

HAVRAN DÁNIEL–VÁRADI KATA

A limitáras ajánlatok szerkezete és dinamikája a Budapesti Értéktőzsdén

Az OTP- és a Mol-részvények esete

Leíró tanulmányunkban a Budapesti Értéktőzsde két legnagyobb forgalmú részvényének (OTP, Mol) kereskedési jellemzőit tárjuk fel a 2013-as év első 10 hónapjának adatait használva. A limitájánlati könyv alakját a Budapesti Likviditási Mérték adataiból készített három komponenssel jelenítjük meg. A három talált jellemző a meredekség, a konvexitás és a csavarodás. Az ajánlati és tranzakciós árak, valamint a forgalomadatok alapján készített mutatókat felhasználva végezzük az elemzést. Elsőként ismertetjük a kereskedés egyes jellemzőinek napon belüli mintázatait, és azokat összevetjük a szakirodalom által más tőzsdékre megfigyelt alakzatokkal. Ezt követően azt vizsgáljuk, hogy egy-egy piaci ajánlat hogyan módosítja rövid távon a piaci árfolyamot. Ehhez árhatásegyenleteket becsülünk, amelyben külön mérjük az ajánlat méretének hatását és az ajánlat adásának költségességét. Az árhatásegyenleteket azon feltételezés mellett is megbecsüljük, hogy a piaci ajánlatot nyújtók már az ajánlatadás előtt ismerik az ajánlati könyv mélységét. Mérjük a nyitás utáni és a zárás előtti szakaszok hatását is. Végül megvizsgáljuk, hogy miként változnak a vételi és eladási árak, az árrés, valamint az ajánlati könyv alakját leíró főkomponensek, ha egy agresszív (a limitáras szintet elfogyasztó) piaci ajánlat érkezik. Ezzel az ajánlati könyv alakjának mozgását dokumentáljuk, ami a limitájánlatot nyújtó szereplők együttes viselkedését írja le.

Journal of Economic Literature (JEL) kód: C32, C51, G10, G17.

A Budapesti Értéktőzsde nemzetközi összehasonlításban kis méretű tőzsde. Ez a tény azonban nem jelenti azt, hogy helyi szinten ne lenne fontos kérdés a hazai részvénytőzsdák elemzése, jellemzőinek megismerése. Országos szinten fontos, hiszen a BÉT honlapja szerint öt olyan befektetési szolgáltató is tevékenykedik, amely meghaladja a harmincmilliárd forintnyi havi forgalmat.¹ A magyar részvényalapok vagyontömegének egy része ezekben a részvényekben van, de a tőzsdén nem csak az intézményi

¹ <http://bet.hu/> (letöltési idő: 2016. február 11.).

Havran Dániel, a BCE Befektetések és Vállalati Pénzügy Tanszékének docense és a MTA KRTK KTI vendégkutatója.

Váradi Kata, a BCE Befektetések és Vállalati Pénzügy Tanszékének docense.

A kézirat első változata 2016. február 15-én érkezett szerkesztőségünkbe.

DOI: <http://dx.doi.org/10.18414/KSZ.2016.9.966>

befektetők kereskedhetnek. Továbbá, a pénzügyi válság óta a tőkepiac és a piaci likviditás, illetve annak mérése az új globális szabályozások középpontjába került. Így a gazdaság érintett szereplői és a szabályozók számára is releváns kérdés, hogy miként jellemezhető a magyar részvénytőzsdén zajló kereskedelem a piaci mechanizmusok és piaci mikrostruktúrák szempontjából.

A tanulmányban arra vagyunk kíváncsiak, hogy mit tudunk mondani a piac kereskedési jegyeiről azokkal a standard eszközökkel, amelyekkel a nagy tőzsdéket elemzik a nemzetközi szakirodalomban. Tudásunk szerint nincs nemzetközi összehasonlító tanulmány arról, hogy a kis és a nagy forgalmú tőzsdék között melyek a tipikus különbségek. Bár dolgozatunkban erre nem is törekszünk, a magyar piac ilyen irányú dokumentálását szükségesnek tartjuk. Néhány megelőző munka már született hasonló indíttatásból. Korábban a magyar tőzsdén történő likviditás mérésével *Kutas-Végh* [2005] foglalkozott. A szerzők a Budapesti Likviditási Mérték (BLM) mint mérőeszköz bevezetésével a budapesti, varsói, valamint a londoni értéktőzsde adatait vetették össze, elsősorban a forgalomra koncentráltak. Néhány év elteltével *Gyarmati-Lublóy-Váradi* [2012], illetve *Váradi* [2012] foglalta össze ugyanígy a BLM segítségével, hogy miként változott a forgalom és a virtuális árhatásfüggvény a Budapesti Értéktőzsdén a 2007. január és 2011. június közötti időszakban. Míg ezek a tanulmányok a magyar tőzsde néhány részvényére számított virtuális árhatásfüggvény alakulásával foglalkoztak, addig dolgozatunkban a tényleges árhatás mérésére koncentrálnak. Ehhez elemezzük a likviditás napon belüli mintázatának jegyeit, valamint egy-egy tranzakcióhoz köthető időszakos (rövid távú) árelmozdító hatását.

Képet kívánunk adni arról, hogy a vizsgált mintánkban (2013 első tíz hónapjának időszakában)

- hogyan alakult egy tipikus kereskedési nap a magyar tőzsdén,
- mekkora volt egy piaci ajánlat hatása a piaci árfolyamra,
- figyelembe vették-e a kereskedők a piaci ajánlatok benyújtásakor a tőzsde likviditását, és
- hogyan reagáltak a limitájanlatot adók egy-egy agresszív (áreltérítő) tranzakcióra.

Az első kérdés során a likviditás néhány dimenziójának napon belüli mintázatát dokumentáljuk. A feszesség és a mélység mellett a tranzakciós méretet és az ajánlati könyv szerkezetének napon belüli alakulását is sorra vesszük. A második kérdés a piaci ajánlatokat adó befektetők szempontjából lényeges. Már önmagában egy piaci ajánlat beadása vagy annak mérete is jelzés lehet a többi befektetőnek, amely után módosítják várakozásaikat. Ha jelentős az árhatás, akkor a tőzsdén költséges a kereskedelem. A harmadik kérdés azt vizsgálja, hogy limitáras ajánlati könyv állapota mennyiben befolyásolja a piaci ajánlatot adó befektetők viselkedését. Azt várjuk, hogy amikor a könyvben kevesebb a limitáras ajánlat, a likviditásfelhasználó befektetők visszafogják piaci ajánlataik méreteit. A negyedik kérdés megválaszolásához a tranzakciók után bekövetkező tipikus szerkezetváltozást mutatjuk be.

A magyar tőzsde két legnagyobb forgalmú részvényét elemezzük, vagyis az OTP- és a Mol-részvényeket. E két részvény forgalma és likviditása elég nagy ahhoz, hogy átfogóan tudjuk értékelni az ajánlati könyvben zajló folyamatokat is. Elemzéseink leíró

jellegűek, célunk annak a néhány kereskedési jellemzőnek, stilizált ténynek a statisztikai módszerekkel való ismertetése, amelyek a piac likviditásával kapcsolatosak.

Először röviden ismertetjük azt a háttérodalmat, amelynek segítségével tisztázzuk a tőzsdei likviditással kapcsolatos fő fogalmakat, és itt térünk ki a legfontosabb kapcsolódó korábbi empirikus eredményekre is. Majd bemutatjuk az általunk használt tőzsdei adatbázis fő jellemzőit, ismertetjük az általunk alkalmazott módszerek alapjait is, többek között a Budapesti Likviditási Mérték főkomponens-felbontását. Az ezt követő rész tartalmazza az empirikus eredmények ismertetését és azok elemzését. Végül összefoglaljuk a fő tanulságokat.

Elméleti háttér

Röviden áttekintjük az elemzés szempontjából legfontosabb fogalmakat és összefüggéseket. Magyar nyelven korábban Gereben–Kiss [2006], valamint Michaletzky [2011] végzett kutatást a piaci mikrostruktúra területén, illetve ismertette az alapfogalmakat a témában. Továbbá Erb–Havran [2015] készített összefoglalót a piaci mikrostruktúrák elméleti irányairól, amelyben ismertette az általunk használt fogalmak elméleti alapjait is. A magyar szakirodalomban a likviditás nyújtásáról (a likviditás kínálata), illetve a likviditás felhasználásáról (a likviditás kereslete) elsőként bővebben Csávás–Erhart [2005] végzett kutatásokat. Jelen tanulmányban az elmélet kifejtésével külön nem foglalkozunk.

A szakirodalom általában a pénzügyi piacokon tevékenykedő szereplők három típusát különbözteti meg. Az eredeti megközelítés Jack Treynor nevéhez köthető (Treynor [1971/1995], eredeti megjelenés Walter Bagehot álnéven), az első közismert formális modelleket Glosten–Milgrom [1985] és Kyle [1985] fogalmazta meg.

Az első típus a nem informált befektető, aki az adott időpontban valamilyen egyedi okból venni vagy eladni szeretne, de nem ismeri az eszköz valós értékét. A nem informált szereplők egyedi igényei egymástól függetlenül jelentkeznek, így véletlenszerű vételi és eladási szándékaik száma is közel azonosnak tekinthető.

A második típus az informált befektető, aki ismeri az értékpapír valós (nap végi) értékét, és vásárol, ha alulárazottnak, elad, ha túlértékeltnek tartja azt, s ebből a kereskedésből profitot szerez.

A harmadik típus az árjegyző, aki vételi és eladási árat jegyez a többi szereplőnek, biztosítva ezáltal a likviditást. Az árjegyzőnek a nem informáltaknak való likviditás nyújtásából származik jövedelme. Az árjegyző információs hátrányban van a befektetőkkel szemben abban a tekintetben, hogy nem ismeri a hozzá érkező befektető típusát (informált vagy nem informált befektető), így az árjegyzőket az informált játékos „megveri” a piacon. Az árjegyző az ajánlatfolyam irányából és nagyságából valamelyest tud következtetni arra, hogy éppen mit gondolhat az informált befektető az eszköz értékéről. Becslése nem pontos, hiszen csak azt tudja, hogy mekkora az informáltak aránya a befektetők között.

Ebben a keretben a piac feszesességét, vagyis az árrés nagyságát az határozza meg, hogy az árjegyzők – akik a likviditást biztosítják – az ajánlatfolyam mekkora

arányát tartják informatívnak (*Glosten–Milgrom* [1985]). A piaci mélység pedig azzal áll kapcsolatban, hogy az egyirányú ajánlatok (informatív és nem informatív együttesen) nagyságuktól függően mennyire mozdítják el a piaci árat a korábbi szintről (*Kyle* [1985]): mély piacon a nagy ajánlat sem téríti el az árat. Nem csupán az információs aszimmetria az egyetlen komponens, amely felelős az ár elmozdulásáért. Egy tranzakció áreltérítő hatásának legalább három fontos összetevője van (ezt *Foucault–Pagano–Röell* [2013] harmadik fejezete kapcsolja össze). Az első összetevő az ajánlatfeldolgozás költségességéből (*order-processing costs*) származó hatás. A második a készletkiigazítási (*inventory control*) hatás, ami idővel eltűnik. Az árjegyző azzal, hogy beáll a tranzakció másik oldalára, készleteket halmoz fel, amit a további, már véletlenszerűen érkező ajánlatokkal semlegesít. A harmadik az információs aszimmetriából (*adverse selection*) következő árelmozdulás, amelynek eredménye hosszú távon is megmarad.

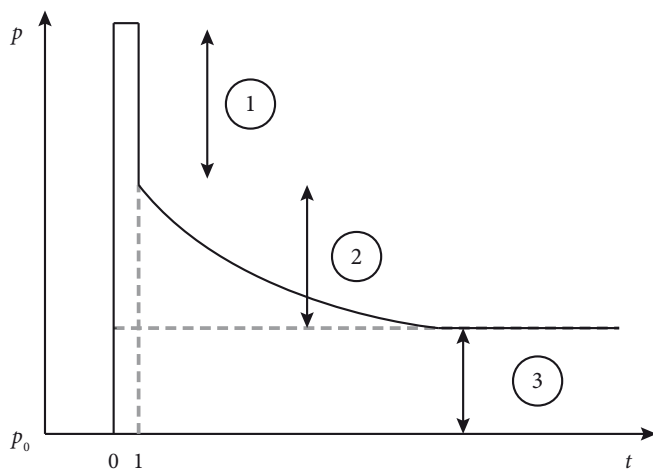
Az áreltérítő hatást számszerűsítő regresszió becslésére elsőként *Glosten–Harris* [1988] tett javaslatot (1. ábra). Az általuk adott egyenlet alakja:

$$\Delta p_t = \lambda q_t + \gamma \Delta d_t + e_t,$$

ahol Δp az árváltozás, q az előjeles tranzakciós mennyiség, amelynek áreltérítő hatását méri az úgynevezett *Kyle-lambda* (λ) együttható. A szerzőpáros a mélység reciprokát megragadó λ együtthatóban tulajdonképpen a készletkiigazítási és a kontraszelekciós összetevő rövid távú hatását méri együttesen. Továbbá a kereskedés előjelének (d) áreltérítő változását méri a γ együttható, amely az ajánlatok feldolgozási költségéből fakad.

1. ábra

Az árhatások összetevői



Forrás: *Foucault–Pagano–Röell* [2013] 121. o. alapján.

Ha a tárgyalt keretet az ajánlatvezérelt piacokra alkalmazzuk, az árjegyző helyébe a limitáras ajánlatokat nyújtó szereplők lépnek, az árjegyzőkével megegyező

motivációval. A limitárak lehetséges szintjei azonban előre rögzítettek (bizonyos lépésköznként lehet ajánlatot elhelyezni). A likviditást nyújtók úgy helyezik el ajánlataikat, hogy egyrészt ne legyenek túl távol a jelenlegi árfolyamtól, különben nagyon kicsi az esélye, hogy lehívják azokat, másrészt ne legyenek túl közel se, mert akkor kedvezőtlen hírek esetében előbb „leszakítják” az ajánlatokat, mint hogy azokat vissza tudnák hívni (lásd *Glosten* [1994]).

Mindezekon túl, az ajánlattevők egymással is versenyeznek, hiszen ha ugyanazt a szintet töltik fel ajánlatukkal, akkor meg kell osztozniuk a piaci ajánlaton (a prioritási szabály tőzsdénként változó, beszélhetünk arányos felosztásról vagy idősorrendbeli végrehajtásról is). Az likviditásnyújtók versenyének modelljét *Rosu* [2009] adja meg, amelyben megmagyarázza a limitáras ajánlatok tömörülését is. A modellben a limitáras ajánlatok egyensúlyi állapotban leginkább néhány lépésköze távolabb vannak a legjobb árfolyamoktól, ami a leszakítási és a lehívási kockázat közötti választás eredménye. Az ajánlati könyv pillanatnyi alakját leképező azonnali vagy más néven virtuális árhatásfüggvények esetében azt találják az irodalomban (többek között *Weber–Rosenow* [2005]), hogy időszaktól és értékpapírtól függően lineáris, konvex vagy konkáv függvényformát öltenek, attól függően, hogy az említett tömörülés mennyire távol helyezkedik el a legjobb ártól.

A likviditásfelhasználókon elsősorban a nem informált befektetőket értjük, akik lehetőség szerint olcsón szeretnének kereskedni. Ahogy korábban kifejtettük, piaci ajánlatuknak kettős hatása van. Egyrészt azzal szembesülnek, hogy az árjegyzők (vagy ajánlati könyves piacon a likviditást biztosítók összessége) információs hátrányban vannak az ajánlatot beadó befektető típusáról, s ezért felárat határoznak meg. Másrészt, az ajánlat mennyisége is számít: ha túl sokat akarnak egy időpontban venni vagy eladni, akkor a középártól egyre távolabb lévő árszintek limitájait is fel kell használniuk ehhez, ami szintén eltéríti a tranzakciós árat a középártól. Továbbá, egy-egy piaci tranzakció után a limitáras ajánlatok zömét kis idő múlva újra feltöltik, érdemes lehet tehát több kicsi ajánlatot adni, de nem túl gyakran, hiszen az az első hatást erősíti. A likviditásfelhasználók számára tehát fontos a kontraszelekcio hosszú távú hatása, az ajánlati könyv mindenkori mélysége, valamint a mélység változása is. A tőzsdén a kereskedési nap különböző szakaszaiban ezek a jellemzők jelentősen eltérhetnek, így a kereskedők szempontjából kiemelten fontos kérdés a kereskedés helyes időzítése.

Admati–Pfleiderer [1988] modelljébe egy ilyen, az időzítést is figyelembe vevő tudatos likviditásfelhasználót épít be, aki ugyan nem ismeri az eszköz értékét, de eldöntheti, hogy a nap melyik időszakában adja be piaci ajánlatait. Az ilyen szereplők a legolcsóbb periódusokat választják, amelyek a modellben a reggeli és az esti órákra esnek. A szerzők megmutatják, hogy emiatt az informált szereplők nemcsak nagyobb számban, hanem nagyobb arányban is részt vesznek a kereskedésben, amely *U* alakú mintázatot rajzol a forgalomban, valamint a piaci mélységet mérő Kyle-féle λ együtthatóban is.

A piaci szereplőknek figyelniük kell azt is, hogy mikor tér vissza a piaci középár arra a szintre, amelyen a tranzakció előtt volt. A rugalmasságon szűkebb értelmezésben a középár egy nem informált piaci ajánlat utáni visszatérési sebességét,

idejét értjük. Ez a gyakorlatban tisztán nehezen mérhető jól, hiszen az információk aszimmetria miatt a hosszú távú áreltérítő hatás is érvényesül, ekkor viszont szinte biztos, hogy nem tér vissza az árfolyam a tranzakció előtti szintre. Ezért leginkább a permanens árhatás utáni szinthez való visszatérés mérhető (*Dong–Kempf–Yadav* [2007]). Általánosabb értelmezésében a rugalmasságot úgy tekintjük, mint az ajánlati könyvben lévő limitáras ajánlatok visszarendeződési folyamatát a tranzakció előtti helyzetbe. Ebben már az a meggondolás is szerepel, hogy a középáron kívül a pillanatnyi (virtuális) árhatásfüggvény is a korábbi alakra áll vissza, vagyis a likviditást nyújtók versenye is nyugvópontra ér. Ehhez kapcsolható egy korábbi műhelytanulmányunk is (*Havran–Váradi* [2015]), amelyben vektor-autoregressziós modellel becsültük a rövid és hosszú távú árhatást olyan esetben, amikor a piaci ajánlatot nyújtók és a likviditásbiztosítók döntése is endogén. Ez azt jelenti, hogy a piaci ajánlatot adók a könyvben levő ajánlatok aktuális tömegét is figyelembe veszik döntéseikben, és a limitájanlatok adók is figyelembe veszik az érkező piaci ajánlatokat. A modellel egy tipikus piaci ajánlat hatásmechanizmusát jellemeztük az ajánlati könyv alakjára vonatkozóan.

Tanulmányunkban a magyar tőzsde két leginkább likvid részvényére vizsgáljuk meg a kereskedési környezetet, elemezve az áreltérítő hatás jegyeit. Bemutatjuk a likviditást jellemző változók napon belüli mintázatait, megbecsüljük az ajánlatfeldolgozási költség, valamint a piaci mélység okozta áreltérítő hatást, és dokumentáljuk az ajánlati könyv és az árak tranzakció előtti szintre való visszatérésének folyamatát is.

A felhasznált adatok

Adataink az OTP- és Mol-részvények kereskedésének 2013. január 2. és 2013. október 31. közötti időszakát fogják át. A kereskedést ebben az időszakban még az elektronikus távkereskedési rendszeren (MMTS) keresztül bonyolították. Az általunk használt adatbázisban az egy másodpercen belül történő eseményeket összevonva rögzítették, minden ennél ritkább esemény viszont egyedi elemként került be. Eseményt jelent a piaci ajánlat és a limitáras ajánlat benyújtása, valamint a limitáras ajánlat visszavonása is. A kereskedési időszak reggel 9 órától 5 óráig tart, a kereskedés folytonos az időszak alatt. Amennyiben egy piaci ajánlat mennyisége meghaladja a legjobb árszinten lévő ajánlatok mennyiségét, akkor a rendszerben (2013-ban) az első árszinten lévő mennyiség lesz a tranzakciós mennyiség, az e feletti rész nem lesz a tranzakció része. Az árlépésköz a megfigyelt részvények esetében viszonylag kicsi az árfolyamhoz képest, ez azt jelenti, hogy a szakirodalomban bevett elemzési módszerek jól használhatók.

Az 1. táblázatban néhány, a napon belüli kereskedésre jellemző statisztikát közlünk. A számítások a két részvény esetében a megfigyelési időszak limitáras vételi és eladási ajánlataira, azok visszavonására, valamint a vételi és eladási piaci ajánlatokra vonatkoznak. Mind az ajánlatok darabszámát, mind a forintbeli értékét ismertetjük. A leggyakoribb eseménnytípusnak a limitáras ajánlatok benyújtása számít, körülbelül

1. táblázat
Összefoglaló statisztikák (a különböző típusú ajánlatok száma és értéke a megfigyelt napokon)

Az ajánlat típusa	Ajánlatok száma				Ajánlatok értéke (forint)			
	átlag	medlán	szórás	min	max	átlag	medlán	szórás
OTP								
Limitáras vételi	1 668,1	1 480	845,2	499	7 416	1 968 064	805 750	4 737 821
Limitáras eladási	1 460,7	1 394	592,2	355	4 805	2 245 564	1 019 100	5 566 005
Piaci vételi	612,3	516	400,0	136	3 942	2 382 913	801 000	10 628 731
Piaci eladási	617,8	548	309,9	186	2 658	2 203 759	582 375	13 067 525
Limitáras vételi visszavonás	652,8	602	294,2	236	1 961	2 921 060	1 276 800	7 323 732
Limitáras eladási visszavonás	618,8	600	218,1	162	1 539	2 987 840	1 287 305	7 818 466
Mol								
Limitáras vételi	530,0	478	292,9	127	2 703	2 912 837	1 119 252	6 392 212
Limitáras eladási	497,9	445	253,9	135	1 775	3 138 281	1 335 000	7 255 189
Piaci vételi	189,6	166	130,4	27	1 340	3 709 219	1 104 500	20 038 344
Piaci eladási	187,5	165	107,6	42	851	3 441 677	836 600	25 566 889
Limitáras vételi visszavonás	210,7	187	106,0	67	665	3 721 323	1 353 500	10 990 659
Limitáras eladási visszavonás	257,7	226	148,7	66	924	3 607 987	1 296 860	10 357 978

2-2,5-szer gyakrabban adnak limitáras ajánlatot, mint piaci ajánlatot a nap folyamán. Vélhetően a likviditást nyújtók több szintre is elhelyeznek ajánlatot – ez több eseménynek számít. Ezzel párhuzamosan, a limitáras ajánlatok átlagos értéke alacsonyabb. Az is valószínű, hogy ha új információ kerül napvilágra, azután is átrendezik elhelyezett ajánlataikat. Ebből következik, hogy nem minden limitáras ajánlat végződik tranzakcióval. Ahogy a táblázatból látható is, körülbelül 40 százaléukat visszahívják még a kereskedési napon belül. A limitáras ajánlatok egy kis része (körülbelül 10-20 százaléka) pedig a nap végén automatikusan törölődik.

A piaci ajánlatok számának napon belüli szórása a limitáras ajánlatokhoz képest alacsonyabb, ami arra utal, hogy a likviditást nyújtók aktivitása nagyobb eltérést mutathat egyik napról a másikra. A napon belüli relatív szórás azonban már magasabb a piaci ajánlatok számát tekintve (például az OTP limitáras vételi ajánlatnál ez 50,6 százalék, míg a piaci vételi ajánlatnál 65 százalékos), és a piaci ajánlatok méretének szórása is azt jelzi, hogy a likviditásfelhasználók tevékenysége hektikusabb. Az átlagos tranzakciós méret 2-3 millió forint körül van mindkét részvény esetében, és körülbelül 1 millió forintos méret az a határ, amely alatt ugyanannyi kisebb, mint nagyobb értékű ajánlatot találunk. A tranzakciós méret szórása elég nagy (10-20 millió forint), ami a szokásosnál jóval nagyobb piaci ajánlatok beadására utal.

A következőkben röviden kitérünk arra, hogy milyen adatokat használunk fel az adatbázis Budapesti Likviditási Mérték változóit tartalmazó részéből. A Budapesti Likviditási Mértéket (BLM) a tőzsdei bevezetést követően a mutatót a magyar tőzsdére kifejlesztő *Kutas-Végh* [2005] ismertette dolgozatában, majd *Gyarmati-Michaletzky-Várad*i [2010] és *Gyarmati-Lublóy-Várad*i [2012] vette górcső alá. A nemzetközi tanulmányokat tekintve, ehhez hasonló mutatókat alkalmaz például *Gomber-Schweickert-Theissen* [2013] munkája, amely a frankfurti tőzsde XLM (Exchange Liquidity Measure vagy Xetra Liquidity Measure – a rövidítést többféle kifejtésben is használják) adatait használja fel.

A BLM kétoldali mutató, amely egy súlyozott árrés mértéknek tekinthető, és amelyből virtuális árhatás számítható (lásd *Gyarmati-Lublóy-Várad*i [2012]). Vagyis a BLM egy megbízás implicit tranzakciós költségét megragadó mutató, amely vételre és eladásra egyszerre számszerűsíti a tranzakciós költséget. Tanulmányunkban azonban csak az egyoldalú áreltérítő hatásokkal foglalkozunk, így a BLM-nek csak mindig az egyik oldali értékét vesszük figyelembe a virtuális áreltérítés számszerűsítésekor. A virtuális áreltérítő hatások azt mutatják meg, hogy mennyivel térne el a középár egy hipotetikus piaci ajánlat benyújtása után, ha a piaci ajánlat több szinten is kiüthetné a limitáras ajánlatokat. *Kutas-Végh* [2005] leírását követve, a v értékű (vételi vagy eladási) ajánlathoz tartozó teljes áreltérítő hatás

$$\text{TELJES ÁRELTÉRÍTŐ HATÁS}(v) = LP + APM(v),$$

ahol LP a likviditásprémiumnak nevezett mérőszám (*liquidity premium*), ami az árrés fele:

$$LP = \frac{\text{legjobb vételi ár} - \text{legjobb eladási ár}}{2},$$

az $APM(v)$ pedig az egyoldalú áreltérítő hatást a középár százalékában mérő mutató (*adverse price movement*):

$$APM(v) = \frac{\text{legjobb ár} - \text{súlyozott átlagár}(v)}{\text{középár}}.$$

A képletben a legjobb árat és súlyozott átlagárat külön a vételi és külön az eladási oldalra számítják. A BLM értékét az LP és a mindkét oldali APM értékének összege adja. A súlyozott átlagár az ajánlati könyvben található árszintek kötési nagyságnak megfelelő mennyiségekkel súlyozott átlaga. A tőzsde a megfigyelt időszakban 11 szintre számolta ki az áreltérítő hatásokat, ezek a v értékek az 1000, 3000, 5000, 7000, 10 000, 20 000, 40 000, 70 000, 100 000, 200 000, 500 000 eurónak megfelelő darabszámú részvény tömegét jelentik. Tanulmányunkban a megnevezett szintek közül csak arra a tartományra koncentráltunk, amelyen az ajánlati könyvben releváns mozgást találtunk. Az átlagos piaci ajánlatok mérete 2–4 millió forint között mozgott a két részvény esetében, 10–25 millió forintos szórás mellett. A releváns tartománynak így az ajánlati könyv 40 000 eurós, vagyis körülbelül 12 millió forintos szintjével bezárólag terjedő szakaszt választottuk. Körülbelül ez az a szint, amelynél nagyobb tranzakció már csak ritkán fordul elő, így amikor változás van az ajánlati könyvben, akkor elsősorban eddig a szintig változnak jellemzően az APM értékek is.

Mivel az egyes szinteken mért árhatások jelentős átfedést tartalmaznak, ezért a szintek különbségéből képzett változókat használtuk. Ez azt jelenti, hogy a határárhatás a

$$dAPM_i = APM(v_i) - APM(v_{i-1}),$$

alakot ölti. Megjegyezzük, hogy az APM mutató eleve átlagos árhatást mér a középár százalékában, ezért az így képzett határárhatás csak közelítőleg értelmezhető diszkrét marginális értéként. A precízen definiált határárhatásra is nagyon közeli értékeket kaptunk, de az egyszerűbb tárgyalásmód miatt maradtunk a pontatlanabb definíciónál. Az így képzett változók vételi és eladási oldali halmazát a vételi és eladási oldali virtuális marginális árhatásfüggvényként értelmezhetjük. Ezek a függvények a limitáras ajánlati könyv szerkezetét írják le. A vételi és eladási oldali változókat külön-külön főkomponensekre bontottuk fel.

Néhány korábbi elemzésben (így például *Nigmatullin–Tyurin–Yin* [2007]) alkalmaztak főkomponens-felbontást az ajánlati könyv mozgásának jellemzésére, mi ezt a módszert a helyi körülményekre adaptáltuk, különválasztva a vételi és az eladási oldalt.

A főkomponens-elemzés során a százalékpontokban mért $dAPM$ változókat nem skáláztuk külön, a felbontás a változók közötti korrelációs mátrix alapján történt. Az első három komponens a teljes változás körülbelül háromnegyedét magyarázza meg. Kapott eredményeink nagyon hasonlóak a vételi és az eladási oldalon, mindkét részvény esetében. A főkomponensek koordinátáit a 2. táblázat tartalmazza. Az első komponens a differenciák párhuzamos elmozdulására utal: $-0,4$ körüli értékeket figyelhetünk meg minden szintnél, vagyis a lefelé tolódást ragadja meg. A második komponens $0,3$ -ról $-0,4$ -re csökken

2. táblázat
A limitánsi könyv szerkezetének dekompozíciója (főkomponensek)

APM-differenciák (euró)	Első vételi főkomponens	Második vételi főkomponens	Harmadik vételi főkomponens	Első eladási főkomponens	Ask Comp.2	Ask Comp.3
OTP						
APM(1000)	-0,113	0,280	0,733	-0,113	0,289	0,726
APM(3000)–APM(1000)	-0,291	0,497	0,288	-0,291	0,500	0,289
APM(5000)–APM(3000)	-0,406	0,441	-0,189	-0,402	0,440	-0,202
APM(10 000)–APM(5000)	-0,473	0,178	-0,395	-0,471	0,179	-0,399
APM(20 000)–APM(10 000)	-0,476	-0,210	-0,198	-0,474	-0,208	-0,195
APM(40 000)–APM(20 000)	-0,424	-0,457	0,190	-0,426	-0,456	0,192
APM(70 000)–APM(40 000)	-0,329	-0,442	0,336	-0,336	-0,435	0,338
Mol						
APM(1000)	-0,126	0,348	0,699	-0,125	0,336	0,715
APM(3000)–APM(1000)	-0,295	0,519	0,248	-0,293	0,511	0,259
APM(5000)–APM(3000)	-0,396	0,429	-0,260	-0,391	0,432	-0,252
APM(10 000)–APM(5000)	-0,453	0,159	-0,432	-0,457	0,167	-0,417
APM(20 000)–APM(10 000)	-0,464	-0,229	-0,174	-0,469	-0,205	-0,180
APM(40 000)–APM(20 000)	-0,436	-0,431	0,215	-0,436	-0,433	0,205
APM(70 000)–APM(40 000)	-0,360	-0,403	0,345	-0,356	-0,427	0,332

fokozatosan a szinteken, amely a függvény meredekségének mínusz egyszerűsét adja vissza. A harmadik komponens pozitív értékekből indul, majd negatívvá válik, a nagyobb szinteken ismét pozitív lesz. Ez olyan változást jelent, mintha a határárhatás-függvények behorpadnának középen, vagyis a függvény görbületére vonatkoznak. Az eredeti virtuális árhatásfüggvény alakját tekintve mindez a teljes árhatásfüggvény meredekségét (elsőrendű változását), konvexitását (másodrendű változását), valamint kicsavarodását (harmadrendű változását) jelenti. Ezt a három alakzatmutatót a későbbiek során felhasználjuk a limitáras ajánlatokat adó szereplők viselkedésének jellemzésére.

Empirikus elemzések

Elemzéseinket három részre bontjuk. A vizsgálatok első csoportja a magyar részvénytőzsde napon belüli kereskedési mintázatait tárja fel, és hasonlítja össze a nemzetközi tapasztalatokkal. Majd árhatásegyenleteket írunk fel, és a piaci ajánlatok áreltérítő hatását mérjük. Végül azon piaci ajánlat hatását vizsgáljuk, amely egy egész szintet eltüntetett az ajánlati könyvből. Itt az ajánlati könyv visszatöltődésének dinamikáját elemezzük.

Napon belüli szezonális

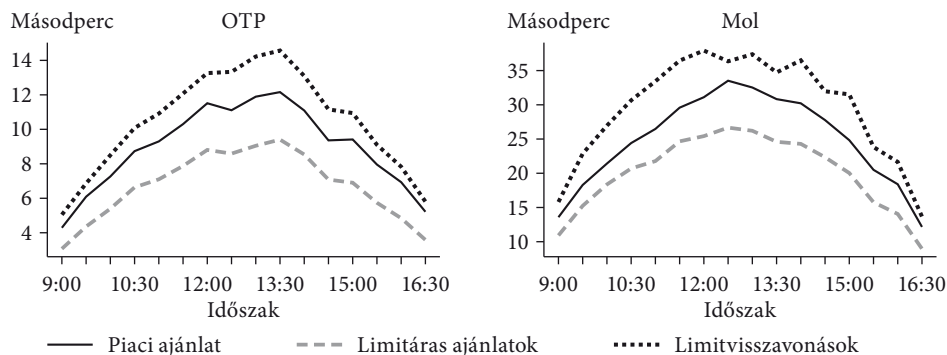
Minden tőzsdei kereskedési napnak megvan a maga ritmusa, amely a kereskedési jegyekben is látszódik. A 2. ábrán a fontosabb napon belüli mintázatokat mutatjuk be. A 2. ábra a) része az ajánlatok adása között eltelt időt ábrázolja a kereskedési nap félórás intervallumaiban. Azt számoltuk ki, hogy hány másodperc telt el a korábbi, azonos típusú esemény bekövetkezése óta. Ahogy a szakirodalomban általában, fordított U alakú mintázatot kaptunk: a reggeli és az esti órákban minden tekintetben sűrűbb a kereskedés a nap közepével szemben. Sokkal több piaci tranzakció van nap elején és a nap végén, mint a kereskedési szakasz közepén. Az időhosszokat tekintve háromszor olyan hosszú üres időszakokat találunk a nap közepén, mint a nyitás után. A tranzakciós mérettel és az árréssel kapcsolatos napi mintázatok esetében érdekes megfigyeléseket kapunk. A leggyakrabban vizsgált tőzsdéken U alakú tranzakciós méretről és árrésről számolnak be, amelynek magyarázatát *Admati-Pfleiderer* [1988] adta meg elméleti modelljükben.

A 2. ábra b) részén a piaci tranzakciók értékének mediánjait ábrázoljuk a két részvény esetében a kereskedési nap félórás szakaszaiban. A tranzakciós méret esetében nem találunk tipikus mintát, igazi tendencia nem rajzolódik ki. Ráadásul, a tranzakciók mediánértékei a Mol és OTP esetében is nagyon hasonlóak, attól függetlenül, hogy különböző árfolyamú részvényekről van szó, amelyekkel különböző gyakorisággal és kontraktusszámmal kereskednek. Az U alaktól való eltérés okait a BÉT tőzsdei kereskedési szabályával magyarázhatjuk. Ha a beérkező piaci ajánlat mérete nagyobb, mint az első árszinten lévő összes limitáras ajánlat nagysága, akkor a kereskedési szabály

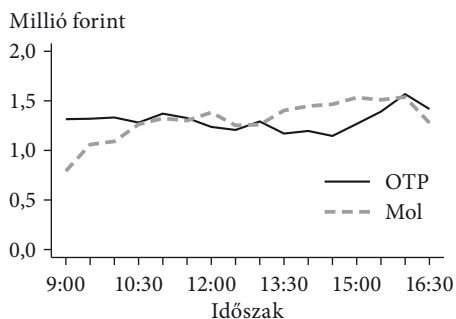
2. ábra

Napon belüli szezonálisítások

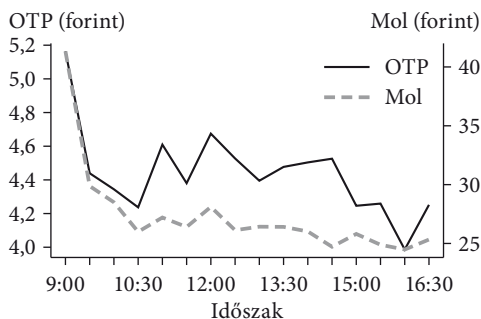
a) Két azonos típusú esemény között eltelt átlagos idő



b) Átlagos tranzakciós méret napon belüli alakulása (millió forint)



c) Átlagos árrés napon belüli alakulása



értelmében csak az első árszinten lévő ajánlatokat párosítja a rendszer a beérkezőkkel. Ez korlátozza a nagyobb piaci tranzakciók előfordulását.

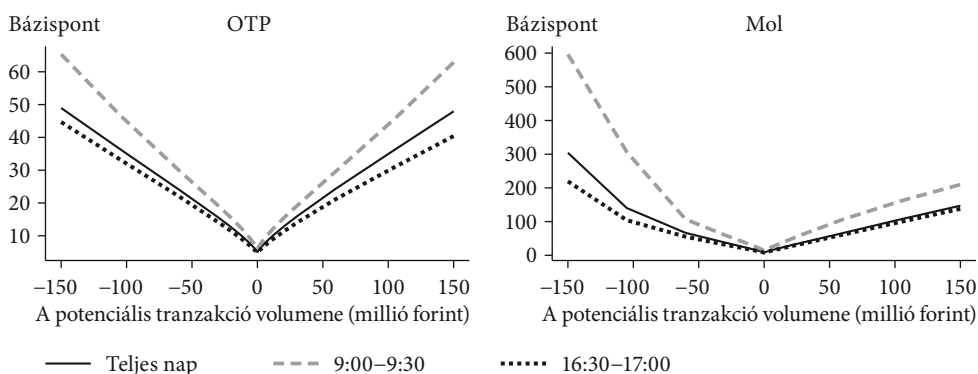
A 2. ábra c) része szerint az átlagos árrés csökkenő tendenciát mutat a nap folyamán, ellentétben a nagy tőzsdéken gyakran megfigyelt U alakzattal. A 2. ábra a) részén már láthattuk, hogy a limitajánlatok között eltelt idő a töredékére csökken a nap végén, és bár a piaci ajánlatok és a visszavonások is felgyorsulnak, arányában többségbe kerülnek a limitáras ajánlatok. A limitáras ajánlatok nap végén automatikusan (költségmentesen) törölődnek, ezért viszonylag olcsóbb a limitáras ajánlatot a könyvben hagyni röviddel a nap vége előtt. Ez indokolhatja azt, hogy gyorsan visszatöltik a legjobb szintre a limitáras ajánlatokat, ami az árrés szűkülését eredményezi.

Vizsgáljuk tovább a likviditást nyújtók viselkedését az ajánlati könyv alakját tekintve! A 3. ábra vételi és eladási oldali virtuális árhatásfüggvények (azonnali árelmozdító hatások) átlagos értékeit foglalja össze. A teljes kereskedési napot figyelembe véve, az OTP esetében az árhatásfüggvény formája inkább konkáv, a Mol esetében inkább konvex alakot vesz fel. A konvex alak azt jelenti, hogy a likviditást nyújtók a legjobb vételi és eladás ajánlatok közelébe helyezik a

limitájanlatokat, mert kisebb méretű piaci ajánlatokat várnak. Konkáv az azonnali árelmozdító hatás alakja, ha a likviditást nyújtók úgy gondolják, hogy a legjobb szinttől távolabb elhelyezkedő ajánlatokat is elviszik majd a piaci ajánlatok. Ez egybeesik azzal, hogy az OTP esetében több és gyakoribb piaci ajánlat érkezik. A két részvény között az adott tranzakció azonnali árelmozdító hatásának különbsége számottevő. Míg az OTP esetében körülbelül 30 bázisponttal változna az árfolyam, addig a Mol esetében 100 bázispontos eltérést okozna egy 60 millió forintos (200 ezer eurós) hipotetikus azonnali ajánlat. Körülbelül háromszoros különbség figyelhető meg a napon belüli érkező ajánlatok darabszámában és a forgalmi adatokban is.

3. ábra

Az azonnali árelmozdító hatások átlagos értékei



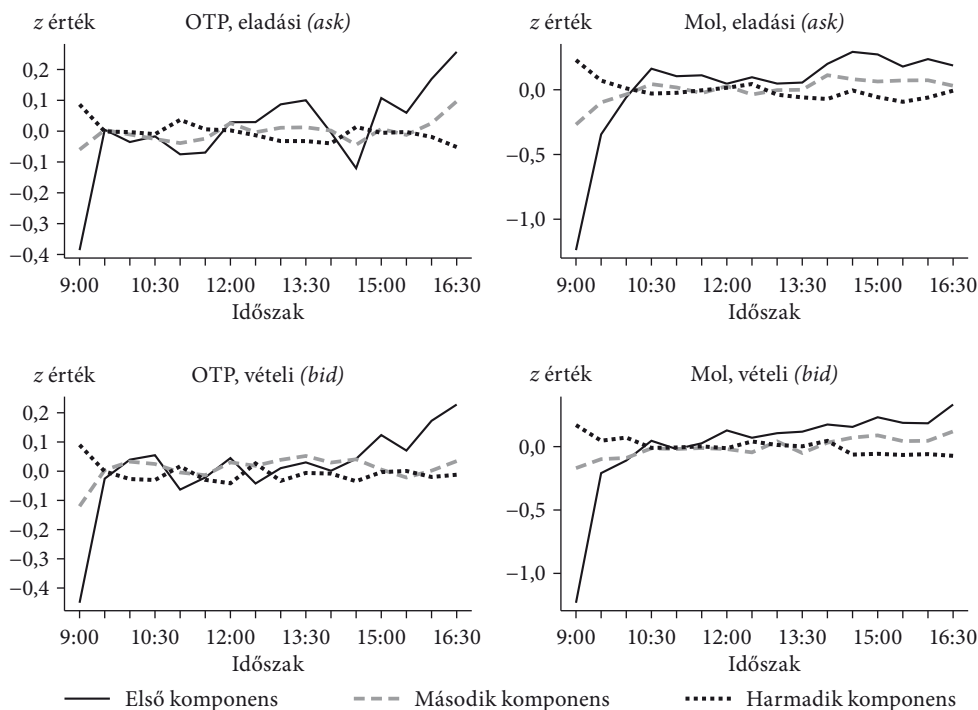
A 3. ábrán a teljes napi átlagokon kívül a reggeli első harminc percet, illetve az utolsó fél órát is bemutatjuk. Jól látható, a reggeli időszakban jelentősen magasabb a vételi és az eladási virtuális árelmozdító hatás, a nap végén viszont még a teljes nap átlagánál is kisebb.

Elemzésünket az ajánlati könyv napon belüli alakulásának jellemzésével folytatjuk. A 4. ábrán az árhatásfüggvényekből készített főkomponensek napon belüli átlagos értékeit adjuk meg.

Az első komponens a 4. ábrán bemutatott függvények meredekségének mértékét jellemzi negatív előjellel. Ez a komponens mindkét részvény vételi és eladási oldalán is nagy negatív értékből indul a nap elején, vagyis az árhatásfüggvény nagyon meredek. A nap további szakaszában fokozatosan emelkedik ez az érték, ami az árhatásfüggvény laposodására, így a limitáras ajánlatok felhalmozódására utal. A második komponens az árhatásfüggvény konvexitását jelzi (mínusz érték inkább konvex alakot jelez). Minden megfigyelésnél az időben enyhén emelkedő értékek azt mutatják, hogy a függvény alakja kismértékben a konvex alaktól a konkáv alak felé módosul. Ez akkor fordulhat elő, ha a limitáras ajánlatok sűrűsödnek a legjobb jegyzett árfolyam (vételi és eladási) egy közepesen közel eső tartományában. Másképpen: a piac mélysége a nap előrehaladásával enyhén növekszik. A harmadik komponens az árhatásfüggvény csavarodását írja le, amelynek

4. ábra

A limitájánlati könyv alakí jellemzőinek napon belüli alakulása (OTP, Mol)



az interpretációja ugyan nehezebb, de szintén a limitáras árfolyamok tömörülését ragadja meg abban az esetben, amikor a könyv más szintjein viszont ehhez képest kevesebb a várakozó ajánlat. A harmadik komponens pozitív értéke azt jelenti, hogy a legjobb ár közelében sekély a piac, de kicsivel e felett már ott vannak a várakozó ajánlatok. Ilyen eset csak a tranzakciók utáni rövid átmeneti időszakokban figyelhető meg, míg a könyvet vissza nem töltik. A harmadik komponens nem mutat igazán jellegzetes szezonalitást, általánosságban elmondható, hogy a nap elején nagyobb (vagyis a piac kevésbé mély és lassan épül vissza), mint a nap végén. A nap végén a harmadik komponens nulla közelében alakul: az ajánlati könyvben nincsenek „lyukak”, minden szinten nagy számban várakoznak ajánlatok, ezért ilyenkor nem is jellemző ez az alak.

A napi mintázatot tanulmányozva, elmondható, hogy a nap eleji időszakban az ajánlati könyv kevesebb várakozó tételt tartalmaz, és bár a limitáras ajánlatok gyorsan érkeznek, a befektetők nagy árréssel és kis mélységgel, vagyis kevésbé likvid piaccal szembesülnek. A nap középső szakaszában lassul a kereskedés, de ezzel párhuzamosan az ajánlati könyv bővül. A záráshoz közeledve a kereskedés megélénkül, a limitáras ajánlatokat adók bőséges likviditást nyújtanak a piacon, és aktívak a visszatöltésben is. A magyar tőzsdén a vizsgált két részvény esetében a záró szakasz eltér a nemzetközi irodalom által leírt esettől: a magyar tőzsdén szűkebb az árrés, és bővebb az ajánlati könyv.

Egy ajánlat árhatása

A következőkben egy-egy beadott piaci ajánlat hatását mérjük meg lineáris regressziók segítségével. Vizsgálatunk *Glosten–Harris* [1988] gondolatmenetéből indul ki, az első árhatást magyarázó egyenletünk is a szerzők eredeti modelljét követi:

$$\Delta p_t = \lambda q_t + \gamma \Delta d_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

ahol q a tranzakciók darabszámának logaritmus (hány darab részvényt vettek vagy adtak el), Δd a kereskedés előjelét mutató indikátor változása, a célváltozó (Δp) pedig a tranzakciós árak változása forintban. (Ez utóbbit fontos megkülönböztetni a jegyzett középártól, amely a legjobb vételi és eladási árfolyam számtani átlaga, és gyakran mint árfolyam hivatkoznak rá.) Mivel a tranzakciók darabszáma jobbra hosszán elnyúló eloszlásúnak mutatkozott, ennek a változónak a logaritmusával számoltunk az egyenletekben.

A becslés eredményeit a *F1. táblázatban* az OTP és Mol mintáin készített számítások (1) oszlopai tartalmazzák. Az alapegyenlet λ együtthatójában a kontraszelekciós hatást és a készletezési hatást együtt mérjük. A becslési eredmények alapján az OTP esetében az átlagos tranzakciós nagyságtól (ami körülbelül 615 darab részvényt jelent) egy százalékkal több kontraktus (az egy százalék körülbelül 6 darab részvény, vagyis körülbelül 25–30 ezer forint) pótlólagosan 0,125 forinttal téríti el a tranzakciós árfolyamot. Egyforintos áreltérítéshez megközelítőleg a 2,4 millió forintos átlagos piaci ajánlattól 184 ezer forinttal kell nagyobb tételt beadni. A Mol esetében azt mondhatjuk, hogy az egy százalékkal nagyobb tranzakciónak (ami körülbelül 35 ezer forint) 0,68 forintos áreltérítő hatása van. Egyforintos áreltérítéshez hozzávetőlegesen a 3,5 millió forintos átlagos piaci ajánlattól 52 ezer forinttal kell nagyobb tételt benyújtani. Egy 1000 darabos vételi ajánlat az OTP esetében 0,22 százalékkal, a Mol esetében 1,58 százalékkal emeli az árfolyamot. Összehasonlításképpen, *Glosten–Harris* [1988] a New York-i tőzsdére ezerdarabos részvényajánlatra átlagosan 1,02 százalékos hatást talált az akkori adatokon.

Az ajánlatfeldolgozási költség együtthatója szerint, ha megfordul a kereskedés iránya [vétel után eladás, eladás után vétel következik, vagyis $\Delta d = +1 - (-1) = 2$], akkor az OTP esetében átlagosan 2,8 forintos ($= 2 \times 1,4$), a Mol esetében átlagosan 14 forintos ($= 2 \times 7$) ugrást jelent. Az ajánlatfeldolgozási költség jól magyarázza az árrés ebből fakadó részét: az OTP jegyzett árrésére 4 forint körüli, a Mol jegyzett árrésére 25–30 forint körüli érték volt jellemző a megfigyelt időszakban. Továbbá, a becslt γ együtthatókat tekintve azt találjuk, hogy az ajánlatfeldolgozási költség árhatása 11–12-szerese a mennyiség okozta árhatásnak. *Glosten–Harris* [1988] négyszeres különbségeket dokumentált a New York-i tőzsdére.

A napon belüli szezonálisoknál kapott ismeretekre alapozva kíváncsiak voltunk arra is, hogy a Budapesti Értéktőzsdén mennyire tér el a kereskedés jellege a nyitás utáni, illetve a zárás előtti fél órában. Így a regressziós egyenletet kibővítettük a nyitási utáni és zárás előtti időszakot jelölő változókkal, valamint ezek kereszthatásait is az előjeles mennyiségre (q), valamint az előjelváltozásra (Δd).

$$\Delta p_t = \lambda q_t + \gamma \Delta d_t + \beta_1 T_{01} + \beta_2 T_{16} + \beta_3 q_t \times T_{01} + \beta_4 \Delta d_t \times T_{16} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Az eredményeket a *F1. táblázat* (2) oszlopai mutatják. A kezdeti és a záró félórás intervallumokat tekintve azt látjuk, hogy csak a reggeli időszak tér el gazdasági és statisztikai értelemben is szignifikánsan a kereskedési nap többi szakaszától. A reggeli órákban mind a kontraszelekciós hatás, mind pedig az ajánlatfeldolgozási költség nagyobb, a tőzsde ezen időszakaszban kevésbé tekinthető likvidnek. Így nem véletlen, hogy a Δd változó és a reggeli időszak kereszthatásának együtthatója szignifikánsan pozitív mind a Mol, mind pedig az OTP esetében. Nem mondhatjuk azonban, hogy a két részvény záró időszakában való kereskedés során kisebb likviditással találkozánk a piacon: sem az előjeles mennyiség, sem pedig az előjelváltozás változók esti időszakokkal való kereszthatásainak együtthatói nem szignifikánsak.

Az egyenletekben kapott R^2 -értékek alacsonyak, vagyis a modell gyengén jelzi előre a részvényárfolyamok mozgását. Egy ilyen árváltozást előrejelző modellben ez nem baj, hiszen ezt csak azt mutatja, hogy ezzel az egyszerű modellel nem tudnánk megverni a piacot, ami nem mond ellent a piaci hatékonyság hipotézisének.

Azt is vizsgáljuk, hogy mennyiben endogén módon meghatározott az előbbiekben vizsgált tranzakciós volumen. Amikor egy befektető kevés limitajánlatot lát a könyv első néhány szintjén, akkor racionális magatartás részéről, hogy visszafogja a tranzakciós méretet. Ezért megvizsgáltuk, hogy mennyiben befolyásolja a tranzakció nagyságát a könyv nyilvánosan is ismert mélysége. Regressziós egyenleteink a következők:

$$x_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 L_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (3a)$$

$$x_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 L_{t-1} + \beta_3 S_{t-1} + \beta_4 L_{t-1} \times S_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (3b)$$

$$x_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 L.A_{t-1} + \beta_3 L.B_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (4a)$$

$$x_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 L.A_{t-1} + \beta_3 L.B_{t-1} + \beta_4 S_{t-1} + \beta_5 L.A_{t-1} \times S_{t-1} + \beta_6 L.B_{t-1} \times S_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (4b)$$

ahol

x a tranzakcióban szereplő részvények darabszámának logaritmus,

L a Budapesti Likviditási Mérték a 9-es jelzésű (10 ezer eurós, azaz a tipikus méretű, vagyis körülbelül 3 millió forintos) szint melletti értékének logaritmus,

S az árrés logaritmus,

$L.A$ (*limit ask*) és $L.B$ (*limit bid*) pedig a 9-es szint melletti azonnali áreltérítő hatás nagysága (szintén logaritmizált változó).

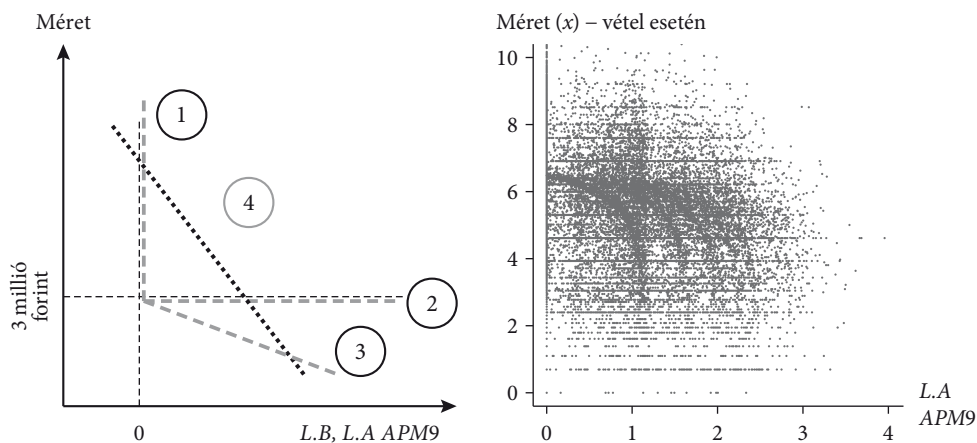
A 9-es szintet úgy választottuk meg, hogy az egyenletekbe illesztett áreltérítő hatást mérő változók valóban a tipikus tranzakció közelébe essenek.

Egy mérési problémát felvet az, hogy a 2013. évi megfigyelt időszakban a kereskedési algoritmus csak az első árszinten lévő limitajánlatokat kötötte össze a piaci ajánlatokkal. A problémát az 5. ábra bal oldalán vázoljuk. Amennyiben az árelmozdító hatás nulla, nem törvényszerű, hogy ebben az esetben nagy méretű ügyleteket

adnak be, még ha mély piacra nagy ajánlatot éri meg beadni (1-es eset). Továbbá a kizárólagosan az első szinten zajló kereskedés miatt – ha közben új limitáras ajánlat kerül be a piacra – nullánál nagyobb $L.A$ vagy $L.B$ árelmozdító hatás esetében 3 millió forintos méretű ügyleteknél kisebb tranzakciókat látunk majd (2-es vagy 3-as eset). A 2-es eset a mechanikus korlát, a 3-as eset viselkedési döntés. Előzetes várakozásunk a negatív irányú összefüggés, még akkor is, ha a kapcsolat nemlineáris. A 5. ábra jobb oldalán a vételi oldali árelmozdító hatást és az ajánlatok méretét vetettük össze a vételi ajánlatok esetében az OTP-részvény mintájára, amelyben úgy tűnik, hogy a 3-as esetbeli pontok halmaza a domináns. Bár az összefüggéssel így sem fogjuk tudni egészében megmagyarázni a tranzakciós méretre szóló döntést, de az összkép mégis megbízhatónak tűnik.

5. ábra

Az áreltérítő hatás és a piaci ajánlat méretének kapcsolata



Az árelmozdító hatást mérő mutatók a legjobb limitártól mérik az azonnali áreltérítő hatást. A teljes árelmozdító hatást azonban a középártól számítják. Ha nagy az árrés, akkor a középárhoz képest már akkor is drága lehet egy ügylet, ha a legjobb *bid* vagy *ask* szinten sok ajánlat váratkozik, és kicsi az *APM* nagysága. Az árrés az információs aszimmetria nagyságával nő, nagy információs aszimmetria esetében pedig a szakirodalom szerint kisebb méretű piaci ajánlatokkal élnek. Ezt a hatást a (3b) és a (4b) egyenletekben az árrés és annak az L , $L.A$ és $L.B$ változókkal való szorzatainak szerepeltetésével szűrjük ki. A (4a) és (4b) egyenletekben a vételi és eladási árelmozdító hatást külön-külön két változóban kezeljük.

Az F2. táblázatban foglaljuk össze a négy regressziós becslés eredményeit. A célváltozó késleltetettje minden esetben szignifikáns: pozitív autokorreláció van a tranzakciók nagyságában. Az árrés, valamint az áreltérítő hatás (egy- és kétoldali mértékek) szignifikánsan negatívan befolyásolják a tranzakciók méretét. Az eladási oldali *APM* erősebben hat a tranzakciós méretre, mint a vételi oldali. Az árrés és az áreltérítő hatások közötti keresztthatás előjele viszont pozitív, ami arra utal, hogy a kettő valamelyest helyettesítője egymásnak: ha önmagában az árrés vagy a legjobb

ajánlat feletti áreltérítő hatás magas, már az csökkenti a tranzakciós méretet, ha mindkettő magas, az már nem csökkenti tovább.

Az árfolyamváltozást magyarázó egyenleteinket kibővítjük az ajánlati könyv likviditását jelző mérőszámokkal. A regressziós egyenletben így helyet kap a vételi és az eladási oldalon az azonnali árelmozdító hatás késleltetettje is:

$$(1) \text{ egyenlet} + \beta_1 L.A_{t-1} + \beta_2 L.B_{t-1} + \beta_3 q \times L.A_{t-1} + \beta_4 q \times L.B_{t-1}. \quad (5)$$

Továbbá az egyenletet kiegészítjük a reggeli és esti félórás időszakokat jelző változókkal és a kereszthatásokkal:

$$(2) \text{ egyenlet} + \beta_5 T_{01} + \beta_6 T_{16} + \beta_7 L.A_{t-1} \times T_{01} + \beta_8 L.A_{t-1} \times T_{16} + \beta_9 L.B_{t-1} \times T_{01} + \beta_{10} L.B_{t-1} \times T_{16}. \quad (6)$$

A becsléseket tekintve (amelyet az *F1. táblázat* tartalmaz) feltűnik, hogy az (5) egyenlet becslésében az λ együttható értéke kisebb lett, mint korábban volt. Vagyis ha figyelembe vesszük, hogy a tranzakciós méret függ a virtuális árhatásfüggvényről (és így a piac mélységétől), és kiszűrjük ennek hatását, akkor azt találjuk, hogy a piaci ajánlat nagyságának kisebb szerepe van az árak alakulására, mint a korábbi becslésekben.

A vételi és eladási árelmozdító hatások késleltetettjei is szignifikánsan magyarázzák az árak elmozdulását. Ezek a változók előjel nélküliek, így az illikvid eladási oldalt jelző változó ($L.B_{t-1}$) együtthatója negatív, a vételi oldalé pedig pozitív lett. Ha az illikviditás az eladási oldalon fokozódik, az várhatóan lefelé tolja az árat, ha pedig a vételi oldalon, az áremelkedést okoz. A q és az $L.B$, valamint a q és az $L.A$ kereszthatásai szignifikáns és pozitívak, ami arra utal, hogy a kevésbé mély piacon benyújtott nagyobb ajánlat a szokásosnál nagyobb mértékben téríti el az árat.

A (6) egyenlet becslésében a $L.B$ és $L.A$, valamint az időszaki kétértékű változók kereszthatásait tekintve a kereskedés első félórájában az eladási és a vételi oldal mélysége jelentősebben befolyásolja az áralakulást, mint a későbbiekben. A zárás megelőző időszakban nem találtunk ilyen összefüggést.

Az ajánlati könyv visszatöltődési folyamata

A piaci tranzakciók áreltérítő hatásának mérésén túl érdemes megérteni azt is, hogy miként változik egy-egy tranzakció során az ajánlati könyv alakja, s hogyan töltődnek vissza a limitáras ajánlatok. Mindehhez kiemeltük azokat a piaci ajánlatokat, amelyek a tranzakció során egy teljes limitáras szintet kiűtnek az ajánlati könyvből. Az ilyen ajánlatokat gyakran hívják agresszív piaci ajánlatnak is. Az agresszív piaci ajánlatok nem feltétlenül nagy méretű ajánlatok, hiszen ha alig van limitájanlat az adott szinten, akkor már néhány darab részvénnel is el lehet mozdítani a legjobb ajánlati árat.

Az agresszív ajánlatok előtti és utáni 20 eseményt átlagoltuk az OTP-részvények esetében. Egy esemény lehetett piaci ajánlat, limitáras ajánlat benyújtása vagy limitáras ajánlat visszavonása. Egy másodpercen belül előforduló több eseményt egy

eseményként kezeltünk. Kilenc változóra alkalmaztuk az időablakon belüli átlagolást: a vételi és eladási jegyzett árra, az árrésre, valamint a kapott főkomponensek értékeire, amelyek az ajánlati könyv formáját jellemzik. Az *F1. ábra* az agresszív piaci vételi, az *F2. ábra* az agresszív piaci eladási ajánlatok mozgásait írja le. Az első három változó esetében a tranzakció pillanatában megfigyelt értéket tekintjük egy egységnek, és a ± 20 periódus értékeit ennek arányában adjuk meg. A könyv alakját leíró komponensek esetében az értékek standardizáltak, így külön arányosítás nélkül is összehasonlíthatók, ezért e változóknál nem módosítottunk.

A vételi ajánlat esetében a legjobb limit eladási árnál élesen látszódik az ugrás az árfolyamban, hiszen az agresszív vétel esetében éppen a legjobb limit eladási árszintet tünteti el a tranzakció. A tranzakció előtti időszakban is enyhén emelkedik az ár, amely a tranzakció előtt visszacsökken. Az emelkedő jelenség mögött az áll, hogy van valamekkora pozitív autokorreláció a kereskedésben: az agresszív vételi ajánlatot megelőzően is több vételi ajánlat lehetett. Az enyhe visszaesés pedig az agresszív limitajánlatok érkezésére utal: az ajánlati könyvben ilyenkor a legjobb *eladási* ár alá helyeznek limitáras ajánlatokat. Az agresszív piaci vételi ajánlat a legjobb limit *vételi* árat is megmozgatja. A likviditást biztosító szereplők is szeretnék követni az árfolyam-alakulást, a vételi jel olyan információt jelent számukra, hogy a *vételi* árat is lehet magasabbra emelni. Látszik, hogy a vételi oldalon kisebb az ugrás, amit nem a szintkiütés okoz mechanikusan, hanem a vételi oldalon lévő áralkalmazkodás. Az ide limitáras ajánlatot benyújtó szereplők átlagosan már az agresszív tranzakció előtt is módosítják a vételi árat (a piac elkezd beárazni az emelkedést), és a trend a tranzakció után is folytatódik. Az árrés (*spread*) alakulása segít megérteni az összképet. Az ajánlatadás előtt fokozatosan csökken, ahogy egyre magasabb legjobb vételi ajánlatokat nyújtanak be. A tranzakció után az árrés újra nő, amíg el nem ér egy a korábbi állapotánál magasabb szintre. Ez azt jelenti, hogy agresszív piaci vételi ajánlat összességében mégis inkább a könyv *eladási* oldalára hat jelentősebb mértékben.

A könyv alakját leíró komponensek is alátámasztják az előbbieket. A vételi oldal meredekségét mérő a_1 változó szerint akkor meredek az ajánlati könyv vételi oldala, ha ez az érték negatív. Az ábra szerint az agresszív piaci vételi tranzakció előtt elfogy a könyvben a mélység: nagyon meredek a könyv. A tranzakció után a mélység nem változik jelentősen: az eggyel feljebb lévő szinten már rengeteg ajánlat várakozik, amit nehéz azonnal kiütni. Ezzel párhuzamosan, az eladási oldal meredekségét jellemző b_1 változó pozitív, és emelkedik a tranzakció előtt, ami a beadott limitáras ajánlatokra utal. A tranzakció után a vételi oldal hirtelen meredekké válik, annak a mechanikus hatásnak a következtében, hogy a középárfolyam magasabb lett, és a legjobb vételi ajánlat ettől távolabb kerül.

Az eladási oldal konvexitását megragadó a_2 változó jelentősen emelkedik a tranzakció előtt, hiszen ahogy fogynak az eladási oldal legjobb szintjén várakozó ajánlatok, úgy lesz egyre drágább a virtuális árhatás, és egyre konkávabb az árhatás-függvény alakja. A tranzakció után ez az alakváltozás már nem mutat jellegzetes jegyeket. A vételi oldal konvexitását jelző b_2 változó viszont éppen a tranzakció után ugrik meg, ennek a mozgásnak az okai ismételtelen elsősorban az ármozgás mechanikus következményeiben keresendők. Az eladási oldal megcsavarodását (közeli

tartományokon sok, távoli tartományokon kevés várakozó ajánlat) jelző a_3 változó az időben nagyon hasonlóan alakul a_2 -höz. Érdekes módon a megcsavarodást a tranzakció után is megfigyelhetjük: a limit eladási szinteken a likviditást biztosítók áthelyezik a limitáras ajánlataik egy részét más szintre. A b_3 változó kevésbé hasonlít a b_2 -nél megfigyelt mintához, a vételi oldalon nem történik ilyen jellegű átrendeződés, leginkább csak a legjobb szint változik.

Amennyiben megismételjük az elemzést az agresszív piaci eladási ajánlatokra, akkor is nagyon hasonló mintázatokat találunk. Az *F2. ábra* alapjaiban véve a tükörképe az előzőnek, bár a skálázás miatt a változások mértékét nem látjuk. A hatások egyébként a vételi oldali agresszív ajánlat esetében erősebbek. Lényegében ugyanaz a folyamat játszódik le, mint a másik oldalon.

A visszatöltődés folyamatáról külön kiemeljük azt az egy-egy agresszív ajánlat előtt gyakran előforduló jelenséget, hogy az árrés összeszűkül, vagyis a limitáras ajánlatokat adó szereplők is nyomást gyakorolnak a piaci árfolyamatra. Az ugrás után az új legjobb szintet már nem töltik tovább, de az ettől távolabb lévő szinteken jellemző az átrendeződés. Körülbelül a tranzakció után 10 periódussal már nem jelentős a változás, az ajánlati könyv egy újabb nyugalmi állapotba érkezett, ahol az árrés szélesebb, és a vételi tranzakció esetében az eladási oldal (és az eladási esetében a vételi) meredekebb, mint korábban volt.

Összefoglalás

A tanulmányban a Budapesti Értéktőzsde két legnagyobb forgalmú részvényének kereskedési jellemzőit vizsgáltuk, a piaci mikrostruktúrák és likviditás tekintetében. A rendelkezésre álló adatok segítségével több szempontból jellemeztük a likviditást. Elemzési keretünkben informált és nem informált likviditásfogyasztókat és limitajánlatokat elhelyező, egymással az ajánlatokért is versenyző likviditásnyújtókat különböztettünk meg. Elsősorban a piaci ajánlatot benyújtó szereplők szemüvegén keresztül tettük fel azt a kérdést, hogy mennyibe kerül a kereskedés. Ehhez a kereskedés napon belüli szezonálisát, egy piaci ajánlat árhatását, valamint egy agresszív piaci ajánlat után az ajánlati könyvben bekövetkező változásokat dokumentáltuk.

A két megfigyelt részvényre a napon belüli szezonálisat tekintve megfigyeléseink a következőkben foglalhatók össze:

1. U alakú a forgalom (fordított U alakú a két esemény között eltelt idő);
2. a tranzakciós méretek nem követnek jellegzetes napon belüli mintázatot;
3. az árrés napon belüli mintázata nem U alakú, hanem csökkenő;
4. az ajánlati könyv alakja a nap elején jóval meredekebb, mint a nap többi részében, az ajánlati könyv mélysége a nap előrehaladtával egyre nő.

A piaci ajánlatok árhatását vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy

1. egy 1000 darabos vételi ajánlat az OTP esetében 0,22 százalékkal, a Mol esetében 1,58 százalékkal emeli rövid távon az árfolyamot;

2. a nyitás utáni fél óra jelentősen eltér a többi időszaktól, sokkal nagyobb a kereskedés áreltérítő hatása;

3. a kereskedők figyelik az ajánlati könyv mélységét és azt, hogy éppen milyen költséggel tudnak adni vagy venni;

4. ha az ajánlati könyvben kisebb a likviditás, akkor a befektetők kevesebb mennyiséget adnak be piaci ajánlatként, továbbá emiatt a tényleges áreltérítő hatás is valamivel kisebb.

Az ajánlati könyv visszatöltődését elemezve megállapítottuk, hogy

1. már az agresszív piaci tranzakció előtt is változnak a legjobb vételi és eladási árak: az agresszív vétel előtt a vételi oldali árfolyam emelkedik, és fordítva;

2. az agresszív piaci tranzakció után az árrés a korábbi értékéhez képest tartósan nő;

3. az agresszív piaci tranzakció után az ajánlati könyv meredeksége a „megtámadott” oldalon a korábbi értékéhez képest tartósan nő;

4. az agresszív piaci tranzakció után az ajánlati könyvben lévő limitáras ajánlatok egy részét a „megtámadott” oldalon áthelyezik;

5. az agresszív piaci tranzakció hatása körülbelül 10 esemény után lecseng a könyvben, csak a tartós hatások (árrés és meredekség) maradnak fenn.

A tanulmányban nem tértünk ki a likviditás minden jegyére, de ezzel a néhány empirikus vizsgálattal egy általános képet adunk arról, hogy milyen hatásokat okoznak a piaci tranzakciók a magyar tőzsde két kitüntetett részvénye esetében.

Hivatkozások

- ADMATI, A. L.–PFLEIDERER, P. [1988]: A Theory of Intraday Patterns: Volume and Price Variability. *Review of Financial Studies*, Vol. 1. No. 1. 3–40. o. <http://dx.doi.org/10.1093/rfs/1.1.3>.
- CSÁVÁS CSABA–ERHART SZILÁRD [2005]: Likvidek-e a magyar pénzügyi piacok? A deviza- és állampapír-piaci likviditás elméletben és gyakorlatban. *MNB-tanulmányok*, 44. <https://www.mnb.hu/letoltes/mt-44.pdf>.
- DONG, J.–KEMPF, A.–YADAV, P. [2007]: Resiliency, the Neglected Dimension of Market Liquidity. Empirical Evidence from the New York Stock Exchange. Kézirat, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.967262>.
- ERB TAMÁS–HAVRAN DÁNIEL [2015]: Mit veszítünk a piaci súrlódásokkal? *Közgazdasági Szemle*, 62. évf. 3. sz. 229–262. o.
- FOUCAULT, T.–PAGANO, M.–RÖELL, A. [2013]: *Market Liquidity: Theory, Evidence, and Policy*. Oxford University Press, <http://dx.doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199936243.003.0001>.
- GEREBEN ÁRON–KISS M. NORBERT [2006]: A bankközi forint/euró kereskedés jellemzői nagyfrekvenciás adatok alapján. *MNB-tanulmányok*, 58. <https://www.mnb.hu/letoltes/mt-58.pdf>.
- GLOSTEN, L. R. [1994]: Is the Electronic Open Limit Order Book Inevitable? *The Journal of Finance*, Vol. 49. No. 4. 1127–1161. o. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6261.1994.tb02450.x>.

- GLOSTEN, L. R.–HARRIS L. E. [1998]: Estimating the components of the bid/ask spread. *Journal of Financial Economics*, Vol. 21. No. 1. 123–142. o. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-405x\(88\)90034-7](http://dx.doi.org/10.1016/0304-405x(88)90034-7).
- GLOSTEN, L. R.–MILGROM P. R. [1985]: Bid, ask and transaction prices in a specialist market with heterogeneously informed traders. *Journal of Financial Economics*, Vol. 14. No. 1. 71–100. o. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-405x\(85\)90044-3](http://dx.doi.org/10.1016/0304-405x(85)90044-3).
- GOMBER, P.–SCHWEICKERT, U.–THEISSEN, E. [2013]: Liquidity Dynamics in an Electronic Open Limit Order Book: an Event Study Approach European. *Financial Management*, Vol. 21. No. 1. 52–78. o. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-036x.2013.12006.x>.
- GYARMATI ÁKOS–LUBLÓY ÁGNES–VÁRADI KATA [2012]: Virtuális árhatás a Budapesti Értéktőzsdén. *Közgazdasági Szemle*, 59. évf. 5. sz. 508–539. o.
- GYARMATI ÁKOS–MICHALETZKY MÁRTON–VÁRADI KATA [2010]: A likviditás alakulása a Budapesti Értéktőzsdén 2007–2010 között. *Hitelintézeti Szemle*, 9. évf. 6. az. 497–520. o. Angol nyelven elérhető: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1784324, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1784324>.
- HAVRAN DÁNIEL–VÁRADI KATA [2015]: Price Impact and the Recovery of the Limit Order Book: Why Should We Care About Informed Liquidity Providers? MTA KTI Műhelytanulmányok, MT-DP 1540. econ.core.hu/file/download/mtdp/MTDP1540.pdf.
- KUTAS GÁBOR–VÉGH RICHÁRD [2005]: A Budapest Likviditási Mérték bevezetéséről. A magyar részvények likviditásának összehasonlító elemzése a budapesti, a varsói és a londoni értéktőzsdéken. *Közgazdasági Szemle*, 52. évf. 7–8. sz. 686–711. o.
- KYLE, A. [1985]: Continuous Auctions and Insider Trading. *Econometrica*, Vol. 53. No. 6. 1315–35. o. <http://dx.doi.org/10.2307/1913210>.
- MICHALETZKY MÁRTON [2011]: Pénzügyi piacok likviditása. *Liquidity of financial markets*. PhD-disszertáció, Budapesti Corvinus Egyetem.
- NIGMATULLIN, E.–TYURIN, K.–YIN, H. [2007]: Heterogeneous VAR Dynamics of Limit Order Book Depth, Trade Imbalance, and Volatility on the NYSE. NBER, http://www.indiana.edu/~econdept/workshops/Fall_2007_Papers/Yin_NBER_MM_F2007-Nigmatullin_Tyurin_Yin.pdf.
- ROSU, I. [2009]: A Dynamic Model of the Limit Order Book. *Review of Financial Studies*, Vol. 22. No. 11. 4601–4641. o. <http://dx.doi.org/10.1093/rfs/hhp011>.
- TREYNOR, J. [1971/1995]: The Only Game in Town. *Financial Analysts Journal*, Vol. 51. No. 1. 81–83. o. <http://dx.doi.org/10.2469/faj.v51.n1.1862>. Eredeti megjelenés: *Bagehot*, W. álnéven. *Financial Analysts Journal*, Vol. 27. No. 2. 12–22. o.
- VÁRADI KATA [2012]: Likviditási kockázat a részvénytőzsdén. A Budapesti Likviditási Mérték statisztikai elemzése és felhasználási lehetőségei. PhD-értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem.
- WEBER, P.–ROSENOW, B. [2005]: Order book approach to price impact. *Quantitative Finance*, Vol. 5. No. 4. 357–364. o. <http://dx.doi.org/10.1080/14697680500244411>.

Függelék

F1. táblázat

Feszesség és mélység – a becslések eredményei

Függő változó: Δp_t

	OTP				Mol			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
q	0,125*** (0,004)	0,121*** (0,005)	0,094*** (0,005)	0,123*** (0,005)	0,682*** (0,029)	0,676*** (0,033)	0,396*** (0,041)	0,678*** (0,033)
Δd	1,439*** (0,018)	1,420*** (0,021)	1,411*** (0,018)	1,407*** (0,021)	7,012*** (0,101)	6,575*** (0,114)	6,902*** (0,102)	6,556*** (0,114)
T_{01}		0,001 (0,059)		-0,091 (0,092)		0,595 (0,383)		0,683 (0,721)
T_{16}		0,005 (0,062)		-0,113 (0,089)		-0,027 (0,314)		-0,117 (0,517)
$q \times T_{01}$		0,044*** (0,013)		0,046*** (0,013)		0,279** (0,114)		0,293*** (0,114)
$q \times T_{16}$		-0,007 (0,013)		-0,007 (0,013)		0,012 (0,088)		0,016 (0,088)
$\Delta d \times T_{01}$		0,190*** (0,057)		0,175*** (0,057)		5,368*** (0,365)		5,269*** (0,366)
$\Delta d \times T_{16}$		-0,035 (0,060)		-0,033 (0,060)		-0,2 (0,305)		-0,206 (0,305)
$L.B_{t-1}$			-0,174*** (0,025)	-0,187*** (0,028)			-0,499*** (0,104)	-0,455*** (0,119)
$L.A_{t-1}$			0,145*** (0,024)	0,118*** (0,028)			0,322*** (0,102)	0,228*** (0,116)

Az Fl. táblázat folytatása

	OTP				Mol			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
$q \times L.B_{t-1}$			0,035*** (0,004)				0,193*** (0,025)	
$q \times L.A_{t-1}$			0,030*** (0,004)				0,149*** (0,024)	
$L.B_{t-1} \times T_{01}$				-0,039 (0,072)				-0,666** (0,335)
$L.B_{t-1} \times T_{16}$				0,123 (0,085)				-0,143 (0,326)
$L.A_{t-1} \times T_{01}$				0,173** (0,071)				0,675** (0,331)
$L.A_{t-1} \times T_{16}$				0,084 (0,084)				0,224 (0,314)
Konstans	0,002 (0,019)	0,001 (0,021)	0,019 (0,028)	0,041 (0,032)	-0,056 (0,105)	-0,104 (0,118)	0,116 (0,178)	0,128 (0,200)
N	257 653	257 653	257 653	257 653	78 952	78 952	78 952	78 952
R^2	0,058	0,059	0,059	0,059	0,121	0,126	0,123	0,126
Kiigazított R^2	0,058	0,059	0,059	0,059	0,121	0,126	0,123	0,126
Reziduális standard hiba	9,587	9,586	9,584	9,585	29,479	29,408	29,454	29,401
F-érték	7 997,579***	2 007,684***	2 701,195***	1 154,676***	5 454,469***	1 419,212***	1 844,853***	814,515***

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

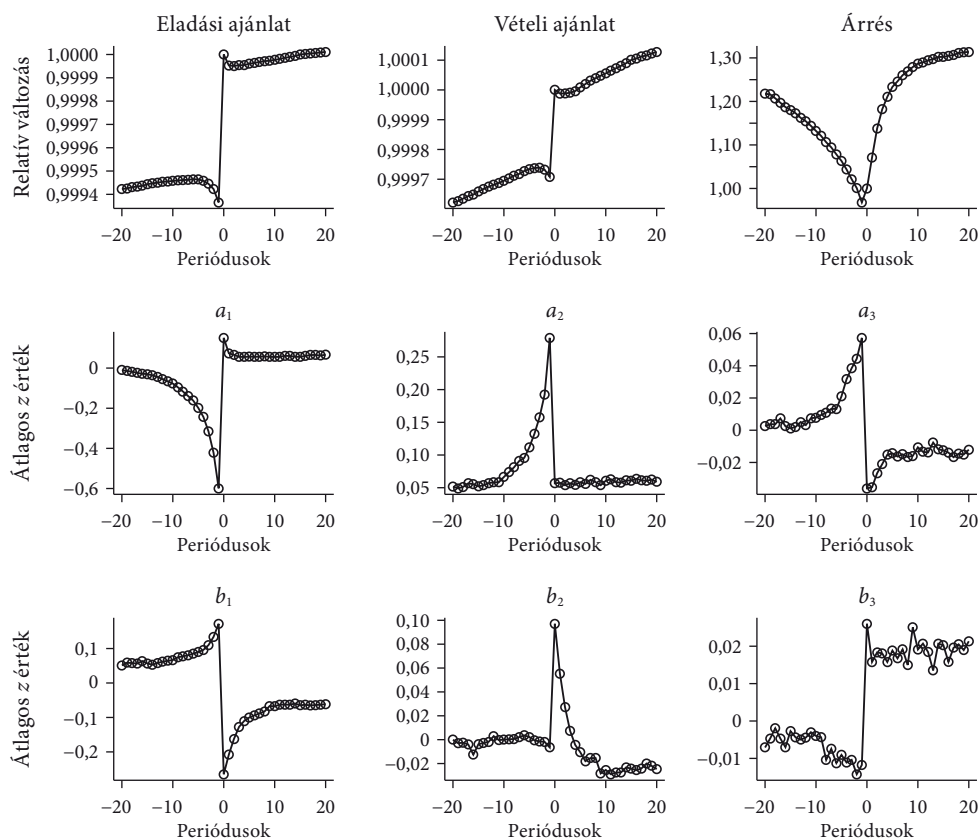
F2. táblázat
Piaci ajánlatok mérete a könyvben lévő likviditás függvényében
Függő változó: x_t

	OTP				Mol			
	(3a)	(3b)	(4a)	(4b)	(3a)	(3b)	(4a)	(4b)
x_{t-1}	0,109*** (0,002)	0,112*** (0,002)	0,109*** (0,002)	0,112*** (0,002)	0,150*** (0,003)	0,152*** (0,003)	0,150*** (0,003)	0,152*** (0,003)
L_{t-1}	-0,301*** (0,003)	-0,434*** (0,009)			-0,254*** (0,004)	-0,353*** (0,015)		
S_{t-1}		-0,204*** (0,009)		-0,203*** (0,009)		-0,125*** (0,013)		-0,126*** (0,013)
$L_{t-1} \times S_{t-1}$		0,085*** (0,005)				0,032*** (0,005)		
$L.A_{t-1}$			-0,312*** (0,004)	-0,456*** (0,012)			-0,250*** (0,005)	-0,339*** (0,021)
$L.B_{t-1}$			-0,289*** (0,004)	-0,411*** (0,012)			-0,258*** (0,005)	-0,368*** (0,022)
$L.A_{t-1} \times S_{t-1}$				0,092*** (0,008)				0,029*** (0,007)
$L.B_{t-1} \times S_{t-1}$				0,077*** (0,008)				0,036*** (0,007)
Konstans	5,317*** (0,012)	5,624*** (0,018)	5,317*** (0,012)	5,624*** (0,018)	3,997*** (0,017)	4,373*** (0,041)	3,997*** (0,017)	4,375*** (0,041)
N	257 653	257 653	257 653	257 653	78 952	78 952	78 952	78 952
R^2	0,052	0,054	0,052	0,054	0,083	0,084	0,083	0,084
Kiigazított R^2	0,052	0,054	0,052	0,054	0,083	0,084	0,083	0,084
Reziduális standard hiba	1,649	1,648	1,649	1,647	1,534	1,533	1,534	1,533
F-érték	7 116,403***	3 685,475***	4 749,155***	2 459,681***	3 580,532***	1 819,248***	2 387,374***	1 213,111***

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

F1. ábra

Az agresszív piaci vételi ajánlat hatása (csak OTP)



Az F1. ábra folytatása

