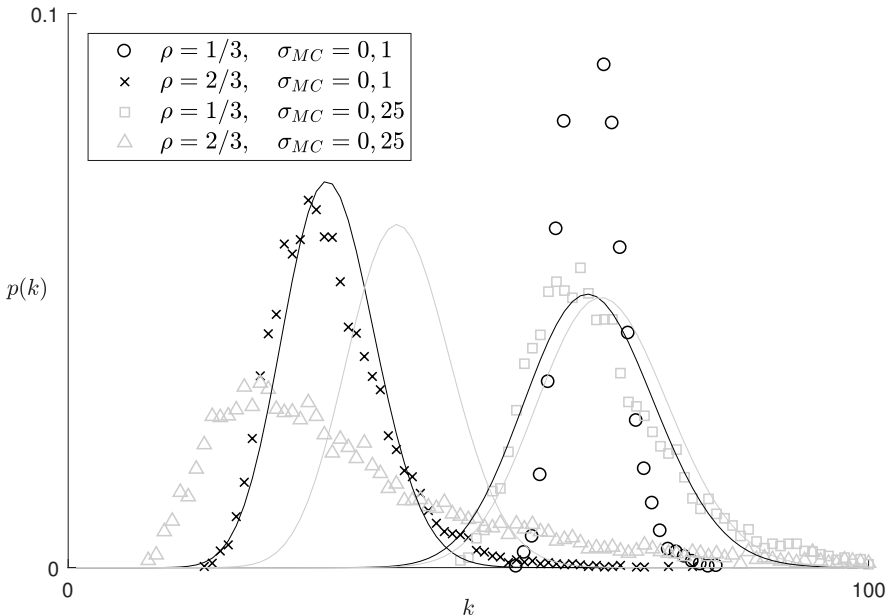
ahol $p(k_j)$ a fokszámeloszlást, míg $p \left(\frac{MC_j}{MC} \right)$ az (átlaggal normált) határkölségek eloszlását jelöli. A fokszámeloszlás alakját ezek szerint két tényező befolyásolja. Egyrészt a vállalati határkölségek eloszlása, hiszen ez a fokszámok egyensúlyi értékét meghatározó mögöttes eloszlás. Másrészt függ a fokszámeloszlás alakja a kitevő és emiatt ρ értékétől is, hiszen ennek értéke határozza meg azt, miként módosul a fokszámeloszlás a határkölségek eloszlásához képest. A hatványfüggvény tulajdonságaiból adódóan az átlagosnál hatékonyabb vállalatok ($MC_j/MC < 1$) határkölségét a kitevő erőteljesebben módosítja, mint az átlagosnál rosszabb hatékonyságú vállalatokét ($MC_j/MC > 1$), emiatt $\rho > 0$ esetén a fokszámok eloszlása aszimmetrikus irányba tolódik

el, ahogy ρ értéke növekszik. Minél nagyobb ρ és ennek megfelelően a kitevő értéke, annál erőteljesebben módosítja az eredeti eloszlást a hatványfüggvénykapcsolat, vagyis egyre aszimmetrikusabb fokszámeloszlást kapunk, ahogy $\rho \rightarrow 1$.

Ennek illusztrálásához tegyük fel, hogy MC_j véletlen változók MC várható értékű és σ_{MC} szórású normális eloszlásból származnak:

$$MC_j \sim \mathcal{N}(MC, \sigma_{MC}). \quad (34)$$

Éljünk a paraméterekre vonatkozóan a következő feltevésekkel: $MC = 1$, $\sigma_{MC} = \{0,1; 0,25\}$, $e = 1$, $\tau = 0,01$, $H = F = 10\,000$ és $\rho = \{1/3; 2/3\}$. A 2. ábra a kapott vállalati fokszámeloszlásokat mutatja különböző ρ és σ_{MC} értékekre. Az ábrán folytonos vonallal feltüntettük azokat a fokszámeloszlásokat is, melyek a fokszámszámok azonos várható értékű, de normális eloszlása esetén adódnának.



2. ábra. Vállalati fokszámszámok eloszlása az endogén hálózatban a vállalati határkölségek normális eloszlása mellett, különböző ρ és σ_{MC} értékekre (vízszintes tengelyen a fokszámszámok, függőleges tengelyen azok előfordulási valószínűsége szerepel). Forrás: Saját szerkesztés Matlab segítségével

Az ábra megerősíti az eddigi eredményeinket. Egyrészt, magasabb szórás a vállalati határkölségekben nagyobb szórású fokszámszám eloszlást eredményez, lásd például a $\rho = 1/3$ esetén adódó fokszámszám eloszlásokat (a két magasabban fekvő eloszlás). Másrészt, a helyettesítés rugalmasságának növekedése növeli az eloszlás aszimmetriáját. Különösen látványos ez a $\rho = 2/3$ és $\sigma_{MC} = 0,25$ esetén adódó fokszámszám eloszlásnál, ahol az eloszlást szemmel láthatóan jobb oldali aszimmetria és vastagfarkúság jellemzi. Ez azt jelenti,

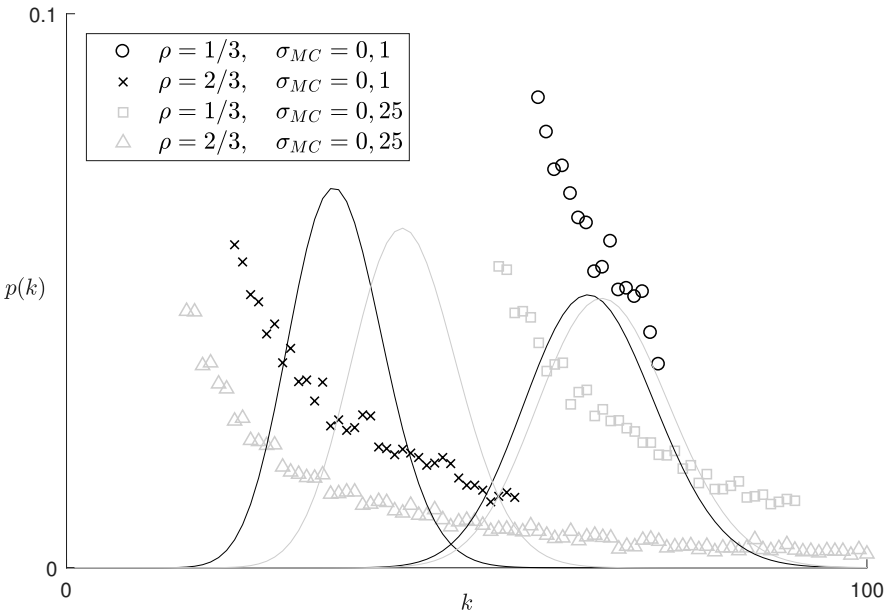
hogy a többségében alacsony fokszerű vállalatok mellett jelen vannak a piacon kifejezetten nagy szereplők is, melyek kiugróan magas fokszerűek, és magas keresletet elégítenek ki. Ez a skálafüggetlen jellege a hálózatnak abból fakad, hogy a versenyképesebb vállalatok alacsonyabb kínálati árat tudnak meghatározni, emiatt vonzóbbak a fogyasztók számára, és több kapcsolatot tudnak kialakítani. Vagyis a modellben működik egy tendencia a termelékeny vállalatok koncentrációjára, ami a skálafüggetlen jelleget is elősegíti.¹⁴ Ennek a megállapításnak empirikus jelentősége is van, hiszen empirikus vizsgálatok alapján a vállalatok méreteloszlása erőteljes ferdeséggel bír, és a skálafüggetlen hálózatokra jellemző hatványtörvény eloszlást követi (Axtell, 1954; Simon és Bonini, 1958).

Még látványosabban nyilvánul meg a kialakuló fokszerűeloszlás skálafüggetlensége, ha a vállalati határkölségek egyenletes eloszlását feltételezzük:

$$MC_j \sim \mathcal{U}(MC, \sigma_{MC}), \quad (35)$$

ahol MC adja meg a határkölség várható értékét, míg σ_{MC} az eloszlás terjedelmét definiálja az alábbi összefüggés szerint:

$$MC_j \in [MC(1 - \sigma_{MC}), MC(1 + \sigma_{MC})]. \quad (36)$$



3. ábra. Vállalati fokszerűek eloszlása az endogén hálózatban a határkölségek egyenletes eloszlása mellett, különböző ρ és σ_{MC} értékekre (vízszintes tengelyen a fokszerűek, függőleges tengelyen azok előfordulási valószínűsége szerepel). Forrás: Saját szerkesztés Matlab segítségével

¹⁴Nagyon hasonló eredményt kaptunk a háztartások hálózati döntési problémájának elemzésekor is.

A 3. ábra a határköltségek egyenletes eloszlása esetén kapott fokszámeloszlásokat mutatja be, megint csak különböző ρ és σ_{MC} értékekre. A tendenciák megegyeznek a határköltségek normális eloszlása esetén látott összefüggésekkel, viszont ezúttal a fokszámeloszlást ρ értékétől függetlenül aszimmetria és vastagfarkúság jellemzi, akárcsak a skálafüggetlen eloszlást.

5 Tanulságok és összegzés

A tanulmányban a monopolisztikus verseny klasszikus piaci modelljét egészítettük ki a piaci szereplők nem teljes kapcsoltságának feltevésével. Megvizsgáltuk továbbá a modellben az endogén hálózatformálódás lehetőségét is mind a háztartások, mind a vállalatok kapcsolatlétesítési döntésének modellezésével. Összefoglalva a hálózatformálódási döntések modellezéséből levont tanulságokat, azt mondhatjuk, hogy bizonyos feltételek mellett mind a háztartások, mind a vállalatok döntésében megjelenik a preferenciális kapcsolódási mechanizmus, és annak eredményeként a piaci kapcsolatok eloszlásának skálafüggetlensége. A háztartások az olcsó terméket kínáló vállalatokat preferálják a kapcsolatlétesítési döntésükben, míg a magas árat kérő vállalatokkal inkább megszakítják a kapcsolatukat. Emiatt a termelékenységbeli heterogenitás az alacsonyabb határköltségen termelő vállalatok hatékonyabb árképzése következtében természetes módon eredményezi a vállalatok kapcsolataiban megmutatkozó aszimmetriát. Ugyanezt tapasztaltuk a vállalatok hálózatformálódási döntését elemezve is, az alacsonyabb határköltségen termelő vállalatok több kapcsolatot tudnak kialakítani, hiszen olcsóbb termékük miatt vonzóbbak a háztartások számára. Ugyanakkor ez az összefüggés nem lineáris, a piacon érvényesülő korlátozott termék helyettesíthetőség és a vállalati határköltségek szimmetrikus eloszlása együttesen aszimmetrikus fokszámeloszlást tud eredményezni. A kialakuló fokszámeloszlást emiatt adott esetben skálafüggetlenség jellemzi. Az eredményeink egyúttal arra is rámutatnak, hogy a teljes kapcsolatrendszerek standard feltevése a modellekben nem feltétlenül észszerű feltevés, a szereplők motivációinak jobban megfelel a tökéletlen kapcsoltság, amennyiben piaci tranzakciós költségek jelenlétét feltételezhetjük (pl. információs vagy szállítási költségek). Fontos ugyanakkor kihangsúlyozni, hogy a vizsgált hálózatformálódási modellekben a szereplők rövid távon és szekvenciálisan hoztak döntéseket, amely eredményeként kialakuló kapcsolati hálózat nem feltétlenül esik egybe a hosszú távon optimális egyensúlyi helyzettel. Ez utóbbi kérdés vizsgálatához a szerzők a hálózati megközelítésből fakadó komplexitás és a CES-formula nemlinearitása miatt szimulációs modellezést javasolnak.

A hálózatformálódási modellekből levont következtetéseket érdemes összevetni a meglévő szakirodalmi eredményekkel. Néhány bemutatott eredmény teljes kapcsoltság mellett, vagyis hálózati megközelítés nélkül is fennáll, ugyanakkor a hálózati perspektíva árnyalta az ismereteinket ezekkel az eredményekkel kapcsolatban. Így például láttuk, hogy a kapcsolatokhoz kötődő tranzakciós költség bevezetése a modellbe azt eredményezte, hogy a szereplők nem

hozták létre az összes kapcsolatot, vagyis a tranzakciók száma csökkent a teljes kapcsoltsághoz képest. Ez a mechanizmus teljes kapcsoltság mellett is működik: ha a fogyasztáshoz tranzakciós költség kapcsolódik, és emiatt alacsonyabb a háztartások fogyasztási célú jövedelme, akkor egyensúlyi helyzetben kevesebb lesz a vállalatok száma a piacon, és emiatt kevesebb tranzakció fog megvalósulni, ugyanakkor a tranzakciós költség bevezetése szimmetrikusan érinti a vállalatokat (Osharin és Thisse, 2014). A bevezetett hálózatformálódási modell éppen arra mutat rá, hogy a tranzakciós költség emelkedése nem egyformán érinti az eladókat, hiszen egy adott vállalat kitettséget befolyásolja többek között a kapcsoltsága, de a termelésben érvényesülő hozadék jellege is. Összességében a kevesebb tranzakció aszimmetrikusan oszlik el a vállalatok között, ha hálózati megközelítésben elemezzük a modellt. Ugyanez igaz a helyettesítés rugalmasságának szerepére is. Magasabb helyettesíthetőség mellett a szereplők kevesebb kapcsolatot hoznak létre a hálózatformálódási modell eredményei alapján. Ha teljes kapcsoltságot feltételezünk, akkor szintén azt látjuk, hogy erősebb termék helyettesíthetőség mellett a vállalatok egyensúlyi száma alacsonyabb, vagyis kisebb a piaci tranzakciók száma (Dhingra és Morrow, 2019). Ugyanakkor a hálózatformálódási modellben a hálózati megközelítés miatt ezúttal is teljesül az, hogy a hatások nem egyformán érintik a szereplőket. Végül a termelékenységbeli heterogenitás teljes kapcsoltság mellett is azt eredményezi, hogy a termelékenyebb vállalatok nagyobb keresletet érzékelnek, és emiatt nagyobb volumenű tranzakciókat bonyolítanak le (Dhingra és Morrow, 2019; Melitz, 2003). A hálózatformálódási modell viszont rámutat arra is, hogy a pozitív visszacsatolás miatt önmagában a növekvő hozadék is képes ezt az aszimmetriát eredményezni a piacon, amit a vállalati termelékenységekben levő különbségek még tovább fokoznak. Ráadásul analitikusan is megmutattuk, hogy a termelékenységbeli heterogenitás konstans határköltségek mellett skálafüggetlen foksám-, és ezzel együtt méreteloszlását eredményezi a piacon működő vállalatoknak.

A CES-aggregátoron alapuló monopolisztikus piaci modellekben – akár csak a tanulmányban bemutatott modellben – a termékek között tökéletlen helyettesítést feltételezünk, ami azt eredményezi, hogy a termékváltozatlanságnak pozitív jóléti hatása van. Ugyanakkor, ezekben a modellekben bármely két termék között egyforma a helyettesítés rugalmassága. Vagyis a modell fogyasztója szempontjából közömbös például egy helyi kisvállalkozó által hazai alapanyagokból, belföldön gyártott termék, és egy multinacionális cég által forgalmazott, külföldről importált, külföldi munkaerővel előállított termék, amennyiben az árak megegyezik. Modellünkben ennek következtében az ár volt az egyetlen domináns tényező, amely befolyásolta a hálózatformálódási döntéseket, és amely az alacsony árú eladók preferenciális kapcsolódását eredményezte. Célszerű lenne emiatt a további kutatásokban ezen a feltevésen lazítani, és általánosabb függvényformákkal dolgozni, melyek a helyettesíthetőségre nézve kevésbé szigorúak.

Köszönet

A K138401 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a K_21 pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Irodalom

1. Akerlof, G. A. és J. L. Yellen (1985). A Near-Rational Model of the Business Cycle, With Wage and Price Inertia. *The Quarterly Journal of Economics*, 100, 823–838.
2. Albert, R., H. Jeong és A.-L. Barabási (1999). Diameter of the World Wide Web. *Nature*, 401, 130–131.
3. Axtell, R. (1954). Zipf distribution of U.S. firm sizes. *Science*, 293, 1818–1820.
4. Bala, V. és S. Goyal (2000). A Noncooperative Model of Network Formation. *Econometrica*, 68(5), 1181–1229.
5. Barabási, A-L. (2016). *Network Science*. Cambridge University Press.
6. Barabási, A-L. és R. Albert (1999). Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*, 286, 509–512.
7. Barro, R. (1976). Rational Expectations and the Role of Monetary Policy. *Journal of Monetary Economics*, 2(1), 1–32.
8. Blanchard, O. J. és N. Kiyotaki (1987). Monopolistic Competition and the Effects of Aggregate Demand. *The American Economic Review*, 77(4), 647–666.
9. Brakman, S., H. Garretsen és C. Marrewijk (2009). *The New Introduction to Geographical Economics*. Cambridge University Press.
10. Dhingra, S. és J. Morrow (2019). Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity under Firm Heterogeneity. *Journal of Political Economy*, 127(1), 196–232.
11. Dixit, A. K. és V. Norman (1980). *Theory of International Trade*. Cambridge University Press.
12. Dixit, A. K. és J. E. Stiglitz (1977). Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity. *The American Economic Review*, 67(3), 297–308.
13. Erdős, P. és A. Rényi (1959). On Random Graphs. *Publicationes Mathematicae*, 6, 290–297.
14. Ethier, W. J. (1982). National and International Returns to Scale in the Modern Theory of International Trade. *The American Economic Review*, 72(3), 389–405.
15. Gabaix, X. (2011). The Granular Origins of Aggregate Fluctuations. *Econometrica*, 79(3), 733–772.
16. Galí, J. (2008). *Monetary Policy, Inflation and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework*. Princeton University Press.
17. Granovetter, M. (1985). Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness. *American Journal of Sociology*, 91(3), 481–510.
18. Grossman, G. és E. Helpman (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*. The MIT Press.

19. Gualdi, S. és A. Mandel (2016). On the emergence of scale-free production networks. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 73(3), 61–77.
20. Jackson, M. (2005). A Survey of Models of Network Formation: Stability and Efficiency. *Group Formation in Economics: Networks, Clubs, and Coalitions*. Szerk. G. Demange és M. Wooders. Cambridge University Press.
21. — (2008). *Social and Economic Networks*. Princeton University Press.
22. Kirman, A. (1997). The economy as an evolving network. *Journal of Evolutionary Economics*, 7(4), 339–353.
23. König, M. és S. Battiston (2009). From Graph Theory to Models of Economic Networks. A Tutorial. *Networks, Topology and Dynamics. Theory and Applications to Economics and Social Systems*. Szerk. A. Naimzada, S. Stefani és A. Torriero. Springer.
24. Krugman, P. (1979). Increasing Returns, Monopolistic Competition, and International Trade. *Journal of International Economics*, 9, 469–479.
25. — (1991). Increasing Returns and Economic Geography. *The Journal of Political Economy*, 99(3), 483–499.
26. Longauer, D. és T. Sebestyén (2019). Hálózati struktúra és nem teljes információ egy monopolisztikus versenyre épülő modellben. *Közgazdasági Szemle*, 66, 1257–1283.
27. Lucas, R. E. (1972). Expectations and the Neutrality of Money. *Journal of Economic Theory*, 4(2), 103–124.
28. Marvel, H. P. (1976). The Economics of Information and Retail Gasoline Price Behavior: An Empirical Analysis. *Journal of Political Economy*, 84(5), 1033–1060.
29. Matsuyama, K. (1993). Modelling Complementarity in Monopolistic Competition. Federal Reserve Bank of Minneapolis Discussion Paper.
30. Melitz, J. (2003). The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity. *Econometrica*, 71(6), 1695–1725.
31. Mérő, L. (2014). *A csodák logikája. A kiszámíthatatlan tudománya*. Budapest: Tericum Kiadó.
32. Osharin, A. és J-F. Thisse (2014). Monopolistic competition and income dispersion. *Economics Letters*, 122(2), 348–352.
33. Polányi, K. (1944). *The Great Transformation*. Boston: Beacon Press.
34. Reis, R. (2006a). Inattentive Consumers. *Journal of Monetary Economics*, 53(8), 1761–1800.
35. — (2006b). Inattentive Producers. *Review of Economic Studies*, 73(3), 793–821.
36. Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71–102.
37. Simon, H. A. és C. P. Bonini (1958). The Size Distribution of Business Firms. *The American Economic Review*, 48(4), 607–617.
38. Sims, C. A. (2003). Implications of Rational Inattention. *Journal of Monetary Economics*, 50(3), 665–690.
39. — (2010). Rational Inattention and Monetary Economics. *Handbook of Monetary Economics*. Szerk. B. M. Friedman és M. Woodford. North-Holland: Amsterdam in Press.

40. Stigler, G. J. (1961). The Economics of Information. *The Journal of Political Economy*, 69(3), 213–225.
41. Tirole, J. (1988). *The Theory of Industrial Organization*. The MIT Press.
42. Watts, D. és S. Strogatz (1998). Collective Dynamics of „Small-World” Networks. *Nature*, 393(4), 440–442.

Függelék

A háztartások keresleti függvényének levezetése

Az optimalizálási feladathoz tartozó Lagrange-függvény és az elsőrendű deriváltak:

$$L_i(c_{ij}, \lambda_i) = \left(\sum_{j=1}^F s_{ij} c_{ij}^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} - \lambda_i \left(\sum_{j=1}^F p_j c_{ij} - e_i \right)$$

$$\frac{\partial L_i}{\partial c_{ij}} = \frac{1}{\rho} \left(\sum_{j=1}^F s_{ij} c_{ij}^\rho \right)^{\frac{1}{\rho} - 1} \rho s_{ij} c_{ij}^{\rho-1} - \lambda_i p_j = 0 \quad j = 1, \dots, F$$

$$\frac{\partial L_i}{\partial \lambda_i} = e_i - \sum_{j=1}^F p_j c_{ij} = 0.$$

Az első elsőrendű feltétel alapján:

$$c_{ij} = s_{ij} C_i \left(\lambda_i p_j \right)^{-\frac{1}{1-\rho}}.$$

Vegyünk egy olyan k vállalatot, amelyre $s_{ik} = 1$, és osszuk el a két vállalat terméke iránti keresleteket:

$$c_{ij} = \frac{s_{ij}}{s_{ik}} \left(\frac{p_j}{p_k} \right)^{-\frac{1}{1-\rho}} c_{ik}.$$

Helyettesítsük vissza ezt a második elsőrendű feltételbe:

$$e_i = \sum_{j=1}^F p_j c_{ij} = \sum_{j=1}^F p_j \frac{s_{ij}}{s_{ik}} \left(\frac{p_j}{p_k} \right)^{-\frac{1}{1-\rho}} c_{ik} = s_{ik} p_k^{\frac{1}{1-\rho}} c_{ik} \sum_{j=1}^F s_{ij} p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}}.$$

Legyen az i háztartásra vonatkozó árindex a következő:

$$P_i = \left(\sum_{j=1}^F s_{ij} p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{-\frac{1-\rho}{\rho}}.$$

Ekkor az előbbi összefüggést fel tudjuk írni az alábbiak szerint:

$$e_i = s_{ik} p_k^{\frac{1}{1-\rho}} c_{ik} P_i^{-\frac{\rho}{1-\rho}}.$$

Amiből:

$$c_{ik} = s_{ik} e_i p_k^{-\frac{1}{1-\rho}} P_i^{\frac{\rho}{1-\rho}}.$$

A célfüggvény értéke optimumban ezek alapján:

$$\begin{aligned} C_i &= \left[\sum_{j=1}^F s_{ij} \left(s_{ij} e_i p_j^{-\frac{1}{1-\rho}} P_i^{\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^\rho \right]^{\frac{1}{\rho}} = e_i P_i^{\frac{\rho}{1-\rho}} \left(\sum_{j=1}^F s_{ij} p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho}} = \\ &= e_i P_i^{\frac{\rho}{1-\rho}} \left(P_i^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho}} = \frac{e_i}{P_i}. \end{aligned}$$

Ezek szerint optimális döntés esetén:

$$e_i = P_i C_i.$$

Ezt felhasználva a háztartás k termék iránti kereslete kifejezhető a termék ára, a háztartás kompozit fogyasztása és a rá vonatkozó árindex segítségével:

$$c_{ik} = s_{ik} C_i \left(\frac{p_k}{P_i} \right)^{-\frac{1}{1-\rho}}.$$

A háztartások által érzékelt árindex

Az i háztartás által érzékelt ár(index) definíció szerint az egységnyi kompozit termék elfogyasztásának költségével egyenlő. Az árindex levezethető egy olyan optimalizálási feladat megoldásával, ahol az egységnyi kompozit termék költségét minimalizáljuk:

$$\begin{aligned} \min_{P_i} \quad & \sum_{j=1}^F p_j c_{ij} = \sum_{j=1}^F p_j s_{ij} e_i p_j^{-\frac{1}{1-\rho}} P_i^{\frac{\rho}{1-\rho}} = e_i P_i^{\frac{\rho}{1-\rho}} \sum_{j=1}^F s_{ij} p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \\ \text{s.t.} \quad & \left(\sum_{j=1}^F s_{ij} c_{ij}^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} = \left(\sum_{j=1}^F s_{ij} (e_i p_j^{-\frac{1}{1-\rho}} P_i^{\frac{\rho}{1-\rho}})^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} = \\ & = e_i P_i^{\frac{\rho}{1-\rho}} \left(\sum_{j=1}^F s_{ij} p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho}} = 1, \end{aligned}$$

ahol kihasználtuk, hogy ismerjük az egyedi termékekre vonatkozó optimális keresleteket. A feladathoz tartozó Lagrange-függvény:

$$L_i(P_i, \lambda_i) = e_i P_i^{\frac{\rho}{1-\rho}} \sum_{j=1}^F s_{ij} p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} - \lambda_i \left[e_i P_i^{\frac{\rho}{1-\rho}} \left(\sum_{j=1}^F s_{ij} p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho}} - 1 \right].$$

Vegyük a Lagrange-függvény P_i szerinti deriváltját:

$$\frac{\partial L_i}{\partial P_i} = \frac{\rho}{1-\rho} e_i P_i^{\frac{2\rho-1}{\rho}} \sum_{j=1}^F s_{ij} p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} - \frac{\rho}{1-\rho} \lambda_i e_i P_i^{\frac{2\rho-1}{\rho}} \left(\sum_{j=1}^F s_{ij} p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho}} = 0.$$

Egyszerűsítés után kapjuk:

$$\lambda_i = \left(\sum_{j=1}^F s_{ij} p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{-\frac{1-\rho}{\rho}}.$$

A feladat Lagrange-szorója megmutatja azt, hogy az i háztartásnak mekkora többletköltsége származik, ha egy egységgel növeli a fogyasztását a kompozit termékből. Vagyis a Lagrange-szoró definíció szerint megadja nekünk az i háztartás által érzékelt árindexet:

$$P_i = \left(\sum_{j=1}^F s_{ij} p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{-\frac{1-\rho}{\rho}}.$$

A háztartások kapcsolatlétesítési döntésének átalakítása

A háztartások kapcsolatlétesítési döntésének átalakításához induljunk ki az eredeti célfüggvényből és helyettesítsük be a korlátozó feltételeket:

$$\begin{aligned} \Delta C_i^+ &= \left(\sum_{k=1}^F s_{ik} [e_i - \tau(k_i + 1)]^\rho p_k^{-\frac{\rho}{1-\rho}} P_i^* \frac{\rho^2}{1-\rho} + [e_i - \tau(k_i + 1)]^\rho p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} P_i^* \frac{\rho^2}{1-\rho} \right)^{\frac{1}{\rho}} - \\ &- \left(\sum_{k=1}^F s_{ik} (e_i - \tau k_i)^\rho p_k^{-\frac{\rho}{1-\rho}} P_i^* \frac{\rho^2}{1-\rho} \right)^{\frac{1}{\rho}} = [e_i - \tau(k_i + 1)] P_i^* \frac{\rho}{1-\rho} \left(\sum_{k=1}^F s_{ik} p_k^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho}} - \\ &- (e_i - \tau k_i) P_i^* \frac{\rho}{1-\rho} \left(\sum_{k=1}^F s_{ik} p_k^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho}} = [e_i - \tau(k_i + 1)] P_i^* \frac{\rho}{1-\rho} P_i^{*-1} P_i^{-\frac{1}{1-\rho}} - \\ &- (e_i - \tau k_i) P_i^* \frac{\rho}{1-\rho} P_i^{-\frac{1}{1-\rho}} = [e_i - \tau(k_i + 1)] P_i^{*-1} - (e_i - \tau k_i) P_i^{-1} = \\ &= [e_i - \tau(k_i + 1)] \left(P_i^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1-\rho}{\rho}} - (e_i - \tau k_i) P_i^{-1}. \end{aligned}$$

A fenti kifejezésből jól látszik, hogy az értéke akkor maximális, ha p_j minimális. Mivel a kifejezésnek optimális esetben nemnegatívnak kell lennie, a feltételt még tovább alakíthatjuk:

$$\begin{aligned} [e_i - \tau(k_i + 1)] \left(P_i^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1-\rho}{\rho}} - (e_i - \tau k_i) P_i^{-1} &\geq 0 \iff \\ [e_i - \tau(k_i + 1)] \left(P_i^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1-\rho}{\rho}} &\geq (e_i - \tau k_i) P_i^{-1} \iff \\ \frac{e_i - \tau(k_i + 1)}{e_i - \tau k_i} &= 1 - \frac{\tau}{e_i - \tau k_i} \geq \left(\frac{P_i^{-\frac{\rho}{1-\rho}}}{P_i^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}}} \right)^{\frac{1-\rho}{\rho}}. \end{aligned}$$

Ezek szerint az eredeti optimalizálási feladat ekvivalens az alábbival:

$$\begin{aligned} & \min_{j \in \mathbf{F} | s_{ij}=0} p_j \\ \text{s.t. } & 1 - \frac{\tau}{e_i - \tau k_i} \geq \left(\frac{P_i^{-\frac{\rho}{1-\rho}}}{P_i^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}}} \right)^{\frac{1-\rho}{\rho}}. \end{aligned}$$

A vállalatok kapcsolatlétesítési döntésének átalakítása

A vállalatok kapcsolatlétesítési döntésének átalakításához induljunk ki az eredeti célfüggvényből és helyettesítsük be a korlátozó feltételeket:

$$\begin{aligned} \max_{i \in \mathbf{H} | s_{ij}=0} \Delta \Pi_j &= \left(\frac{MC_j(y_j)}{\rho} - MC_j(y_j) \right) e_i \left(\frac{MC_j(y_j)}{\rho} \right)^{-\frac{1}{1-\rho}} P_i^{* \frac{\rho}{1-\rho}} - \tau = \\ &= (1-\rho) \left(\frac{MC_j(y_j)}{\rho} \right)^{-\frac{\rho}{1-\rho}} e_i \left(\sum_{k=1}^F s_{ik} p_k^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + p_j^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{-1} - \tau = \\ &= (1-\rho) \left(\frac{MC_j(y_j)}{\rho} \right)^{-\frac{\rho}{1-\rho}} e_i \left(\sum_{k=1}^F s_{ik} \left(\frac{MC_k(y_k)}{\rho} \right)^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + \left(\frac{MC_j(y_j)}{\rho} \right)^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{-1} - \tau = \\ &= \frac{(1-\rho) e_i MC_j(y_j)^{-\frac{\rho}{1-\rho}}}{\sum_{k=1}^F s_{ik} MC_k(y_k)^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + MC_j(y_j)^{-\frac{\rho}{1-\rho}}} - \tau = \frac{(1-\rho) e_i}{\sum_{k=1}^F s_{ik} \left(\frac{MC_k(y_k)}{MC_j(y_j)} \right)^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + 1} - \tau. \end{aligned}$$

A vállalat azt a típusú háztartást választja, amelyre a levezetett kifejezés maximális, feltéve persze, hogy a kifejezés nemnegatív, vagyis a probléma az alábbi alakban is felírható:

$$\begin{aligned} \max_{i \in \mathbf{H} | s_{ij}=0} & \frac{e_i}{\sum_{k=1}^F s_{ik} \left(\frac{MC_k(y_k)}{MC_j(y_j)} \right)^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + 1} \\ \text{s.t. } & \frac{(1-\rho) e_i}{\sum_{k=1}^F s_{ik} \left(\frac{MC_k(y_k)}{MC_j(y_j)} \right)^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + 1} \geq \tau. \end{aligned}$$

NETWORK FORMATION, ASYMMETRY, AND EQUILIBRIUM
IN MONOPOLISTIC COMPETITION

Thanks to the emergence of network theory, the view of the economy as a complex system of networks is gaining attention in economics. Nevertheless, complete connectedness between market actors is still a common assumption in economic modelling. In the models, there are no informational, spatial, or financial constraints on the establishment and maintenance of market relationships and the transactions that can be accessed through them. At the same time, economic sociology, network theory, and information economics argue that the standard assumption of complete connectedness is rather an extreme case of real economic functioning. In this paper, we investigate the results of introducing the assumption of incomplete connectedness into a classical monopolistic market model and, at the same time, allowing market actors to decide about their connections. Our results show that both sellers' and buyers' decisions on who to connect with naturally lead to the emergence of scale-free structures that characterize most of the real networks. Households prefer firms with low prices and firms that produce at lower marginal cost can form more connections with households. For this reason, heterogeneous productivity causes differences in firms' degrees. However, this relationship is nonlinear, limited product substitutability (product differentiation) and symmetric distribution of firms' marginal costs together results in asymmetric degree distribution. Our results also suggest that the standard assumption of complete connectedness in the models is not necessarily a reasonable assumption, the motivations of the actors are more in line with incomplete connectedness if transaction costs are present.