
MŰHELYTANULMÁNYOK

DISCUSSION PAPERS

MT-DP – 2014/20

**A pénzügyi piacok mikrostruktúrája:
Mit veszítünk a piaci súrlódásokkal?**

HAVRAN DÁNIEL

Műhelytanulmányok
MT-DP – 2014/20

MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont
Közgazdaság-tudományi Intézet

A pénzügyi piacok mikrostruktúrája: mit veszítünk a piaci sűrlődésekkel?

Szerző:

Havran Dániel
tudományos munkatárs
Közgazdaság-tudományi Intézet
MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont
E-mail: havran.daniel@krtk.mta.hu

2014. augusztus

ISBN 978-615-5447-37-2
ISSN 1785-377X

Kiadó:
Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont
Közgazdaság-tudományi Intézet

A pénzügyi piacok mikrostruktúrája: Mit veszítünk a piaci sűrűlódásokkal?

Havran Dániel

Összefoglaló

Az áttekintő tanulmányban arra keressük a választ, hogy mit és miért veszítenek az intézményi pénzügyi piacokon kereskedő szereplők a piaci sűrűlódások és az egyes piacok sajátos mikrostruktúrája következtében a walrasi piacon való kereskedéshez képest. Egységes elemzési keretben és jelölésrendszerben mutatjuk be a tőzsdén kívüli kereskedés fő formáit: a közvetlen keresés és alku folyamatát, a köztes közvetítő hatását és a hálózaton való kereskedést, majd ugyanebben a keretben térünk ki a központosított piacok működésére is, ahol az árjegyzői valamint az ajánlatvezérelt piacokat tárgyaljuk. A dolgozatban általános helyzetképet adunk arról is, hogy bizonyos eszköztípusokkal (bankközi hitel-betét, kötvény, részvény, deviza, derivatíva) jellemzően milyen mikrostrukturális környezetben kereskednek ma a pénzügyi piacokon.

Tárgyszavak: pénzügyi piacok, piaci mikrostruktúra, bid-ask spread, likviditás

JEL kód: G10, G14, D44, D47

Microstructure of the Financial Markets: What Do We Lose Due to the Presence of the Market Frictions?

Dániel Havran

Abstract

This survey reviews the economic thoughts about what and why do institutional market players lose because of the existing market frictions and particular financial market microstructures compared to walrasian markets. Within a unified microeconomic framework, we introduce the most common approaches of the decentralized market trading theories such as search and bargaining, middlemen and trading in networks. Then, we investigate the principal theories of the centralized trading, such as the behavior of the market makers and trading explanations related to the order driven markets. We constrain our analysis into the secondary markets. With considering the financial markets by asset classes (interbank loans and deposits, bond markets, equity markets, FX-markets and derivatives trading) the survey also identifies the currently available microstructures on the financial markets.

Keywords: Financial Markets, Market Microstructure, Bid-Ask Spread, Liquidity

JEL classification: G10, G14, D44, D47

Microstructure of the Financial Markets: What Do We Lose Due to the Presence of the Market Frictions?

Dániel HAVRAN*

August 29, 2014

Abstract

This survey reviews the economic thoughts about what and why do institutional market players lose because of the existing market frictions and particular financial market microstructures compared to walrasian markets. Within a unified microeconomic framework, we introduce the most common approaches of the decentralized market trading theories such as *search and bargaining*, *middlemen* and *trading in networks*. Then, we investigate the principal theories of the centralized trading, such as the behavior of the *market makers* and trading explanations related to the *order driven markets*. We constrain our analysis into the secondary markets. With considering the financial markets by asset classes (interbank loans and deposits, bond markets, equity markets, FX-markets and derivatives trading) the survey also identifies the currently available microstructures on the financial markets.

Keywords: Financial Markets, Market Microstructure, Bid-Ask Spread, Liquidity

JEL: G10, G14, D44, D47

*The author is participant of the Hungarian Academy of Science Postdoctoral Fellowship Programme.

A pénzügyi piacok mikrostruktúrája: Mit veszítünk a piaci súrlódásokkal?

Havran Dániel*

2014. augusztus

Kivonat

Az áttekintő tanulmányban arra keressük a választ, hogy mit és miért veszítenek az intézményi pénzügyi piacokon kereskedő szereplők a piaci súrlódások és az egyes piacok sajátos mikrostruktúrája következtében a walrasi piacon való kereskedéshez képest. Egységes elemzési keretben és jelölésrendszerben mutatjuk be a tőzsdén kívüli kereskedés fő formáit: a közvetlen keresés és alku folyamatát, a köztes közvetítő hatását és a hálózaton való kereskedést, majd ugyanebben a keretben térünk ki a központosított piacok működésére is, ahol az árjegyzői valamint az ajánlatvezérelt piacokat tárgyaljuk. A dolgozatban általános helyzetképet adunk arról is, hogy bizonyos eszköztípusokkal (bankközi hitel-betét, kötvény, részvény, deviza, derivatíva) jellemzően milyen mikrostrukturális környezetben kereskednek ma a pénzügyi piacokon.

Kulcsszavak: Pénzügyi piacok, piaci mikrostruktúra, bid-ask spread, likviditás

JEL: G10, G14, D44, D47

*A tanulmány megírását a Magyar Tudományos Akadémia Posztdoktori Programjának kutatási ösztöndíjának támogatása tette lehetővé.

1. Motiváció

A tőzsdék és a tőzsdén kívüli piacok jellemzően önszerveződően épültek ki a múltban és épülnek ma is. A pénzügyi világ különböző szereplői közötti természetes reallokációs igényből fakadóan jöttek és jönnek létre különféle kereskedési terek. A pénzügyi piacok hozadéka, hogy a pénzügyi eszközök cseréje alacsonyabb tranzakciós költségek mellett bonyolítható le. Vagyis, az árak megfelelően tükrözik a piaci keresleti és kínálati viszonyokat, és a szereplők közötti információáramlás is biztosított.

A piaci szereplőknek több motivációja is lehet a kereskedésre. Az egyik ilyen fontos motívum a spekuláció. A jobban informált szereplők igyekeznek úgy alakítani pénzügyi portfóliójukat, hogy ez az új információ birtokában számukra előnyösebb legyen. Egy hatékony tőkepiacon lehetetlen volna ebből profitot szerezni, de a gyakorlatban bizonyos ideig és szintig ez sikerülhet. A pénzügyi piacokon az információáramlás nem feltétlenül tökéletes, ennek költsége a piac szereplőire hárul. A pénzügyi piacokon való kereskedés másik fontos motívuma a kockázat fedezése (*hedge*). A piaci szereplők kockázati kitettségeiket úgy fedezik, hogy a pozíciójukkal ellentétes irányú ügyletet kötnek valaki mással. Az opciók árazásának elve is a fedezeti elven alapul: a szintetikus termék árának meg kell egyeznie a replikálás költségével. A replikálás nem működik jól, ha a piacon nem a megfelelő áron, vagy nem a megfelelő mennyiségben lehet az eszközökkel kereskedni. Egy nem tökéletesen likvid piacon (ahol a cserelehetőségek korlátozottak) szembe kell nézni a súrlódások költségével. A pénzügyi piacok nem tökéletesek, sőt, egyáltalán nem is tekinthetők walrasi piacoknak. A tökéletlenség főbb okai között találjuk a (cserepartner) keresési költségeit, a kapcsolatteremtés költségeit és az ezzel járó hálózati externáliákat, a szereplők között fennálló aszimmetrikus információs viszonyt, vagy éppen a likviditásnyújtással járó készletartás költségeit. Ezek a súrlódások általában meghatározzák azokat a piaci mechanizmusokat és mikrostruktúrákat is, amely alapján és amelyben a befektetők kereskednek.

Tanulmányunkban azt vizsgáljuk, hogy a pénzügyi közvetítői piacok struktúrája mennyiben módosítja a pénzügyi eszközök árának meghatározását és allokációját a walrasi piachoz képest. Piaci mikrostruktúrákkal kapcsolatosan nívós, az elméleti irodalmat bemutató könyvet [O'Hara \(1995\)](#) valamint [De Jong és Rindi \(2009\)](#), gyakorlati útmutatásokat tartalmazó könyvet [Harris \(2003\)](#) és [Baker és Kiyamaz \(2013\)](#), áttekintő akadémiai tanulmányt [Madhavan \(2000\)](#) készített. A mikrostruktúrákat tárgyaló rendszerező jellegű magyar nyelvű dolgozatok elsősorban a egy-egy kiemelt területet elemezik, például a devizapiacok struktúráját ([Gereben, Gyomai és Kiss M. \(2005\)](#)), vagy az ajánlati könyves piacokat ([Michaletzky \(2010\)](#)).

Néhány kivétellel az említett szerzők munkái óta nagyjából öt-tizenöt év telt el. Az azóta történő releváns kutatásoknak köszönhetően ma már sokkal többet tudunk a piaci mikrostruk-

túrákról. Ráadásul, a pénzügyi piacok és a velük kapcsolatos paradigmák is sokat változtak, nemcsak a kétezres évek elejétől, de még 2010 sőt 2013 óta is. Mindez alátámasztja az újabb, kicsit a korábbiaktól eltérő fókuszban rendszerező áttekintés igényét. Tanulmányunkban így négy fő kérdésre szorítkozunk: (1) milyen súrlódások, piaci tökéletlenségek adják meg a közgazdasági magyarázatát az egyes piaci struktúrák jelen formában való létezésének; (2) mekkora veszteséget (árkülönbözetet) jelent az egyes piaci mikrostruktúrákban elérhető ár a walrasi piaci árhoz képest; (3) mit jelent a piaci szereplők közötti információs aszimmetria és hogyan zajlik az információ közvetítése; (4) mennyire hatékony az eszközök allokációja a walrasi piaci mechanizmushoz képest. A dolgozatban a különböző piaci szerkezeteket és mechanizmusokat formalizált elemzési kereten belül tárgyaljuk. Elemzési keretünkben egységes jelölésrendszert alkalmazunk. Az elméleti áttekintés után a kereskedett eszköz típusa (kötvény, részvény, származtatott termék, stb.) szerinti bontásban azt is sorra vesszük, hogy elsősorban milyen forma jellemző az eszközök piacaira ma.

Hangsúlyozzuk, nem szándékozunk teljes képet adni a piaci mikrostruktúra irodalmáról, annak szélessége és szerteágazósága miatt lehetetlen is volna. A piaci mikrostruktúra többek között felöleli a piacszerkezetekhez, mechanizmus-tervezéshez, árfolyam-alakuláshoz, stratégiai kereskedői magatartáshoz, piaci likviditáshoz, piaci hatékonysághoz, információáramláshoz, átláthatósághoz, szabályozáshoz kapcsolódó problémákat is. Mi csak a kijelölt kérdéshez tartozó fő közgazdasági gondolatokat rendszerezzük, elsősorban a piacok szerkezete mentén. Bonyolultabb technikai megoldásokat, levezetéseket, valamint az idézett cikkekben alkalmazott nehezebb egyensúly-koncepciókat sem adunk (az ez iránt érdeklődő olvasóknak javasoljuk [Vives \(2008\)](#) könyvét). Bizonyos elmélettörténetileg fontos, de jelen dolgozat gondolatmenetéhez szorosan nem kapcsolódó munkák között is szelektáltunk, abban bízva, hogy ennek következtében mégsem mutatjuk be félrevezetően a piaci mikrostruktúrák közgazdaságtanát. Továbbá, az empirikus eredményekről is csak igen korlátozottan tájékoztatjuk az olvasót, [Madhavan \(2000\)](#) munkája ezt a tájékoztatást több résztémában is messzemenően pótolja. Az áttekintés a magyar közgazdász olvasóközönséget célozza meg, így az egyes piacok elemzéséhez kapcsolódó fontosabb magyar nyelvű vagy magyar vonatkozású műveket is felsorakoztatjuk.

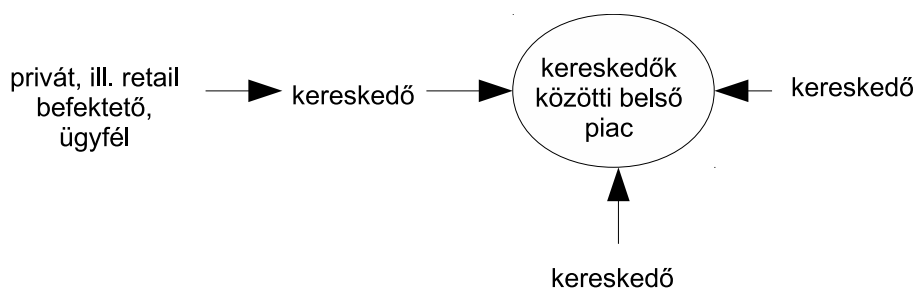
A dolgozat felépítése a következő. A motiváció tárgyalását követő szakaszban defináljuk azt a piaci környezetet, ahol az intézményi szereplők kereskednek egymással. A harmadik fejezetben mutatjuk be tüzetesen a piaci mikrostruktúrákat jellemző modelleket és ezek alapján a piacok működését. Az ez utáni, negyedik rész egy rövid helyzetleírást ad arról, hogy melyik pénzügyi piacon milyen mikrostruktúrával találkozhatunk ma. A tanulmányt a fontosabb tanulságok összefoglalásával zárjuk.

2. Belső piac, információáramlás és eszközallokáció

Tanulmányunk fókuszában a pénzügyi közvetítők közötti kereskedést lebonyolító piacok állnak. Ebben a részben vizsgálatunk tárgyát képező piacok közös jegyeit határozzuk meg. A közismert tankönyvi értelmezés (Bodie, Kane és Marcus (2005), a továbbiakban: BKM) négy típusba sorolja a pénzügyi piacokat: (1) közvetlen kereséses piacok (*direct searching market*), (2) ügynöki piacok (*brokerage market*), (3) kereskedői piacok (*dealer market*), (4) aukciós piacok (*auction market*). Jelen anyagban csak a másodlagos kereskedést lebonyolító piacokra szorítkozunk, és a következő kategorizálást használjuk:

- kereséses piac, ahol intézményi szereplők, ügynökök ad hoc üzletelnek egymással (BKM: 1) – ez a típus tisztán ebben a formában ritkán fordul elő;
- hálózaton való kereskedés kereskedői piac, ahol a szereplők a kapcsolati hálózatukon keresztül kötnek ügyleteket (BKM: 2, 3);
- az árjegyzői piacok (BKM: 4); valamint az
- ajánlatvezérelt piacok (BKM: 4).

Az intézményi kereskedő általában olyan brókerház, alapkezelő, befektetési vagy kereskedelmi bank, amely az ügyfele megbízásából köt ügyleteket, vagy az ügyfél által igényelt ügylet ellentétes oldalára maga áll be, ez utóbbival kockázatos pozíciót vállalva fel. Bizonyos esetekben nem megbízásból, üzletszerűen (pl. fedezés) vagy saját számlára (pl. spekuláció) is kereskedik. Az intézményi közvetítők és a végfelhasználó ügyfelek kapcsolatát nem vizsgáljuk.



1. ábra. A közvetítő kereskedők piacának sematikus ábrája

A kereskedők (*dealers*) gyakran válhatnak olyan köztes közvetítővé is, akik két kereskedő között végeznek közvetítést. Elképzelhető, hogy egyes szereplők nem érhetik el közvetlenül egymást, ebben az esetben kereskedési hálózatokról beszélünk. A kereskedők szervezhetnek központi, tőzsdei piacot is azáltal, hogy nyilvánosan árat jegyeznek, vagy ajánlati könyvet vezetnek. A belső piacon egyszerre több forma is létezhet párhuzamosan.

A fent megadott piacot két fontos szempont alapján jellemezhetjük: az egyik az információáramlás, a másik az eszközök allokációja. A walrasi piacon minden információ beépül az árba, és az eszközök is oda kerülnek a csere során, ahol többre értékelik azokat. Tekintsük elsőként az információáramlás kérdését! A belső piac egyik fontos jellemzője, hogy képes a szereplők közötti információt közvetíteni. A piaci hatékonyság (vagyis hogy mennyire és milyen gyorsan épül be az információ az árba) a pénzügyi piacok egyik sokat vizsgált kérdése. Az információs probléma gyökere, hogy az egyik befektető nem tudja, hogy mit gondol az eszköz értékéről a többi befektető. Ez legtöbbször oda vezet majd, hogy a nem egy ár lesz, hanem legalább egy vételi és egy eladási ár, amely miatt kiszorultak szereplők a piacról a walrasi helyzethez képest. A másik sarokpont az eszközök megfelelő allokációja. Az eszközárzás témakörének központi kérdése, hogy az eszközárak (elvárt hozamok) hogyan viszonyulnak az eszközök kockázataihoz. Árazás csak akkor lehetséges, ha képesek a felek cseresorozat útján a megfelelő elosztást elérni. A kereskedők gyakran vállalnak fel olyan pozíciókat az ügyfelekkel szemben, amit aztán a belső piacon szeretnének továbbadni, megosztva (fedezve vagy "csak" diverzifikálva) így a kockázatot. (Reiss és Werner (1998) a londoni részvénytőzsde adatait vizsgálva empirikusan is megerősítette azt a hipotézist, mely szerint a kereskedés fontos motívuma az ilyen jellegű kockázatallokáció.) Az eszközök tökéletes elosztása azt jelenti, hogy az általuk elért egyensúlyi állapotban valami megakadályozza a piaci játékosokat a közösség által és egyedileg is legjobbnak ítélt helyzet elérésében.

3. Piaci mikrostruktúrák

Az elemzést a tőzsdén kívüli piacokkal kezdjük, ezek után a központosított formákra térünk majd át a későbbiekben. Közvetlenül cserepartnert keresni minden tőzsdén kívüli piacon lehetséges. Két megközelítés alkalmazható a decentralizált piacokat tekintve. Az egyik szerint a piacon bizonyos keresési költség mellett mindenki elérhető. A másikban a szereplők csak kapcsolati hálózatukon keresztül kereskednek. A decentralizált piacok közös jellemzője, hogy nincs központi elszámolóár vagy árfolyam-jegyzés, nincs központilag vezetett ajánlati könyv sem. Sem a tranzakciók ténye, sem az ár vagy a mennyiség, sem annak résztvevői nem nyilvánosak a kereskedés pillanatában. Az alku és a tranzakció mindig két szereplő között zajlik, a kereskedés bilaterális.

3.1. Keresés és alku decentralizált piacokon

A kereséses piacon a tranzakciót mindig valamilyen keresési folyamat előzi meg, a szereplők nem ismerik előre más szereplők ajánlatát, csak a találkozáskor kerül sor az áralkura majd a cserére.

A pénzügyi piacon való keresés és alku modellek közül egy olyan egyszerűsített példát mutatunk be, amely jól jellemzi mind a keresés, mind pedig az alku mechanizmusát. A modell [Rust és Hall \(2003\)](#) dolgozatában szereplő keresés-modell kéttípusos változata. A modellben két típusú intézményi befektető van: az eladó, aki a rendelkezésrű álló eszközt alacsony szintre ($V = L$, *low*) értékeli, és a vevő, akinek V belső értékelése magas ($V = H$, *high*, $H > L$), de nem birtokol ilyen pénzügyi eszközt. A piaci játékosok száma folytonos sok. A szereplők akkor lépnek be a piacra, ha annak pozitív hozadéka van számukra. A közvetlen keresés során a szereplők addig folytatják a keresést a piacon, amíg nem találnak megfelelő cserepartnert. A keresés időbe telik. Legyen $p \in [0, 1]$ annak a valószínűsége, hogy egy vevő és egy eladó találkozik. Ebben a modellben az találkozáskor kialakult ár az alkuerő függvénye. Ha a piacon a vevők alkuerije $q \in [0, 1]$, akkor egy Nash-típusú alkuban a tranzakciós ár

$$P = qR^L + (1 - q) R^H$$

amely a két fél rezervációs árai (R^L, R^H) között van. Egy játékos csak akkor fogadja el egy másikkal való cserét, ha a rezervációs áránál jobb ajánlatot kap tőle. A rezervációs ár annak az alternatívának a várható költsége, hogy az aktuálisan megtalált tárgyalópartner helyett egy új, hasonló alkuerővel bíró megfelelő partnerrel köt üzletet. A rezervációs ár itt kulcsfogalom, mert ez a tranzakció várható ára a piacra lépés pillanatában – akkor is, ha a tényleges tranzakció később már a P áron kötik. A kompetitív intézményi befektető is ezeket a vételi és eladási árakat jegyezné a végfelhasználó ügyfelének. A közvetlen keresés rekurzív egyenlete ekkor a vevő szempontjából:

$$H - R^H = \frac{1}{1 + r} [p(H - P) + (1 - p)(H - R^H) - c]$$

és az eladó szempontjából

$$R^L - L = \frac{1}{1 + r} [p(P - L) + (1 - p)(R^L - L) - c]$$

ahol $1/(1 + r)$ az egy periódusnyi diszkonttényező, $c \leq 0$ pedig a keresés költsége. A két rekurzív egyenlet jelentése a vevő esetén a következő: a vevő p valószínűséggel talál eladót, akivel P kialakult áron cserél, vagy $1 - p$ eséllyel nem talál vevőt, majd újra próbálkozik – ilyenkor a folytatás értéke $H - R^H$. A fenti három egyenletből már átrendezéssel majd behelyettesítéssel

megadható a kereső vevő rezervációs ára:

$$R^H = H - q \frac{p}{p+r} [H - L] + c \frac{1}{p+r}$$

illetve ehhez hasonlóan az eladóé is,

$$R^L = L + (1 - q) \frac{p}{p+r} [H - L] - c \frac{1}{p+r}$$

ami a csere hatásának várható jelenértéke. A két rezervációs ár az eredeti értékelések között van, a kialakult ár pedig a rezervációs árak között ($L \leq R^L \leq P \leq R^H \leq H$):

$$P = qL + (1 - q)H + (1 - 2q)c$$

A kamatláb emelkedésével, vagy a keresési valószínűség csökkenésével a rezervációs árak a saját értékeléshez kerülnek közelebb (pl. a vételi rezervációs ár csökken). Egyenlő alkuerő mellett a keresési költséget egyenlően osztják meg, minden más esetben a kisebb alkuerőjű fél viseli a nagyobb terhet. Kiemelendő, hogy direkt keresési költségek nélkül ($c = 0$), és akár egyenlő alkuerő mellett is eltérnek a rezervációs árak egymástól, hiszen az időnek is van költsége és a keresés nem jár azonnal eredménnyel. Abban a speciális esetben, ha nincs súrlódás ($p = 1$ és $r = 0$), valamint egyelő a két fél alkuerője ($q = 1/2$), akkor a rezervációs árak is a walrasi árak, vagyis $R^L = R^H = (H + L) / 2$.

Azt látjuk tehát, hogy a keresési súrlódások miatt nem jellemezhető a decentralizált piac a walrasi egyensúly áraival. Először [Rubinstein és Wolinsky \(1985\)](#) emelte ki, hogy a keresés és alku mechanizmus nem visz a kompetitív egyensúlyba, amennyiben a keresés időbe telik és ez költséget jelent a szereplőknek. Napjaink egyik legfontosabb pénzügyi piacon való "keresés és alku" modelljét [Duffie, Gârleanu és Pedersen \(2005\)](#) alkották meg, akik [Diamond \(1982\)](#) kókuszdíó modelljét fejlesztették tovább. [Duffie et al. \(2005\)](#) cikkének fő kérdése, hogy mennyiben módosítja a befektetők elérhetősége (megfelelő szereplő megtalálása) az árakat, valamint az egyensúlyi elosztást. A szerzők azt is vizsgálják, hogy ha árjegyzők (olyan szereplők, akik csak a befektetők között közvetítenek, nincs külön értékelésük) is vannak a decentralizált piacon, akkor az árjegyzésük és forgalmuk hogyan változik a befektetők elérhetőségével.

3.2. Belső közvetítők

A tőzsdén kívüli piacok második típusú megközelítése szerint a piaci kapcsolatokat egy adott formájú hálózat jellemzi. A decentralizált piac e megközelítés szerint csak egy speciális esetnek

tekinthető, amikor a befektetők véletlen gráfon kereskednek. A legelemibb kereskedési hálózat az, amikor két befektető közé egy közvetítő ékelődik. Ez a közvetítő lehet köztes szereplő (*middleman*), aki majdnem minden tekintetben úgy viselkedik, mint a többi befektető, egy kivétellel: a köztes szereplő kihasználja központi helyzetéből fakadó gazdasági erőfölényét. A köztes szereplők viselkedését átfogóan [Rust és Hall \(2003\)](#) elemzik, kiterjesztve ezzel [Spulber \(1996\)](#) tanulmányát. [Rust és Hall \(2003\)](#) tanulmányukban az árjegyzők és a köztes szereplők közötti különbséget vizsgálják. Cikkük első részében egy olyan cseregazdaságot mutatnak be ahol heterogén vevők (fogyasztók) és eladók (termelők) vannak, és köztük pedig cégek tömege közvetít. Sok heterogén kereső vevő és eladó van és csak a közvetítőkkal cserélhetnek. A közvetítők úgy határozzák meg mindenkinek egységesen felajánlott eladási és vételi árakat, hogy azok maximális profitot hozzanak, valamint ne veszítsék el a különböző rezervációs árakkal bíró eladókat és vevőket.

Illesszük be a köztes szereplőt a decentralizált piaci modellünkbe! Az egyszerűség kedvéért legyen a keresés közvetlen költsége zérus, $c = 0$. Egy nem árjegyző, saját számlára kereskedő közvetítőt (*dealer*) vizsgálunk. Tegyük fel, hogy a folytonos sok piaci szereplő egy részaránya köztes szereplő, akinek nincs belső értékelése, nem motiváltak önmagában a cserére. A vevő és eladó típusú szereplő, valamint egy köztes szereplő találkozásának valószínűsége legyen $m \in [0, 1]$. Amikor egy vevő vagy eladó egy köztes szereplővel cserél, minden alkuerő a köztes szereplőnél van: a köztes szereplő nincs vételi vagy eladási kényszerben. Ez azt jelenti, hogy az eladó és a vevő is a rezervációs árán köt üzletet. A vevő szempontjából a keresés rekurzív egyenlete az alábbiak szerint módosul:

$$H - R^H = \frac{1}{1+r} [(1-m)p(H-P) + (1-m)(1-p)(H-R^H) + m(H-R^H)]$$

Az egyenletből látható, hogy a közvetlen csere esélye csökken az m növekedésével, és a köztes szereplők is szereznek részesedést maguknak az ügyletkötési forgalomból. A vevői, eladói egyenletrendszeret a korábbiakhoz hasonlóan megoldva azt találjuk, hogy a rezervációs árak a köztes szereplők arányától m is függenek, és a rezervációs árszintek közelebb kerülnek a belső értékelési szintekhez. A megoldásban a vevő rezervációs ára

$$R^H = H - q \frac{(1-m)p}{(1-m)p+r} [H-L]$$

az eladóé pedig

$$R^L = L + (1-q) \frac{(1-m)p}{(1-m)p+r} [H-L]$$

lesz. Az $m = 0$ megkötés mellett az eredeti, köztes szereplő nélküli esetet kapjuk vissza. Fi-

gyelmet érdemel a köztes szereplő profitja is. Mivel m esély van rá, hogy egy köztes szereplő egy eredeti befektetővel találkozzon a csere során, így a közvetítés egy fordulóban várhatóan folytonos sok szereplő mellett $m(R^H - R^L)$ profitot hoz. Ezzel implicite azt is feltettük, hogy egy időszakban a köztes szereplő pontosan ugyanannyi vevővel köt üzletet, mint ahány eladóval: a köztes szereplő nemet is mondhat egy megkeresésre, az a kereskedés időszakában nem derül ki. (A későbbi, árjegyzőket tárgyaló részben foglalkozunk majd a kiegyenlítetlen ajánlatok problémájával is.) A köztes szereplő rekurzív profitegyenlete:

$$\Pi = \frac{1}{1+r} [m(R^H - R^L) + (1-m)\Pi]$$

amelyet átrendezve a köztes szereplő profitja

$$\Pi = \frac{1+r}{r+m} m(R^H - R^L)$$

formában adható meg. Behelyettesítéssel könnyen megmutatható, hogy ha minden csere a köztes szereplőkön keresztül zajlana ($m = 1$), akkor a köztes szereplők az értékelésből fakadó teljes különbözetet ($H - L$) megszereznék.

A fentiekből úgy tűnik, a rejtőzködő köztes szereplő jelenléte egyáltalán nem visz közelebb a walrasi piacok jellemzőihez. Azonban, amikor közismert egy ilyen kereskedő központi elhelyezkedése a többi szereplőhöz képest, akkor a "véletlen találkozás" (*random matching*) megközelítést érdemes felváltani arra a szemléletre, amikor a játékosok megadott hálózatokon kereskednek.

3.3. Kereskedés hálózaton

A tőzsdén kívüli piacok irodalmának nagy része foglalkozik a piaci hálózatokkal. A hálózatot általában egy g gráffal írják le, amiben a két adott piaci szereplő közötti kereskedési kapcsolat létezését adják meg. Így, ha i és j szereplő kereskedik egymással, akkor $\{i, j\} \in g$, illetve, ha nincs közöttük közvetlen kapcsolat, akkor $\{i, j\} \notin g$. A hálózat lehet teljes hálózat – vagyis mindenki elérhet mindenkit –, illetve nem teljes hálózat. Ez utóbbi igen jellemző a tőzsdén kívüli piacokra. A hálózat lehet összekapcsolt hálózat, vagy tartalmazhat elkülönült szigeteket is. Ezen túlmenően, a hálózat alakja és jellege is eltérhet. Elemi hálózatoknak tekinthetők a csillag, kör, vonal, fa alakzatok. Közgazdasági értelemben is jellegzetes alak például a véletlen (Erdős-Rényi) gráf (a szereplők egyenlő eséllyel kapcsolódnak egymáshoz), a csillagformához hasonlító központ-periféria hálózat, a kisvilág jegyeket mutató (pl. Watts-Strogatz) hálózat vagy a skálafüggetlen (Barabási-Albert) hálózat, ahol a több kapcsolattal bíró szereplők szereplők nagyobb eséllyel szereznek új kapcsolatokat. A hálózati megközelítés annyiban finomít a decentralizált

piacokon történő keresés koncepcióján, hogy a lehetővé teszi a nem teljes gráfon történő kereskedés elemzését, vagyis nem véletlenszerű keresésről van szó, hanem adott gráfon történő racionális árazásról. A befektetők számára tehát a többi szereplő nem teljesen ismeretlen, hanem viszonylag stabil kapcsolatrendszerben tevékenykednek egymással. A kapcsolat meglétét és hiányát az alacsony illetve a magas kapcsolódási (tranzakciós) költségek jelenlétével magyarázzák.

A hálózat megfigyelt alakjának kialakulására eddig még kevés közgazdasági magyarázat született. Ilyen például [Jackson és Wolinsky \(1996\)](#) cikke, amelyben a társadalmi és a közgazdasági hálózatok stabilitását és hatékonyságát vizsgálják. Két modellt elemeznek tüzetesebben: a társadalmi kapcsolatok-modelljét (*connections model*) és a társszerző-modellét (*co-author model*), majd ezek általános modelljét tárgyalják részletesen. A központ-periféria típusú hálózatok fejlődése szempontjából érdekes [Hojman és Szeidl \(2008\)](#) munkája. [Hojman és Szeidl \(2008\)](#) megmutatják, hogy amennyiben két szereplő együttműködése közötti haszon csökkenő hozadékú a köztük lévő hálózaton mért távolság mentén, akkor csillag (központ-periféria) lesz a hálózat egyensúlyi szerkezete.

A hálózatokon való kereskedés legfontosabb jellemzője, hogy a két, egymással kapcsolatban lévő szereplő között bilaterális alku és tranzakció zajlik. Erre az alkura csak közvetve lehet hatással a többi szereplő, de ez a hatás igen jelentős méreteket is ölthet. Minden egyes szereplő tényleges alkuerije a hálózaton belül betöltött pozíciójától függ. A több kapcsolattal rendelkező, központi szereplő előnyösebb helyzetben van, mint társai. Ennek ellenére a közvetítők általában nem képesek a cseréből fakadó teljes többletet megszerezni. A hálózatos pénzügyi piaci megközelítés azt sugallja, hogy jelentős piaci sűrűlődást jelent az a korlátozás, hogy a piaci befektetők nem képesek egyszerre mindenkivel alkuba majd tranzakcióba lépni. Továbbá, a hálózat egyes pontjain kialakult árak sem konzisztensek a máshol tapasztalható árakkal, és a lokális árak sem állnak feltétlenül szoros kapcsolatban az eredeti készletelosztással.

[Gofman \(2011\)](#) modelljét felhasználva adunk példát a hálózatokon való kereskedésre. Tegyük fel, hogy adott számú befektető kereskedik egy g összekapcsolt, nem teljes gráfon. Az egyes i befektetők V_i szintre értékelik a kereskedett pénzügyi eszközt. Gofman algoritmusá szerint minden egyes szereplő a vele kapcsolatban lévő szereplőkkel alkuba bocsátkozik, majd annak adja el a rendelkezésére álló eszközt, aki a legmagasabb árat ajánlja érte. A kereskedésről való döntéshozatal szekvenciálisan zajlik. Először a legmagasabb privát V_i értékeléssel bíró szereplő dönt, aki egyensúlyban megtartja majd az eszközt. Ezt követően a második legmagasabb értékelésű és így tovább. Az eszköz P_i kialakult (eladási) árát a következő képlet szerint

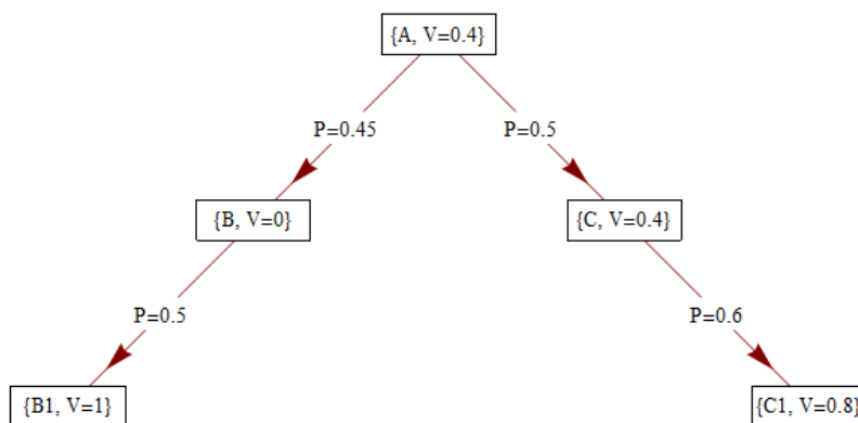
határozhatjuk meg az i befektetőre:

$$P_i = \max \left\{ V_i, \max_{j \in N(i,g)} q_i P_j + (1 - q_i) V_i \right\}$$

ahol $N(i, g)$ azoknak a szereplőknek a halmazát jelenti, akik i -vel a g gráfon közvetlen kapcsolatban állnak. Az alkuerőt (a korábbiakhoz hasonlóan) q_i jelöli. Az i játékos által kiválasztott szereplő sorszáma

$$\sigma_i = \arg \max_{j \in N(i,g) \cup i} P_j$$

kifejezés szerint adódik, és ez a legmagasabb kialakult árral bíró i -vel szomszédos szereplő lesz. Az alkusorozat okozta sűrűlódások illusztrálására álljon itt Gofman eredeti számpéldája. A példában öt szereplő ($B1, B, A, C, C1$) helyezkedik el egy egyszerű hálózati struktúrán.

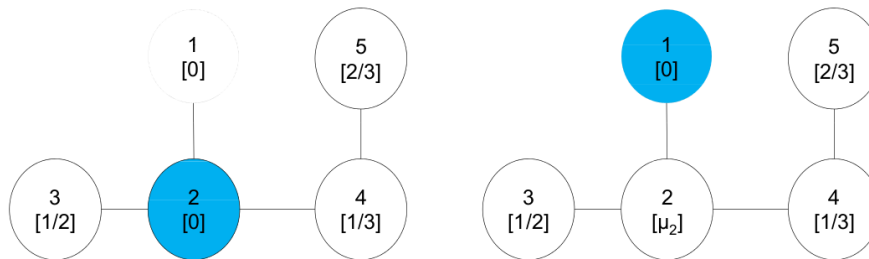


2. ábra. Tökéletlen allokáció a szekvenciális alku során. (Gofman (2011) 3. old.)

Minden szereplő egyenlő alkuerejű, $q_i = 1/2$ minden i -re. Az A befektetőnek egy egységnyi eszköze van, a többieknek nem rendelkeznek eszközökkel. Az A befektetőnek két cserepartnere van: a B játékos, akinek értékelése 0, illetve a C , aki 0,4-re értékeli az eszközt. A B befektető nem venné meg, de mivel a $B1$ befektető 1-et is adna érte, így ha tovább adná az eszközt, akkor $P_B = 0,5$ -ért ezt megtehetné. Ennek okán a B szereplő A -val 0,45-ös árban alkudik meg. Ehhez hasonlóan, bár a C játékos sem menne bele magától a vásárlásba, a $P_C = 0,6$ -ért való további értékesítés reményében $P_A = 0,5$ -öt alkudik ki az A -val. Végeredményben az A játékostól $C1$ -hez kerül az eszköz, holott a $B1$ befektető ennél többet is hajlandó lett volna áldozni. Miközben minden egyes páronkénti alku hatékony volt, maga a hálózaton való allokáció mégsem ad hatékony megoldást.

A fentiekhez hasonlóan szekvenciális alku alapú modellt épít Condorelli és Galeotti (2012) is, akik a befektetőket aszimmetrikus információk helyzetben vizsgálják. Modelljükben minden

szereplő vagy alacsonyra ($V = 0$) vagy magasra ($V = 1$) értékeli a pénzügyi eszközt, azonban ez privát információ, még a közvetlen szomszédok sem ismerik. Azonban annyit tudnak, hogy kinek milyen valószínűséggel lehet az értékelése magas. Ez az előzetes tudás köztudott (*közös prior*). Az előzetes ismereteket beépítve egy periódus alatt három lépésben döntenek a tulajdonos szereplők, hogy *a*) felajánlják eladásra vagy várjanak az eszköz értékesítésével *b*) elfogadják-e a mástól kapott ajánlatot vagy elutasítják, *c*) elfogyasszák-e vagy megtartsák további eladás vagy későbbi fogyasztás céljából az eszközt. Ebben a modellben minden cselekvés és tranzakció mindenki által megfigyelhető. A szerzők az egyensúlyi megoldás megadásához a teljes bayes-i egyensúly (*perfect Bayesian equilibrium*) koncepcióját használják fel. A kereskedési mechanizmust itt is a szerzők egy példáján mutatjuk be. A példában összesen négy lépésből áll az alkusorozat, utána leáll a játék, akkor is, ha nem ér végig az alkudozási lánc. Tegyük fel,



3. ábra. Kereskedés hálózaton. Három lépés van hátra. a) 2-es befektető (már) a tulajdonos, b) az 1-es befektető (még) a tulajdonos (Condorelli és Galeotti (2012), 9.old.)

hogy a közös kezdeti vélekedésük $\pi = (0, 1/3, 1/2, 1/3, 2/3)$, valamint hogy az 1-es befektető a tulajdonos. Az első esetben tegyük fel, hogy a második játékos $V = 0$ -ra értékeli az eszközt. Ekkor csak azért veszi át a 2-es befektető az eszközt, ha várhatóan megéri neki tovább is értékesíteni az eszközt. Ha az első körben megveszi az eszközt felfedve ezzel típusát és a vélekedések $\mu = (0, 0, 1/2, 1/3, 2/3)$ szerint alakulnak. Nézzük meg, mekkora a továbbadás R_2 ára! Először a 2-es befektető a 3-as kereskedőnek ajánlja fel az eszközt. Amennyiben visszautasítást kap, a 2-es befektető a 4-es szereplőnek tesz ajánlatot, a 4-es szereplő továbbértékesítési árán $R_4 = 2/3$ -on, az 5-ös befektető vételi árának várható értékén. A 4-es befektető a belső értékétől függetlenül elfogadja az ajánlatot: később elfogyasztja, ha magas értékelésű, vagy továbbadja $P_5^4 = 1$ -ért, ha neki nem ér sokat. Az 5-ös befektető ezt csak akkor veszi meg, ha értékelése magas. Összegezve, a 2-es játékos továbbértékesítési ára:

$$R_2 = Prob [3-as elfogadja P_3^2 -at] + Prob [3-as elutasítja P_3^2 -at] \times Prob [4-es elfogadja R_2 -öt] =$$

$$= \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{2}{3} = \frac{5}{6}$$

A második esetben nézzük meg, mi történik ha a második játékos értékelése magas ($V = 1$). Ha elutasítana egy $R_2 = 5/6$ alatti ajánlatot, akkor kiderülne róla, hogy taktikázik mert magas értékelésű, és így az 1-es befektető az utolsó lépésig kivárna, majd eladná 1-ért neki az eszközt. (Úgy tűnik, hogy érdemes lenne a 2-esnek alacsony értékelésűnek látszania és elfogadnia R_2 alatti ajánlatot.) Ha az első lépést egy $5/6$ -nál magasabb árajánlattal kezdené az első befektető és ezt az ajánlatot elfogadná a 2-es, akkor is azonnal kiderülne a 2-esről, hogy magas értékelésű. Míg, ha visszautasítaná, akkor minden szereplő azt fogja gondolni, hogy a $\mu_2 = [0, 1/3]$ intervallumon lehet annak valószínűsége, hogy a 2-es játékos értékelése a látszat ellenére mégiscsak magas. Vagyis a vélekedések $\mu = (0, \mu_2, 1/2, 1/3, 2/3)$ szerint alakulnak: kicsivel, de többet tudnak. Az első körben az 1-es játékos $R_2 = 5/6$ -ot ajánlana. Ha ezt a 2-es játékos elutasítja, a következő periódusban az 1-es már csak az új továbbértékesítési értékét ajánlá fel, ami $2/3$, mert a négy helyett már csak három időszak van hátra, az eszköz nem juthat el az 5-ös játékoshoz. Ezt az új ajánlatot a 2-es befektető itt már típustól függően elfogadná, ekkor nettó haszna: $1 - 2/3 = 1/3$ lenne. A 3.3 b) ábrán látható állapotban csak egy egyensúlyi megoldás van a 2-es játékos számára. A magas értékelésű 2-es játékos számára a legjobb cselekvés, ha az első körben elfogadja az $R_2 = 5/6$ ajánlatot.

A szerzők kiemelik, hogy a nem teljes informáltság melletti kereskedés más problémákat hoz elő, mint egy teljes információs hálózati elosztási játékok. Bár a példában végül az eszköz a legmagasabb értékelésű befektetőhöz jutott, Gofman esetéhez hasonlóan e mellett a mechanizmus mellett sem feltétlenül lesz hatékony a végső allokáció.

Mindkét fenti megközelítésnek van egy lépésben lezajló (nem szekvenciális alkukból álló, ún. *one-shot*), folytonosan osztható eszközökkel kereskedő továbbfejlesztése. A teljes információs hálózati kereskedés általános modelljét [Malamud és Rostek \(2012\)](#) dolgozták ki. Tanulmányukban a kockázatkerülő, racionális szereplők, stratégiai (értsd: monopolerőt számításba vevő) árazást alkalmaznak. Minden szereplőnek egy nettó keresleti függvénye van, amely a tartott eszköz-készlet és a szereplő kockázatkerülésének függvénye. A piaci egyensúlyban a piaci szereplők az eszköztartással járó kockázatot allokálják egymás között. Mivel a hálózaton általában nem mindenki van azonos pozícióban, így a központi pozíció nagyobb alkuerőt jelent. Az egyensúlyban a szereplők (kockázatkerülésből fakadó) belső értékelése eltérhet egymástól a hálózat alakjából adódóan. A nem teljes, heterogén információs viszony mellett történő hálózaton kereskedő piac egyensúlyi leírását [Babus és Kondor \(2013\)](#) adták meg. Modelljükben kockázatsemleges szereplők alkalmaznak stratégiai árazást. Első lépésben minden kereskedő kialakítja a saját priorját (*guessing game*), majd ezt követően jönnek a bilaterális alkuk, amelynek teljes piacra vonatkozó

egyensúlyát a lineáris bayes-i Nash egyensúlyként adják meg, majd megoldják és kiszámítják az egyensúlyi állapotot jellemző árakat és mennyiségeket. Egyik fő üzenetük, hogy a hálózatokon nemcsak az egyensúlyi készletallokáció nem feltétlenül hatékony, hanem az információk áramlása sem feltétlenül az. Említést igényel még [Neklyudov \(2012\)](#) munkája, aki a központ-periféria típusú hálózatokat modellezi. Különlegessége, hogy [Duffie et al. \(2005\)](#) által leírt folytonos sok szereplős kereséses technológiából indul ki. A hálózat alakját a kereskedők heterogén ügyletkötési hatékonyságából (*execution efficiency*) vezeti le, majd elemzi a piaci egyensúlyt. A hálózati megközelítés mikrostrukturákon túlnyúló alkalmazásait [Allen és Babus \(2008\)](#) foglalja össze.

3.4. Árjegyzői piacok

Az árjegyzői piac központosított piacnak tekinthető, a csillagszerű hálózat közepén az egy (vagy több) árjegyző áll. Az árjegyzői piacok esetében már nem a bileteriális alkuk mentén határozzák meg a tranzakciós árat. Az árjegyző nyilvánossá teszi árait. Az árjegyzői feladatot két megközelítésben értékeli az irodalom, az egyik az árjegyzői készletek szabályozásával ragadja meg az árjegyzőséget, a másik azon az információs aszimmetrián, hogy az árjegyző nem tudja megállapítani, hogy az eszköz értékét valóban ismerő, vagy nem ismerő szereplővel köt éppen ügyletet. Az árjegyzői piacok témaköre nagyon széles elméleti és empirikus irodalmat tudhat magáénak, mi csak néhány kiemelt gondolatra hívjuk fel figyelmet.

A készletoptimalizációs árjegyzői modelleknek széles és egészen a '70-es évekig visszavezethető irodalma van. Az ezt az irányvonalat képviselő szerzők kiindulópontja szerint az árjegyző meg képes valamennyire becsülni azt az árat, amely mellett a kínálati és a keresleti oldal várhatóan egyensúlyban van, azonban a becslés zajossága folytán a többletből vagy hiányból fakadó kockázatot maga kell, hogy állja. Ennek költségét építi be az árjegyző a vételi (*bid*) és eladási (*ask*) árába. A becslés zajossága következhet például a véletlen, zajos kereskedési mintát követő kereskedők (ún. likviditáskereskedők) jelenléte miatt. [Garman \(1976\)](#) modelljében kockázatsemleges, monopolisztikus árjegyző köti össze a keresleti és a kínálati oldalról érkező igényeket. A profitorientált árjegyző feladata úgy meghatározni az aktuális árszintet, hogy az általa tartott készpénz soha ne fogyjon el. Ezzel szemben [Stoll \(1978\)](#) kockázatkerülő árjegyzővel modellezi a feladatot. [Stoll \(1978\)](#), [Ho és Stoll \(1983\)](#) valamint [Amihud és Mendelson \(1980\)](#) ötlete szerint az árjegyző készletpozíciója eltávolodhat a megcélzott készletszintről, amely rákényszerítheti az árjegyzőt arra, hogy változtassa árait.

A készletoptimalizáló árjegyző működésének ismertetéséhez egy az [O'Hara és Oldfield \(1986\)](#) modelljéhez hasonló megoldáshoz fordulunk. Mi [Shen és Starr \(2002\)](#) modellváltozatát fejlesztettük tovább, a készletkiigazító mechanizmus beillesztésével. Az árjegyző egy időszakban ke-

resleti és kínálati mennyiségeket lát, amelyek a korábban adott ártól függnnek. Az árjegyző $R_{t+1}^A = P_t + S_t$ eladási (*ask*) és $R_{t+1}^B = P_t - S_t$ (*bid*) vételi árat ajánl a $t + 1$ -es időszakra. A P -t középárnak hívjuk, az S a középártól való eltérést jelöli. A következő időszakban be- és kiáramló készletek az árjegyző által előző időszakban kínált ártól függnnek: $X_{t+1}^+(P_t, S_t)$, $X_{t+1}^-(P_t, S_t)$. A keresleti-kínálati függvények, valamint a kettő különbségéből származó nettó kereslet folytonos és deriválható függvénye a középárnak és a felárnak, a nettó keresleti függvénynek folytonosan deriválható az inverze. Valamint a nettó kereslet (ami lehet negatív is) csökken a középár növelésével, azaz $\partial X_{t+1}(P_t, S_t) / \partial P_t < 0$. A keresleti és kínálati függvények alakja nem változik az időben. Az árjegyző készlete

$$I_{t+1} = I_t + X_{t+1}(P_t, S_t) = I_0 + \sum_{s=1}^{t+1} X_s(P_{s-1}, S_{s-1})$$

Az árjegyző dinamikusan igazítja ki készletét, az általa ideálisnak tartott I^* készletszint elérésére törekszik, tetszőlegesen adott S_t felár mellett. Mindehhez úgy határozza meg a középárat, hogy a következő időszak várható nettó kereslete a kívánt részleges készletkorrekció mennyisége legyen:

$$\mathbb{E}[X_{t+1}(P_t, S_t) | t] = -\phi(I_t - I^*)$$

ahol $0 < \phi < 1$ az árjegyző által választott kiigazítási sebesség együtthatója. Ez azt is jelenti, hogy a várható készletszint az előző készletszint és a tervezett kiigazítás hatása lesz:

$$\mathbb{E}[I_{t+1} | t] = I_t - \phi(I_t - I^*)$$

A tervezett készletszint eléréséhez a kiigazító középárat az alábbi szabály szerint határozza meg az árjegyző:

$$P_t = P_t^* - \frac{dX_{t+1}^{-1}(P_t, S_t)}{dX_{t+1}} \phi(I_t - I^*) = P_t^* + \psi(I_t - I^*)$$

ahol P^* a zérus nettó keresletet adó időszakai egyensúlyi ár ($\mathbb{E}[X_{t+1}(P_t^*, S_t) | t] = 0$), a ψ pedig az árkiigazítás összevont koefficiense. Mivel az árjegyző becslése zajos, így P_t árral a kívánt készletszintet nem találják el tökéletesen, ε_{t+1} eltérés adódik, így $X_{t+1}(P_t, S_t) = -\phi(I_t - I^*) + \varepsilon_{t+1}$. Az árjegyzői középár időbeli alakulásának egyenlete némi átalakítás után igen kifejező. Felhasználva, hogy a keresleti függvények állandósága miatt P^* minden időszakban ugyanaz, valamint, hogy a készletváltozás bizonytalansága ε_{t+1} , a középár alakulása:

$$P_{t+1} = P_{t+1}^* + \psi(I_{t+1} - I^*) = P_t^* + \psi(I_{t+1} - I_t) = P_t^* + \psi(I_t - I^*) - \psi\phi(I_t - I^*) - \psi\varepsilon_{t+1}$$

Tovább egyszerűsítve kapjuk az árjegyzői piac áralakulására jellemző egyenletet:

$$P_{t+1} = P_t - \psi\phi(I_t - I^*) - \psi\varepsilon_{t+1}$$

ahol az árjegyzői középár egyfajta átlaghoz visszahúzó folyamatot követ (a készlet függ a korábbi P -től), a visszahúzás pedig a készletoptimalizáció következménye. A jövőbeli ár az egyensúlyi mennyiség zajos becslése miatt zajosan jelezhető előre. Az árjegyző várható profitja:

$$\begin{aligned} \mathbb{E}[\Pi_{t+1}(S_t) | t] &= \mathbb{E}[(1 + S_t) P_t X_{t+1}^+(P_t, S_t) - (1 - S_t) P_t X_{t+1}^-(P_t, S_t) - C_{t+1} | t] = \\ &= \mathbb{E}[S_t P_t (X_{t+1}^+(P_t, S_t) + X_{t+1}^-(P_t, S_t))] - P_t \phi(I_t - I^*) - \mathbb{E}[C_{t+1} | t] \end{aligned}$$

Ahol C_{t+1} az ε_{t+1} nem várt készlet egy periódusig való tartásának díja, a felső sorban lévő egyenlet első része az eladás bevételeit, a második része pedig a vásárlás kiadásait adja meg. Kompetitív árjegyzői tevékenység esetén a versenyzői árjegyzők zérus profitot érnek el, ekkor az árjegyző által meghatározott felár a következő alakot ölti.

$$S_t^* = \frac{\mathbb{E}[C_{t+1} | t] + P_t \phi(I_t - I^*)}{P_t \mathbb{E}[(X_{t+1}^+(P_t, S_t) + X_{t+1}^-(P_t, S_t)) | t]}$$

Jól látható, hogy a zajos becslés (zajos kereskedők) miatt keletkező költség bekerül a közvetítés felárába. Továbbá, a készletkiigazítás költsége is módosítja a vételi-eladási árakat. Az optimális felár például lineáris kereslet-kínálati függvények esetén explicit alakban is kifejezhető. Monopol árjegyző esetén a profitmaximalizálás során a $\partial \mathbb{E}[\Pi_{t+1}(S_t) | t] / \partial S_t = 0$ elsőrendű feltétel megoldásából adódik az árjegyzői felár. Összegezve, a készletek kiigazításának következménye az árjegyzői felár, valamint az árkiigazítás.

Az aszimmetrikus információs helyzetben való kereskedés a készletoptimalizáló megközelítéshez hasonlóan fontos irányzat. Az információs aszimmetria lényege, hogy bizonyos kereskedők több információval rendelkeznek az eszközről (informált kereskedők), mint a többiek (nem informált, zaj- vagy likviditáskereskedők). Az árjegyző ismeri ugyan az informáltak és a nem informáltak arányát a piacon, de nem tudja, hogy milyen típusú az a kereskedő, akivel éppen kereskedik. Ennek következtében az árjegyző nem tudja torzításmentesen megbecsülni az egyensúlyi árat. Az aszimmetrikus információs árjegyzői modellek bemutatásakor többnyire [Madhavan \(2000\)](#) logikáját követjük.

Az aszimmetrikus információs modellek két közismert modellje egy időben jelent meg. Mindkettő elsősorban az ajánlatok áreltérítő hatását magyarázza. Tekintsük először [Glosten és Milgrom \(1985\)](#) szűrezen alapuló koncepcióját, amelyben a kevésbé informált árjegyző lép először! A

versenyző árjegyzőn kívül kétfajta kereskedő van a piacon: informált ($\Theta = i$) és a nem informált ($\Theta = u$), akik véletlenszerűen érkeznek egymás után az árjegyzőhöz. Az árjegyző minden egyes időszakban jegyez vételi és eladási árat. Köztudott tudás, hogy a befektetők $p \in [0, 1]$ aránya rendelkezik az eszköz valódi értékéről szóló információval. Az eszköz értékéről is van valamely nyilvános információ, a befektetők ismerik az árjegyző vételi és eladási árat. Tegyük fel, hogy az eszközt csak magas $V = H$, vagy alacsony $V = L$ értékűnek ítélik a szereplők. Az informáltak a fentiekén kívül pontosabb információval rendelkeznek arról, hogy az eszköz éppen L vagy H értékű. Az érkező kereskedő annak ismeretében dönt arról, hogy vesz ($X = +1$) vagy elad ($X = -1$) egy egységet az árjegyzőtől, hogy ismeri a felkínált vételi-eladási árakat, valamint, ha informált, akkor az eszközre vonatkozó magáninformációját is. A nem informált kereskedő véletlenszerűen dönt, mert nem az információ kihasználása motiválja az ügylet megkötésére, hanem ettől független igény. Tegyük fel, hogy a nem informált befektető fele esélyt ad annak, hogy az eszköz értéke magas, így az ő értékelése $M = (H + L) / 2$. Összességében a Θ típusú befektetők akkor vesznek egy egységet, ha az eszközértékre vonatkozó várakozásukhoz képest nyernek a vásárlással, vagyis: $\mathbb{E}[V | \Theta] > R^A$, és eladnak, ha $\mathbb{E}[V | \Theta] < R^B$. A kockázatmentes árjegyző várható profitja amikor elad:

$$\mathbb{E}[R^A - V | X = +1]$$

illetve amikor vásárol:

$$\mathbb{E}[V - R^B | X = -1]$$

Versenyző árjegyzők esetén mindkettő várható profit zéró lesz. Tehát, amikor egy kompetitív árjegyző vételi igénnyel szembesül, az általa felkínált eladási ár (*ask*):

$$R^A = \mathbb{E}[V | X = +1] = H \text{Prob}[\Theta = i | X = +1] + M \text{Prob}[\Theta = u | X = +1]$$

ugyanaz eladási igénynél az általa nyújtott vételi ár (*bid*):

$$R^B = \mathbb{E}[V | X = -1] = L \text{Prob}[\Theta = i | X = -1] + M \text{Prob}[\Theta = u | X = -1]$$

szerint alakul. Ha a vételi és eladási jelek egyenlő arányban érkeznek, az információs aszimmetria miatt létrejövő bid-ask különbözet

$$R^A - R^B = p(H - L)$$

lesz. Az árjegyzői felár az informált befektetők arányával, illetve az értékelések (H, L) közötti

eltéréssel nő.

A másik logikát az [Easley és O'Hara \(1987\)](#) és [Kyle \(1985\)](#) szerzőkkel fémjelzett irányzat képviseli, itt az informált játékos dönt először. [Kyle \(1985\)](#) gyakran hivatkozott árjegyzői piaca a következőképpen épül fel. Szintén informált (i) és nem informált kereskedők (u) vannak, piaci részarányuk közismert tudás. Csak az informált kereskedők ismerik az eszköz V értékét. A kereskedők az árjegyző által megadott áron köthetnek ügyletet a kompetitív árjegyzővel. Elsőként a kereskedők elküldik vételi-eladási mennyiségeiket (informált: X^i vagy zajkereskedő: X^u) az árjegyzőnek, majd az árjegyző jegyzi ez alapján a $P(X^i + X^u) = \mathbb{E}[V | X^i + X^u]$ kereskedési árat. Kyle modelljében nem foglalkozik az árjegyzői árréssel, a vételi és eladási ár ugyanaz. A várható nettó kereslet mindkét típus esetén zérus: $\mathbb{E}[X^i] = 0$, $\mathbb{E}[X^u] = 0$. Továbbá, a zajkereskedők várható nettó kereslete akkor is zérus, ha az árjegyző már ismerné az eszköz értékét: $\mathbb{E}[X^u | V] = 0$, viszont az informált kereskedőknél már az eredeti mennyiségre következtethet: $\mathbb{E}[X^i | V] = X^i$. Az informált kereskedő feladata akkora mennyiséggel kereskedni, amelyből várhatóan a legnagyobb profitot szerzi:

$$\max_{X^i} \mathbb{E}[(V - P(X^i + X^u)) X^i | V]$$

Határozzuk meg először az egyensúlyi árat, az X^i függvényében! Az ár feltétel nélküli várható értékét jelöljük M -mel: $M = \mathbb{E}[V]$. A modellbeli árjegyző az egyensúlyi ár és a kereskedők által adott keresleti mennyiség között sztochasztikus lineáris kapcsolatot feltételez, és ez alapján, regressziós becsléssel határozza meg az árat.

$$\begin{aligned} P(X^i + X^u) &= \mathbb{E}[V | X^i + X^u] = M + \frac{COV(V, X^i + X^u)}{VAR(X^i + X^i)} (X^i + X^u - \mathbb{E}[X^i + X^u]) = \\ &= M + \lambda (X^i + X^u) \end{aligned}$$

A képletben látható λ együtthatót az irodalom Kyle-lambdának nevezi és ez a piaci ajánlatok áreltérítő hatását méri. (Az árhatásról bővebben lásd [Bouchaud \(2010\)](#) a fogalmat bemutató összefoglalóját.) Tekintsük most az egyensúlyi X^i mennyiséget! A maximalizálandó kifejezést kibontva kapjuk

$$\mathbb{E}[(V - P(X^i + X^u)) X^i | V] = \mathbb{E}[(V - M - \lambda(X^i + X^u)) X^i | V] = (V - M - \lambda X^i) X^i$$

amely egy másodfokú polinom és

$$X^i(V) = \frac{1}{2\lambda} (V - M)$$

helyen éri el maximumát, a V értékétől függően. Az $1/\lambda$ hányadost gyakran a piac mélységének indikátoraként használják. A modell azt mutatja meg, hogy ha az informált játékos úgy lép a piacon, hogy beszámítja a cselekvésébe az árjegyző tevékenységét – jelesül az beadandó ajánlati mennyiség áreltérít hatását is –, akkor mennyi legyen a számára optimális mennyiség. (Itt említjük meg a [Kyle \(1989\)](#) modellt is, amelyben a szerző szintén egy aszimmetrikus információs helyzetet elemez. Ebben a modellben a kereskedők az egész lineáris keresleti függvényüket "elküldik" a piacra egymásnak, és a többi keresleti függvény ismeretében ezt kiigazítják. A játék megoldását Nash-egyensúllyal adják meg. Ekkor mindenki a maga számára legjobb válaszként adott keresleti függvényét küldi a többieknek.) A fentieket egy mondatban összegezve, az információs modellek legfontosabb üzenete, hogy az árak alakulása az ajánlatok érkezésétől (*order flow*) függ.

A fenti két megközelítés nem mond ellent egymásnak, össze is kapcsolatható. [Glosten és Harris \(1988\)](#) egyesíti az információs aszimmetriával és pedig a készletkontrollal dolgozó modellek jegyeit, és az összetett viselkedéssel magyarázza többek között a vételi-eladási árkülönbsétek nagyságát.

3.5. Ajánlatvezérelt piacok

Az ajánlatvezérelt piacokon a befektetők mindig valamilyen közös platformon keresztül kereskednek. A tranzakció során nem ismerik a cserepartnert, csak az ajánlatokról (mennyiség és ár) vannak nyilvános információk. A főszerepben a limit ajánlatokat nyilvántartó könyv áll. Az ajánlati könyv matematikai reprezentációját a határkínálati-keresleti függvény (*marginal supply-demand curve, MSDC*) adja meg, lásd pl. [Acerbi és Scandolo \(2008\)](#). A legjobb vételi limit ajánlatot *bid* ajánlatnak, a legjobb eladási ajánlatot *ask* ajánlatnak is nevezzük. A piaci szereplők azonnali (másnéven: piaci) vételi és eladási ajánlatot adhatnak, ekkor az ajánlati könyvben lévő legjobb áron teljesül az ügylet. Ha nagyobb a piaci ajánlati volumen, mint a limit, akkor tőzsdei szabályozástól függően vagy csak részben teljesül, vagy a következő legjobb árszinten teljesül a tranzakció fennmaradó volumene. A másik típus a limit ajánlat, amivel egy vételi vagy eladási szándékot lehet jelezni, felajánlott ár és mennyiség megadásával. Az ajánlati könyv tartja nyilván az éppen érvényben lévő limit ajánlatokat. A limit ajánlatokat vissza is lehet vonni, a tranzakció teljesítése nélkül.

Az ajánlatvezérelt piacok egyik fontos tulajdonsága a piac likviditása, amelyet több dimenzió mentén jellemeznek. Ezek a dimenziók: szorosság (legjobb árak különözete), mélység (limitajánlatok volumene a könyvben), rugalmasság (az ajánlati könyv sokk utáni felépülése, [BIS \(1999\)](#)), azonnaliság (adott mennyiség eladásának vagy vételének időigénye, [Harris \(1990\)](#)),

diverzitás (befektetők homogenitása, [Kutas és Végh \(2005\)](#)). Bár az ajánlatvezérelt piacok irodalma jelentős – amelyet jónéhány fontos korábbi tanulmány is igazol (pl. [Hasbrouck \(1991\)](#), [Parlour \(1998\)](#)) –, az ajánlatvezérelt piacok közgazdasági elméleti irodalmáról átfogó elemzést elsőként [Parlour és Seppi \(2008\)](#) készített.

A limitárak meghatározásához Thierry Foucault játékelméleti példájának ([Foucault \(1999\)](#) 106-107. oldal) módosított és egyszerűsített változatát mutatjuk be. A piacon kétféle befektető létezik. Egyrészt a vevő, aki magasra értékeli ($V = H$), másrészt az eladó, aki alacsonyra ($V = L$) értékeli az eszközt. A befektetők $\eta \in [0, 1]$ részaránya vevő, aki magas szintre értékeli az eszközt. A befektetők folyamatosan kereskednek a piacon, minden befektető $\rho > 0$ valószínűséggel folytatja a kereskedést, $1 - \rho > 0$ valószínűséggel pedig abbahagyja ezt a következő periódusban. A befektetők ajánlatai egymás után véletlenszerűen érkeznek. Tekintsük a H értékelésű vevő döntési helyzetét. Ez a vevő akkor képes limit ajánlatát a következő periódusban végrehajtani, ha 1) a következő körben nem száll ki a kereskedésből (ennek valószínűsége ρ), 2) a következő körben egy eladó érkezik (ennek valószínűsége η), 3) ez a következő játékos piaci vételi ajánlatot ad és nem limit vételi ajánlatot. Ez utóbbi követelmény a vevő által adott eladási limit ajánlati ártól függ. Jelölje R^B azt az árat, amely mellett közömbös az eladónak, hogy azonnali eladási ajánlatot vagy eladási limit ajánlatot ad. Amennyiben éppen egy kicsivel (pl. a tőzsde által engedett legkisebb eltéréssel) e fölött az ár fölött ad limit vételi ajánlatot a vevő, akkor a várható haszna

$$\rho(1 - \eta) [H - R^B]$$

lesz. Ez az R^B ár a vevőnek optimális árat is jelent. Ugyanis, ennél alacsonyabb vételi limitár mellett nem biztos, hogy végre tudná hajtani az ügyletet, hiszen ekkor az eladó nem csap le a limit ajánlatra (*exercution risk*). Ennél magasabb áron viszont csak a fenténél kisebb hasznot érthet el, vagyis a győztes átka (*winner's curse*) nevű problémával szembesül. Jelölje R^A azt az árat, amely mellett a vevő számára közömbös a limit vételi és azonnali vételi ajánlat nyújtása. A vevő szempontjából a piaci ajánlat haszna (egyenlet bal oldala) és a limit ajánlat adásának várható haszna (egyenlet jobb oldala) megegyezik:

$$H - R^A = \rho(1 - \eta) (H - R^B)$$

az eladó szempontjából ugyanez pedig így írható fel:

$$R^B - L = \rho\eta (R^A - L)$$

Mivel a két szereplő szimultán dönt az árakról, ezért az egyenletrendszer megoldva kapjuk az

eladó és a vevő által adott egyensúlyi legjobb limit ajánlatok árait:

$$R^A = L + \frac{1 - \rho(1 - \eta)}{1 - \rho^2\eta(1 - \eta)} (H - L)$$

$$R^B = H - \frac{1 - \rho\eta}{1 - \rho^2\eta(1 - \eta)} (H - L)$$

Az egyensúly egy periódusra, stacionaritás mellett értelmezendő. Jól látható, hogy az egyensúlyi limitárak eltérnek a privát befektetői értékelési szintektől, és nagyban függenek az eladó-vevő aránytól, valamint a folytatás valószínűségétől. Ha a folytatás valószínűsége zérus ($\rho = 0$) lenne, akkor a legjobb limit vételi ajánlat (*bid*) értéke L , a legjobb limit eladási ajánlat (*ask*) pedig H lenne. Amikor tehát a szereplők az érkező ajánlatok számának csökkenésére számítanak (például a piaci bizonytalanság vagy a likviditás csökkenése miatt) az magas különbözetet eredményez. Amikor a folytatás valószínűsége a legmagasabb ($\rho = 1$), valamint a vevők és eladók aránya kiegyenlített ($\eta = 1/2$), akkor az *ask* ajánlat $R^A = 1/3L + 2/3H$ és a *bid* ajánlat $R^B = 2/3L + 1/3H$ szinten alakul. Ezt a sűrűlódást mindenképpen vállalják az ajánlatvezérelt piac szereplői. Összegezve, az ajánlati könyvben a legjobb vételi és eladási ajánlat szimultán alakul ki, az ajánlatot tevő befektetők pedig a végrehajtási kockázatot és a győztes átkát is igyekezve elkerülni.

A [Foucault \(1999\)](#) modelljét [Foucault, Kadan és Kandel \(2005\)](#) fejlesztették tovább. akik bevezették a várakozási költséget, és ez alapján osztották a piaci szereplőket türelmetlen és türelmes típusú befektetőkre. A tranzakciós ár (mennyire előnyös az ár a a limit ajánlat kiírójának) és a tranzakcióig eltelt idő közötti (mennyit kell várni) választás a két típusú szereplő esetén eltér. A szerzők a piac stacionárius egyensúlyát adják meg és az ajánlati könyv rugalmasságát (*resiliency*) elemzik. Az egyensúlyban a türelmetlen befektetők piaci ajánlatot, a türelmes befektetők limit ajánlatot adnak.

Az ajánlati könyvet általában az jellemzi, hogy a nem feltétlenül a legjobb vételi és eladási szinteken van a legtöbb limit ajánlat, hanem ennél valamivel előnytelenebb szinteken. Képszerű megfogalmazásban, az ajánlati könyv gyakran felpúposodik. Ezt a stilizált ténytet [Rosu \(2009\)](#) modellje magyarázza. A felpúposodás oka az egy típusba tartozó (türelmes eladó, vagy türelmes vevő) kereskedők árharcán alapuló egyensúly. A magyarázat a következő intuíción alapszik. Tegyük fel, hogy egy $V = L$ belső értékelésű, eszközzel rendelkező eladó R_1^A áron limit eladási ajánlatot helyez a könyvbe. Ha egyedül van az eladói oldalon, mintegy monopóliumként viselkedhet, és ezen az áron a türelmetlen vevő adott p_1 eséllyel érkezik ezt követően és meg is veszi az eszközt. Így a monopol eladó várható haszna: $p_1 (R_1^A - L)$. Tegyük fel, hogy egy új eladó jelentkezik a piacon, akinek értékelése szintén $V = L$. Az új eladó (2-es) ha egy kicsit

is alávág az 1-es játékosnak, akkor feltevésünk szerint p_2 eséllyel elviszi az ügyletet a következő periódusban és a régi eladó csak a korábbinál kisebb ($p'_1 < p_1$) eséllyel tudja érvényesíteni saját ajánlatát. Például azért, mert a vevők ugyan először a legjobb árral találkoznak, de elképzelhető, hogy több vevő érkezik, mint amennyit a 2-es játékos ajánlata ki tud elégíteni, és az 1-es is sorra kerül. Ekkor viszont a régi eladó ez alá az ár alá vághat, majd az új pedig ez alá, egészen addig, amíg egy bizonyos egyensúlyi szintet el nem érnek az árversenyben. Végeredményben viszont nem érdemes az 1-es játékosnak ebbe a versenybe belépni, amíg a 2-es játékos nem kínál igazán jelentősen alá. A második játékosnak egyensúlyban azt az árat kell adnia, amely mellett a régi kereskedő még éppen nem lép. Az egyensúlyban az első játékos az eredeti R_1^A -szintre, a második játékos $R_2^A < R_1^A$ szintre ad limit ajánlatot. Az egyensúlyban az új játékos várható haszna megegyezik a régi játékos várható hasznával:

$$p'_1 (R_1^A - L) = p_2 (R_2^A - L)$$

ahol $p_2 > p'_1$ az R_2^A árhoz tartozó tranzakciókötési valószínűség. A fenti egyenlet átrendezéséből kapjuk az új belépő stratégiai árat, amely

$$R_2^A = L + \frac{p'_1}{p_2} (R_1^A - L)$$

lesz és láthatóan kisebb R_1^A -nél. A fenti egyensúlyi koncepció következménye, hogy limit ajánlatot adó egyformán türelmes kockázatmentes kereskedők tehát több árszintre is tesznek ajánlatot. Rosu azt mutatja meg modelljében, hogy a ilyenkor limit ajánlatok zöme a legjobb ajánlattól távolabb sűrűsödik az egyensúlyban.

Ahogy az árjegyzői piacoknál láttuk, az ajánlatvezérelt piacoknál is jelentkezik az ajánlatok áreltérítő hatása. Az ajánlatvezérelt piacok az árhatás tekintetében azonban eltérnek a korábban tárgyalt árvezérelt piacoktól: [Viswanathan és Wang \(2002\)](#) megmutatják, hogy sokszereplős piacokon kis mennyiségű tranzakciót olcsóbb az ajánlatvezérelt piacon bonyolítani, míg a nagy volumenű ügyleteket érdemes az árvezérelt piacokra vinni. Kétféle árhatást különböztethetünk meg. Az elsőt azonnali árhatásnak hívjuk, és az ajánlati könyv mélységével függ össze. E során egy piaci ajánlat egy egész limit ajánlati szintet eltüntethet, így megváltozik a következő pillanatban a legjobb árszint. Ha ezt a piaci ajánlatot egy véletlenül megjelenő nem informált kereskedő adja, akkor az eltérített legjobb árszint idővel visszatér az eredeti szintre. Ha viszont e mögött valós információ áll, akkor informált kereskedők sora fog még piaci ajánlatot adni, az ő korrelált tevékenységük pedig addig aktív, amíg egy új árszinten permanensen be nem ragad a kereskedés: ilyenkor tartós árhatásról beszélünk. Mivel nem tudni, hogy egy piaci

ajánlat mögött informált, vagy nem informált kereskedő áll, a piaci szereplők gyakran próbálnak olyan kereskedési stratégiát választani, amely a zajkereskedők viselkedését imitálja. Így egyszeri nagyobb volumenű ügyletek helyett különböző egymáshoz viszonylag közeli időpontokban több kicsi ajánlatot helyeznek el a piacon (*order splitting*), hogy a nem kívánt árhatást csökkentsék. Az árhatás kiküszöbölésének másik módja a felfedetlen, vagy másnéven rejtett kereskedési terek (*dark pool*) használata. Ezeken a platformokon a tőzsdei középáron lehet nagy mennyiségű igényeket teljesíteni. Az árhatás helyett a piaci szereplőknek itt azzal kell szembenézni, hogy a tranzakciót megfelelő partner híján nem hajtják végre. Az ilyen kereskedési terek létezése türelmes, nem informált befektetők jelenlétére utalhat. A rejtett kereskedési terek hasznának közgazdasági indoklását [Zhu \(2012\)](#) adja meg. Zhu kifejti továbbá, hogy a rejtett terek jelenléte egyszerre csökkenti a tőzsdék ajánlati könyvének mélységét és javítja az információ feltárását, csökkentve ezzel a piaci szorosságot (*bid-ask spread*-et). A felfedetlen kereskedés sosem önálló, hanem a központosított kereskedéssel párhuzamosan létező mikrostruktúra.

Konklúziót vonva, az ajánlatvezérelt piacokon az ajánlati könyv alakja kiemelkedő kérdés, a bid-ask spread és a púpos alak magyarázza az irodalom. Az ajánlatvezérelt piac likviditása egyrészt a könyv alakjától, másrészt (csak az árjegyzői irodalomnál tárgyalt) információs aszimmetrikus problémáktól függ. Az informált szereplők tudásának piaci beépülését a középár tartós változásán lehet nyomon követni.

4. A piacok felépítése a pénzügyi eszközök típusa szerint

Az elméletek tárgyalása után térjünk rá arra a kérdésre, hogy melyik pénzügyi eszközosztállyal jellemezően milyen szerkezetű piacokon kereskednek! Kíváncsiak vagyunk továbbá arra is, hogy ezek a piaci mikrostruktúrák mennyire jelentősek forgalom tekintetében.

4.1. Bankközi hitel-betét ügyletek

A kereskedelmi bankok közötti fedezetlen rövid távú hitel-betét ügyletek és a visszavásárlási megállapodások piacát gyakran vizsgálják a piac szerkezete szempontjából. A piacon tevékenykedő szereplők általában kereskedelmi bankok, akik napi üzleti gyakorlatuk miatt (likviditáskezelés, stb.) kötnek ügyleteket. [Afonso és Lagos \(2012\)](#) elméleti tanulmánya az amerikai FED tartalékokra szóló fedezetlen overnight hitelek bankok közötti piacát modellezi. A szerzőpáros keresés és alku modellel jellemzi a bankközi piac szerkezetét. Ugyanerre a piacra [Bech és Atalay \(2010\)](#) kisvilág jellegű hálózati topológiát talált. [Fricke és Lux \(2012\)](#) az olaszországi bankközi piacokat, [Craig és von Peter \(2010\)](#) a német bankközi piac szerkezetét vizsgálja empirikusan, és eredményeikben a bankközi piacot központ-periféria típusú hálózatként írják le. Magyar bankközi piacot

vizsgáló munkájukban [Michaletzky \(2010\)](#) valamint [Berlinger, Michaletzky és Szenes \(2011\)](#) a magyar fedezetlen bankközi forintpiac központ-periféria jegyeket mutató hálózatának alakját időben stabilnak találják, s mindemellett bővebb ismertetést is adnak a nemzetközi és magyar szakirodalom fontos eredményeiről. Míg a magyarországi bankközi hálózat topológiája stabil, addig a piac más jellemzői változtak a 2008-as pénzügyi krízis idején. [Páles és Varga \(2008\)](#) mérte a bankközi piacok aggregált likviditását, és azt találták, hogy az átlagos bid-ask spread, az árhatás, az átlagos ügyletméret és az átlagos ügyfélkötések száma is jelentősen megváltozott a 2007-2008-as időszak alatt. Ha több eszköz piacát átfogó bankközi kereskedést tekintjük, akkor elsősorban a hálózati vagy struktúrákat leíró irodalom felé kell fordulnunk. A bankszabályozás bankközi piacok hálózatára történő figyelme a rendszerkockázat miatt került előtérbe. A pénzügyi rendszer instabilitását a hálózat struktúrája is felerősítheti. Hálózatelmélet pénzügyi alkalmazására [Benedek, Lublós és Szenes \(2007\)](#), [Balog, Bátyi, Csóka és Pintér \(2012\)](#) láthatunk példát. A rendszerkockázatot [Lublós \(2005\)](#), [Király, Nagy és Szabó \(2008\)](#) magyarországi, [Zawadowski \(2011\)](#) pedig amerikai bankközi piacon elemzi, az amerikai árnyékbankrendszer hálózati felépítéséről [Pozsar, Adrian, Ashcraft és Boesky \(2012\)](#) értekeznek.

Összegezve, nincs teljes egyetértés a szakirodalomban a bankközi hitel-betét piacok szerkezetéről, bár a megfigyelés tárgya sem mindig azonos, ami szintén okozhat eltérést. Kereséses (véletlen gráf topológia) megközelítéssel, valamint kisvilág jellegű és központ-periféria alakú hálózattal is jellemzik ezeket a piacokat.

4.2. Kötvénypiacok

A másodlagos kötvénypiacokon alatt a kormányzati diszkontkincstárjegyekkel, államkötvényekkel és vállalati kötvényekkel való kereskedést értjük. A kötvénypiacokon tevékenykedő intézményi befektetők között kereskedelmi és befektetési bankokat, befektetési alapokat, ritkán nagyvállalatokat találunk. [Biais és Green \(2007\)](#) a 20. század amerikai kötvénypiacainak mikrostruktúráit mutatja be. A 30-as és 40-es években kötvényekkel jellemzően a New York-i tőzsde (NYSE) által vezetett ajánlatvezérelt piacon kereskedtek az USA-ban, a kereskedők nagy része nem intézményi (*retail*) befektető volt. Az intézményi befektetők elterjedésével vált egyre inkább gyakorlattá a költségesebb és kevésbé transzparens tőzsdén kívüli, brókerek közötti kereskedés, a tőzsdei mechanizmus egyidejű működése mellett. A 60-as évekre az intézményi befektetők közötti tőzsdén kívüli csere vált általánossá. Az amerikai diszkontkincstárjegyek és állampapírok másodlagos piacán 2001 óta jórészt csak elektronikus úton kereskednek. [Mizrach és Neely \(2007\)](#) megállapítják, hogy közvetlenül a kibocsátás után a legélénkebb a piac, később, mikor az adott értékpapír "kifutott" a közvetlenül a kibocsátás után lévő rövid időszaktól, már sokkal nehezebb

ben, csak esetlegesen lehet az adott értékpapírra vevőt vagy eladót találni. Így az első szakaszban inkább a hálózati struktúra, a második szakaszban pedig a keresés és alku megközelítés lehet a mérvadó. Az amerikai vállalati kötvények az állampapírokhöz képest kevésbé átláthatóak, és a kötések gyakorisága is alacsonyabb, bár az ügyletkötések mérete nagy. A kötvénykereskedő csak másik kereskedő felhívására jegyez árat, az árjegyzés azonban eseti, csak az adott pillanatban érvényes és nyilvánossága is korlátozott e miatt (Bessembinder és Maxwell (2008)). A szerzők által leírt piaci kereskedési gyakorlat egy kombinált mechanizmust jelenít meg: a "keresés és készletoptimalizáláson történő árjegyzés" üzleti modelljét. Úgy véljük, hogy a keresés és alku modellek is megfelelőek lehetnek ezen piac megragadására. Az amerikai önkormányzati kötvények piacát Li és Schürhoff (2012) központ-periféria hálózatként jellemezte. A szerzők időben stabilnak találják a kereskedés hálózatát. Vizsgálatuk során egy a hálózat közepén (magjában) lévő kereskedők laza hálóját találták, akik gyakran üzletelnek egymással, míg a periférián lévőek egymással szinte egyáltalán nem, csak a magbeliekkel lépnek érintkezésbe, velük is viszonylag ritkábban. Általános eset, hogy egy kötvény míg az egyik végfelhasználótól (nem intézményi ügyfél) a másikig eljut, addig két- három, de akár hat-hét kereskedőn is áthalad. Mindez kissé az úgynevezett forró-krumpli jelenségre is emlékeztet: a tényleges vevő és eladó közé sok köztes szereplő ékelődik. A jelentős számú közvetítő a skálafüggetlen hálózatból, és a hierarchikus topológiából származtatható: mind a vételi, mind az eladási igénnyel érdemes az egyel magasabb szintű kapcsolatokkal rendelkező ("központibb") szereplőhöz fordulni, míg a két igény össze nem ér valahol. A magyar kötvénypiaci infrastruktúrát Balogh és Kóczán (2008) mutatja be. A magyar kötvénypiacon a diszkontkincstárjegyek és államkötvények másodpiaca jelentős, a vállalati kötvénypiac mérete elhanyagolható hozzá képest. Az állampapírok és a vállalati kötvények egyaránt kereskedhetőek az ajánlatvezérelt piacú tőzsdén, illetve tőzsdén kívül is. A tőzsdén kívüli szereplők száma viszonylag kevés, a kereskedők használhatnak elektronikus platformot vagy telefonos alkut is a tranzakciók lebonyolításához.

Összegezve, a kötvénypiacok ma leginkább az elektronikus platformokon lebonyolított decentralizált kereskedés jellemzi. Ritkábban kereskedett eszközöknél (piaci figyelemből kieső nem állampapírok) a keresési megközelítésben, a gyakrabban, állandósultabb kereskedést mutató eszközöknél inkább a hálózatokban érdemes gondolkodni.

4.3. Részvényekkel való kereskedés

Már kibocsátott részvényekkel egyaránt kereskednek tőzsdéken és tőzsdén kívül is. A tőzsdéi kereskedésnek egyaránt elterjedt módja mind az árjegyzői piaci (árvezérelt), mind pedig az ajánlati könyves piaci (ajánlatvezérelt) ügyletkötés. Az amerikai részvénytőzsdén a leginkább

elterjedt a limit ajánlati könyves piac, ahol a kereskedési az ajánlattételről és tranzakciókról szóló információkat készletelés nélkül nyilvánosságra hozzák. Sok tőzsde az ajánlatvezérelt piac mellett árjegyzőt is működtet a kívánatos szintű likviditás fenntartása érdekében. A pénzügyi eszközök piacain a tőzsdék mellett az utóbbi másfél évtizedben egyre nagyobb teret kaptak a tőzsdén kívüli piacok is a kereskedésben. [Preece \(2012\)](#) (14-15. oldal) szerint mára az USA részvénytőzsdén a tőzsdén kívüli kereskedési forgalom a teljes forgalom mintegy 33%-át tette ki 2012 márciusában. Ez utóbbiból 13,2% felfedetlen kereskedés során (*dark pool*), 18% a kereskedők (akik a végfelhasználó ügyfelek számára árat jegyeznek) hálózatán egymás felkeresésével, és 1,8% pedig a *LavaFlow* nevű elektronikus kommunikációs/kereskedési hálózaton (ún. *electronic communication network, ECN*) keresztül zajlott. Preece az USA részvénytőzsdén számszerűen 13 aktív tőzsdét, egy kommunikációs hálózatot, 16 *dark pool*-t és több, mint 200 intézményi kereskedőt (*broker/dealer*) dokumentál. Az utóbbi, intézményi kereskedők egymás közötti forgalmat a retail brókerségek részére történő árjegyzői tevékenységből származó hiány vagy fölösleg rendezése okozza. A részvénytőzsdék mikrostruktúrájáról külön értekeznek [Biais, Glosten és Spatt \(2005\)](#) valamint [Hasbrouck \(2007\)](#) is, akik az irodalomban található fontos elméleti kérdéseket és empirikus eredményeket mutatják be.

A tőzsde árjegyzői tevékenység egyaránt lehet kikiáltásos vagy automatizált, ez utóbbi sokkal elterjedtebb. Bizonyos tőzsdéken, pl. a NYSE-n kijelölt specialista (*designed market maker*) tevékenykedik aki egyúttal az ajánlati könyvet is vezeti, és alacsony likviditás esetén ellenoldali pozíciókat vállal: belép a kereskedésbe. Egy ilyen esetben modellezi az árjegyzői tevékenységet [O'Hara és Oldfield \(1986\)](#) is. Máshol pl. a NASDAQ-on több, versenyző hivatalos árjegyző is jegyez nyilvános vételi és eladási árakat. A tisztán ajánlati könyves piacok esetén is érdekes árhatás, a kutatók az árjegyzői mikrostruktúrájánál tárgyalt információs aszimmetria problémájára vezetik vissza ezt a jelenséget a leggyakrabban. Az empirikus irodalomban gyakran mérik az azonnali- (virtuális) és tartós (tényleges) árhatást. Ez utóbbihoz kapcsolódó magyar vonatkozású művekben a nagyobb árváltozások és az ajánlatok érkezésének dinamikáját vizsgálják [Mu, Zhou, Chen és Kertész \(2010\)](#) valamint [Tóth, Kertész és Farmer \(2009\)](#). A magyar ajánlatvezérelt tőzsdei részvénytőzsdének mikrostruktúrájával kapcsolatosan a kereskedési forgalomról (minimumok és maximumok eloszlása [Makara \(2004\)](#), likviditással és a limitáras tőzsde azonnali árhatásával pedig [Váradi \(2012\)](#) és [Lublóy, Gyarmati és Váradi \(2012\)](#) foglalkozott.

Összegezve, részvényekkel majdnem minden formában kereskednek, egy-egy részvénnyel akár többféle mechanizmus szerint is párhuzamosan. Többféle árjegyzői szerep jellemző: ajánlati könyvet támogató, vagy ajánlati könyv nélküli piacon versenyző. A piaci nyilvánosságra és a korlátozott tranzakciós méretre adott kereskedői válasz a felfedetlen kereskedés, amely egyre

nagyobb méreteket öltött az elmúlt években.

4.4. Devizapiacok (spot, határidős és opciós FX és FX-swap)

A 2013-as BIS adatgyűjtést felhasználva [Rime és Schrimpf \(2013\)](#) arról számolnak be, hogy a globális devizapiac forgalmának kb. 38%-a azonnali ügylet, 13%-a határidős szerződés, 42%-a FX swap, 1%-a devizaswap és nagyjából 6%-as devizaopciós kötés, az ügyletek névértékét tekintve. Az azonnali devizapiacokra tőzsdén kívüli kereskedés jellemző, ahol az intézményi kereskedők cserélnek egymással. Az elmúlt öt évben a nagy devizakereskedők egymás közötti cseréjének dominanciája arányaiban csökkent a piacon, egyre jobban előtérbe kerültek a kisebb bankok vagy alapok is a kereskedésben. Ez azt is implikálja, hogy központi kereskedők helyett érdemes kereskedői hálózatban gondolkodni a szerzők szerint.

A devizapiacokra jellemző "forró krumplics kereskedés" kifejezést [Lyons \(1997\)](#) vezette be, ez a devizakereskedők a felvett kiegyensúlyozatlan devizapozíció egymás után való többszöri gyors továbbpasszolását jelenti. [Lyons \(1997\)](#) modelljében a kereskedői árjegyzés (egy árat adnak) nyilvános és egy időszakban egy szereplő többekkel is cserélhet, a kereskedők privát információinak zajossága folytán mégis két periódus kell az árjegyzésben és tranzakciókban, míg a kereskedett eszköz valódi értékére fény derül. A devizakészlet gyors továbbadásával tehát nemcsak devizát cserélnek, hanem eközben az információt is terjesztik. Ez javítja információs hatékonyságot, de ezzel sem lesz a piac hatékony. Ez a megközelítés egy kétperiódusos teljes hálózaton való kereskedésként is interpretálható. Az elméletet [Evans és Lyons \(2002\)](#) fejlesztették tovább. [Rime és Tranvåg \(2012\)](#) empirikus tanulmányukon az ázsiai és ausztrálázsiai régiós devizapiacokat vizsgálták 15 éves adatsoron, és az ajánlatok árhatását permanensen jelentősnek találják, különösen a lebegő árfolyamú pénznemek esetén. A devizapiacokon végzett empirikus elemzésekről friss, átfogó áttekintést [King, Osler és Rime \(2013\)](#) készítettek, akik részletesen kitértek az árhatásra, az információ közvetítésére és a likviditásnyújtó szerepekre is. A magyarországi devizapiacok mikrostruktúrájával [Gereben, Gyomai és Kiss M. \(2005\)](#) foglalkoztak elsőként. A hazai bankközi egynapos FX-swap piacról friss kutatást [Banai, Kollarik és Szabó-Solticzky \(2013\)](#) jelentetett meg. Az bankközi egynapos FX-swap piac a magyar bankközi betét-hitel piacokkal mutat rokon jegyeket. A szerzők azt találják, hogy az FX-swap piaci kereskedés hálózata a skálafüggetlenség és leginkább a kisvilág-hálózat jegyeit mutatja. A szerzők nem vizsgálják, de nem zárható az sem ki, hogy központ-periféria hálózatként is jellemezhető ez a piac.

Összegezve, a devizapiacok zöme (az azonnali és swap piacok) egy kvázi teljes gráfon tevékenykedő, magáninformációkkal rendelkező árjegyzők csoportja. A kereskedésre jellemző a "forró krumplics" kereskedés, valamint az információs közvetítés is. Ezért az árjegyzők egyszerre

foglalkoznak készletük kiigazításával és a kapott vételi és eladási ajánlatok információs tartalmának feldolgozásával is. A hálózat egyes tagjai lehetnek központibbak, de a kisvilág jegyek is jellemzőek lehetnek rájuk. Az utóbbi években decentralizáltabbá váltak ezek a hálózatok.

4.5. Derivatív ügyletek piacai (részvény, áru, kamat, hitelkockázat)

A Tőzsdék Világszövetsége (*World Federation of Exchanges*) és a Nemzetközi Opciós Piacok Társasága (*International Options Markets Association*) közös jelentése szerint 2013-ban a tőzsdék forgalmának 54%-a részvény vagy részvényindex-derivatíva, 15%-át teszik ki a kamatlábra szóló futures termékek és az opciók, 19%-a köthető árura szóló származékos termékhez, valamint 12%-a devizafutures vagy opció (Naacke és Penistone (2014)). A világ tőzsdéin 2013-ban a névértéken kb. 21 200 milliárd USA dollár nagyságú összforgalmat dokumentáltak. A Nemzetközi Fizetések Bankja háromévente megjelenő tanulmányának (BIS (2013)) kiegészítése szerint 2013 év végén a tőzsdén kívüli piacokon az ügyletek névértékén számolva, az ügyletek 10%-a devizához köthető derivatíva (ennek bontását lásd a devizapiacos bekezdésben), 82%-a kamatláb-derivatíva (ennek is jelentős része kamatcsere-ügylet), 3%-a hitelderivatíva ügylet, 1%-a részvényekre szóló származékos ügyletek és 0,3%-a árupiaci derivatíva. A fennmaradó 3,7% forgalom több típusú alaptermékre szóló, nem kategorizált származtatott termék. A forgalom névértéken mintegy 710000 milliárd USA dollár volt 2013-ban. A fenti adatok a végfelhasználó ügyfelek által generált forgalmát is tartalmazzák.

A tőzsdei kereskedés jellemzően központi ajánlati könyves piacon zajlik, gyakran az ajánlatvezérelt piac kiegészül egy árjegyzővel, aki ezt a könyvet vezeti, és likviditást nyújt. A tőzsdén kívül a gyakori kereskedési modellek (Smyth és Anne (2011)) közül azokat emeljük ki, amelyekben az intézményi szereplők egymás között ügyletelhetnek. Ezek a kereskedők közötti ajánlati könyves piac (*inter-dealer order driven market*) és a központi ajánlati könyves piac. Az előbbi esetén minden kereskedő bank látja az ajánlati könyvet és annak mélységét, a létrejövő tranzakcióknak csak az ára válik nyilvánossá, a volumene és részvevői rejtve maradnak. A központi, de nem tőzsdei ajánlatvezérelt kereskedés során a kereskedés szintén anonim, és az ajánlati könyv jegyzett ár és volumen adatai itt is mindenki számára elérhetők. Ezen a piacon viszont az ügyfelek is köthetnek ügyletet, és a tőzsdei ajánlati könyves piaccal ellentétben itt nem segíti a likviditást külön árjegyző. A tőzsdén kívüli derivatív ügyletek kereskedésében az árvezérelt formák is népszerűek voltak korábban, ez főleg az ügyfél-bróker viszonylatban gyakori, bár előfordulhatott az is, hogy kisebb brókerség választ egy vagy több nagyobb kereskedőházat cserepartneréül, a Bázeli III-as szabályozás bevezetéséig. A derivatívák, a kamatcsere-ügyletek valamint a hitelderivatíva-ügyletek piacain Bázeli III-as partnerkockázati szabályozásának következtében

2013-tól a kereskedők közötti elektronikus ajánlati könyves formát találunk (*swap exercusion facility*), amelyen az ügyleteket egy központi elszámolóház klíringeli (Miller és Ruane (2012), Heckinger, Ruffini és Wells (2014)). A kamatsere-ügyletek és a hitelderivatíva-ügyletek szereplőit elsősorban a kereskedelmi és befektetési bankok alkotják, a világpiacon kb. 14-20 nagyobb bankházat tartanak számon, mint meghatározó kereskedőket. (A hitelderivatívákkal (CDS és CDS-re szóló indexek) korábban bilaterális kereskedéssel zajló hálózatos piacon kereskedtek, a hálózat közepén a 14 nagy bankház helyezkedett el (Shachar (2012), Atkeson, Eisfeldt és Weill (2013)), a kereskedés napon belüli mintázatait is vizsgálták, Fülöp és Lescourret (2009) fordított U-alakként és J-alakként írta le a CDS prémiumok volatilitásának napon belüli alakulását.)

Összegezve, bár a derivatívok piacai nagyon változatos formában működtek, kijelenthetjük, hogy 2013 óta a klíringelési kötelezettség okán – akár tőzsdén, akár tőzsdén kívül – a legtöbb derivatívát ajánlatvezérelt piacon cserélik. A tőzsdei piacokon az ajánlati könyv likviditását bizonyos tőzsdéken árjegyző is támogatja.

5. Összefoglalás

A dolgozatban azokat a piaci mikrostruktúrákat és az azokat előidéző súrlódásokat mutattuk be, amelyek a leginkább jellemzőek a pénzügyi piacokra. A gyakorlatban sokszor többféle mikrostruktúra működik együtt egymás mellett, a szakirodalom is számos példát láthattunk erre. Mi a tiszta eseteket mutattuk be. Elsőként megfigyelésünk tárgyát, a racionális intézményi szereplők által alkotott belső piacot határoztuk meg, elemzésünk fontos szempontjainak a struktúrákat meghatározó súrlódások felsorakoztatását, a piacon elérhető vételi és eladási árszintek meghatározását, valamint információáramlás és az eszközallokáció hatékonyságának megfigyelését választottuk. Viszonyítási pontként a walrasi piacot jelöltük ki.

A decentralizált piacok közül elsőként a kereséses piacokat vizsgáltuk. A kereséses piacon az egyes szereplők nem ismerik a többi befektető konkrét értékelését. Mindenkit elérhetnek, de csak véletlenszerűen találhatnak rá a megfelelő cserepartnerre. A várható vételi és eladási árak közötti különbség a keresés várható költségeiből fakad. A kereséses piacon megjelenhet a köztes szereplő, aki a kereskedési láncba beépülve, a többiek rezervációs árain tranzakciót kötve megszerezheti a várható eladási és vételi árak közötti különbséget, és ezáltal profithoz jut. A köztes szereplő már a hálózati megközelítés előfutára, ahol a pozíció meghatározó. A pénzügyi piacok akkor öltenek inkább hálózati formát, amikor nem minden szereplő érhető el ugyanolyan könnyen, a keresés költsége (vagy a tranzakció költsége, lebonyolításának ideje) szereplőnként lényegesen eltérhet. Ilyenkor a hálózatban lévő elhelyezkedés még teljes információs esetekben is torzításokat okoz. A központibb szereplők alkuereje nagyobb. A hálózati megközelítés fon-

tos üzenete, hogy nem tekinthetjük homogénnek a piaci szereplőket már akkor sem, ha csak egymástól való hálózati elhelyezkedésükben különböznek.

A központosított piacok két általános típusaként az árjegyzői és az ajánlatvezérelt piacokat neveztük meg. Az árjegyzők tevékenységének két magyarázatát tekintettük át. Az elsőben az árjegyző egy a készletet kiigazító piaci játékos, aki érzékenyen reagál a vételi és eladási hullámokra, kiegyensúlyozatlanságokra. A másodikban az árjegyző információs hátrányban van a jól informált piaci szereplőkkel szemben, őket csak zajosan, a likviditáskereskedők tevékenységeivel együtt tudja megfigyelni, s a tökéletlen szűrés/jelzés költségeket jelent a kereskedésben, ami beépül a vételi-eladási árkülönbözetbe is. Az ajánlatvezérelt piacon nincs központi szereplő, itt a vevők és eladók kétoldalú aukciójának eredményeként alakul ki a legjobb vételi és eladási ár. Az ajánlati könyvben ennél azonban több ajánlat van, a könyv tipikus alakja is egy stratégiai egyensúly következménye. Mindazokban az esetekben, amikor a szokásos ajánlatnál nagyobb volumenű ügyletet akarnak kötni a tőzsdén (akár árjegyzői, akár az ajánlatvezérelt piacon), akkor a felfedetlen kereskedési formákhoz fordulnak, és a nagy ajánlat áreltérítő hatásának kockázatát felváltja annak kockázata, hogy a tranzakció esetleg mégsem (vagy csak idővel) sikerül. A felfedetlen kereskedési platform jegyei pedig már a kereséses és a belső közvetítővel rendelkező kereséses piac jellemzőire emlékeztet.

A gyakorlatra tekintve az is látható, az egyes nagy eszközosztályokban igen változatos a piacok általános szerkezete. Szinte általános a többi piaci forma egyidejű létezése. Sokszor előfordulnak a tiszta esetekből "összegyúrt", hibrid mikrostruktúrák is. Általánosságban a kereskedési háló szerkezete stabilnak tekinthető. A tőzsdén kívüli piacok szabályozása sok tekintetben egysegítette a kereskedési szabályokat, sok esetben még mindig jellemző a kereséses és hálózatos forma, sőt a rejtett kereskedés is utat tör magának. Az elmúlt évtizedek tapasztalatai szerint hosszabb távon (5-15 év) az egyes piaci mikrostruktúrák kereskedésben betöltött arányai változást mutatnak, ahogy a tranzakciós költségek és maguk a piaci szereplők, illetve a szabályozói igények is átalakulnak.

Hivatkozások

- Acerbi, C. és Scandolo, G. (2008): „Liquidity risk theory and coherent measures of risk” *Quantitative Finance* **8**(7), 681–692.
- Afonso, G. és Lagos, R. (2012): Trade dynamics in the market for federal funds. Staff Reports 549. Federal Reserve Bank of New York.
- Allen, F. és Babus, A. (2008): Networks in Finance. Working Paper 08-07. Wharton Financial Institutions Center.
- Amihud, Y. és Mendelson, H. (1980): „Dealership market : Market-making with inventory” *Journal of Financial Economics* **8**(1), 31–53.
- Atkeson, A., Eisfeldt, A. L. és Weill, P.-O. (2013): The Market for OTC Derivatives. CEPR Discussion Papers 9403.

- Babus, A. és Kondor, P. (2013): Trading and information diffusion in OTC markets. CEPR Discussion Papers 9271.
- Baker, L. és Kiyomaz, H., eds (2013): The Robert W. Kolb Series in Finance. John Wiley & Sons.
- Balog, D., Bátyi, T. L., Csóka, P. és Pintér, M. (2012): „Pénzügyi hálózatok modellezése Jackson és Watts (2002) nyomán ”in „Egyensúly és optimum. Tanulmányok Forgó Ferenc 70. születésnapjára”Aula Kiadó. pp. 151–168.
- Balogh, C. és Kóczán, G. (2008): Állampapírok másodpiaci kereskedési infrastruktúrája. MNB-tanulmányok. Pénzügyi elemzések.
- Banai, Á., Kollarik, A. és Szabó-Solticzky, A. (2013): „Az egynapos FX-swappiac topológiája” *MNB-tanulmányok* (108).
- Bech, M. L. és Atalay, E. (2010): „The topology of the federal funds market” *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* **389**(22), 5223–5246.
- Benedek, G., Lublőy, Á. és Szenes, M. (2007): „A hálózatelmélet banki alkalmazása ” *Közgazdasági Szemle* **54**.
- Berlinger, E., Michaletzky, M. és Szenes, M. (2011): „A fedezetlen bankközi forintpiac hálózati dinamikájának vizsgálata a likviditási válság előtt és után ” *Közgazdasági Szemle* **58**(3), 229–252.
- Bessembinder, H. és Maxwell, W. (2008): „Markets: Transparency and the Corporate Bond Market ” *Journal of Economic Perspectives* **22**(2), 217–234.
- Biais, B., Glosten, L. és Spatt, C. (2005): „Market microstructure: A survey of microfoundations, empirical results, and policy implications ” *Journal of Financial Markets* **8**(2), 217–264.
- Biais, B. és Green, R. C. (2007): The Microstructure of the Bond Market in the 20th Century. BIS (1999): Market Liquidity: Research Findings and Selected Policy Implications. Committee on the Global Financial System Publications 11. Bank for International Settlements.
- BIS (2013): Statistical release. OTC derivatives statistics at end-June 2013 . Technical report. Monetary and Economic Department.
- Bodie, Z., Kane, A. és Marcus, A. J. (2005): *Befektetések*. Aula Kiadó.
- Bouchaud, J.-P. (2010): „Price Impact ”in R. Cont, ed., „Encyclopedia of Quantitative Finance” John Wiley and Sons.
- Condorelli, D. és Galeotti, A. (2012): Bilateral Trading in Networks. Economics Discussion Papers 704. University of Essex, Department of Economics.
- Craig, B. és von Peter, G. (2010): Interbank tiering and money center banks. Technical Report 322. Monetary and Economic Department.
- De Jong, F. és Rindi, B. (2009): *The Microstructure of Financial Markets*. Cambridge University Press.
- Diamond, P. A. (1982): „Aggregate Demand Management in Search Equilibrium” *Journal of Political Economy* **90**(5), 881–94.
- Duffie, D., Gârleanu, N. és Pedersen, L. H. (2005): „Over-the-Counter Markets” *Econometrica* **73**, 1815–1847.
- Easley, D. és O’Hara, M. (1987): „Price, trade size, and information in securities markets” *Journal of Financial Economics* **19**(1), 69–90.
- Evans, M. D. D. és Lyons, R. K. (2002): „Order Flow and Exchange Rate Dynamics” *Journal of Political Economy* **110**(11).
- Foucault, T. (1999): „Order flow composition and trading costs in a dynamic limit order market” *Journal of Financial Markets* **2**(2), 99–134.
- Foucault, T., Kadan, O. és Kandel, E. (2005): „Limit Order Book as a Market for Liquidity” *Review of Financial Studies* **18**(4), 1171–1217.
- Fricke, D. és Lux, T. (2012): Core-Periphery Structure in the Overnight Money Market: Evidence from the e-MID Trading Platform. Working Paper 1759. Kiel Institute of the World Economy.
- Fülöp, A. és Lescourret, L. (2009): Intra-daily variations in volatility and transaction costs in the credit default swap market.
- Garman, M. B. (1976): „Market microstructure ” *Journal of Financial Economics* **3**(3), 257–275.
- Gereben, Á., Gyomai, G. és Kiss M., N. (2005): A devizaárfolyamok mikrostruktúra-

- megközelítése: a szakirodalom áttekintése jegybanki szemmel. MNB-tanulmányok 42.
- Glosten, L. R. és Harris, L. E. (1988): „Estimating the components of the bid/ask spread” *Journal of Financial Economics* **21**(1), 123–142.
- Glosten, L. R. és Milgrom, P. R. (1985): „Bid, ask and transaction prices in a specialist market with heterogeneously informed traders” *Journal of Financial Economics* **14**(1), 71–100.
- Gofman, M. (2011): A Network-Based Analysis of Over-the-Counter Markets. Technical report.
- Harris, L. (1990): „Statistical Properties of the Roll Serial Covariance Bid/Ask Spread Estimator” *Journal of Finance* **45**(2), 579–90.
- Harris, L. E. (2003): *Trading and Exchanges: Market Microstructure for Practitioners*. Oxford University Press.
- Hasbrouck, J. (1991): „Measuring the Information Content of Stock Trades” *Journal of Finance* **46**(1), 179–207.
- Hasbrouck, J. (2007): *Empirical Market Microstructure: The Institutions, Economics and Econometrics of Securities Trading*. Oxford University Press.
- Heckinger, R., Ruffini, I. és Wells, K. (2014): Over-the-Counter (OTC) Derivatives. Federal Reserve Bank of Chicago Working Paper.
- Ho, T. S. Y. és Stoll, H. R. (1983): „The Dynamics of Dealer Markets under Competition” *Journal of Finance* **38**(4), 1053–74.
- Hojman, D. A. és Szeidl, A. (2008): „Core and periphery in networks” *Journal of Economic Theory* **139**(1), 295–309.
- Jackson, M. O. és Wolinsky, A. (1996): „A Strategic Model of Social and Economic Networks” *Journal of Economic Theory* **71**(1), 44–74.
- King, M. R., Osler, C. és Rime, D. (2013): The market microstructure approach to foreign exchange - Looking back and looking forward. Working Paper 2013/12. Norges Bank.
- Király, J., Nagy, M. és Szabó, V. E. (2008): Contagion and the beginning of the crisis – pre-Lehman period. MNB Occasional Papers 2008/76. Magyar Nemzeti Bank (the central bank of Hungary).
- Kutas, G. és Végh, R. (2005): „A Budapesti Likviditási Mérték bevezetéséről” *Közgazdasági Szemle* **52**, 686–711.
- Kyle, A. S. (1985): „Continuous Auctions and Insider Trading” *Econometrica* **53**(6), 1315–35.
- Kyle, A. S. (1989): „Informed Speculation with Imperfect Competition” *Review of Economic Studies* **56**(3), 317–55.
- Li, D. és Schürhoff, N. (2012): Dealer Networks. Working Paper.
- Lublóy, Á. (2005): „Dominóhatás a magyar bankközi piacon” *Közgazdasági Szemle* **54**, 377–401.
- Lublóy, Á., Gyarmati, Á. és Várad, K. (2012): „Virtuális árhatás a Budapesti Értéktőzsdén [Virtual price effects on the Budapest stock exchange]” *Közgazdasági Szemle (Economic Review - monthly of the Hungarian Academy of Sciences)* **59**(5), 508–539.
- Lyons, R. K. (1997): „A simultaneous trade model of the foreign exchange hot potato” *Journal of International Economics* **42**(3-4), 275–298.
- Madhavan, A. (2000): „Market microstructure: A survey” *Journal of Financial Markets* **3**(3), 205–258.
- Makara, T. (2004): „Maximum és minimum árfolyamok időbeli eloszlása” *Hitelintézet Szemle* **3**(2).
- Malamud, S. és Rostek, M. (2012): Decentralized Exchange. Working Papers 12-18. NET Institute.
- Michaletzky, M. (2010) Pénzügyi piacok likviditása. PhD thesis. Közgazdasági Doktori Iskola.
- Miller, R. S. és Ruane, K. A. (2012): The Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act: Title VII, Derivatives. Technical report.
- Mizrach, B. és Neely, C. J. (2007): The microstructure of the U.S. treasury market. Working Papers 2007-052. Federal Reserve Bank of St. Louis.
- Mu, G.-H., Zhou, W.-X., Chen, W. és Kertész, J. (2010): „Order flow dynamics around extreme price changes on an emerging stock market” *New Journal of Physics* **12**(7).
- Naacke, G. és Penistone, E. (2014): WFE/IOMA Derivatives Market Survey 2013. Technical report.

- Neklyudov, A. V. (2012): Bid-Ask Spreads and the Decentralized Interdealer Markets: Core and Peripheral Dealers. Working paper.
- O'Hara, M. (1995): *Market Microstructure Theory*. Blackwell.
- O'Hara, M. és Oldfield, G. S. (1986): „The Microeconomics of Market Making” *Journal of Financial and Quantitative Analysis* **21**(04), 361–376.
- Páles, J. és Varga, L. (2008): „A magyar pénzügyi piacok likviditásának alakulása – mit mutat az MNB új aggregált piaci likviditási indexe?” *MNB-Szemle* .
- Parlour, C. A. (1998): „Price dynamics in limit order markets” *Review of Financial Studies* **11**(4), 789–816.
- Parlour, C. A. és Seppi, D. J. (2008): „Limit Order Markets: A Survey” in „Handbook of Financial Intermediation & Banking” Elsevier.
- Pozsar, Z., Adrian, T., Ashcraft, A. és Boesky, H. (2012): Shadow Banking. FRB of New York Staff Report 458.
- Preece, R. (2012): „Dark Pools, Internalization, and Equity Market Quality” *Codes, Standards, and Position Papers* **2012**(5).
- Reiss, P. C. és Werner, I. M. (1998): „Does Risk Sharing Motivate Interdealer Trading?” *Journal of Finance* **53**(5), 1657–1703.
- Rime, D. és Schrimpf, A. (2013): The anatomy of the global FX market through the lens of the 2013 Triennial Survey. Technical report.
- Rime, D. és Tranvåg, H. J. (2012): The Flows of the Pacific: Asian foreign exchange markets through tranquility and turbulence. Working Paper 2012/01. Norges Bank.
- Rosu, I. (2009): „A Dynamic Model of the Limit Order Book” *Review of Financial Studies* **22**(11), 4601–4641.
- Rubinstein, A. és Wolinsky, A. (1985): „Equilibrium in a Market with Sequential Bargaining” *Econometrica* **53**(5), 1133–50.
- Rust, J. és Hall, G. (2003): „Middlemen versus Market Makers: A Theory of Competitive Exchange” *Journal of Political Economy* **111**(2), 353–403.
- Shachar, O. (2012): Exposing The Exposed: Intermediation Capacity in the Credit Default Swap Market. Technical report. Stern School of Business, New York University.
- Shen, P. és Starr, R. M. (2002): „Market-makers’ supply and pricing of financial market liquidity” *Economics Letters* **76**(1), 53–58.
- Smyth, N. és Anne, W. (2011): Trading Models and Liquidity Provision in OTC derivatives markets. Technical Report Q4.
- Spulber, D. F. (1996): „Market Making by Price-Setting Firms” *Review of Economic Studies* **63**(4), 559–80.
- Stoll, H. R. (1978): „The Supply of Dealer Services in Securities Markets” *Journal of Finance* **33**(4), 1133–51.
- Tóth, B., Kertész, J. és Farmer, D. (2009): „Studies of the limit order book around large price changes ” *The European Physical Journal B* **71**(4), 499–510.
- Váradí, K. (2012) Likviditási kockázat a részvényt piacokon. PhD thesis. Gazdálkodástani Doktori Iskola.
- Viswanathan, S. és Wang, J. J. D. (2002): „Market architecture: limit-order books versus dealership markets” *Journal of Financial Markets* **5**(2), 127–167.
- Vives, X. (2008): „Information and Learning in Markets: The Impact of Market Microstructure”
- Zawadowski, A. (2011): „Entangled Financial Systems” *Boston U. School of Management Research Paper* (2).
- Zhu, H. (2012): „Finding a Good Price in Opaque Over-the-Counter Markets” *The Review of Financial Studies* **25**(4).