

MICHALETZKY MÁRTON

PÉNZÜGYI PIACOK LIKVIDITÁSA

Befektetések és Vállalati Pénzügy Tanszék

Témavezető: Csekő Imre egyetemi docens, Ph. D.

Copyright ©Michaletzky Márton

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM

KÖZGAZDASÁGTANI DOKTORI ISKOLA

KÖZGAZDASÁGTANI DOKTORI PROGRAM

PÉNZÜGYI PIACOK LIKVIDITÁSA

Ph. D. disszertáció

MICHALETZKY MÁRTON

Budapest, 2010.

Tartalomjegyzék

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Bevezetés | 2 |
| 2 | A likviditás fogalma | 5 |
| 2.1 | A vállalat likviditása | 6 |
| 2.1.1 | A vállalati likviditás mutatói | 7 |
| 2.1.2 | Vállalatok likviditáskezelése – cash-flow-at-risk | 8 |
| 2.2 | A portfólió likviditása | 11 |
| 2.2.1 | A portfólió értéke | 11 |
| 2.2.2 | Likviditás és a koherens kockázati mértékek | 16 |
| 2.2.3 | Likviditás és várható hozam | 17 |
| 2.3 | A bank likviditása | 18 |
| 2.4 | Piaci likviditás | 20 |
| 2.4.1 | A likviditás definíciója | 20 |
| 2.4.2 | Piaci struktúrák | 22 |
| 2.4.3 | Ajánlati könyv | 23 |
| 2.4.4 | A likviditás piaca | 24 |
| 2.4.5 | Order flow | 25 |
| 2.4.6 | A likviditás dimenziói | 26 |
| 2.4.7 | Likviditási mutatók | 28 |
| 2.4.8 | Árérzékenység és árhatás | 30 |
| 2.4.9 | Aggregált piaci likviditási index | 35 |
| 2.5 | Hálózatelmélet és likviditás | 36 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.5.1 | A VIBER topológiája | 36 |
| 2.5.2 | A Federal Funds piac topológiája | 38 |
| 2.5.3 | Az USA bankközi piacának topológiája | 39 |
| 2.5.4 | A magyarországi pénzpiacok | 40 |
| 3 | A piaci mikrostruktúra elmélete | 42 |
| 3.1 | Bevezetés | 42 |
| 3.1.1 | A mikrostruktúra elmélet definíciója | 43 |
| 3.1.2 | Order flow és bid-ask spread | 44 |
| 3.1.3 | A walrasi aukció | 46 |
| 3.1.4 | A forró krumpli | 46 |
| 3.2 | A piaci mikrostruktúra elméletének irodalma | 47 |
| 3.3 | A Kyle–modell | 48 |
| 3.3.1 | A cikk likviditásfogalma | 49 |
| 3.3.2 | A modell leírása | 49 |
| 3.3.3 | Egyetlen aukció | 50 |
| 3.3.4 | A bizonyítás | 51 |
| 3.3.5 | Az egyensúly | 52 |
| 3.3.6 | Sorozatos aukciók | 54 |
| 3.3.7 | Folytonos aukciók | 55 |
| 3.3.8 | A diszkrét és a folytonos modell egyensúlyának összevetése | 56 |
| 3.3.9 | Végső következtetések, a modell jelentősége | 57 |
| 3.4 | A Glosten–Milgrom–modell | 57 |
| 3.4.1 | A modell leírása | 58 |
| 3.4.2 | A modell formális vázlata | 58 |
| 3.4.3 | A cikk állításai | 60 |
| 3.4.4 | Piacbezárás (market shutdown) | 61 |
| 3.5 | „Kyle találkozik Glosten–Milgrommal” | 61 |
| 3.5.1 | A Kyle–modell | 63 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.5.2 | A Glosten–Milgrom modell | 66 |
| 3.5.3 | Konvergencia és blöffölés | 68 |
| 3.6 | Tanuló piacvezető a GM-modellben | 68 |
| 3.6.1 | Áralakulás ugrással | 69 |
| 3.6.2 | A profitfüggvény | 69 |
| 3.6.3 | Készletszabályozás | 70 |
| 3.7 | A bid-ask spread modellek | 70 |
| 3.7.1 | A bid-ask spread modellek elméleti alapjai | 70 |
| 3.7.2 | A spread részei és a tranzakciós árak statisztikai tulajdonságai | 74 |
| 3.7.3 | A bid-ask spread modellek és a likviditás | 74 |
| 4 | Részvénypiaci likviditás vizsgálata | 77 |
| 4.1 | Adatok | 77 |
| 4.2 | Módszertan | 78 |
| 4.3 | Az első eredmények | 79 |
| 4.3.1 | Napi szintű leírás | 79 |
| 4.3.2 | Tranzakciós időközök idősorainak vizsgálata | 81 |
| 4.3.3 | Bid–ask spread vizsgálata | 88 |
| 4.4 | A négy részvény vizsgálata | 89 |
| 4.5 | Eredmények | 90 |
| 5 | A bankközi fedezetlen depo piac gráfelméleti vizsgálata | 97 |
| 5.1 | Adatok | 99 |
| 5.2 | A fedezetlen depo piac általános jellemzése | 101 |
| 5.2.1 | Forgalom | 101 |
| 5.2.2 | A tranzakciók kamatlába | 102 |
| 5.2.3 | Az extrém tranzakciók jellemzése | 107 |
| 5.2.4 | A banki sorrendek a kihelyezés alapján | 109 |
| 5.2.5 | A banki sorrendek a hitelfelvétel alapján | 111 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5.2.6 | A hitelfelvétel és a kihelyezés koncentrációja | 113 |
| 5.3 | Források és nyelők vagy piacvezetők? | 115 |
| 5.4 | Banki csoportok viselkedése a Lehman–csőd előtt és után | 120 |
| 5.4.1 | Banki csoportok a kihelyezések alapján Lehman–csőd előtt és után I. | 120 |
| 5.4.2 | Banki csoportok a teljes forgalom alapján a Lehman–csőd előtt és után II. | 124 |
| 5.4.3 | Banki csoportok nettó pozíciója a Lehman–csőd előtt és után . | 127 |
| 5.5 | A fedezetlen depo piac topológiája | 129 |
| 5.5.1 | A hálózat egészének jellemzése | 130 |
| 5.5.2 | Az egyes szereplők jellemzése | 134 |
| 5.5.3 | Kapcsolati sorrendek | 136 |
| 5.5.4 | A hálózat magja | 137 |
| 5.6 | Eredmények | 139 |
| 5.7 | További lehetséges kutatási irányok | 142 |
| A | Definíciók | 144 |
| A.1 | Likviditási mutatók | 144 |
| A.1.1 | Tranzakciós költségeket megragadó mutatók | 144 |
| A.1.2 | Volumen típusú mutatók | 144 |
| A.1.3 | Ár alapú mutatók | 145 |
| A.1.4 | Egyéb mutatók | 146 |
| A.2 | Központiság mutatók | 147 |
| B | Táblázatok | 149 |
| B.1 | A fedezetlen depo piac általános jellemzése – táblázatok | 149 |
| B.2 | Banki sorrendek a teljes időszakban | 150 |
| B.3 | Banki sorrendek a Lehman–csőd előtt és után – táblázatok | 151 |
| B.4 | Banki kapcsolatok sorrendjei – táblázatok | 159 |

| | | |
|----------|--|------------|
| C | Ábrák | 164 |
| C.1 | A fedezetlen depo piac általános jellemzése – ábrák | 164 |
| C.2 | A fedezetlen depo piac gráfelméleti jellemzése – ábrák | 167 |

Ábrák jegyzéke

| | | |
|------|---|----|
| 2.1 | CFaR egy évre, negyedéves bontásban | 10 |
| 2.2 | Marginális árak | 12 |
| 2.3 | Marginális kínálati–keresleti függvény. | 13 |
| 2.4 | Az eladás vagy vétel összértéke. | 14 |
| 2.5 | A piaci likviditás kereslete és kínálata. | 25 |
| 2.6 | A piaci likviditás dimenziói. | 27 |
| 2.7 | A Budapesti Likviditási Mérték felépítése. | 28 |
| 2.8 | A piaci likviditás dimenziói az ajánlati könyvben | 29 |
| 2.9 | Az ajánlati könyv mélysége és szélessége | 32 |
| 2.10 | Aggregált piaci hatás (árhatás). | 34 |
| 3.1 | Az információ feldolgozásának két lépése | 45 |
| 4.1 | Az OTP napi záróárfolyama és a kötések napi száma | 80 |
| 4.2 | Az OTP napi forgalma | 81 |
| 4.3 | Az OTP napi átlagos ügyletmérete | 82 |
| 4.4 | Az OTP napi átlagos abszolút és relatív spread-je | 83 |
| 4.5 | Az OTP napi átlagos tranzakciós időközei | 85 |
| 4.6 | Az OTP tranzakciós időközeinek Hurst mutatója | 86 |
| 4.7 | Az OTP transzformált tranzakciós időközeinek Hurst mutatója | 86 |
| 4.8 | Példa a tranzakciós időközök napi Hurst–mutatójára | 87 |
| 4.9 | Az OTP bid-ask spread-jének Hurst–mutatója | 88 |
| 4.10 | Az OTP bid-ask spread-jének napi Hurst–mutatója | 89 |

| | | |
|------|---|-----|
| 4.11 | Az OTP tranzakciós időközök napi Hurst-mutatója | 90 |
| 4.12 | Az MOL napi átlagos tranzakciós időközei | 91 |
| 4.13 | Az OTP tranzakciós időközeinek Hurst mutatója 2006–2009 | 91 |
| 4.14 | Az OTP transzformált tranzakciós időközeinek Hurst mutatója 2006– 2009 | 92 |
| 4.15 | A MOL tranzakciós időközeinek Hurst mutatója 2006–2009 | 92 |
| 4.16 | A MOL transzformált tranzakciós időközeinek Hurst mutatója 2006– 2009 | 93 |
| 4.17 | A Richter tranzakciós időközeinek Hurst mutatója 2006–2009 | 93 |
| 4.18 | A Rchter transzformált tranzakciós időközeinek Hurst mutatója 2006– 2009 | 94 |
| 4.19 | A MTelekom tranzakciós időközeinek Hurst mutatója 2006–2009 | 94 |
| 4.20 | A MTelekom transzformált tranzakciós időközeinek Hurst mutatója 2006–2009 | 95 |
| 5.1 | A bankközi fedezetlen depo piac havi hálózatának reprezentációja 2008 augusztusában és decemberében | 97 |
| 5.2 | A fedezetlen depo lejáratának relatív gyakorisága 2003-2009Q1 | 100 |
| 5.3 | A fedezetlen depo piac napi forgalma (mrd forint) 2003-2009Q1 | 102 |
| 5.4 | A fedezetlen depo piac heti forgalma és 4 hetes mozgóátlaga (mrd forint) 2003-2009Q1 | 103 |
| 5.5 | A fedezetlen depo piac napi súlyozatlan átlagos kamatlába 2003 - 2009Q1 | 103 |
| 5.6 | A fedezetlen depo piac napi súlyozott átlagos kamatlába 2003 - 2009Q1 | 104 |
| 5.7 | A fedezetlen depo piac napi súlyozatlan és súlyozott átlagos kamat- lábának különbsége 2003 - 2009Q1 | 104 |
| 5.8 | A súlyozott napi átlagos kamatláb mozgóátlaga és az alapkamat 2003 - 2009Q1 | 105 |
| 5.9 | A súlyozott napi átlagos kamatláb és az alapkamat 2003 - 2009Q1 | 106 |
| 5.10 | A súlyozott napi átlagos kamatláb és a kamatfolyosó 2003 - 2009Q1 | 106 |
| 5.11 | A kihelyezések és hitelfelvételek havi forgalmának koncentrációja 2003- 2009Q1 | 114 |

| | |
|---|-----|
| 5.12 A kihelyezések és hitelfelvételek havi adataiból számolt effektív szám 2003-2009Q1 | 115 |
| 5.13 A heti átlagos hitelfelvét és a kihelyezés aránya bankonként | 116 |
| 5.14 A heti átlagos kihelyezés és a hitelfelvét aránya bankonként | 117 |
| 5.15 A heti átlagos kihelyezés és hitelfelvét bankonként | 117 |
| 5.16 A heti átlagos kihelyezés és hitelfelvétel bankonként – a Lehman–csőd előtt | 118 |
| 5.17 A heti átlagos kihelyezés és hitelfelvétel bankonként – a Lehman–csőd után | 119 |
| 5.18 Banki csoportok közti hitelezés a Lehman–csőd előtt I. | 123 |
| 5.19 Banki csoportok közti hitelezés a Lehman–csőd után I. | 123 |
| 5.20 Banki csoportok közti hitelezés a Lehman–csőd előtt II. | 127 |
| 5.21 Banki csoportok közti hitelezés a Lehman–csőd után II. | 127 |
| 5.22 Átlagos fokszám (heti) és mozgóátlaga | 131 |
| 5.23 Átlagos közöttség (heti) | 133 |
| 5.24 Átlagos közelség (heti) | 134 |
| 5.25 Az első öt bank havi fokszáma 2003–2009Q1 | 135 |
| 5.26 Az első öt bank és az átlag havi közöttsége 2003–2009Q1 | 135 |
| 5.27 Az első öt bank havi közelsége 2003–2009Q1 | 136 |
| 5.28 A havi hálózat magjának mérete 2003-2009Q1 | 138 |
| C.1 A bankközi fedezetlen depo piac havi hálózata 2008 augusztusában . | 164 |
| C.2 A bankközi fedezetlen depo piac havi hálózata 2008 decemberében . . | 165 |
| C.3 A fedezetlen depo piac heti súlyozott átlagos kamatlába 2003 - 2009Q1 | 166 |
| C.4 A súlyozott átlagos napi kamatláb és az alapkamat különbségének hisztogramja 2003-2009Q1 | 166 |
| C.5 A hálózat mérete (napi) | 167 |
| C.6 A hálózat mérete (heti) | 167 |
| C.7 Klaszterek száma (napi) | 168 |
| C.8 Klaszterek száma (heti) | 168 |

| | | |
|------|--|-----|
| C.9 | Klaszterek átlagos mérete (napi) | 169 |
| C.10 | Klaszterek átlagos mérete (heti) | 169 |
| C.11 | A hálózat átmérője (napi) | 170 |
| C.12 | A hálózat átmérője (heti) és mozgóátlaga | 170 |
| C.13 | Átlagos fokszám (napi) | 171 |
| C.14 | A fokszám szórása (napi) | 171 |
| C.15 | A fokszám szórása (heti) | 172 |
| C.16 | Átlagos súlyozott fokszám (napi) | 172 |
| C.17 | Átlagos súlyozott fokszám (heti) | 173 |
| C.18 | Átlagos súlyozott kifokszám (napi) | 173 |
| C.19 | Átlagos súlyozott kifokszám (heti) | 174 |
| C.20 | Átlagos közöttség (napi) | 174 |
| C.21 | Átlagos közelség (napi) | 175 |

Táblázatok jegyzéke

| | | |
|------|---|-----|
| 2.1 | Az ajánlati könyv | 23 |
| 2.2 | A likviditás dimenzióinak mutatói. | 30 |
| 4.1 | Az OTP napi mutatói közti korreláció | 82 |
| 5.1 | A napi és heti tranzakciós mennyiségek jellemzése (mrd forint) | 101 |
| 5.2 | A napi súlyozott átlagos kamatszint szórása | 107 |
| 5.3 | A tranzakciós mennyiségek jellemzése – normál, alacsony és magas kamatláb mellett | 107 |
| 5.4 | A futamidő (mn) szerinti jellemzés – normál, alacsony és magas kamatláb mellett | 108 |
| 5.5 | A futamidő (nn) szerinti jellemzés – normál, alacsony és magas kamatláb mellett | 108 |
| 5.6 | A bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (teljes) | 109 |
| 5.7 | A bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (magas) | 110 |
| 5.8 | A bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (alacsony) | 110 |
| 5.9 | Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (teljes) | 112 |
| 5.10 | Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (magas) | 112 |
| 5.11 | Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (alacsony) | 112 |
| 5.12 | A kihelyezések alapján számolt forgalom koncentrációja | 113 |
| 5.13 | A hitelfelvételek alapján számolt forgalom koncentrációja | 113 |
| 5.14 | Jellegzetes banki magatartásformák | 120 |
| 5.15 | A bankok négy csoportja a Lehman–csőd előtti kihelyezéseik alapján | 120 |

| | | |
|------|---|-----|
| 5.16 | A négy bankcsoport kihelyezései a Lehman–csőd előtt | 121 |
| 5.17 | A négy bankcsoport kihelyezései a Lehman–csőd után | 121 |
| 5.18 | A négy bankcsoport relatív nettó kihelyezései a Lehman–csőd előtt . . | 121 |
| 5.19 | A négy bankcsoport relatív nettó kihelyezései a Lehman–csőd után . . | 122 |
| 5.20 | Bankok sorrendje a teljes forgalom alapján (teljes, Lehman előtt) . . | 124 |
| 5.21 | A bankok négy csoportja a Lehman–csőd előtti teljes forgalmuk alapján | 124 |
| 5.22 | A négy bankcsoport kihelyezései a Lehman–csőd előtt II. | 125 |
| 5.23 | A négy bankcsoport kihelyezései a Lehman–csőd után II. | 125 |
| 5.24 | A négy bankcsoport relatív nettó kihelyezései a Lehman–csőd előtt II. | 125 |
| 5.25 | A négy bankcsoport relatív nettó kihelyezései a Lehman–csőd után II. | 126 |
| 5.26 | A négy bankcsoport relatív nettó pozíciója 2008. szeptember 15. előtt és után – a csoportosítás alapja a kihelyezés | 128 |
| 5.27 | A négy bankcsoport relatív nettó pozíciója 2008. szeptember 15. előtt és után – a csoportosítás alapja a teljes forgalom | 128 |
| 5.28 | A banki kapcsolatok koncentrációja a válság előtt és a válságban . . . | 137 |
| B.1 | A tranzakciós mennyiségek éves jellemzése | 149 |
| B.2 | Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (normál) | 150 |
| B.3 | Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (teljes, Lehman előtt) | 151 |
| B.4 | Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (normál, Lehman előtt) | 151 |
| B.5 | Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (magas, Lehman előtt) | 152 |
| B.6 | Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (alacsony, Lehman előtt) | 152 |
| B.7 | Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (teljes, Lehman után) | 153 |
| B.8 | Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (normál, Lehman után) | 153 |
| B.9 | Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (magas, Lehman után) | 154 |
| B.10 | Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (alacsony, Lehman után) | 154 |
| B.11 | Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (normál) | 155 |

| | |
|---|-----|
| B.12 Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (teljes, Lehman előtt) | 155 |
| B.13 Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (normál, Lehman előtt) | 156 |
| B.14 Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (magas, Lehman előtt) | 156 |
| B.15 Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (alacsony, Lehman előtt) | 157 |
| B.16 Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (teljes, Lehman után) | 157 |
| B.17 Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (normál, Lehman után) | 158 |
| B.18 Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (magas, Lehman után) | 158 |
| B.19 Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (alacsony, Lehman után) | 158 |
| B.20 Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (teljes) . . . | 159 |
| B.21 Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (normál) . . | 159 |
| B.22 Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (magas) . . | 160 |
| B.23 Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (alacsony) . | 160 |
| B.24 Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (teljes, Lehman előtt) | 161 |
| B.25 Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (normál, Lehman előtt) | 161 |
| B.26 Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (magas, Lehman előtt) | 161 |
| B.27 Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (alacsony, Lehman előtt) | 162 |
| B.28 Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (teljes, Lehman után) | 162 |
| B.29 Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (normál, Lehman után) | 162 |
| B.30 Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (magas, Lehman után) | 163 |

| | |
|---|-----|
| B.31 Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (alacsony, Lehman után) | 163 |
|---|-----|

„Non est volentis, neque currentis, sed miserentis Dei.”

Ottlik Géza: Iskola a határon

Köszönetnyilvánítás

Ezúton mondok köszönetet témavezetőmnek, dr. Csekő Imrének, tanszéki munkatársaimnak, különösen dr. Berlinger Edinának, dr. Makara Tamásnak és Tulassay Zsoltnak, Kövi Dánielnek, Havran Dánielnek, dr. Lublőy Ágnesnek és dr. Benedek Gábornak, valamint Édesapámnak, Michaletzky Györgynek, akik segítsége, észrevételei és támogatása nélkül ezt a dolgot nem tudtam volna megírni.

Külön köszönet illeti Pintér Klárát, az MNB munkatárast, aki egyrészt a bankközi fedezetlen depo piac adatait bocsátotta rendelkezésünkre, másrészt konzultációs lehetőséggel segítette kutatásunkat, és Szenes Márkot, aki közös munkánk során fáradhatatlanul végezte a számításokat az R segítségével. Ugyancsak köszönöm Marossy Zitának, hogy felhívta a figyelmemet a Hurst-együttható alkalmazhatóságára. Köszönöm továbbá Szendrői Gábornak, Horváth Gábornak és Bányai Tamásnak a dolgozat korábbi változatainak véleményezését.

Szintén köszönettel tartozom dr. Bélyácz Ivánnak és dr. Medvegyev Péternek, értekezésem előopponenseinek, a műhelyvitám bizottságának és minden résztvevőjének, hogy értékes megjegyzéseikkel hozzájárultak a dolgozat elkészültéhez.

Szintén hálás vagyok családomnak és barátaimnak, különösen Héger Nóra Zsuzsannának, akik türelemmel viselték ezt az időszakot.

Az értekezésben maradt hibákért természetesen minden felelősség engem illet.

1. fejezet

Bevezetés

„Liquidity risk is the unfailing shadow that precedes any severe market crisis. It is always the ultimate fuse carrying the spark which explodes market and credit risks and it is often the catalyst which transforms isolated loss events into systemic contagious breakdowns. Year 2007 makes no exception, witnessing an unprecedented crisis in the US mortgage market.”¹

A gazdaság szereplői a normális működés során általában nem szoktak a likviditásra különös figyelmet fordítani, leginkább elfogadják, hogy van. Az akadémiai céllal készült tanulmányok és a bennük leírt modellek is nagyon gyakran abból a feltételezésből indulnak ki, hogy a piacok likvidek. Tudják ugyan, hogy némely piac kevésbé likvid, mint a többi, de egyrészt szükségük van erre az egyszerűsítő feltevésre, hogy fel tudják építeni a modelljüket, másrészt azt mondják, hogy ők ezekre a likvid piacokra korlátozzák a modell érvényességét.

Sokáig az is hátráltatta a piaci likviditás vizsgálatát, hogy ehhez legtöbbször nagy méretű adatbázisokra és gyors számítógépekre van szükség, melyek inkább csak az utóbbi 20 évben terjedtek el.

A piacok azonban korántsem likvidek. Elég csak a piaci összeomlásokra és az ezeket követő lassú kilábalásra gondolni, mint például a délkelet-ázsiai válság, az orosz válság, a latin-amerikai valutaválságok vagy legutóbb a másodlagos-jelzálogpiaci (subprime) válság. Ez utóbbi ugyan az Egyesült Államokbeli jelzálogpiacról indult ki, de később hol egyik, hol másik piacon száradt ki a likviditás váratlanul, és ezzel is hozzájárulva jelentős bankok csődjéhez. A bankválság azóta általános pénzügyi válsággá szélesedett, és kiterjedt recesszió formájában a reálgazdaságra is olyan mér-

¹Lásd Acerci és Scandolo [2007]

tékben visszahat, hogy a jelenlegi helyzetet gyakran a nagy gazdasági világválsághoz (Great Depression) hasonlítják.

Az értekezés 2. fejezete bemutatja, hogy a likviditási kockázat miként jelenik meg, és mit jelent a vállalatok, a bankok és a portfóliók tulajdonosai számára, valamint részletesen kifejti, hogy a pénzügyi piacok likviditása mit takar. A kifejtés több definíciót is ad a piaci likviditásra, ismerteti a két alapvető piaci struktúrát (*árjegyzői* és *ajánlatvezérelt* piac), definiálja az ajánlati könyvet, felhívja a figyelmet az order flow központi jelentőségére, valamint bemutatja a likviditás dimenzióit és az alapvető likviditási mutatókat.

A fejezet utolsó része a hálózatelmélet és a likviditás kapcsolatával foglalkozik. Röviden ismerteti a hálózatelmélet és a gráfelmélet szemléletét és bemutat néhányat azon cikkek közül, melyek ezt az eszközt a pénzügyi piacok vizsgálatára alkalmazták.

A dolgozat 3. fejezete a piaci mikrostruktúra elmélet alapjait és néhány klasszikus cikk piaci likviditással kapcsolatos főbb eredményeit ismerteti. A piaci mikrostruktúra elmélet középpontjában a neoklasszikus közgazdaságtan által elhanyagolt terület, az egyensúlyi ár kialakulásának folyamata áll. Az elmélet az *információs aszimmetria*, a különböző *piaci szereplők* és a *piaci intézmények* a piaci ár alakulásában betöltött szerepét vizsgálja. A modellekben központi szerepet játszik az *order flow* és a *bid-ask spread*. Az eredmények kapcsolatba hozhatók a hatékony piacok elméletével és felhasználhatók a piacok tervezésekor is.

A fejezet bemutatja Albert S. Kyle modelljét (Kyle [1985]), melyben a piacvezető az informált kereskedő és a likviditási kereskedő által adott együttes megbízás alapján úgy határozza meg a piactisztító árat, hogy a várható profitja nulla legyen. A cikk megvizsgálja, hogy milyen sebességgel épül be az árba az többletinformáció, mekkora profitot tud az informált kereskedő elérni, és hogy miként alakul a piac likviditása.

Szintén ismertetem Glosten és Milgrom modelljét (Glosten és Milgrom [1985]), melyben a piacvezető eltérő vételi és eladási árfolyamot jegyez, hogy az informált kereskedőkkel kötött ügyleteken elszenvedett veszteségét a likviditási kereskedők tranzakcióin elért profittal kompenzálja. A tanulmány várható értékben korlátot ad a bid-ask spread-re, és bebizonyítja, hogy az ilyen, az információs aszimmetriából származó spread mellett az áralakulás martingál marad.

Ennek a résznek a végén a két modellt egységes keretbe ágyazó cikket, Back és Baruch [2004]-et is bemutatom. A fejezet utolsó része a bid-ask spread modellek irodalmát ismerteti röviden.

A 4. fejezet a Budapesti Értéktőzsde négy legnagyobb részvényének TAQ (trades

and quotes) adatbázisain alapuló első empirikus kutatást tartalmazza. A kutatás célja kettős. Egyrészt különböző likviditási mutatók idősoros és keresztmetszeti elemzését végzem el. Másrészt a Hurst-együttható értéke fontos információt tartalmazhat az egyes mutatók előrejelzési stratégiájának kialakításakor, ezért a következő lépésben ezen mutató meghatározásával, becslésével foglalkozom.

Az egyik legegyszerűbb likviditási mutatónak, a forgalomnak az előrejelzése fontos lehet például az ügyfélmegbízásokat (forgalomarányos) jutalékért teljesítő brókercégek és a VWAP (volume weighted average price, forgalommal súlyozott átlagár) megbízásokat teljesítő tőzsdei kereskedők számára. Nekik feltételes forgalom-előrejelzésre van szükségük, ezért érdekes annak vizsgálata, hogy mikor jelezhető előre a forgalom és így a likviditás.

Az 5. fejezet empirikus kutatásában azt a célt tűztem ki, hogy gráfelméleti eszközökkel megvizsgálom, hogy mi jellemezte a magyarországi fedezetlen bankközi betét-hitel (depo) piacot a 2008. szeptember 15-i Lehman-csőd előtt és után. Tudjuk, hogy a csőd előtt a piacok, így ez a piac is alapvetően likvid volt, utána viszont illikviddé vált. További célom az, hogy olyan mutatókat találjak, melyek ezt a változást megjelenítik, mert ekkor egyfajta likviditási mutatónak is lehet őket tekinteni.

2. fejezet

A likviditás fogalma

A **vállalatoknak** a jó működés érdekében nemcsak *szolvensnek* kell lenniük, hanem rövid távon is teljesíteniük kell kötelezettségeiket, azaz kellően *likvidnek*, más szóval fizetőképességüknek kell lenniük.

A bankokra vonatkozó tőke megfelelési kritériumok (*capital adequacy requirements*) azt hivatottak biztosítani, hogy szolvenssek legyenek. Ezen kívül a gazdaság egésze szempontjából az is különösen fontos, hogy a bankok minden pillanatban kellően likvidek is legyenek, hiszen a bankok likviditásának hiánya a gazdaság egészének működésére hatással van, annak hatékonyságát alapvetően károsítja.

A tevékenységüket értékpapír-kibocsátásból finanszírozó vállalatok, a pénzügyi instrumentumok **kibocsátói** számára is fontos a likviditás, hiszen befolyásolja a forrásköltségüket. Alacsony likviditás mellett a kibocsátást csak diszkonttal lehet végrehajtani, ami drágítja a finanszírozást.

Az értékpapírokat jegyző és azokkal kereskedő **befektetők** sem tudnak elfeledkezni a likviditásról, mert a befektetésük értékét is befolyásolja a likviditás. Az illikvid papíroktól nem tudnak bármikor megfelelő áron megszabadulni, ezért csak kevesebbet hajlandók érte adni, ami csökkenti az értékpapír várható hozamát. Továbbá a teljes **portfólió értéke** is függ attól, hogy az milyen gyorsan és mekkora költséggel rendezhető át, azaz a benne lévő eszközök hogyan cserélhetők más eszközökre, vagy tehetők készpénzzé.

Míg a **piaci mikrostruktúra elmélettel** (*market microstructure theory*) foglalkozó korai cikkek az egyedi részvényekre, majd egyéb értékpapírokra koncentráltak, addig a nagy-frekvenciájú (*high-frequency*) adatok elérhetőségével és a részpiacok egyre teljesebb összekapcsolódásával az elmúlt évtizedben megjelentek az egyes eszközök piacainak likviditása közötti kapcsolatot vizsgáló tanulmányok is (lásd például

Ozoguz [2006]).

Bár a jelenlegi válság egy részpiacról indult ki, mára a teljes pénzügyi rendszert sújtja. A legfőbb kapocs, ami összeköti ezeket a piacokat, a szereplők. A részpiacokon veszteséget elszenvedő piaci szereplők elvesztették bizalmukat, csökkent a kockázatvállalási kedvük, mígnem ez elvezetett a *pénzügyi rendszer kiszáradásához*, ami a likviditás csökkenésében jelentkezik.

Ebben a gazdasági helyzetben még a jó társaságok sem képesek pénzzé tenni likvid eszközeiket, hogy kötelezettségeiknek eleget tegyenek. Ekkor a jó társaságok sem kapnak hitelt, ami csökkenti a beruházásokat, munkahelyek szűnnek meg, és visszaesik a kereslet, azaz összességében a reálgazdaságban is válság alakul ki.

A likviditás fent felsorolt megjelenési formáihoz Acerbi és Scandolo [2007] alapján három kockázati tényezőt lehet rendelni:

1. a *cash-flow kockázatot*, azaz, hogy az esedékes fizetési kötelezettségeknek eleget tudunk tenni,
2. az illikvid piacon való kereskedés kockázatát, (*árhatás, market impact*) és
3. a pénzügyi közvetítő rendszer *kiszáradásának* kockázatát.

Az első a vállalat pénzügyi vezetőjét, a második a treasury-ben dolgozó kereskedőt, a harmadik pedig elsősorban a jegybank munkatársait érinti.¹ A likviditás felsorolt megjelenési formáit, az ezekhez kapcsolható kockázati forrásokat és a köztük lévő kapcsolatot fogja megvizsgálni ez a fejezet.

2.1. A vállalat likviditása

Bár a vállalati pénzügyekben a *likviditás* mindennapos fogalom, gyakran sem a vállalatok, sem az elméleti irányultságú tanulmányok nem definiálják. A fogalom pontos körülírásához először a közeli rokonságot mutató *szolvenciától* kell megkülönböztetnünk. Mindkettőt szokás fizetőképességként magyarítani, de míg a szolvencia a hitelkockázattal (credit risk) függ össze, addig a likviditás a pillanatnyi fizetőképiséget jelenti. Egy vállalatot akkor mondunk szolvensnek, ha a vállalat eszközeinek

¹„It is not a chance that in the market, people correctly use the same term „liquidity risk” for at least three well distinguished phenomena,

- Facet 1: the risk that our portfolio may run short euros
- Facet 2: the risk we run trading in a illiquid market
- Facet 3: the risk of a drainage of the liquidity circulating in our economy

which are respectively a major concern for a treasurer, a trader and a central bank governor.”
Forrás: Acerbi és Scandolo [2007], pp. 1-2. A cikkben a szerzők formálisan definiálják az első két faktort és kimutatják a köztük lévő kapcsolatot.

értéke meghaladja a vállalat hiteleinek értékét, azaz ha a vállalat (köznapi értelemben) nincs csődben. Likvidnek pedig akkor mondunk egy vállalatot, ha az esedékes fizetési kötelezettségeinek képes eleget tenni. Ebből a megfogalmazásból látható, hogy míg az előbbi fogalom a jelenérték kockázattal ragadható meg, addig az utóbbi a pénzáramlás-kockázattal, a cash-flow-kockázattal. Mindez persze a kettő közötti kapcsolatot is megteremti, hiszen ahogy egy kötvényportfólió esetében is igaz, hogy a jelenérték elvesztése a cash-flow-t is veszélybe sodorja, és fordítva is, úgy az inszolvens vállalat is cash-flow problémával fog szembesülni, és a cash-flow kockázattal küzdő vállalat bizonyos idő után elveszti saját tőkéjét.²

A vállalatok pénzügyi vezetőinek egyik fontos feladata, hogy előrejelezze a bejövő és kimenő pénzáramlásokat (Brealey és Myers [2005]). Ennek alapvetően két célja van. Egyrészt a bevételek és kiadások becslése után a rövid távú finanszírozási tervet állítják össze, amiben az esetleges hiány pótlásáról forrás bevonásával gondoskodnak, a többletet pedig befektetik. Másrészt az elkészült *likviditási terv* később viszonyítási alapul szolgálhat a teljesítmény méréséhez.

2.1.1. A vállalati likviditás mutatói

A vállalat likviditási helyzetének értékelésére mind a *pénzügyi vezetők*, mind a befektetési lehetőségeket kutató *piaci szereplők* fel szokták használni a likviditási-mutatókat, melyek a cég rövid lejáratú eszközeit veti össze a rövid lejáratú forrásaival, és ebből következtetnek arra, hogy vállalat mekkora valószínűséggel nem lesz képes kötelezettségeit időben teljesíteni.

A leggyakrabban használt mutatók Brealey és Myers [2005] szerint az alábbiak:

1. Likvid eszközök aránya = $\text{Nettó forgótőke} / \text{Összes eszköz}$
2. Likviditási ráta = $\text{Forgóeszközök} / \text{Folyó források}$
3. Likviditási gyorsráta = $(\text{Pénzeszközök} + \text{Likvid értékpapírok} + \text{Vevők}) / \text{Folyó kötelezettségek}$
4. Pénzhányad = $(\text{Pénzeszközök} + \text{Likvid értékpapírok}) / \text{Folyó kötelezettségek}$
5. Időtartam-mutató = $(\text{Pénzeszközök} + \text{Likvid értékpapírok} + \text{Vevők}) / \text{Napi átlagos működési kiadások}$

A fent említett két érintett csoporton kívül a társaság szállítóinak lehet még igazán fontos, hogy a vállalat mennyire likvid. A likviditási mutatók használatának

²A szolvencia fogalma nemcsak a vállalatoknál, hanem a nyugdíjrendszereknél is megjelenik. Alács [2004] például így definiálja: "A nyugdíjbiztosítás egyik alapelve, hogy a járulékok és járadékok várható jelenértékének meg kell egyeznie egymással (szolvencia)".

előnye a többi, a vállalat állapotának számszerűsítésére használt mutatóhoz képest, hogy megbízhatóbbak, hiszen a rövid lejáratú követelések és kötelezettségek értékét általában könnyebb megmondani, mint a hosszabb lejáratúakét. Épp ebből adódik hátrányuk is, hiszen nagyon gyorsan elavulnak.

2.1.2. Vállalatok likviditáskezelése – cash-flow-at-risk

Míg a hitelintézetek kockázatkezelése a saját tőke mint portfólió jelenértékének kockázatára fókuszál, addig a vállalatok esetében ennél általában meghatározóbb a pénzáramlás kockázatának kezelése. Ennek a különbségnek az oka – amellet, hogy a szabályozás a befektetési szolgáltatók és a hitelintézetek számára is alapvetően jelenérték-szemléletű kockázatkezelést ír elő –, hogy a bankok normális körülmények között könnyebben hozzáférnek a pénzpiacokhoz és így pénzáramlás-kockázatukat könnyebben tudják fedezni.³

Bár a vállalatok legtöbb kockázatkezelési tevékenységének eredményét – beleértve a likviditási kockázat kezelésének eredményességét is – csak nehezen vagy egyáltalán nem lehet számszerűsíteni, értelme és haszna mégis megmutatkozik abban, hogy általa a vállalat működése előrejelezhetőbb lesz. Minden kockázatkezelési tevékenységgel valamilyen bizonytalanságot lehet kiküszöbölni vagy csökkenteni. A cash-flow kockázat két módon okozhat nehézséget a vállalatnak:⁴ i) a likviditás hiánya esetén a vállalat kénytelen a piacról pótlólagos forrásokat, jellemzően rövid távú banki hiteleket bevonni, melyek szerencsétlen időzítés esetén túlzottan drágák lehetnek;⁵ ii) a túlzottan bőséges likviditás hatékonysághoz vezet és nem ösztönzi kellőképp a megfelelő projektek megvalósítását. Az utóbbi esetben a túlzott rövid távú forrásbőség arra ösztönözheti a vállalat operatív vezetőségét, hogy olyan projekteket (úgynevezett „pet projekteket”) valósítson meg, melyek saját céljaiknak megfelelnek, de a részvényesi érték maximalizálását nem szolgálják. Ezt elkerülendő, a tulajdonosoknak érdeke a likviditás-többletet kivonni a menedzsment hatásköréből vagy célzottan előre hozzárendelni valamely projekthez.

A likviditás szintjének mérésére alkalmazhatók a 2.1.1-ben megismert mutatók is,

³Bár a „normális körülményeket” nehéz lenne meghatározni, annyit biztosan állíthatunk, hogy a tőkepiacokon a 2000-es években hosszú időn keresztül gond nélkül hozzáférhettek a szükséges forrásokhoz, ezért technikai kérdéssé egyszerűsödött a likviditáskezelés.

⁴Lásd Tirole [2005]

⁵Az információs aszimmetria két megjelenési formája, a kontraszelekció (adverse selection) és a morális kockázat (moral hazard) egyaránt szuboptimális beruházási szinthez vezet. A vállalati likviditás elégtelensége és a pótlólagos forrásokhoz való hozzáférés hiánya tovább csökkenti a beruházási szintet. A kontraszelekció költségeket növelő jellege a piaci mikrostruktúra-elmélettel foglalkozó 3. fejezetben is megmutatkozik.

de léteznek a kockázatot jobban megragadó módszerek is. A likviditás optimális szintjének fenntartását segítik azok a módszerek és modellek, melyek a vállalat pénzáramlásainak bizonytalanságából fakadó kockázatot számszerűsítik és képesek mind a túlságosan magas, mind a túlzottan alacsony cash-flow-t előrejelezni. Ezekben a modellekben a kockázatnak kitett változó nem az érték (value), mint a JP Morgan által 1993-ban kifejlesztett *kockázatosított érték (value-at-risk, VaR)* módszernél, hanem az eszközök által generált pénzáramlás (cash-flow) vagy a vállalat eredménye. Az előbbi célzó modellt *cash-flow-at-risk, CFaR* módszernek, az utóbbit számszerűsítő modellt *earnings-at-risk, EaR* módszernek hívjuk.

A cash-flow-at risk mérése

Tekintsük a vállalat jövőbeli pénzáramlásait valószínűségi változóknak. A CFaR módszer ezen jövőbeli pénzáramlások eloszlásaiból számol percentiliseket. Ebből következően a módszer eredménye nem skalár, mint a VaR esetében⁶, hanem egy vektor, amiben annyi elem van, ahány jövőbeli időpontra pénzáramlást várunk. Mivel a vállalatok pénzügyi vezetői az időtávot és a sűrűséget gyakran a likviditási tervvel hangolják össze, ezért jellemző a következő 12-18 hónapra készített havi vagy negyedéves bontású CFaR számítás. Formálisan is definiálhatjuk:

2.1.1. Definíció (cash-flow-at-risk). *A CFaR azt mutatja meg, hogy adott α szignifikancia szint és T időtáv mellett forintban (dollárban, euróban) kifejezve mekkora az a küszöbérték, amelynél csak $1 - \alpha$ valószínűséggel lesznek kisebbek a rögzített t időpontokhoz tartozó pénzáramlások.*⁷

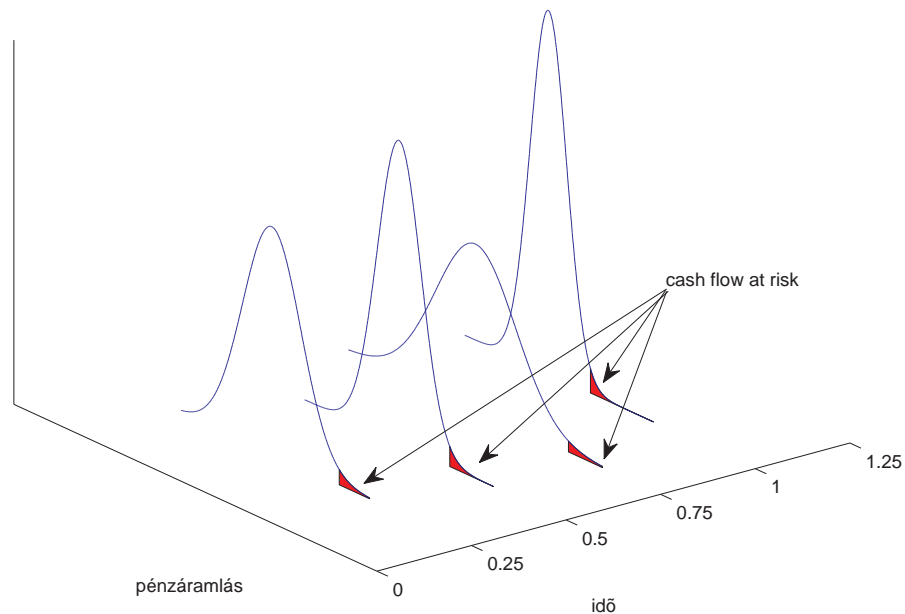
Az 2.1-es ábrán látható CFaR előrejelzés egy éves időtávra negyedéves bontásban tartalmazza a sűrűségfüggvényeket és az azokból számolt CFaR-et. A VaR modellekkel összevetve a CFaR modelleket azt láthatjuk, hogy míg a VaR-t általában egy vagy tíz napos tartási periódusra számolják és a becsléshez kereskedett eszközök hosszú áradatsorai állnak rendelkezésre, addig a CFaR előrejelzési horizontja ennél sokkal hosszabb, jellemzően egy év, és múltbeli adatok időszora sem kellően hosszú. Ezt a problémát próbálja kezelni a RiskMetrics által kidolgozott *bottom-up* módszer (RiskMetrics [1999]), amely kockázati faktorokat azonosít⁸, melyek kereskedett termékek és ezek likviditási helyzetre gyakorolt hatását számszerűsíti. Mivel a faktorok kereskedett termékek, ezért rendelkezésre állnak megfelelő idősorok, melyekből

⁶Lásd például Jorion [1999].

⁷A CFaR-et a VaR-hoz hasonlóan szokás abszolút és relatív módon is definiálni. Előbbinél a küszöbértéket a portfólió (cash flow) jelenlegi értékéhez, utóbbinál a várható értékéhez viszonyítják.

⁸A MOL CFaR modellje például az olajárat, a gázárat és a devizaárfolyamot tekinti kockázati faktornak.

2.1. ábra. CFaR egy évre, negyedéves bontásban



Berlinger, Lublóy és Szűcs [2008] p. 32. alapján.

jövőbeli időpontokra meg lehet becsülni az eredménykimutatást és a mérleget. A kapott cash flow piaci kockázati faktorok függvényében mutatja a vállalat CFaR-jét, likviditási helyzetét. Mivel lehetetlen minden kockázati faktort azonosítani és a meghatározott kockázati tényezők csak piaci kockázati faktorok⁹, ezért ez a modell csak a piaci kockázat által determinált cash-flow kockázatot számszerűsíti, ami természetesen alulbecsli a teljes cash-flow kockázatot.

Egy másik CFaR módszer a *top-down* alapú, amely nem kockázati faktorokat azonosít, hanem a teljes működési cash-flow változékonyságából indul ki. Az adathiányt peer-group definiálásával oldják meg, vagy ha az adott iparágban nem áll rendelkezésre elegendő vállalat, akkor a különböző iparágakból származó vállalatokból alakítanak ki klasztereket a piaci kapitalizáció, a profitabilitás, az iparági cash-flow kockázatossága és a részvényárfolyam volatilitása alapján. Ennek a peer-group alapú, szorzószámú értékelésnek előnye, hogy historikus adatokra támaszkodik, nem-parametrikus és nem tételez fel semmilyen eloszlást sem a cash-flow-ra. Hátránya ugyanakkor, hogy ez sem tudja megragadni a vállalatspecifikus tényezőket. A modell alkalmazására példát mutat Stein, Usher, LaGattuta és Youngen [2001].

⁹Csak a nagyon fejlett CFaR modellekben szerepelnek vállalatspecifikus kockázati tényezők, például stratégiai és működési faktorok.

A cash-flow változékonyságának ismerete, a CFaR számszerűsítése a *likviditáskezelés*en túl szerepet játszik még a társaság *optimális tőkeszerkezetének* kialakításában és a *fedezeti ügyletek és biztosítási lehetőségek* hatásainak értékelésében. Könnyen belátható, hogy ha egy vállalat pénzáramlása volatilisabb, akkor kevesebb hitelt fog tudni felvenni. Mivel mindhárom felsorolt terület összefügg azzal, hogy milyen beruházásokat fog tudni megvalósítani, ezért a jó CFaR modell a tőkeköltségvetés összeállításában is hasznos segítséget nyújt. Végezetül, mivel a cash-flow kimutató összekapcsolja a vállalat működési, beruházási és finanszírozási pénzáramlásait, ezért a CFaR a stratégiai beruházási és finanszírozási döntésekben is szerephez jut (Janki [2008]).

2.2. A portfólió likviditása

A likviditás egy másik aspektusa, hogy a befektetők értékpapírjai milyen gyorsan és mekkora költséggel adhatók el. Ha egy befektető fel akarja számolni a portfólióját, akkor az ellenértéket, tehát a portfólió értékét az is befolyásolja, hogy mekkora portfólióról van szó, és mennyi idő alatt akarja eladni a befektető. Pratt [1989] megmutatja, hogy azon vállalatokat, melyek kis számú tulajdonossal bírnak és ezért részvényeikkel nem kereskednek, a piac mintegy 30%-kal alulértékeli. A tanulmány szerint az illikviditásért járó prémium nagyságrendje megegyezik a piaci kockázati prémiummal.

A pénzügyi instrumentumok likviditásának értékükre gyakorolt hatását Acerbi és Scandolo [2007] másképpen közelíti meg. Az alábbiakban az ő gondolatmenetüket követjük Tulassay [2008]-t felhasználva. A likviditásnak a fejezet bevezető részében felsorolt három megjelenési formája közül az első, a *cash-flow kockázat* és a második, az illikvid piacon való kereskedés kockázata (*árhatás-kockázat*) könnyen láthatóan összefügg. Ha az éppen esedékes fizetési kötelezettségünket könnyen ki tudjuk elégíteni rendelkezésre álló likvid eszközökből, akkor nem szükséges az éppen kevésbé likvid instrumentumainktól megválni, és ezért nem szembesülünk akkora árhatás-kockázattal. Ha viszont nincs könnyen likvidálható eszközünk, akkor jobban ki vagyunk téve az illikvid piacnak.

2.2.1. A portfólió értéke

Ha csak arra szeretnénk válaszolni, hogy mennyit ér az illikvid eszközünk, a válasz még akkor is attól függ, hogy el akarjuk-e adni, vagy megtehetjük, hogy megtartjuk,

akár lejáratig is. A portfólió értéké tehát attól (is) függ, hogy mit szeretnénk tenni vele.

A hagyományos szemlélet szerint a portfólió értéke az értékpapír mennyiségének lineáris függvénye, hiszen az értékpapír darabszámát kell szorozni a piaci árral, a piaci középárfolyammal (midprice), ami a vételi és az eladási ár átlaga.

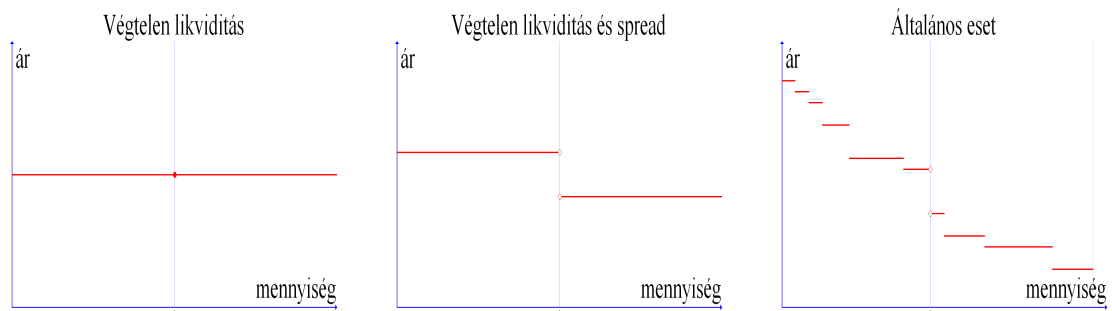
$$X = \mathbf{p}^T \mathbf{x} = \sum_{i=1}^n x_i p_i,$$

ahol \mathbf{p} az értékpapírok árvektora, \mathbf{x} a portfólióban szereplő értékpapírok mennyiségének vektora.

Egy sokkal prudensebb értékelési módszer, ha a hosszú pozíciókat a legjobb vételi (best bid), a rövid pozíciókat a legjobb eladási (best ask) árral szorozva értékeljük.

A legóvatosabban akkor járunk el, ha azt vizsgáljuk meg, hogy a teljes portfóliókat felszámolva mekkora értéket kapnánk kézhez.¹⁰ Ekkor az aktuális *ajánlati könyv*¹¹ adatai segítségével konkrétan ki kell számolni, hogy az adott nagyságú portfóliót az aktuális pillanatban mennyiért lehetne eladni. Ezt a három eljárást mutatja be a 2.2-es ábra.

2.2. ábra. Marginális árak



Tulassay [2008] alapján.

Ez a megközelítés statikus abban az értelemben, hogy csak az ajánlati könyv adott pillanatban megfigyelt állapotát veszi figyelembe, és nem számol azzal, ha a portfólió felszámolását nem egyetlen pillanat alatt hajtjuk végre, hanem bizonyos idő alatt, ami alatt egyrészt újabb ajánlatok érkezhettek az ajánlati könyvbe, másrészt vissza is vonhatnak megbízásokat.

¹⁰„If you want to assess the value of your portfolio you have to confront it with true prices, which are the only physical reality of the market.” (Acerbi és Scandolo [2007])

¹¹Az ajánlati könyvet a 2.4.3. részben definiálom.

Az ajánlati könyv alapján számszerűsítjük a *marginális kínálati–keresleti (marginal-supply demand curve, MSDC)* görbét, ami azt mutatja meg, hogy mennyiért tudjuk megvenni az x . darab értékpapírt, ha összesen x darabot szeretnénk venni és mennyiért tudjuk eladni az x . darab értékpapírunkat, ha összesen x darabot szeretnénk eladni.

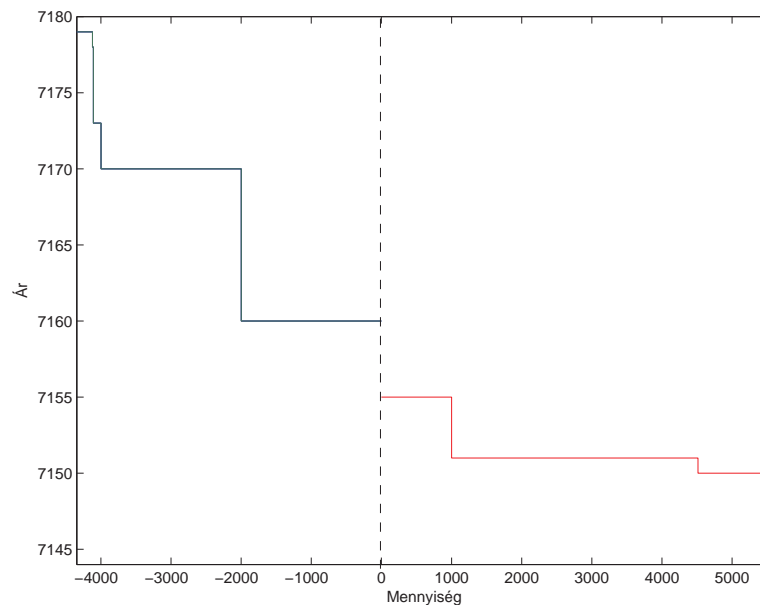
2.2.1. Definíció (marginális kínálati–keresleti görbe). Az $m(x)$ árfüggvényt *marginális kínálati–keresleti görbének* nevezzük, ha

1. $m(x_1) \geq m(x_2)$, ha $x_1 < x_2$
2. m jobbról folytonos és balról van határértéke, ha $x < 0$ és balról folytonos, jobbról van határértéke, ha $x > 0$.

A konstrukcióból következően $m(x)$ monoton csökkenő. Jelölje

- $m^+ \doteq m(0^+)$ a legjobb vételi ajánlatot (*best bid*),
- $m^- \doteq m(0^-)$ a legjobb eladási ajánlatot (*best ask*),
- $\delta m \doteq m^- - m^+ \geq 0$ a *bid-ask spreadet*.

2.3. ábra. Marginális kínálati–keresleti függvény.



Tulassay [2008] alapján.

Ekkor az x darab eszköz eladásából (megvételéből) befolyó pénzmennyiség, amit az

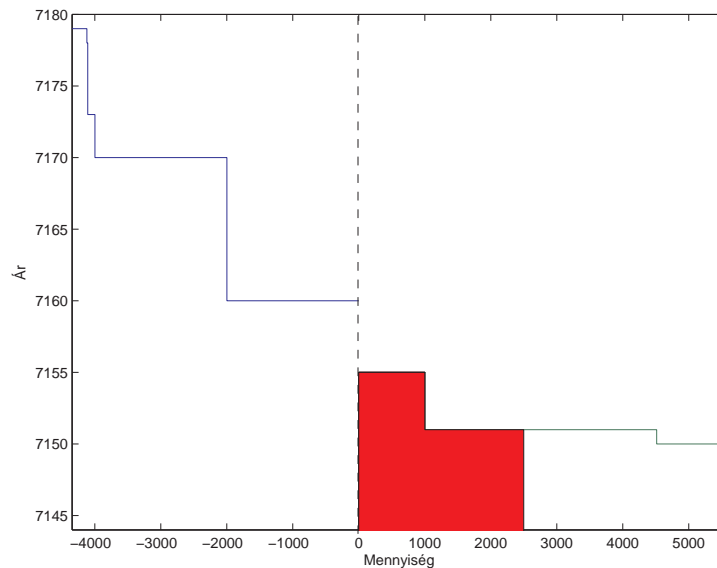
2.4-es ábrán a görbe alatti terület mutat:

$$P(x) = \int_0^x m(s) ds,$$

ahol $m(s)$ az értékpapír marginális kínálati–keresleti görbéje,

- eladás, ha $x > 0$ és
- vétel, ha $x < 0$.

2.4. ábra. Az eladás vagy vétel összértéke.



Tulassay [2008] alapján.

A kínálati–keresleti görbe integráljából már könnyen számolható az *átlagár*. Látható, hogy a likviditást figyelembe véve a portfólió értéke nem feltétlenül lineáris függvénye a mennyiségnek:

$$S(x) \doteq \frac{P(x)}{x}$$

Definiáljuk a következő két fogalmat!

2.2.2. Definíció (Mark-to-market érték). *A portfólió mark-to-market értéke az, amit akkor kapunk, ha a portfóliót a legjobb vételi és eladási árak segítségével értékeljük:*

$$U(\mathbf{x}) = x_0 + \sum_{x_i > 0} m_i^+ x_i + \sum_{x_i < 0} m_i^- x_i. \quad (2.1)$$

2.2.3. Definíció (Likvidációs érték). *A portfólió likvidációs értékének (liquidation of a portfolio) azt a bevételt hívjuk, amit az azonnali felszámolás esetén kapunk:*

$$L(\mathbf{x}) = \sum_{i=0}^N P_i(x_i) = x_0 + \sum_{i=1}^N \int_0^{x_i} m_i(s) ds, \quad (2.2)$$

ahol \mathbf{x} a portfólióban lévő eszközök darabszáma, x_0 a portfólióban lévő készpénz (a „likviditás”), és $m_i(x)$ az i . értékpapír marginális keresleti–kínálati görbéje.

Ha $x_0 < 0$, akkor azonnali fizetési kötelezettségünk van.

Az eddigiek megmutatták, hogy önmagában nem tudjuk megmondani, hogy egy portfólió mennyit ér. Csak akkor tudunk erre válaszolni, ha tudjuk, hogy mit szeretnénk kezdeni a portfólióval.

2.2.4. Definíció (Likviditási szabály vagy terv). \mathcal{L} likviditási szabályon vagy terven (liquidity policy) azon elfogadható portfóliók halmazát értjük, melyekre

1. $(x_0, x_1, \dots, x_N) \in \mathcal{L} \implies (x_0 + a, x_1, \dots, x_N) \in \mathcal{L}, \forall a > 0$
2. $(x_0, x_1, \dots, x_N) \in \mathcal{L} \implies (x_0, 0, \dots, 0) \in \mathcal{L}$.

Látható, hogy ha egy portfólió benne van a likviditási szabály vagy terv által meghatározott halmazban, akkor minden olyan portfólió is benne van, amelyben ugyanennyi illikvid eszköz van, de több készpénz; valamint minden olyan portfólió is, melyben ugyanennyi készpénz van, de kevesebb illikvid eszköz. A likviditási szabály vagy terv tehát a portfóliók konvex halmazát definiálja, amelyben a készpénz sosem túl sok és az illikvid eszközök állománya sosem túl kevés.

„Készpénz likviditási” (cash liquidity policy) szabálynak ezt nevezzük:

$$\mathcal{L}(c) = \{(x_0, x_1, \dots, x_N) \mid x_0 \geq c\},$$

azaz eszerint a likviditási szabály szerint csak azok a portfóliók fogadhatók el, melyekben legalább c mennyiségű készpénz van.

Ha a portfólió tulajdonosa eldöntötte, hogy mit szeretne kezdeni a portfólióval, azaz létrehozta a *likviditási szabályát* (liquidity policy), akkor ennek függvényében már meg lehet állapítani a portfólió értékét. Jelölje $Att(\mathbf{x})$ az \mathbf{x} -ből elérhető portfóliók halmazát. Egy \mathbf{y} portfólió elérhető \mathbf{x} -ből, ha \mathbf{x} egy részének felszámolásával el tudunk jutni \mathbf{y} -ba, azaz, ha

$$\exists \mathbf{z}, \mathbf{y} = \mathbf{x} - \mathbf{z} + L(\mathbf{z}).$$

2.2.5. Definíció (A portfólió értéke). *Egy portfólió értéke adott \mathcal{L} likviditási szabály mellett*

$$V^{\mathcal{L}}(\mathbf{x}) \doteq \sup\{U(\mathbf{y}) \mid \mathbf{y} \in \text{Att}(\mathbf{x}) \cap \mathcal{L}\}, \quad (2.3)$$

tehát azt a maximális értékű \mathbf{x} -ből elérhető portfóliót keressük, ami a likviditási politikának is megfelel.

2.2.2. Likviditás és a koherens kockázati mértékek

Acerbi és Scandolo [2007] fő eredménye, hogy a *koherens kockázati mértékek* definícióját kiterjeszti úgy, hogy a likviditási kockázatot is figyelembe veszi. A megfigyelés az, hogy ha egy illikvid portfóliónak veszem a kétszeresét, akkor annak a kockázata nem csak kétszeres lesz. Ez könnyen érthető, ha belegondolunk, hogy egyetlen OTP részvényt nem ugyanazon az áron tudunk eladni és a piaci árra gyakorolt hatás sem ugyanaz, ha 1 millió részvényt szeretnénk eladni. Tekintsük a koherens kockázati mértékek definícióját!¹²

2.2.6. Definíció (Koherens kockázati mérték (coherent risk measure)). *A ρ függvény koherens kockázati mérték, ha bármely X és Y portfólióra teljesül, hogy*

| | | |
|--|--------------------------------------|--------------------|
| <i>(M) monotonitás</i> | $\rho(X) \leq \rho(Y)$ | $\forall X \geq Y$ |
| <i>(TC) transláció kovariancia</i> ¹³ | $\rho(X + e) = \rho(X) - e$ | $e \in \mathbb{R}$ |
| <i>(PH) pozitív homogenitás</i> | $\rho(\lambda X) = \lambda \rho(X)$ | $\lambda \geq 0$ |
| <i>(S) szubadditivitás</i> | $\rho(X + Y) \leq \rho(X) + \rho(Y)$ | |

Ez a fenti definíció mindaddig nagyszerűen működik is, amíg a portfóliók mérete elhanyagolható a piac mélységéhez képest, azaz a portfóliót tartó befektető eladása vagy vétele nem hat az instrumentum árára. Ha viszont már nem tekinthető elhanyagolhatónak a vétel vagy az eladás áreltérítő hatása, tehát van efféle likviditási kockázat, akkor már könnyű olyan példát konstruálni, amely megsérti az (S) és a (PH) axiómákat, ezért a szakirodalomban később bevezették a *konvex kockázati mértékek* fogalmát, ahol az (S) és (PH) axiómákat felváltja a konvexitási axióma:

$$(C) \text{ konvexitás } \rho(\theta X + (1 - \theta)Y) \leq \theta \rho(X) + (1 - \theta) \rho(Y) \quad \theta \in (0, 1)$$

A szerzők felhívják a figyelmet, hogy a likviditási kockázat figyelembe vételének nem célravezető módja az axiómák ily módon való gyengítése, tehát a szubadditivitás és a pozitív homogenitás konvexitással való helyettesítése, mert így határesetben

¹²A fogalom Artzner, Delbaen, Eber és Heath [1999]-ben jelenik meg először.

– amikor a likviditási kockázat eltűnik – sem kapjuk vissza a koherens kockázati mértékek elegáns tulajdonságait.

Alapötletük az, hogy X és Y ne magukat a portfóliókat jelölje, hanem azok értékét. Hagyományosan nem különböztették meg egymástól a két fogalmat, a portfóliót és annak értékét, mert a két mennyiség közötti kapcsolatról feltételezték, hogy lineáris, azaz a kétszer akkora portfólió értéke épp kétszerese lesz az eredeti értéknek.

Likviditási kockázat fennállásakor viszont nem lineáris ez a kapcsolat, ezért a portfólióértékeket közvetlenül modellezzük. Eredményül azt kapják, hogy az ily módon konstruált portfólió-kockázati mértékek konvexek lesznek. Ennek az a jelentősége, hogy a portfóliók még illikvid piacokon is megőrzik diverzifikációs tulajdonságukat, függetlenül a választott *likviditási politikától*.

2.2.3. Likviditás és várható hozam

Hogyan befolyásolja a portfóliókban szereplő részvényeken elérhető hozamot a likviditás?

Az elmúlt húsz évben számos cikk foglalkozott azzal, hogy a likviditás befolyásolja-e a részvények hozamát, azaz a likviditást beárazza-e a piac. A kutatások azt találták, hogy a likviditás különböző mutatói – például az árhatás (price impact of trade), a bid-ask spread, a forgalom – és a részvények jövőbeli hozama között kapcsolat van. Minél magasabb likviditást jelez a mutató, annál alacsonyabb lesz a jövőbeli hozam (Amihud és Mendelson [1986], Brennan és Subrahmanyam [1996], valamint Brennan, Chordia és Subrahmanyam [1998]). Ugyancsak kimutatták, hogy a piaci likviditás piacról-piacra változik (például Chordia, Roll és Subrahmanyam [2000], Chordia, Roll és Subrahmanyam [2001], illetve Hasbrouck és Seppi [2001], valamint, hogy a piaci likviditás alkalmas a piac hozamának előrejelzésére (például Amihud [2002]).

Konkrétan Pástor és Stambaugh [2003] azt mutatják meg, hogy azon részvények várható hozama magasabb, melyek érzékenyebbek a piaci likviditásra (aggregate liquidity), tehát a piaci likviditást a piac beárazza.

Baker és Stein [2004] olyan kontraszelekcións modellt épít fel, amely magyarázatot ad arra, hogy a megnövekedett likviditás (szűkebb spread, alacsonyabb árhatás, magasabb forgalom) hogyan eredményez alacsonyabb várható hozamot. A modell azt is megmagyarázza, hogy a vállalati pénzügyi vezetők miként használják fel az érzékelt piaci likviditást hangulat-indikátorként, amikor egy részvénykibocsátás (seasoned equity offerings) időzítéséről hoznak döntést.

2.3. A bank likviditása

Az előzőekben röviden áttekintettük a likviditás vállalatokkal és portfóliókkal kapcsolatos aspektusait. Ebben a részben a bankok likviditását járjuk körül. A bankszektorhoz a szabályozók is különös figyelemmel fordulnak, ugyanis a bankrendszer elégtelen működése gyorsan maga után vonja a reálgazdaság gyengélkedését is. Likviditási szempontból is kiemelt jelentőségűek a bankok, hiszen ha már a bankok sem képesek likvid forrásokhoz jutni, amik méretüknél és tapasztalatuknál fogva alapvetően előnyben lennének, akkor a vállalatok biztos, hogy még nehezebb helyzetben vannak.

Basel I

Az 1988-as Bázeli egyezményben Basel Committee on Banking Supervision [1988, 1998]¹⁴ ajánlást fogalmaztak meg annak érdekében, hogy a nemzetközi tevékenységet folytató bankok működésének biztonságát növeljék. Ebben a dokumentumban definiálták a szavatoló tőke mérésének módszerét és meghatározták, hogy a *hitelképesség (solvency)* érdekében a szavatolótőkének el kell érnie a kockázatokkal súlyozott eszközállomány 8 százalékát.¹⁵ Az új mérőszámokat 1993-ban vezették be, és az ajánlás alapján elkészített jogszabályok elfogadásával a dokumentumban foglaltak az egyezményt aláíró országok összes bankjára érvényesek lettek.

A Bazel I-nek (Basel Capital Accord) is hívott szabályozás legfőbb kritikája az volt, hogy a hitelkockázatra koncentrált és nem vette figyelembe az egyéb kockázati forrásokat, például működési kockázatot és piaci kockázatot. A szabályozásról és egyéb kockázatkezelési módszerekről Jorion [1999] ír részletesen.

Basel II

A kritikákat figyelembe véve a Bázeli Bizottság (Basel Committee on Banking Supervision) átdolgozta a 1988-as egyezményt azzal a céllal, hogy – versenyhátrányt nem okozva – elősegítse a fejlettebb kockázatkezelési módszerek alkalmazását a bankszektorban. Bár megtartotta a 8 százalékos Cooke-hányadost, de nagyobb teret engedett a belső modellek használatának, valamint a piaci kockázat és a működési kockázat számszerűsítésének (Basel Committee on Banking Supervision [2004]).

¹⁴A dokumentum a későbbi módosításokkal együtt tartalmazza az eredeti Bázeli Egyezmény szövegét.

¹⁵Cooke-hányados

A *Bázel II* szabályozás egyik gyengesége a jelenlegi szűkös likviditású piacon egyértelműen megmutatkozik; a bankoknak épp akkor kell megnövelniük a szavatoló-tőkéjüket, azaz tőkét kell képezniük, amikor az eszközeik a likviditáshiány miatt (is) kockázatosabbá váltak, tehát amikor megnőtt a bank kockázattal súlyozott eszközértéke. Az amúgy is likviditáshiánnyal küzdő banknak akkor kell szolvenciáját erősítenie (tőkeemegfelelési mutatóját növelnie), azaz tőkét bevonnia, amikor kevésbé képes rá. Ha nem áll rendelkezésére pótlólagos tőke, akkor az eszközeit fogja eladni, ezek közül is elsősorban a legkockázatosabbaktól igyekszik megszabadulni, hiszen ezzel a kockázattal súlyozott mérlegfőösszegét is csökkenti, de ezzel az adott eszköz árának további csökkenéséhez járul hozzá.

Ha a bank sem pótlólagos tőkét nem tudott bevonni, sem kockázatos eszközeitől nem volt képes megszabadulni, akkor a rövidebb távú, ideiglenes likviditási probléma inszolvenciához is vezethet. A leírt jelenség megmutatja, hogy a szabályozás jelenlegi formája – prociklikus lévén – miért nem képes stabilizálni a bankok helyzetét turbulens piaci időszakokban, sőt a jelenlegi piaci körülmények között a bankok tevékenységét megnehezíti és végső soron rontja – a bankok kiemelt helyzete folytán – az erőforrások hatékony allokációját az egész gazdaságban (Daníelsson, Embrechts, Goodhart, Keating, Muennich, Renault és Shin [2001]).

A bankok inszolvenciája

A bankok kiemelt szerepét felismerve régóta vizsgálják fizetéseképtelenségüket. Caprio és Klingebiel [1997] háromféle banki fizetéseképtelenséget különböztet meg:

- egyetlen vagy kevés számú bank fizetéseképtelensége, mely nem jelent rendszerkockázatot,
- nyílt bankroham
- általános pénzügyi válság (financial distress).

Azon kívül, hogy ezek közül a harmadikat tartja a legkárosabbnak, megjegyzi, hogy ez a fejlődő és felzárkózó gazdaságokban – ahol a nyílt bankrohamot az explicit és implicit garanciák (pl. betétbiztosítási alapok, Magyarországon Országos Betétbiztosítási Alap, OBA) meggátolják – elég gyakori. A tanulmányban 86 fizetéseképtelenség adatait felhasználva vizsgálják meg ezek okait és következményeit, illetve, hogy milyen hatósági reakciók születtek. Arra jutottak, hogy kevés kormányzat reagált jól a bankok fizetéseképtelenségére, és hogy olyan szabályozás kialakítására lenne szükség, amelyik lehetővé teszi a bankok számára, hogy a sokkokat jobban kezeljék. Végezetül megállapítják, hogy a bankárok azért nem vették figyelembe terveikben a gazdasági sokkokat, mert az elégtelen ösztönzési rendszerük nem szorította őket rá.

A bankok likviditáskezelése

Bár az illikviditást és az inszolvenciát nem könnyű egymástól elkülöníteni, a legutóbbi 10 évben a BIS (Bank for International Settlements) a banki likviditáskezeléssel és szabályozással is aktívabban foglalkozott már (Basel Committee on Banking Supervision [2000], Basel Committee on Banking Supervision [2008]), és a pénzügyi piacok likviditását és a szabályozás hatását is kutatta (Basel Committee on the Global Financial System [1999]). A hazai bankok likviditáskezelési szokásairól és a hazai pénzpiac szereplőinek motivációjáról, kereskedési stratégiáiról Csávás, Kóczán és Varga [2006] ad jó összefoglalót. A tanulmány a hazai likviditáskezelés szempontjából legfontosabb megállapítása az, hogy a diszkont kincstárjegyeket a piaci szereplők az átmeneti likviditás-többletük lekötése érdekében vásárolják és nem azért, hogy kamatpozíciót létesítsenek, noha azok alkalmasak lennének erre a célra; valamint, hogy a hazai és a külföldi szereplők a magyarországi pénzpiacok közül egyedül az FX-swap piacot használják likviditáskezelési célra és éven belüli kamatpozíció felvételére. A magyarországi bankközi pénzpiacok fejlődéséről Balogh és Gábrriel [2003]-ban olvasható leírás.¹⁶

2.4. Piaci likviditás

A fejezet eddigi része azzal foglalkozott, hogy a likviditás hogyan érinti és milyen feladatok elé állítja a vállalatokat, a bankokat és az értékpapír-portfóliók tulajdonosait. A fejezet hátralévő részében kifejezetten a pénzügyi termékek piacainak likviditásával foglalkozunk, ezért a továbbiakban itt a likviditáson ezt fogjuk érteni.

2.4.1. A likviditás definíciója

Az első nehézséget a fogalom definiálása okozza. Számtalan tanulmány és cikk kezdődik azzal, hogy a likviditás fogalma nehezen meghatározható. Például Kyle [1985], p. 1316.:

„Market Liquidity” is a slippery and elusive concept, in part because it encompasses a number of transactional properties of the markets.”

vagy a Basel Committee on the Global Financial System [1999], p. 5.

¹⁶Ez utóbbi rövid összefoglalása a 2.5.4. részben megtalálható.

„Market liquidity is an elusive concept. While most observers would agree whether a given market is liquid or not, it is difficult to draw up precise definitions of market liquidity. This is because market liquidity is multi-faceted: the definition necessarily changes depending on what aspect one wishes to emphasise.”

Ez a második idézet fel is villantja ennek okát, azt, hogy a likviditás sokarcú fogalom, ezért mindenki attól függően definiálja, hogy mit szeretne hangsúlyozni. A BIS Basel Committee on the Global Financial System [1999] tanulmánya a G-10 országok központi bankjainak és adósságkezelő intézeteinek közreműködésével a likviditással kapcsolatban folytatott 18 kutatás eredményeit foglalja össze. Bár az egyes kutatásokban nem használják azonos értelemben a likviditást, ezek esszenciájaként az alábbi definíciót alkották meg:¹⁷

2.4.1. Definíció (Piaci likviditás (BIS)). *„A likvid piac egy olyan piac, ahol nagy volumenű tranzakciók hajthatók végre azonnal, vagy rövid időn belül úgy, hogy azok minimális hatást gyakoroljanak a piaci árakra.”*

Ehhez képest Fisher Black a következőképpen definiálja a piaci likviditást:

„A likvid piac *folytonos piac*, azaz majdnem minden mennyiséggel lehet azonnal kereskedni, és *hatékony piac*, tehát kis mennyiséggel a jelenlegi piaci áron rövid idő alatt, nagy mennyiséggel átlagosan a jelenlegi piaci áron hosszabb idő alatt lehet kereskedni.”¹⁸

Ezt Black részletesen is kibontja. Blacknél a piac likvid, ha

1. a befektető mindig talál vételi (bid) és eladási (ask) ajánlatot a piacon, akár milyen gyorsan szeretne is kereskedni, ha kis mennyiségű részvényt akar venni vagy eladni azonnal,
2. a vételi és eladási árfolyamok közti spread mindig kicsi,
3. a jelenlegi piaci árhoz közeli átlagáron lehet nagy mennyiségekkel is kereskedni, ha hosszú idő áll rendelkezésre,
4. lehet nagy mennyiséggel kereskedni rövid idő alatt is, de akkor az ár a mennyiség függvényében eltér a jelenlegitől, (minél nagyobb a mennyiség, annál nagyobb a diszkont vagy a prémium).

¹⁷Basel Committee on the Global Financial System [1999], p. 13.

¹⁸Kyle [1985] idézi Fisher Black: Towards a Fully Automated Exchange, Part I, Financial Analysts Journal, 27 (1971), 29–34. a likviditásra adott intuitív definícióját.

Ebből világosan szemünkbe tűnik, hogy a piaci likviditás fogalma sem ragadható meg egyetlen dimenzió segítségével. Ebben a részben ezeket a dimenziókat és méré-sük lehetőségeit fogjuk röviden áttekinteni.

Csávás és Erhart [2005] megkülönbözteti az „értékpapírszintű” és a „piacszintű” lik-viditást, mondván az utóbbiba csak az számít, hogy az adott értékpapír piacán a jelenben (napon belül, napi szinten) milyen a likviditás, míg az előbbi szempontjá-ból az számít, hogy a befektető a jövőben, amikor el akarja adni az értékpapírját, mekkora veszteséggel teheti meg.

2.4.2. Piaci struktúrák

Számos tanulmány bizonyítja, hogy az áralakulás, a likviditás, a befektetők által el-érhető hozamok és végső soron a piac hatékonysága mind függnek attól, hogy miként épül fel az adott piac, milyen a piac struktúrája. A piaci struktúra részének szokták tekinteni, hogy árjegyzőkön (piacvezetők, specialisták) keresztül vagy központosított ajánlati könyvön keresztül zajlik-e a kereskedés, hogy a kereskedők egymással milyen csatornán keresztül érintkeznek, a kereskedés folyamatos-e vagy aukciós szakaszokra tagolódik, mennyit látnak a piaci szereplők az aktuális ajánlatokból, valamint, hogy a piaci szereplők milyen információval rendelkeznek (minden szereplő ugyanannyit tud, vagy vannak jól informált szereplők is). Ezeket a kérdéseket tette vizsgáló-dásának középpontjába a *piaci mikrostruktúra (market microstructure)* elmélete.¹⁹ Vizsgáljunk meg most két alapvető típust, az *árjegyzői piacot (quote-driven market, price-driven market)* és az *ajánlatvezérelt piacot (order-driven market)*!

1. Az *árjegyzői piacon* a piacvezető (market maker) közvetíti a vevők és az eladók között, ők biztosítják a piac likviditását azáltal, hogy mindenkor kötelesek árat jegyezni, azaz valamilyen áron kötelezettséget vállalnak arra, hogy meg-vegyék a terméket, és valamilyen (más) áron kötelezettséget vállalnak arra, hogy eladják azt. A vételi árfolyam a bid, az eladási árfolyam az ask. Ha a bejövő ügyfélmegbízást nem tudja ellentétes irányú ügyfélmegbízásból ki-elégíteni, akkor a saját készletének terhére köteles ezt elvégezni. Mivel mind a vételt, mind az eladást biztosítják, így kétoldali kötelezettséget vállalnak, kétoldali árjegyzést végeznek. Ilyen elven működik például a NASDAQ²⁰, az LSE²¹ és a SEAQ²².

¹⁹A piaci mikrostruktúra elmélettel részletesebben a 3. fejezetben fogunk foglalkozni.

²⁰National Association of Securities Dealers Automated Quotations, a világ legnagyobb forgalmú elektronikus alapú részvénytőzsdéje.

²¹London Stock Exchange, a Londoni Értéktőzsde

²²Stock Exchange Automated Quotation, az LSE közepes nagyságú (mid-cap) részvényeinek

2. Az ajánlatvezérelt piacon nincs kijelölt árjegyző, az ajánlatok nyilvántartása és párosítása az elektronikus kereskedési rendszerben történik. A *limitáras megbízások*, melyek kizárólag a megadott áron vagy annál kedvezőbb árfolyamon teljesülhetnek (vételi megbízás esetén alacsonyabb, eladási megbízás esetén magasabb áron), összességé alkotja az *ajánlati könyvet (order book)*. *Piaci áras megbízást (market order)* akkor adnak a piaci szereplők, ha azt szeretnék, hogy megbízásuk azonnal teljesüljön. A piaci áras megbízásokat a kereskedési rendszer mindig a limitáras ajánlatokkal párosítja a rendszer.²³ Ezt a kereskedési rendszert *folytonos kettős aukciónak (continuous double auction, CDA)* is nevezik, hiszen nincsenek elkülönülő kereskedési fázisok és az aukció két irányú, tehát a vevők is „egymásra licitálnak” és az eladók is, tehát egymással versengő piacvzetőkként viselkednek, ráadásul mindezt egyszerre.²⁴ Ilyen rendszert működtet például a NYSE²⁵, a Paris Bourse és a BÉT²⁶.

2.4.3. Ajánlati könyv

A 2.1-es táblázat az OTP részvény ajánlati könyvének egyik 2008. szeptember 1-i pillanatát mutatja be.

2.1. táblázat. Az ajánlati könyv

| bidsize | bidprice | askprice | asksize |
|---------|----------|----------|---------|
| 526 | 7160 | 7164 | 100 |
| 614 | 7151 | 7165 | 400 |
| 500 | 7140 | 7170 | 272 |
| 1591 | 7130 | 7179 | 25 |
| 1000 | 7126 | 7180 | 37 |

Az első sorban a legjobb vételi ajánlatokhoz tartozó összmenyiség, a legjobb vételi ajánlati ár (best bid), a legjobb eladási ajánlati ár (best ask) és a legjobb eladási ajánlathoz tartozó összmenyiség látható. A második sorban a második szinten lévő ajánlatok, és így tovább. Az aktuális jegyzett bid-ask spread a legjobb eladási és a legjobb vételi ajánlat árának különbsége.

kereskedésére szolgáló kereskedési rendszer.

²³Legtöbbször a legjobb limit ajánlatokkal, de nem mindig, például a BÉT derivatív piacának rendszerében nem.

²⁴A CDA rendszer rövid leírása megtalálható például Farmer, Gillemot, Lillo, Mike és Sen [2004], p. 2., statisztikai modellezése Smith, Farmer, Gillemot és Krishnamurthy [2003]-ban.

²⁵New York Stock Exchange, a New York-i tőzsde

²⁶Budapesti Értéktőzsde

2.4.4. A likviditás piaca

Az *ajánlatvezérelt piacokon* a limitáras megbízások addig maradnak az ajánlati könyvben, amíg a piaci megbízásokkal nem párosítják őket, vagy vissza nem vonják őket.²⁷ A limitáras megbízást adó piaci szereplők türelmesek, hajlandók várni, hogy azon az áron teljesítsék a megbízásukat, amin szeretnék, míg a piaci áras megbízást adók türelmetlenek, nekik az fontos, hogy azonnal teljesüljön az ajánlatuk.

A piaci mikrostruktúra elmélet szemszögéből az ajánlatvezérelt piacokon a limitáras ajánlatot tevő piaci szereplők – akik versengő piacvezetőkné is tekinthetők – biztosítják a piaci likviditás kínálatát (liquidity providers), míg a piaci áras megbízásokat adó szereplők keresletet támasztanak a likviditásra (liquidity takers). Ezen utóbbiakról azt is mondhatjuk, hogy „igénybe veszik” a likviditást. Az első csoport számára az az érdekes, hogy megbízásaik *mennyi idő alatt*, vagy másképpen hány kötésben teljesülnek, a második csoportnak elsősorban az az érdekes, hogy tranzakciójuk mennyivel mozdítja el a piaci árat.

A likviditás egyfajta terméként is felfogható, melynek kínálatát a limit ajánlatokat tevők teremtik meg, keresletét pedig a piaci megbízásokat (market order) adók. Természetesen merül fel a kérdés, hogy milyen ár és mennyiség mellett lesz egyensúly a likviditás – mint termék – piacán? Ezt jeleníti meg a 2.5-ös ábra. Egyáltalán mi a likviditás ára? Hogyan fizeti ki ezt az árat a vevő az eladónak?²⁸

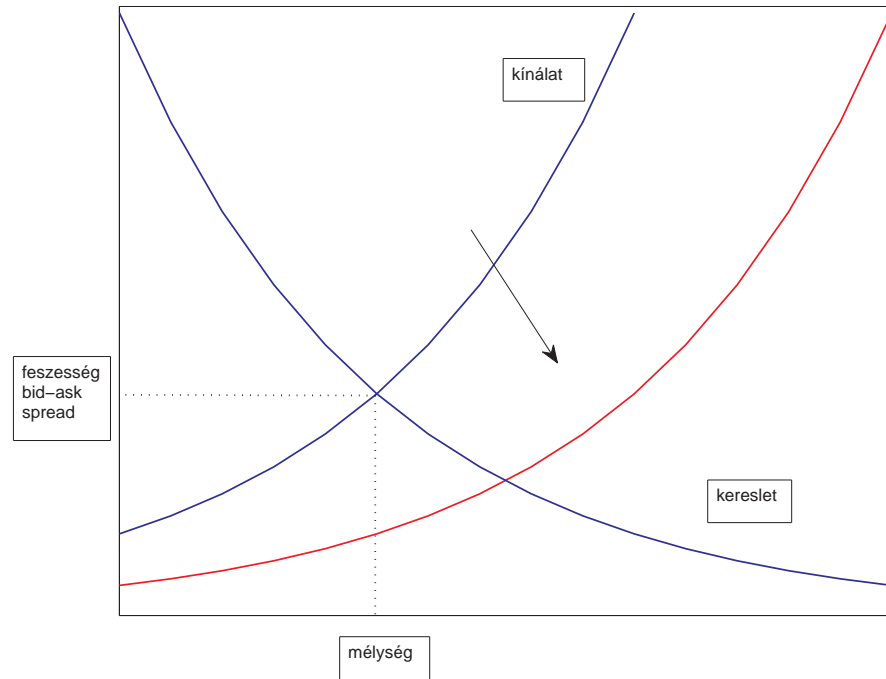
Kutas és Végh [2005] tanulmányának alapkérdése épp ez volt, hogy miként lehet számszerűsíteni a kereskedés explicit költségein (például brókeri jutalék, tőzsde által felszámolt díj, letétkezelő díja, stb.) túl fellépő implicit tranzakciós költségeket mint például a vételi és eladási ár különbsége (bid–ask spread). A szerzők a frankfurti Xetra-n bevezetett likviditási mutatót adaptálták a Budapesti Értéktőzsde részvényszekciójára és ennek segítségével számszerűsítették a likviditás költségét mint implicit tranzakciós költséget.²⁹

²⁷Elvileg elképzelhető, hogy két limitáras megbízást párosítsanak, de ekkor a második limitáras ajánlat jellegét tekintve tekinthető piaci áras megbízásnak, hiszen azonnal tranzakciót idézett elő.

²⁸A likviditás mint termék keresletének és kínálatának rövid mikroökonómiai megalapozása megtalálható pl. Csávás és Erhart [2005], pp. 20-22.

²⁹A bid–ask spread-en kívül a mélységet is figyelembe vevő mutató felépítését a 2.7-es ábra mutatja.

2.5. ábra. A piaci likviditás kereslete és kínálata.



Csávás és Erhart [2005], p. 21. alapján

2.4.5. Order flow

Ahhoz, hogy a likviditás dimenzióit és azok mérési lehetőségeit tárgyalni tudjunk, először ismerkedjünk meg az *order flow*³⁰ fogalmával! Az order flow a közgazdaságtan egyik legfontosabb fogalmával, a mennyiséggel rokon, de nem azonos vele. Az order flow előjeles kereskedett mennyiség (transaction volume that is signed). Ha egy piaci szereplő el szeretne adni részvényt, és ezt egy árjegyző megveszi, akkor az order flow előjele negatív lesz. Az előjel meghatározásánál az számít, hogy a kezdeményező fél mit szeretne az eszközzel. Ennek megfelelően, ha venni szeretne, akkor pozitív lesz az order flow. Ha a kezdeményezett tranzakciókat összegezzük, akkor megkapjuk a nettó order flow-t, ami lehet negatív, azaz nettó eladási nyomást tapasztalunk, vagy lehet pozitív, amikor nettó vételi nyomás (net buying pressure) jellemző.

Hogyan tudjuk azonosítani az order flow-t egy olyan piacon, ahol nincs árjegyző? Mekkora az order flow egy *ajánlatvezérelt piacon*? Az order flow nagysága könnyen

³⁰Az order flow-t esetleg *ajánlatfolyamként* lehetne magyarra fordítani. Mivel ez a megjelölés még nem terjedt el, ezért ebben a dolgozatban maradok a piaci szereplők és a magyar nyelvű tanulmányok legtöbbje által használt order flow-nál.

kiolvasható a tranzakcióból, hiszen a kereskedett mennyiség megadja; az előjele pedig meghatározható meg, ha megnézzük, hogy a tranzakciót ki kezdeményezte. Látható, hogy egy limitáras megbízás és egy piaci áras megbízás párosításakor a limit megbízás a passzív fél, a piaci áras pedig az aktív fél, ezért az order flow előjelének megállapításakor a piaci áras megbízás iránya fog dönteni: ha vétel volt, akkor pozitív, ha eladás, akkor negatív.

2.4.6. A likviditás dimenziói

Kyle [1985] a likviditás általa vizsgált aspektusait a következő három dimenzióban foglalja össze:

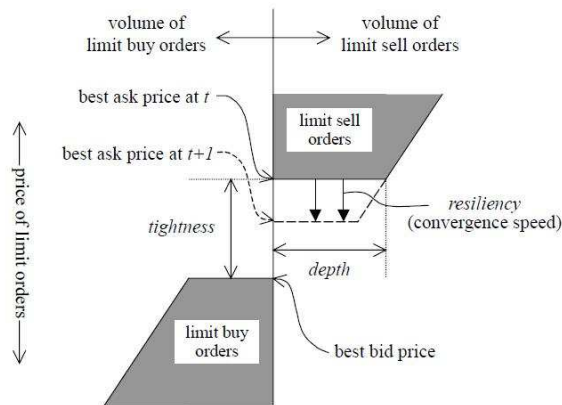
1. *Szorosság (tightness)*
Mekkora annak költsége, ha pozíciónkat rövid idő alatt szeretnénk megforgatni?
2. *Mélység (depth)*
Mekkora nagyságú order flow képes az árat adott egységgel megváltoztatni?
3. *Rugalmasság (resiliency)*
Mekkora sebességgel tér vissza az ár egy véletlen sokk után?

Basel Committee on the Global Financial System [1999] is ezt a három dimenziót sorolja fel némileg eltérő tartalommal, és megtoldja egy negyedikkel:

1. *Szorosság (tightness)*
Mennyire térnek el a tranzakciós árak (bid, ask) a középárfolyamtól (mid)? Másképpen megfogalmazva mekkora az általános tranzakciós költség (general cost) függetlenül a piaci ár szintjétől?
2. *Mélység (depth)*
Mekkora nagyságú tranzakciót lehet végrehajtani anélkül, hogy a fennálló piaci árfolyamot elmozdítanánk? Másképpen adott pillanatban a piacvezető ajánlati könyvében szereplő megbízások mennyisége.
3. *Rugalmasság (resiliency)*
Arra a sebességre utal, amivel a kereskedésből származó áringadozások elsimulnak, vagy másképpen annak sebessége, amivel az order flow egyensúlytalansága helyreáll.
4. *Azonnaliság (immediacy)*
Az idő, ami alatt adott nagyságú porfóiót el lehet adni vagy meg lehet venni egy meghatározott ársávban.³¹

³¹Mivel a Basel Committee on the Global Financial System [1999] szerint az azonnaliság mindhárom korábbi dimenzióból magában foglal valamennyit, ezért nem érdemes külön dimenziónak

2.6. ábra. A piaci likviditás dimenziói.



Forrás: *Basel Committee on the Global Financial System [1999], p. 41.*

A szakirodalomban megjelenik még egy dimenzió, a *szélesség (breadth)*, amit Kutas és Végh [2005], p. 688. a feszség (*tightness*) szinonímjaként értelmez, tehát a legjobb eladási és a legjobb vételi ár különbségként. Ezzel szemben Csávás és Erhart [2005], p. 15. a mélység (*depth*) kiterjesztéseként definiálja, tehát nemcsak a legjobb árszinteken található ajánlatok mennyisége, hanem az ajánlati könyvben lévő összes ajánlat mennyiségként. Ez a dolgozat ebben az utóbbi értelemben fogja használni a fogalmat.

Az eddigieket összefoglalva, a dimenziókat statikus és dinamikus csoportba lehet osztani:

- *statikus*: feszség, mélység és szélesség,
- *dinamikus*: rugalmasság és azonnaliság.

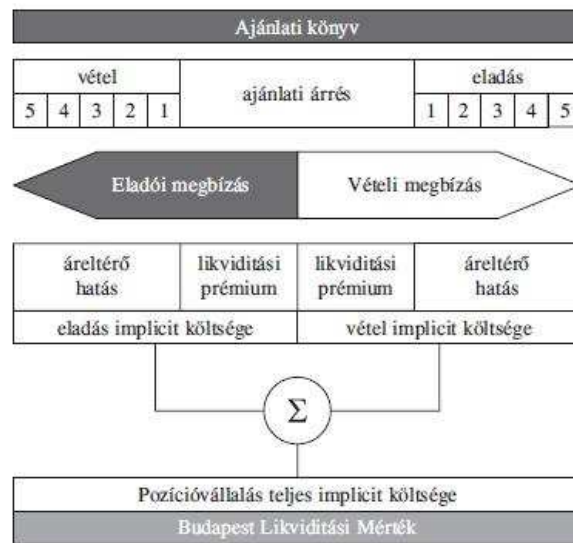
Kutas és Végh [2005] külön dimenzióként értelmezi a szakirodalomban is használt *diverzitást (diversity)* is, ami a piaci befektetők homogenitását mutatja motiváció, méret, esetleg információ, és hazai illetve külföldi illetőség szerint. Idézett tanulmányukban a BÉT-re bevezetett Budapesti Likviditási Mértékben alapvetően a statikus dimenziókat foglalták össze egy mutatóban. Ezt mutatja a 2.7-es ábra.

A 2.8³²-as ábra azt mutatja, hogy a likviditás dimenziói hogyan jelennek meg az ajánlati könyvben. A feszséget a bid-ask spread, a mélységet a legjobb szinten lévő ajánlatok összmennyisége, a szélességet az ajánlati könyvben lévő összes eladási vagy vételi ajánlat összmennyisége adja meg. A szerzők a kumulált ajánlatok és a

tekinteni.

³²Készült Csávás és Erhart [2005], p. 17., von Wyss [2004], p. 6. és Ranaldo [2001], p. 13. alapján.

2.7. ábra. A Budapesti Likviditási Mérték felépítése.



Forrás: Kutas és Végh [2005], p. 690.

az árterjedelem által meghatározott egyenes meredekségét árérzékenységnek vagy helyenként árrugalmasságnak nevezik. Én árérzékenységnek fogom hívni, mert a rugalmasság a likviditás rugalmas dimenziója, ami arról ad információt, hogy az ár egy sokk után milyen gyorsan tér vissza valamilyen egyensúlyi szintre, ez pedig az ajánlati könyvből számolható statikus mutató, ami azt mutatja meg, hogy az ajánlati könyv teljes kitisztítása esetén mekkora ajánlat téríti el egy egységgel az árat.

2.4.7. Likviditási mutatók

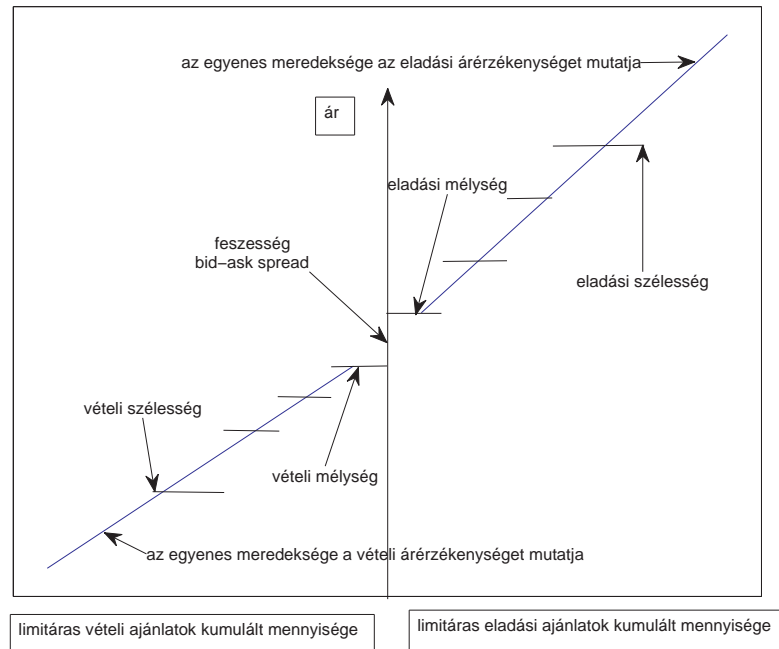
Láthattuk, hogy még a piaci likviditás fogalma sem ragadható meg könnyen, egyetlen szempont szerint, egy mutatóval, hanem csak több dimenzió segítségével. Sajnos azzal sincs szerencsénk, hogy az egyes dimenziókban egyértelműen, egyetlen mutatóval meg lehetne mérni a likviditást. Vannak olyan mutatók, amik egy-egy dimenziót számszerűsítenek, ezeket egydimenziós (one-dimensional)³³ mutatóknak hívjuk és vannak többdimenziós, kompozit mutatók is.³⁴ Az egydimenziós mutatókat von Wyss [2004] az alábbiak szerint csoportosítja:

1. *Volumen típusú mutatók*

³³Lásd von Wyss [2004], p. 9.

³⁴Ilyen például a BLM is. Lásd Csávás és Erhart [2005], p. 25.

2.8. ábra. A piaci likviditás dimenziói az ajánlati könyvben



- például: kereskedett mennyiség (trading volume),
- forgalommal vagy mennyiséggel súlyozott átlagidő vagy tranzakciós időköz (volume weighted duration),³⁵
- forgalom (turnover),
- értékkel súlyozott átlagidő vagy tranzakciós időköz (capital weighted duration)³⁶
- mélység (depth), logmélység (log depth), dollár-mélység (dollar depth)

2. Idő típusú mutatók

- egységnyi időre jutó tranzakciók száma (number of transactions per time unit),
- tranzakciók közti várakozási idő (waiting time between trades),
- egységnyi időre jutó megbízások száma (number of orders per unit time)

3. Spread típusú mutatók

- nominális spread, jegyzett spread (absolute spread, quoted spread),
- log nomiális spread (log absolute spread),
- relatív spread (relative or proportional spread) – lehet a középárfolyamhoz vagy a legutóbbi tranzakcióhoz is viszonyítani,

³⁵Lásd Gouriéroux, Jasiak és Le Fol [1999], ezt von Wyss [2004] volumen átlagidőnek (volume duration) hívja.

³⁶Lásd Gouriéroux et al. [1999], ezt von Wyss [2004] forgalom átlagidőnek (turnover duration) hívja.

- a logárfolyamok relatív spread-je (relative spread of log prices),
- tényleges spread (effective spread),³⁷
- relatív tényleges spread (relative effective spread) – ezt is lehet a középárfolyamhoz vagy az előző tranzakció árfolyamához viszonyítani.

Ebből a felsorolásból is látható, hogy még a csoportosítás sem egyértelmű, hiszen például egy volumen típusú mutató egy időegységre jutó volument, forgalmat ragad meg, aminek reciproka már tekinthető akár idő típusú mutatónak is. Hasonlóan jól látszik, hogy Gouriéroux et al. [1999] tranzakciós időköz mutatói is kapcsolódnak az időhöz és a volumenhez is. A többdimenziós, kompozit mutatóknak jó felsorolását adja von Wyss [2004], pp. 16-22.

Csávás és Erhart [2005] a likviditási mutatókat i) a tranzakciós költségeket megragadó, ii) a volumen típusú mutatók, iii) a áralapú mutatók csoportokba osztja. A részletes felsorolást (A.1) tartalmazza. A 2.2-es táblázat a különböző likviditási mutatókat a likviditási dimenziók segítségével csoportosítja.

2.2. táblázat. A likviditás dimenzióinak mutatói.

| dimenzió | mutató |
|---------------------|--|
| <i>feszesség</i> | bid-ask spread, koncentráció |
| <i>mélység</i> | legjobb árakhoz tartozó mennyiségek, forgalom, átlagos ügyletnagyság, koncentráció |
| <i>szélesség</i> | összes ajánlat mennyisége, kereslet–kínálat árrugalmassága |
| <i>rugalmasság</i> | árhatásmutatók |
| <i>azonnalosság</i> | üzletkötési gyakoriság, forgalom |

Forrás: Csávás és Erhart [2005], p. 19.

2.4.8. Árérzékenység és árhatás

A pénzügyi piacokon az árak a kereskedés hatására folyamatosan változnak. A piaci szereplők és a szabályozó hatóságok számára egyaránt érdekes, hogy egy pillanatban adott nagyságú tranzakció mennyivel változtatja meg a piaci árat. A kereskedésben részt vevők számára azért fontos, mert a teljesült tranzakció (executed order) átlagára ettől függ. A szabályozó hatóságok számára azért fontos, mert arról ad információt, hogy a piac mennyire tekinthető stabilnak, a megfigyelt piaci ár mennyire mérvadó.

³⁷ $Seff_t = |p_t - p_t^M|$.

Árérzékenység

Azt már láthattuk, hogy a piac mélysége válaszol arra, hogy mekkora megbízás mozdítja el egy egységgel a piaci árat. Másik irányból is feltehető a kérdés: egyetlen egység megbízás mekkora árelmozdulást okoz? A limit ajánlatokra ennek a kérdésnek nem sok értelme van, mert kötés, azaz tranzakció csak „tévedésből” van limitáras megbízásból, olyankor, amikor a megadott limit az aktuális ajánlati könyv túloldalán megtalálható. Ezért ezt a kérdést így csak a piaci áras megbízásokra vizsgáljuk. Statikus módon megközelítve a kérdést az következő fogalmat tudjuk Gereben és Kiss [2006] alapján definiálni:

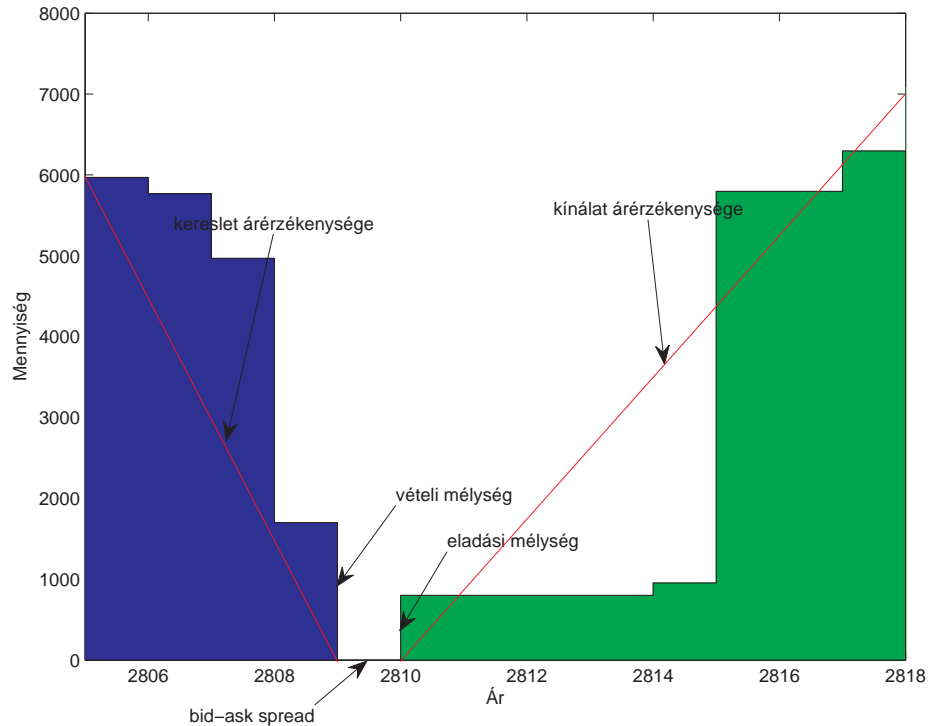
2.4.2. Definíció (Árérzékenység). *Az ajánlati könyv teljes kitisztítása esetén egységnyi piaci áras ajánlat mennyivel mozdítaná el az árfolyamot.*

Az alacsonyabb érték nagyobb piaci likviditásra utal.³⁸ Látható, hogy az árérzékenység nem szimmetrikus abban az értelemben, hogy az egységnyi vételi ajánlat nem feltétlenül annyival növeli az árat, mint amennyivel egységnyi eladási ajánlat csökkenti. Az EUR/HUF bankközi devizapiacon például a mutató szokásos mértékegysége forint/millió euró, hiszen a minimális egység egy millió euró. Az árérzékenység mutató úgy számolható, hogy az ajánlati árak és a kumulált mennyiségek által meghatározott egyenesek meredekségét kiszámoljuk. A 2.9-es ábrán látható, hogy az ajánlati könyv teljes jellege és így az egyenesek meredeksége, tehát az árérzékenység is nagyon különböző lehet attól függően, hogy nyugodt vagy turbulens időszakot vizsgálunk. Turbulens időkben az ajánlati könyv kiszáradhat, amit a nagy árterjedelemben felhalmozódott kevés ajánlat és a vételi és eladási árérzékenység eltérő nagysága mutat.

Az árérzékenység ugyan megmutatja, hogy egységnyi piaci megbízás hány egységgel mozdítaná el a piaci árat, de csak két korlát figyelembe vételével használható. Egyrészt statikus, hiszen az ajánlati könyvről készített egyetlen pillanatfelvétel alapján számítható, másrészt feltételezi, hogy a teljes ajánlati könyvet kitisztítja a megbízás, azaz a megbízás olyan nagy, hogy a megfigyelt (egyik oldali) ajánlati szintek összes limitáras megbízása kikerül az ajánlati könyvből.

³⁸Hasonló fogalom a mikroökonómiában szokásos árrugalmasság, ami azt mutatja meg, hogy az ár egy százalékos megváltozása hány százalékkal változtatja meg adott termék keresletét vagy kínálatát.

2.9. ábra. Az OTP ajánlati könyvének mélysége és szélessége 2008. november 14-én 11 óra 30 perc 49 mp-kor



Gereben és Kiss [2006], p. 21. mintájára.

Árhatásfüggvény

Ha a megbízások árfolyamra gyakorolt dinamikus hatását akarjuk megvizsgálni, akkor az order flow és az árfolyamváltozás kapcsolatát kell megvizsgálnunk (lásd például Iori, Daniels, Farmer, Gillemot, Krishnamurthy és Smith [2003], Smith et al. [2003], Lillo, Farmer és Mantegna [2003], Farmer et al. [2004], Farmer és Zamani [2008]).

2.4.3. Definíció (Árhatásfüggvény). Az order flow (a tranzakciók előjeles nagysága) és az általuk okozott árváltozás kapcsolatát mutatja meg az árhatásfüggvény (market impact function, price impact function).

Az árhatás (price impact) vagy piaci hatás (market impact) általános formális definíciói Bouchaud, Farmer és Lillo [2008] alapján:

- A piaci hatás megegyezik a hozam feltételes várható értékével

$$\mathcal{I}(V, l) = E[R | V, l],$$

ahol az \mathcal{I} piaci hatás (market impact) a V nagyságú tranzakció hatására l időn belül várható árelmozdulás. Tehát a hozam várható értéke azzal a feltétellel, hogy V nagyságú megbízás teljesült és l idő múlva vizsgáljuk az árfolyamváltozást.

- Számos elemzés feltételezi, hogy a tranzakció nagyságának, V -nek és az időhorizontnak, l -nek a hatása függetleníthető, ezért

$$\mathcal{I}(V, l) = \mathcal{S}(V)\mathcal{R}(l)$$

A szakirodalom meg szokta különböztetni egymástól az *egyedi tranzakciók árhatásának* vizsgálatát és az *aggregált tranzakciók árhatásának* vizsgálatát. Az ajánlatvezérelt piacokon azt találták, hogy az egyedi tranzakciók árhatásfüggvénye a mennyiség konkáv függvénye, ami gyorsan növekszik kis méretű tranzakciók esetén és lassabban nagy méretű megbízásoknál. Lillo et al. [2003] volt az első tanulmány, amelyik konkrét függvényformát illesztett az a NYSE 1000 részvényének TAQ adataira és azt találta, hogy az árhatásfüggvény alakját

$$E[r | v] = \frac{\varepsilon v^\psi}{\lambda}$$

jól írja le, ahol $E[r | v]$ a hozam várható értéke feltéve, hogy a tranzakció v nagyságú volt, a $\psi(v)$ kitevő függ a mennyiségtől, mégpedig 0,5 körül van kis mennyiségekre és 0,2 körül van nagy tranzakciókra, λ részvényt specifikus likviditási paraméter, ami egyértelműen függ a piaci kapitalizációtól, M -től: $\lambda \sim M^\delta$ és $\delta \approx 0,4$.

A konkavitást azzal magyarázza Lillo, Mike és Farmer [2005], hogy a befektetők az ajánlati könyv „túloldalától”, azaz az ellentétes irányú megbízásoktól függően adnak megbízásokat. Akkor mernek nagy megbízást adni, ha az ellentétes oldalon sok a megbízás, mert akkor így csak kicsit mozdul el az ár. Ha kevés az ajánlati könyvben az ajánlat, akkor nem adnak egyszerre nagy megbízást.

Az *aggregált tranzakciók árhatására* legtöbbször fél órás időközöket aggregálnak, de előfordul 5 percestől több, mint három órás intervallum is. Bár a megfelelő függvényformák gyakran eltérnek, a 0,5 körüli ψ együttható gyakran megjelenik (Lásd például Bouchaud et al. [2008]).

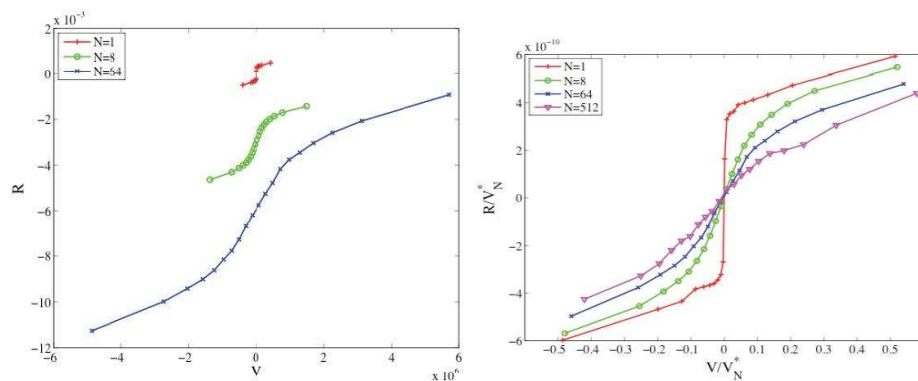
Jelölje v_t a t időpillanatban lezajlott kereskedés mennyiségét, $r_t = \log(p_{t+1}/p_t)$ a hozzá tartozó loghozam, ahol p_t a részvény ára a t időpillanatban. Legyen $Q_N = \sum_{i=1}^N \varepsilon t + i v_{t+i}$ a t pillanatban kezdődő N darab tranzakció aggregált mennyisége és $R_N = \sum_{i=1}^N r_{t+i}$ az aggregált loghozam. Ekkor a mennyiségre nézve feltételes

átlagos piaci hatás az alábbi:

$$R(Q, N) = E [R_N | Q_N = Q],$$

azaz a Q előjeles mennyiségre vonatkozó várható hozam. Látható, hogy ez függ Q -tól és N -től, a tranzakciók számától is. A kutatások azt mutatták, hogy az árhatás függvény egyre laposabb lesz, tehát egyre inkább lineáris lesz, ha növeljük az aggregálandó tranzakciók számát, amit a 2.10-es ábra meg is mutat.

2.10. ábra. Aggregált piaci hatás (árhatás).



Forrás: Bouchaud et al. [2008], p. 35.

Az ábrák az 1, 8, 64 és 512 tranzakció árhatását mutatják. A szemléletes ábrázolhatóság kedvéért az első ábrán minden esethez egy-egy konstans hozamot adtak, a másodikon pedig minden N -re átskálázták a tengelyeket.

Az árhatásfüggvény – és ezzel szorosan összekapcsolódva az ajánlati könyv – vizsgálata az extrém hozamok természetének jobb megértéséhez is elvezetett. Az elmúlt években számos cikk (például Farmer et al. [2004], Weber és Rosenow [2004]) foglalkozott a kérdéssel, és azt találták, hogy az extrém árelmozdulásokat elsősorban nem a nagy méretű tranzakciók okozzák, hanem inkább az ajánlati könyvben lévő piaci likviditásra – pontosabban annak hiányára – vezethetők vissza.

A magyarországi piacok esetén Gereben és Kiss [2006] a mikrostruktúra elmélet irodalma alapján vizsgálta az árhatásfüggvényt a bankközi EUR/HUF devizapiacón. Az árfolyam logaritmikus változása és az order flow között az alábbi, (2.4)-es lineáris regressziót becsülte meg:

$$100 \cdot d\log(er_t) = c + \beta \cdot of_t/100 + \gamma_t. \quad (2.4)$$

A kapott 33%-os R^2 , 0,42-es β , erre vonatkozó 20,8-as z érték és 43,3-as F statisztika azt mutatják, hogy az order flow az EUR/HUF piacon is jól magyarázza az árfolyamváltozást.

2.4.9. Aggregált piaci likviditási index

Bár a dolgozatnak nem tud célja lenni a likviditás minden mérési módszerének teljeskörű bemutatása, mindenképpen említést kell tenni a Magyar Nemzeti Bank által számolt aggregált piaci likviditási indexről, mely a magyar pénzügyi piacok likviditását számszerűsíti. Páles Judit és Varga Lóránt a 2008. áprilisi MNB-Szemlében (Páles és Varga [2008]) először röviden bemutatják a piaci likviditás fogalmát és dimenzióit, majd ismertetik a Bank of England és az Európai Központi Bank kompozit likviditási mutatóinak módszertanát.

Az MNB által számolt mutató azon négy hazai pénzügyi piac likviditását számszerűsíti, melyek méretüknél fogva a érdemi likviditási kockázatot jelenthetnek a hazai bankszektor számára. Ezek a következők: *EUR/HUF azonnali devizapiac*, *USD/HUF FX-swap piac*, *a magyar államkötvények másodlagos piaca* és *a fedezetlen bankközi pénzpiac*. A piaci likviditás három kijelölt dimenzióját (*feszesség*, *rugalmasság* és *mélység*) négy (1, 1 és 2) mutató segítségével számszerűsítik mind a négy piacon (összesen 16 mutató), amiből készül négy *likviditási részindex*: a bid-ask spread mutató, az árhatásmutató, az átlagos ügyletméret mutató és az ügyletkötések száma mutató. A négy részindex végül az *aggregált likviditási mutatóban* áll össze.

A 16 különböző mutató mindegyikét úgy határozzák meg, hogy a magasabb érték nagyobb likviditást jelentsen, majd az idősorokat az időszak átlagainak segítségével normálják. A részindexek elkészítése során az egyes mutatók súlyozatlan átlagát számítják ki, végül a részindexekből az aggregált piaci likviditási mutató is súlyozatlan átlagként áll elő.³⁹

A 2005 márciusától 2008 márciusáig tartó időszak adatai alapján számolt aggregált likviditási mutatóból levonható főbb következtetések:

- A hazai pénzügyi piacok likviditása trendszerűen emelkedett 2006 közepéig.
- Mind az amerikai jelzálogpiaci válság 2007. augusztus-szeptemberi kirobbanásakor, mind a 2008. március eleji nemzetközi és hazai állampapír-piaci turbulenciakor a hosszú távú átlag alá esett az aggregált likviditási mutató értéke.
- A 2008. márciust megelőző fél év likviditásának csökkenése elsősorban a feszesség csökkenésében, vagyis a kereskedés implicit költségének emelkedésében mutatkozott meg, míg a piaci forgalom – így a piac mélysége – nem csökkent jelentős mértékben.

³⁹Ez a módszertan megfelel a BoE és az EKB gyakorlatának. A súlyozatlan átlag használatát támasztja alá az is, hogy nem áll rendelkezésre olyan információ, ami alapján más súlyok indokoltak lehetnének.

- A 2008. március eleji állampapír-piaci likviditás csökkenése nem hagyta érintetlenül a többi piacot sem; a feszesség a többi piacon is visszaesett.

A részindexeket és az aggregált mutatót 2008. márciusa óta is számolják, és az MNB Stabilitási jelentésének piaci likviditással foglalkozó fejezetében elemzik is.

2.5. Hálózatelmélet és likviditás

A dolgozat eddigi részében a pénzügyi piacok likviditását hagyományosnak tekinthető eszközökkel vizsgálta. Az elmúlt években a komplex rendszerek eszköztárát a gazdaság területén is elkezdtek alkalmazni, ami különösen a piacokat szabályozó testületek érdeklődését keltette fel. Benedek, Lublőy és Szenes [2007] például a hálózatelmélet banki alkalmazhatóságát vizsgálja.

Ebben a részben – előkészítendő a 5. fejezetet – összefoglalok néhány, a pénzügyi piacokat gráfelméleti és hálózatelméleti eszközökkel vizsgáló cikket és röviden bemutatom a magyarországi pénzpiacokat.

A likviditás hálózatelméleti és gráfelméleti vizsgálata nem elsősorban az egyes pénzügyi instrumentumoknál, hanem a pénzügyi rendszer egészének tanulmányozásánál jelenik meg. Természetesen az egyes értékpapírpiacok likviditásának vizsgálata és különösen a különböző értékpapírok likviditásának kapcsolata, azok együttmozgása és egymásra hatása is sokat elárul a pénzügyi rendszer egészének likviditásáról. A rendszer egészének likviditási jellemzésére mégis kézenfekvőnek tűnik az elmúlt években jelentős fejlődést produkáló hálózatelméleti eszköztárat felhasználni.

Az eszköztár bemutatása céljából az alábbiakban három cikk, Lublőy Ágnes: „Topology of the Hungarian large-value transfer system” (Lublőy [2006]), Morten L. Bech és Enghin Atalay: „The Topology of the Federal Funds Market” (Bech és Atalay [2008]) és Soramäki és társai: „The Topology of Interbank Payment Flows” (Soramäki, Bech, Arnold, Glass és Beyeler [2006]) módszereit és empirikus eredményeit ismertetem röviden.

2.5.1. A VIBER topológiája

Lublőy Ágnes 2004-ben már végzett egy vizsgálatot a magyar bankközi fedezetlen depo piacon („Dominóhatás a magyar bankközi piacon”, Lublőy [2005]), ahol azt vizsgálta, hogy miként hatna egy-egy piaci szereplő csődje a piac egészére. Az itt alkalmazott praktikus módszertant használja fel következő tanulmányában, melyben

a magyarországi valós idejű bruttó elszámolási rendszert, a VIBER-t írja le statisztikai és gráfelméleti módszerekkel. A kutatás célja a rendszerkockázat (systemic risk) vizsgálata; konkrétan két kérdésre keres és talál választ a szerző:

1. Időben stabilnak tekinthető-e a VIBER struktúrája?
2. Mely intézmények tekinthetők rendszerkockázati szempontból kulcsfontosságúnak?

A Magyar Nemzeti Bank által üzemeltetett VIBER rendszer célja, hogy a bankok közötti, nagyösszegű, sürgős – és viszonylag ritka – átutalásokat valós időben lebonyolítsa. Mivel bankközi rendszerről van szó, ezért a rendszerben részt vevők, a piaci szereplők száma csekély (a vizsgálat ideje alatt 35) ahhoz, hogy komolyabb hálózatelméleti módszereket lehessen alkalmazni.⁴⁰ A szerző ezért az alapfokú leíró statisztikákon kívül gráfelméleti mutatókat, mégpedig elsősorban *központiság (centrális) indexeket* (centrality measures) számszerűsít.

A VIBER topológiáját a szerző úgy definiálta, hogy a rendszerben részt vevő bankok a gráf csúcsai, az utalások pedig a gráf élei, azaz két csúc között van él, ha az egyik bank utalt a másikkal. Mivel az utalások irányulhatnak az egyik banktól a másik felé és fordítva is, ezért a kialakuló gráf vagy gráfok irányított élekkel rendelkeznek. A rendszer struktúrájának stabilitását a központiság indexek grafikus megjelenítésével, a mutatók napok közötti korrelációjának meghatározásával, illetve a kétoldalú kapcsolatok és azok forgalmának számszerűsítésével vizsgálta. A rendszerkockázat értékelésekor a szerző abból indult ki, hogy *likviditási válság* akkor alakulhat ki, amikor egy bank nem teljesíti a fizetési kötelezettségét, és ezzel a partnerbankok tevékenységének finanszírozása veszélybe kerül.⁴¹

A bankok rendszerkockázati fontosságának megítélésében a szerző hálózati kritériumokat használ. A gráfelméletben a csúcspontokat rangsorolni lehet a központiságuk alapján. A fizetési rendszer (payment system) szempontjából a csúcspontokat az alábbiak jellemzik:

- Az intézmény sok másik intézménnyel bonyolít fizetési tranzakciót.
- Az intézmény fizetési forgalma nagy.

⁴⁰Ekkora hálózat esetén például a *központi mag* (GSCC, giant strongly connected component), a GWCC (giant weakly connected component), a *BE kontinens* (GIN, giant-in-component) és a *KI kontinens* (GOUT, giant-out-component), *csövek* (tendrils) és *szigetek* (DC, disconnected components) azonosítása és vizsgálata nem mond sokat.

⁴¹Lásd Leinonen és Soramäki [2003]

„In the context of payment and securities settlement systems, systemic risk refers to the risk that the failure of one participant in a system to meet its required obligations causes other participants to be unable to meet their obligations when due.”

- Az intézmény illikviditása sok partnert érintene közvetlenül vagy közvetve; illetve sok másik bank illikviditása érintené közvetve vagy közvetlenül.
- Az intézmény partnerei maguk is fontos bankok.
- Az intézmény rajta van sok lehetséges fertőzési útvonalon.

A VIBER fizetési rendszer topológiáját az alábbi központiság mutatók kiszámításával vizsgálja meg:

- *fokszám centralitás (in- and outdegree centrality)* – a kapcsolatok számát mutatja.
- *súlyozott fokszám centralitás (valued in- and outdegree centrality)* – az elszámolási pozíció méretére utal
- *szomszédsági centralitás (in- and out-proximity centrality)* – a többi pénzügyi intézménytől számított távolságát mutatja.
- *rang centralitás (rank centrality)* – a kimenő és bejövő utalások segítségével akkor tart egy intézményt fontosnak, ha sok másik fontos intézménnyel van kapcsolata.
- *közöttiség centralitás (betweenness centrality)* – a pénzügyi intézmény hálózaton belüli helyét definiálja.

A központiság mutatók nem teljes felsorolását a (A.2)-es függelék tartalmazza.

A kutatás megállapítja, hogy

1. a VIBER strukturális jellemzői időben állandónak tekinthetők, valamint
2. sikerült a rendszerkockázati szempontból kulcsfontosságú szereplőket azonosítani.

A topológia stabilitását jellemzi, hogy ugyan csak a kapcsolatok 30 százaléka állandó, mégis ezen bonyolódik le a fizetési forgalom közel 90 százaléka. A központi szereppel bíró szereplők pedig érdekes módon nem a mérlegfőösszeg vagy szavatoló tőke szempontjából legnagyobb bankok voltak, hanem az USD/HUF FX swap piac aktív szereplői.

2.5.2. A Federal Funds piac topológiája

Bech és Atalay [2008] a federal funds (szövetségi pénz) piac hálózati topológiáját vizsgálják, ami központi helyet foglal el a pénzügyi rendszer likviditásának biztosításában. A téma aktualitását az elmúlt időszak folyamatainak ismeretében nem kell különösképpen indokolni.

A vizsgálathoz egyedülállóan hatalmas adatbázist használtak fel, melyben a Federal

Reserve (teljes nevén Federal Reserve System, szó szerint Szövetségi Tartalék Rendszere, az USA központi bankrendszere, a központi bank szerepét betöltő intézmény, a továbbiakban itt Fed) által működtetett Fedwire elszámolórendszer tranzakció szintű adatait tartalmazza 1997-től 2006-ig. A federal funds piac az azonnal rendelkezésre álló tartalékok a Fed-nél. Ebben a rendszerben a fölös likviditással rendelkező bankok hitelt tudnak nyújtani a finanszírozási szükséglettel bíró társaiknak, akik így képesek tartalékolási kötelezettségeiknek eleget tenni. A cikkben a federal funds piacot azonosítják a Fedwire rendszerben lebonyolított overnight hitelekkel, amit két okkal magyaráznak. Egyfelől, a federal funds piacon vannak hosszabb lejáratú ügyletek is, a tranzakciók nagy része mégis overnight,⁴² ugyanakkor részaránya viszonylag alacsony. Másfelől az overnight ügyletek között is vannak olyanok, melyek nem tartoznak a federal funds piachoz,⁴³ ezek a tranzakciók mégis az integrált piac részének tekinthetők.⁴⁴

A kutatás során azt találták, hogy a federal funds piac ritka (sparse), rendelkezik a kis világ tulajdonsággal (small world phenomenon) és disasszortatív (disassortative), továbbá a központiság mutatókat alkalmasnak találták a hitelek kamatlábának előrejelzésére. A foksám-eloszlás ugyan vastag szélű (fat-tailed), tehát sok bank rendelkezik kevés kapcsolattal és néhányuk sokkal, mégsem feltétlenül – a más hálózatokra igen jellemző – skálafüggetlen eloszlás írja le legjobban. A hálózatból számolt mutatók segítettek megmagyarázni a kis bank – nagy bank dichotómiát, miszerint általában a kis bankok hitelezik a nagyobbakat.

2.5.3. Az USA bankközi piacának topológiája

Soramäki et al. [2006] az Egyesült Államok bankközi átutalásait vizsgálta hálózatelméleti eszközökkel. A bankközi átutalások hálózatát a Fedwire valós idejű bruttó elszámolási rendszer (real-time gross settlement system) adatainak felhasználásával készítették el. Mivel a piac résztvevőinek száma kellően nagy (9500 bank), ezért a komplex rendszerek módszertanát megfelelően fel lehetett használni.

A vizsgálat központi kérdése az volt, hogy vajon mennyire rugalmas az amerikai pénzügyi rendszer, és különösképp hogyan reagál az olyan extrém helyzetekre, mint a 2003. augusztus 14-i Észak-amerikai áramkimaradás vagy a 2001. szeptember 11-i terrortámadás. A cikk jelen dolgozat szempontjából legfontosabb eredménye az

⁴²Nem elhanyagolható tény, hogy ezeket lehet viszonylag könnyebben azonosítani, hiszen a hitel összegét és egy másnapi, az aktuális federal funds kamatlábnak megfelelő összeggel megnövelt mennyiséget kell párosítani.

⁴³Akár a fele is: Bech és Atalay [2008] p. 4.

⁴⁴Például a köztük lévő spread fél bázispontnál is alacsonyabb.

volt, hogy szignifikáns különbséget mutatott ki a hálózati mutatók normál piaci és sokk utáni értékei között.⁴⁵

2.5.4. A magyarországi pénzpiacok

Mivel az 5. fejezetben az egyik magyarországi pénzpiacot, a fedezetlen depo piacot fogjuk megvizsgálni, ezért az alábbiakban a magyarországi bankközi pénzpiac szegmenseit tekintjük át elsősorban Balogh és Gábrriel [2003] alapján. Míg az eurózónában 2000-ig a *bankközi pénzpiac* három szegmense közül a *fedezetlen bankközi hitel-betét* ügyletek piaca volt a domináns, addig 2001-ben már a *visszavásárlási ügyletek* piaca, a repópiac vált a legjelentősebbé és az *FX-swap* piac maradt nagyságrendileg kisebb, mint az előző kettő. Mindezzel szemben Magyarországon a devizaliberalizációt követően kialakuló likvid és rugalmas FX-swap piac egyértelműen dominál és a repo piac eltörpül a másik kettő mellett.⁴⁶

A *fedezetlen depo piac* fejletlenségére magyarázatot adhat, hogy a szűkülő jegybanki kamatfolyosó következtében a jegybanknál elhelyezett egynapos betétek vonzereje megnőtt, amit az is érzékeltet, hogy a központi banknál elhelyezett betétek állománya átlagosan harmada a bankközi kihelyezések állományának. A devizaliberalizációt követően emelkedett a külföldi szereplőkkel kötött fedezetlen ügyletek forgalma, és a tanulmány idejére elérte a szegmens forgalmának 15-20%-át.

Az európai és a magyar pénzpiaci eszközök *futamidejét* összevetve azt tapasztalták, hogy mindenhol jellemzőek az egy hónapnál rövidebb lejáratú ügyletek. Kiemelendő, hogy a depo piacon az egy napos betétek aránya 80-90%, és hogy az FX-swap piac esetében a hazai piacon nagyobb a rövidebb futamidejű tranzakciók aránya, mint az Európai Unióban. Míg magyar szereplők *külföldiekkel* (nem-rezidens) kötött ügyletei a piac 90%-át teszik ki az FX-swap piacon, addig a repó és depo piacon ez az arány 20% alatt marad.

A magyar pénzpiacok *koncentráltabbnak* tekinthetők, mint az eurózóna pénzpiacai, egyedül az FX-swap piac koncentráltasága nem tér el nagyságrendileg. Ennek egyik oka a piac kis mérete és a szereplők alacsony száma, ami a frissen csatlakozott országokban hasonló képet mutat. A hazai piac érdekessége, hogy a tanulmány elkészültekor inkább általános likviditásbőség jellemzi, aminek eredménye, hogy a

⁴⁵Csomópontok száma (size), kapcsolatok száma (number of links), összekapcsoltság (connectivity), reciprocitás (reciprocity), átlagos fokszám (average degree), két pont közti átlagos távolság (average path length), átlagos ekcentricitás (average eccentricity) és klaszterezettség (clustering coefficient).

⁴⁶Az Európai Unióhoz csatlakozó országokban általánosnak tekinthető, hogy a repópiac fejletlen és nagyságrendileg alacsonyabb forgalmú, mint a másik két pénzpiac.

hitelfelvevői oldal tekinthető koncentráltabbnak, hiszen kevesebb intézmény forráshiányos.⁴⁷

A 2003-as tanulmány megállapítja, hogy az FX-swap piacot dollárdominancia jellemzi, és hogy a teljes piac vizsgálatához figyelembe kell venni, hogy Londonban is jelentős forint forgalmat bonyolíthatnak le. Bár a cikk az kovergenciafolyamattól és az euró bevezetésétől a forint/dollár FX-swap piac euró/dollár ügyletté válását és valamelyik nemzetközi pénzügyi központba való áthelyeződését várta, 2009 elején azt láthatjuk, hogy a konvergencia elakadása és a pillanatnyilag nem látható euró bevezetési időpont a dollár/forint kiszorulását és az euró/forint ügylet elterjedését hozta. A repó piac szintén előrejelzett fellendülése ugyancsak várat magára.⁴⁸

⁴⁷„Az aktív oldali jegybanki szabályozásra való áttérés után, amikor az egész bankrendszer likviditásbősége likviditáshiánnyá alakul, a magasabb koncentráció valószínűleg a betéti oldalon jelenik meg.” Forrás: Balogh és Gábrriel [2003] p. 8.

⁴⁸Forrás: Beszélgetés az MNB munkatársaival.

3. fejezet

A piaci mikrostruktúra elmélete

3.1. Bevezetés

Az eddigiekben áttekintettük a likviditás különböző megjelenési formáit, valamint az előző fejezetben részletesebben foglalkoztunk a pénzügyi piacok likviditásával. Ebben a fejezetben a piaci mikrostruktúra elméletének alapjaival és néhány klasszikus cikk piaci likviditással kapcsolatos főbb eredményeivel ismerkedünk meg.

A piaci mikrostruktúra elmélete az elmúlt harminc évben rendkívül sokat fejlődött. A kiterjedt elméleti, empirikus és kísérleti szakirodalmat számos áttekintő tanulmány foglalja össze. Ezek közül mindenképp meg kell említeni az első magyar nyelvűt, a 2005-ben megjelent MNB-tanulmányt (Gereben, Gyomai és Kiss [2005]), melyben a szerzők a jegybank nézőpontjából végzik el a devizaárfolyamok piaci mikrostruktúra megközelítésének rendszerezését.

Az angol nyelvű összefoglalások közül kiemelkedik Madhavan [2000], amely a szakterületet a következő négy szempont szerint tekinti át: i) *áralakulás* (price formation), beleértve az információ árakba való beépülésének dinamikus folyamatát; ii) *piaci struktúrák és tervezésük* (market structure and design), az áralakulás és a kereskedési protokoll kapcsolatával; iii) *transzparencia* (transparency); illetve iv) *alkalmazás a pénzügyek más területein* (application to other areas of finance), például eszközárzás, nemzetközi pénzügyek és vállalati pénzügyek.

Az elmúlt években megjelent, a piaci mikrostruktúra elméletével foglalkozó könyvek közül kettőt ragadok ki. O'Hara: Market Microstructure Theory című könyve (O'Hara [1995]) kiváló és részletes összefoglalását adja az elméleti modelleknek, míg Richard K. Lyons: The Microstructure Approach to Exchange Rates című könyve (Lyons [2001]) a mikrostruktúra elmélet devizaárfolyamokra vonatkozó alkalmazásán

kívül bemutatja a szakterülethez kapcsolódó alapfogalmakat, a piaci mikrostruktúra elméleti modelljeit és a szakterület legfontosabb empirikus eredményeit.

Lyons e szakterület iránti érdeklődését személyes élmény keltette fel a kilencvenes évek elején. Egy devizakereskedő barátját meglátogatva azzal szembesült, hogy a gyakorlati szakemberek a devizakereskedésben nagyon ritkán veszik számításba azokat a – jellemzően – makroökonómiai tényezőket, amikkel a fundamentális devizaárfolyam-modellek a devizaárfolyamok alakulását magyarázzák. Sem a strukturális modellekben domináns inflációs rátákat, sem a kamatláb-különbözetet, sem a folyó fizetési mérleg egyenlegeket, sem pedig a modernebb, tőkepiaci megközelítés (monetáris és portfólió alapú) meghatározó változóit. Saját tapasztalata mellett akadémiai oldalról is erős impulzus érte, amikor Meese és Rogoff 1983-ban publikált cikkükben (Meese és Rogoff [1983]) bemutatták, hogy a devizaárfolyamok eszközalapú modelljeinek (asset approach) magyarázóereje még a nagyobb devizák esetében is gyakorlatilag nulla¹, amit később számos tanulmány támasztott alá.

Ez a hatás olyannyira meghatározó volt, hogy 2005-ben Martin D. D. Evans-szel közös cikkükben megismételték az addigra „benchmark”-ká váló Meese–Rogoff vizsgálatot és a hagyományos makromodell mellett egy mikrostruktúra-alapú modellel is összevetették a véletlen bolyongást (Evans és Lyons [2005]). A vizsgálat eredménye szerint a mikro-modell a havi devizaárfolyamok változásának varianciájából 16 százalékot magyaráz, amivel túlteljesíti a makromodellét, sőt empirikusan olyan jól teljesít, ahogy egyetlen más modell sem.

3.1.1. A mikrostruktúra elmélet definíciója

Nézzük hogyan definiálja O'Hara a piaci mikrostruktúra elméletet és Lyons a mikrostruktúra megközelítést!

„Market microstructure is the study of the process and outcomes of exchanging assets under explicit trading rules. While much of economics abstracts from the mechanics of trading, the microstructure literature

¹Lásd a Meese és Rogoff [1983] absztraktot:

„This study compares the out-of sample forecasting accuracy of various structural and time series exchange rate models. We find that a random walk model performs as well as any estimated model at one to twelve month horizons for the dollar/pound, dollar/mark, dollar/yen and trade-weighted dollar exchange rates. The candidate structural models include the flexible-price (Frenkel-Bilson) and sticky-price (Dornbusch-Frankel) monetary models, and a sticky-price model which incorporates the current account (Hooper-Morton). The structural models perform poorly despite that we base their forecasts on actual realized values of future explanatory variables.”

analyzes how specific trading mechanisms affect the price formation process.”²

„For me, the microstructure approach is not just a rich set of tools for addressing the issues, but also a way of framing those issues.”³

Lyons könyvében az alábbi három feltevést emeli ki mint a szakterületre leginkább jellemzőt:

1. *Információ*: van olyan információ, ami nem nyilvános.
2. *Piaci szereplők*: a piaci szereplők különböznek és ez hat az árakra.
3. *Intézmények*: a kereskedési rendszerek különbözőek, ami szintén hat az árakra.

Ha a makromodellekkel hasonlítjuk össze a mikromodelleket, akkor Lyons szerint az a két változó, amik a leginkább meghatározók: az *order flow* és a *bid-ask spread*.

3.1.2. Order flow és bid-ask spread

Az *order flow* a közgazdaságtan egyik legfontosabb fogalmával a mennyiséggel rokon, de nem azonos vele. Az order flow előjeles kereskedett mennyiség (transaction volume that is signed). Ha egy piaci szereplő el szeretne adni részvényt és ezt egy árjegyző megveszi, akkor az order flow előjele negatív lesz. Az előjel meghatározásánál az számít, hogy a kezdeményező fél mit szeretne tenni az eszközzel. Ennek megfelelően, ha venni szeretne, akkor pozitív lesz az order flow. Ha a kezdeményezett tranzakciókat összegezzük, akkor megkapjuk a nettó order flow-t, ami lehet nettó eladási nyomás (negatív order flow) vagy nettó vételi nyomás (pozitív order flow).

Hogyan tudjuk azonosítani az order flow-t egy olyan piacon, ahol nincs árjegyző? Mekkora az order flow egy *ajánlatvezérelt piacon (order-driven market)*? Az ajánlatvezérelt piacon adható limit megbízás (limit order), ami rögzített árú megbízást jelent és akkor teljesül, ha valaki később ugyanezen az áron ellentétes irányú ügyletet szeretne kötni. A limitáras megbízások összességéből épül fel az ajánlati könyv. Az ilyen piacon adható piaci áras megbízás (market order) is, ami az ajánlati könyvben szereplő legjobb ellentétes irányú megbízásának árfolyamán fog teljesülni.

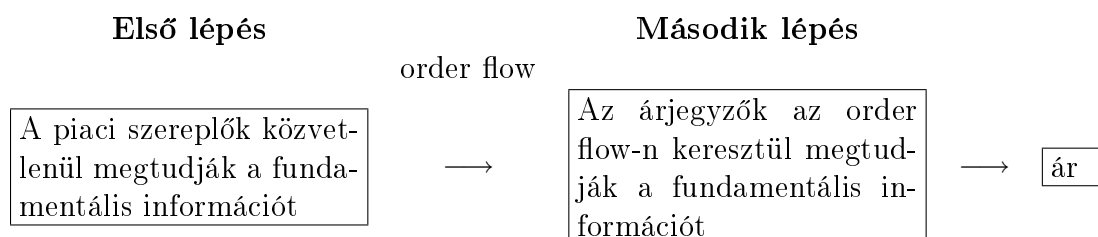
²Lásd O’Hara [1995], p. 1.

³Lásd Lyons [2001], p. xi.

Az order flow nagysága könnyen kiolvasható a tranzakcióból, hiszen a kereskedett mennyiség megadja; az előjele pedig úgy határozható meg, ha megnézzük, hogy a tranzakciót ki kezdeményezte. Látható, hogy egy limitáras megbízás és egy piaci áras megbízás párosításakor a limit megbízás a passzív fél, a piaci áras pedig az aktív fél, ezért az order flow előjelének megállapításakor a piaci áras megbízás iránya fog dönteni: ha vétel volt, akkor pozitív, ha eladás, akkor negatív.

Az order flow azért kiemelt fontosságú a mikrostruktúra elméletben, mert *minden* modellben szerepet játszik. Az order flow egyfajta transzmissziós mechanizmus része, mégpedig annak a folyamatnak, ahogy az információ beépül az árba. Azok a piaci szereplők kezdeményezik a kereskedést és így generálják az order flow-t, akik feldolgozzák a információt. Az 3.1-es ábra Lyons [2001] alapján az információfeldolgozás lépéseit tartalmazza.

3.1. ábra. Az információ feldolgozásának két lépése Richard K. Lyons szerint.



Forrás: Lyons [2001].

Az első lépésben a piaci szereplők egy része feldolgozza az információt, és ez alapján kereskedést kezdeményez. A második lépésben az árjegyző szembesül az order flow-val és ezt feldolgozva új árat jegyez. A folyamatot két tényező bonyolítja, egyrészt az informált piaci szereplőkön kívül információval nem rendelkező kereskedők is adnak megbízást, és az order flow ezt a kettőt együtt tartalmazza, valamint az árjegyzőhöz közvetlenül is juthat információ. A standard mikrostruktúra-modellekben az árjegyző csak az order flow-n keresztül jut információhoz, ami túl erős feltételnek tűnhet, kivéve, ha feltesszük, hogy nyilvánosan nem elérhető információról van szó.

A másik változó a *bid-ask spread*, ami Lyons szerint meghatározó szerepet játszik a mikrostruktúra elméletben, mert – ellentétben más hasonlóan fontos változókkal – mérhető és mert különösen fontos a piaci szereplők számára, akik a tranzakciós költségeiket szeretnék kordában tartani. A harmadik oka, amiért a bid-ask spread kiemelt figyelmet kapott, leginkább történeti. A szakterület kialakulásakor az egyik fő kérdés az volt, hogy a kereslet–kínálat egyensúlyának kialakulásakor a walrasi aukciós algoritmus helyett milyen mechanizmus működik a gyakorlatban és ez vajon

befolyásolja-e a kialakuló árat.

3.1.3. A walrasi aukció

A walrasi aukció olyan absztrakció, ami annak megértését segíti, hogy az árak hogyan állnak be a piactisztító szintre, azaz oda, ahol egyensúly lesz és a kereslet megegyezik a kínálattal. A walrasi kikiáltó összegyűjti az előzetes megbízásokat, majd ezek alapján meghatározza a piactisztító árat, amin aztán minden tranzakció megtörténik. A valóságban azonban ez sosem így történik. Valójában – nemcsak a pénzügyi piacokon – mindig van valaki, aki kezdeményezi a tranzakciót és a másik fél árjegyzőként kielégíti ezt az igényt, egészen addig, amíg be nem áll az új ár, azaz amíg a piaci szereplők kereskedni akarnak. A walrasi mechanizmussal szemben itt nemcsak az (új) egyensúlyi áron van tranzakció. Ezek a tranzakciók azért nem egyensúlytalanságban kötött ügyletek, mert az árjegyző számára éppen rendelkezésre álló információ alapján ezek a tranzakciók mind az egyensúlyi áron történtek meg. Így ezek az ügyletek az árjegyző szempontjából racionálisak.

A piaci mikrostruktúra elmélet standard modelljei ezt a viselkedést akarták modellezni, és ezekkel a modellekkel sikerült az egyetlen egyensúlyi ár szigorúbb feltevésétől eljutni sokkal valóságközelibb modellekhez, melyek az áralakulás folyamatára vonatkozóan nem éltek olyan szigorú feltevésekkel és a vételi és eladási árak létre is – a tranzakciós költségeken túlmenő – magyarázatot tudtak találni. A spread-et magyarázó elméletek azóta is a mikrostruktúra elmélet egyik – de csak egyik – fontos ága.

3.1.4. A forró krumpli

A fentiekben láthattuk, hogy a mikrostruktúra elmélet egyik fókuszpontja az áralakulás folyamata. A kezdeti modellek kifejezetten erre koncentráltak, de a későbbiekben is lényeges szerepet játszott ez a szempont. A következő terület a *devizapiacok forgalmának* magyarázata, ahol a szakterület empirikus irodalma jelentős eredményeket ért el a kilencvenes években.⁴ A devizapiacok a forgalmat tekintve messze kiemelkednek a többi pénzügyi piac közül.⁵ Mi magyarázza ezt a hatalmas forgalmat?

A mikrostruktúra elmélet szerint a „*forró krumpli*” (*hot potato*) jelenség lehet a forgalom mögött. Tegyük föl, hogy egy ügyfél megbízást ad adott mennyiségű deviza

⁴Lásd Lyons [2001].

⁵Napi 1,5 trillió USD. Forrás: Lyons [2001] p. 13.

eladására, amit az egyik árjegyző meg is vesz. Ezzel az árjegyző saját számláján a szándékoltnál magasabb szintre nőtt az adott deviza pozíciója. Ettől az árjegyző már szeretne megszabadulni, ezért eladási tranzakciót kezdeményez. Szerencsés esetben talál egy másik ügyfelet, aki venni szeretne a devizából, máskülönben megkezdődik a „forró krumpli” játék. Másik árjegyzőtől kér árjegyzést (vételi és eladási árfolyamot), majd elad annyit a felesleges készletéből, amennyit tud. Ekkor a többi árjegyző készlete emelkedik a kívánatos szint fölé, ezért folytatják a játékot addig, amíg vételi szándékú ügyfelek fel nem szívják az adott mennyiséget (vagy megfelelő részét) és minden árjegyző készlete a kívánatos szintre áll be.

A fenti folyamatból látszik, hogy egy ügyfélmegbízás az értékének sokszorosát kitevő forgalmat képes generálni a devizapiacokon. A hatalmas forgalom okát korábban a spekulációban látták, a forró krumpli hatás viszont az árjegyzők kockázatkezelési tevékenységére vezeti vissza, hiszen készletük szintjének optimalizálása erre utal. A nagy forgalom abból a szempontból is lényeges, hogy milyen információtartalmat tulajdonítunk az order flow-nak, hiszen az order flow információtartalma attól is függ, hogy mi idézi elő az order flow-t.

3.2. A piaci mikrostruktúra elméletének irodalma

O’Hara [1995] a piacok és a piacvezető tevékenységének bemutatása után az alábbi részterületekre osztva mutatja be a piaci mikrostruktúra elméletének szakirodalmát:

- Készletezési modellek (inventory models),
- Információalapú modellek (information-based models),
- Optimalizáló kereskedők (strategic trader models: informed traders, uninformed traders),
- Információ és áralakulás (information and the price process),
- Piaci stabilitás (market viability and stability),
- Likviditás és a piacok közti kapcsolatok (liquidity and the relationship between markets),
- Piacok teljesítménye (issues in market performance)

A piaci mikrostruktúra elméletének devizapiaci alkalmazhatóságát jegybanki szemmel vizsgáló tanulmány, Gereben et al. [2005] két nagy csoportot különböztet meg.

1. *Információs modellek*

Ezek a modellek azt tételezik fel, hogy a piaci szereplők információjukat tekintve heterogének, azaz vannak a piacon olyan szereplők, amelyek jobban informáltak (például bennfentesek), mint a többiek. Ők azért szeretnének egy adott áron kereskedni, mert tudják, hogy az eszköz ennél többet (vagy épp kevesebbet) ér. Az általuk generált order flow információt hordoz. Az árjegyző tudja, hogy vannak informált kereskedők, de nem képes azonosítani őket, ezért úgy jegyez – egyes modellekben bid-ask – árat, hogy az informált kereskedők tranzakcióin elszenvedett veszteséget kompenzálja a nem informált (likviditási) kereskedők tranzakcióin. Ezekben a modellekben az információ az order flow-n keresztül mozgatja az árfolyamot és azon keresztül épül be az árba.

2. *Készletezési modellek.*

A készletezési modellek kiindulási alapját a forró krumpli játékon keresztül könnyű megérteni. Az árjegyzők adott nagyságú készletet szándékoznak tartani, ezért vételi és eladási árakat úgy igyekeznek alakítani, hogy az ügyfélmegbízásokból eredő többlet eltűnjön, azaz a likviditási sokk után a pozíciójuk visszatérjen az eredeti szintre. Látható, hogy ebben a keretben az árjegyzők kereskedése nem spekulációs célú, hanem a kockázatkezelés része, és a spread kialakulását és nagyságát nem az információs aszimmetria, hanem a készlet határozza meg.

Bármelyik csoportosítást vesszük is alapul, a modellek nagy része nem sorolható tisztán egyik vagy másik kategóriába, mert rendszerint több jelenséget is képesek megragadni. A következő részekben Kyle [1985], Glosten és Milgrom [1985] alapmodelljeit, az ezeket egységes modellben bemutató Back és Baruch [2004], valamint a Glosten–Milgrom modell egyik továbbfejlesztését, Das [2005]-t mutatjuk be. Végezetül röviden megismerkedünk a bid–ask modellekkel.

3.3. A Kyle–modell

A piaci mikrostruktúra-elmélet mára klasszikussá vált cikkében Kyle (Kyle [1985]) olyan modellt épít fel, amiben a szakterület alapvető kérdéseire keresi a választ. Milyen gyorsan épül be a piaci árakba az alaptermékre vonatkozó magáninformáció? Mennyit ér a magáninformáció? Hogyan hat a *likviditási kereskedés* (noise trading) az árak volatilitására? Mi határozza meg a spekulatív piac likviditását?

3.3.1. A cikk likviditásfogalma

A bevezetésben definiálja a likviditás általa vizsgálni kívánt dimenzióit:

1. *Szorosság (tightness)*

Mekkora annak költsége, ha pozícionkat rövid idő alatt szeretnénk megforgatni?

2. *Mélység (depth)*

Mekkora nagyságú order flow képes az árat adott egységgel megváltoztatni?

3. *Rugalmasság (resiliency)*

Mekkora sebességgel tér vissza az ár egy véletlen sokk után?

Kyle idézi Fisher Black (2.4.1)-ben már ismeretett likviditásdefinícióját és a két fajta definíciót összevetve megállapítja, hogy a Black-féle likvid piac majdnem végtelenül szoros (tight), nem végtelenül mély (deep) és elég rugalmas (resilient) ahhoz, hogy az ár a fundamentális értékhez tartson.

3.3.2. A modell leírása

Kyle a piaci kereskedést aukciók sorozataként fogja fel. Egyetlen aukció során egy kockázatos eszközt cserélnek egy kockázatmentesre, azaz egyszerűsítve részvényt adnak el és vesznek meg. A piacon három szereplő van: a *piacvezető (market maker)*, aki (Bertrand-féle) versenyzői piacon tevékenykedik, az *informált kereskedő (insider)* és a *likviditási kereskedő (noise trader)*. A piacvezető és a likviditási kereskedő ismeri a részvény jövőbeli (*ex post likvidációs*) értékére vonatkozó valószínűségeloszlást. Kyle felteszi, hogy ez normális eloszlást követ. Az informált kereskedő többlet-információval rendelkezik a részvény értékére vonatkozóan, ami a modell legegyszerűbb változatában úgy jelenik meg, hogy pontosan ismeri a jövőbeli értéket.

Az informált kereskedő célja az, hogy a többlet-információ birtokában kereskedésével minél nagyobb profitot érjen el. A likviditási kereskedő kereskedése véletlenszerű, a modellben ez nulla várható értékű normális eloszlás szerint alakul.

Egyetlen aukció során az i) első lépésben az informált kereskedő és a likviditási kereskedő egyszerre meghatározza, hogy mekkora mennyiséggel szeretnének kereskedni, ii) második lépésben a piacvezető megállapítja a piactisztító árat.

Az első lépés során az informált kereskedő döntését az általa eladni vagy venni kívánt mennyiségről a múltbeli árakat, kereskedett mennyiségeket és a többlet-információját figyelembe véve hozza meg. A likviditási kereskedő ajánlata véletlenszerű és független mind az informált kereskedő jelenbeli tevékenységétől, mind a saját múltbeli tevékenységétől.

A piacvezető nem tudja megkülönböztetni a két másik piaci szereplő ajánlatát, hanem csak az együttes (nettó) ajánlattal, az *order flow*-val szembesül. Annyit tud, hogy a piacon van informált kereskedő és, hogy a likviditási kereskedő ajánlatának várható értéke nulla, ezért az order flow előjeléből és méretéből következtet arra, hogy a részvény jövőbeli várható értékére vonatkozó várakozása mennyire helyes. Ha a nettó ajánlat vétel (eladás), akkor a részvény értékesebb (kevésbé értékes), mint korábban gondolta, ezért magasabb (alacsonyabb) árat fog jegyezni, mint korábban. Így végül az order flow mozgatja az árfolyamot.

Továbbá felteszi, hogy az informált kereskedő és a piacvezető is kockázatsemleges, és mindkettő a várható profitját maximalizálja. A piacvezető ugyanakkor versenyzői piacon tevékenykedik, tehát várható profitja nulla lesz. Ebből adódik, hogy úgy határozza meg a piactisztító árakat, hogy azok egyenlők legyenek a kockázatos eszköz feltételes várható értékével, ahol a feltétel a piacvezető információs halmaza.

Nézzünk meg egyetlen aukciót formálisan is!

3.3.3. Egyetlen aukció

A leírás Kyle [1985] jelöléseit követi. Jelölje \tilde{v} a részvény jövőbeli értékét, és legyen $\tilde{v} \sim N(p_0, \Sigma_0)$, \tilde{u} a likviditási kereskedő ajánlatát, $\tilde{u} \sim N(0, \sigma_u^2)$, \tilde{x} az informált kereskedő ajánlatát és \tilde{p} a kockázatos eszköz árát.

Az aukció első lépésében az exogén módon adott \tilde{v} alapján az informált kereskedő meghatározza ajánlatának nagyságát, $\tilde{x} = X(\tilde{v})$, miközben a likviditási kereskedő szintén megadja ajánlatát, \tilde{u} -t. Látható, hogy az informált kereskedő ajánlata nem függ \tilde{p} -től, tehát piaci megbízásnak (market order) tekinthető.

Az aukció második lépésében a piacvezető az order flow ismeretében meghatározza az árat, ami megtisztítja a piacot $\tilde{p} = P(\tilde{x} + \tilde{u})$. Mivel az a kialakuló ár függ X -től és P -től, $\tilde{p} = \tilde{p}(X, P)$, ezért az informált kereskedő profitja, $\tilde{\pi} = (\tilde{v} - \tilde{p})\tilde{x}$ is függ ezektől, így végül $\tilde{\pi} = \tilde{\pi}(X, P)$.

Kyle a piaci egyensúlyt olyan X és P párként definiálja, melyek eleget tesznek az

alábbi két feltételnek:

$$E\{\tilde{\pi}(X, P)|\tilde{v} = v\} \geq E\{\tilde{\pi}(X', P)|\tilde{v} = v\}, \quad \forall X', \quad \forall v \quad (3.1)$$

$$\tilde{p}(X, P) = E\{\tilde{v}|\tilde{x} + \tilde{u}\} \quad (3.2)$$

Az első feltétel az informált kereskedő profitmaximalizálását mutatja, a második azt mutatja, hogy a versenyzői piacon tevékenykedő piacvezető profitja nulla lesz. Kyle bebizonyítja, hogy a modellben létezik olyan egyértelmű egyensúly, amiben X és P lineáris függvények. Ekkor

$$X(\tilde{v}) = \beta(\tilde{v} - p_0), \quad (3.3)$$

$$P(\tilde{x} + \tilde{u}) = p_0 + \lambda(\tilde{x} + \tilde{u}), \quad (3.4)$$

ahol $\beta = \left(\frac{\sigma_u^2}{\Sigma_0}\right)^{1/2}$ és $\lambda = \frac{1}{2}\left(\frac{\Sigma_0}{\sigma_u^2}\right)^{1/2}$. Látható, hogy $\beta = \frac{1}{2\lambda}$

3.3.4. A bizonyítás

Feltettük, hogy $\tilde{v} \sim N(p_0, \Sigma_0)$, $\tilde{u} \sim N(0, \sigma_u^2)$ valamint $\tilde{x} = X(\tilde{v})$, $\tilde{p} = P(\tilde{x} + \tilde{u})$. Tegyük fel továbbá, hogy léteznek α , β , μ és λ együtthatók, melyekre $\tilde{x} = \alpha + \beta\tilde{v}$ és $\tilde{p} = \mu + \lambda(\tilde{x} + \tilde{u})$.

Mivel a piacvezető az árat úgy határozza meg, hogy várható profitja nulla legyen, ezért

$$\begin{aligned} E([\tilde{v} - P(\tilde{x} + \tilde{u})]|\tilde{v} = v) &= (v - \mu - \lambda x)x \\ \implies x &= \frac{v - \mu}{2\lambda}, \text{ azaz } \beta = \frac{1}{2\lambda}, \alpha = -\frac{\mu}{2\lambda}. \end{aligned} \quad (3.5)$$

Mit tudunk \tilde{p} -ről?

$$\begin{aligned} \tilde{p} &= E(\tilde{v}|\tilde{x} + \tilde{u}) = \\ &= Cov(\tilde{v}, \tilde{x} + \tilde{u}) [Var(\tilde{x} + \tilde{u})]^{-1} (\tilde{x} + \tilde{u} - E(\tilde{x} + \tilde{u}) + E(\tilde{p})) \end{aligned} \quad (3.6)$$

Mivel

$$\begin{aligned}
 Cov(\tilde{v}, \tilde{x} + \tilde{u}) &= Cov(\tilde{v}, \tilde{x}) = \beta Var(\tilde{v}) = \beta \Sigma_0 = \frac{1}{2\lambda} \Sigma_0 = & (3.7) \\
 Var(\tilde{x} + \tilde{u}) &= Var(\tilde{x}) + Var(\tilde{u}) = \beta^2 \Sigma_0 + \sigma_u^2 = \frac{1}{4\lambda^2} \Sigma_0 + \sigma_u^2 \\
 E(\tilde{x} + \tilde{u}) &= E(\tilde{x}) = \alpha + \beta E(\tilde{v}) = -\mu\beta + \beta p_0 = -\frac{\mu}{2\lambda} + \frac{p_0}{2\lambda} \\
 E(\tilde{p}) &= \mu + \lambda E(\tilde{x} + \tilde{u}) = \mu + \lambda(-\mu\beta + \beta p_0),
 \end{aligned}$$

ezért

$$\begin{aligned}
 \tilde{p} &= \mu + \lambda(\tilde{x} + \tilde{u}) = \frac{\frac{1}{2\lambda} \Sigma_0}{\frac{1}{4\lambda^2} \Sigma_0 + \sigma_u^2} \left[\tilde{x} + \tilde{u} - \left(-\frac{\mu}{2\lambda} + \frac{p_0}{2\lambda}\right) \right] + \mu + \lambda \left[-\mu \frac{1}{2\lambda} + \frac{p_0}{2\lambda} \right] \\
 \implies \lambda &= \frac{\frac{1}{2\lambda} \Sigma_0}{\frac{1}{4\lambda^2} \Sigma_0 + \sigma_u^2} \implies \frac{1}{4\lambda} \Sigma_0^2 + \sigma_u^2 = \frac{1}{2\lambda^2} \Sigma_0 \implies \lambda^2 = \frac{1}{4} \frac{\Sigma_0}{\sigma_u^2} & (3.8)
 \end{aligned}$$

$$\mu = p_0. \quad (3.9)$$

3.3.5. Az egyensúly

Mit tudunk \tilde{p} -ről, az árról mint valószínűségi változóról?

$$\begin{aligned}
 \tilde{p} &= p_0 + \lambda(X + U) = p_0 + \lambda[\beta(V - p_0) + U] = \\
 &= \frac{1}{2}(V + p_0) + \lambda U = \frac{1}{2}(V + p_0) + \frac{1}{2} \Sigma_0^{\frac{1}{2}} \left(\frac{U}{\sigma_u} \right) = \\
 &= \frac{1}{2} [(V - p_0) + 2p_0] + \frac{1}{2} \Sigma_0^{\frac{1}{2}} \left(\frac{U}{\sigma_u} \right) = p_0 + \frac{1}{2} \Sigma_0^{\frac{1}{2}} \frac{V - p_0}{\Sigma_0^{\frac{1}{2}}} + \frac{1}{2} \Sigma_0^{\frac{1}{2}} \frac{U}{\sigma_u} = \\
 &= p_0 + \frac{1}{2} \Sigma_0^{\frac{1}{2}} \left[\frac{V - p_0}{\Sigma_0^{\frac{1}{2}}} + \frac{U}{\sigma_u} \right] \sim N\left(p_0, \frac{1}{2} \Sigma_0^{\frac{1}{2}}\right) & (3.10)
 \end{aligned}$$

Mit tudunk az informált kereskedő profitjáról?

Mivel (3.5)-ből kijött, hogy $\tilde{x} = (\tilde{v} - \mu)/2\lambda$, ezért az informált kereskedő feltételes

és feltétel nélküli profitja:

$$\begin{aligned}
 E(\Pi|\tilde{v}) &= (\tilde{v} - \mu - \lambda x)x = \frac{\tilde{v} - \mu}{2} \frac{\tilde{v} - \mu}{2\lambda} = \frac{(\tilde{v} - \mu)^2}{4\lambda} = \\
 &= (\tilde{v} - p_0)^2 \frac{1}{4} 2 \left(\frac{\sigma_u^2}{\Sigma_0} \right)^{\frac{1}{2}} = \\
 &= (\tilde{v} - p_0)^2 \frac{1}{2} \left(\frac{\sigma_u^2}{\Sigma_0} \right)^{\frac{1}{2}} = \frac{(\tilde{v} - p_0)^2}{4\lambda} \quad (3.11)
 \end{aligned}$$

$$E(\Pi) = E\left(\frac{(\tilde{v} - p_0)^2}{4\lambda}\right) = \frac{Var(\tilde{v})}{4\lambda} = \frac{1}{4} 2 \left(\frac{\sigma_u^2}{\Sigma_0} \right)^{\frac{1}{2}} \Sigma_0 = \frac{1}{2} (\sigma_u^2 \Sigma_0)^{\frac{1}{2}} \quad (3.12)$$

Milyen tulajdonságokkal bír az egyensúly?

- Látható, hogy X -et és P -t – amiket játékelméleti szempontból reakciófüggvényeknek is tekinthetünk – Σ_0 és σ_u^2 határozza meg.
- Legyen $\Sigma_1 = Var(\tilde{v}|\tilde{p})$, ami a részvény jövőbeli értékének feltételes varianciája, ahol a feltétel az aukcióban meghatározódó ár. Kiszámítható, hogy

$$\begin{aligned}
 Var(\tilde{v}|\tilde{p}) &= Var(\tilde{v}) - [Cov(\tilde{v}, \tilde{p})]^2 [Var(\tilde{p})]^{-1} = \\
 &= \Sigma_0 - \left(\frac{1}{2}\Sigma_0\right)^2 \left(\frac{1}{2}\Sigma_0\right)^{-1} = \frac{1}{2}\Sigma_0, \quad (3.13)
 \end{aligned}$$

hiszen

$$\begin{aligned}
 Cov(\tilde{v}, \tilde{p}) &= Cov(\tilde{v}, p_0 + \lambda(\tilde{x} + \tilde{u})) = Cov(\tilde{v}, \tilde{x})\lambda = \beta\lambda Var(\tilde{v}) = \\
 &= \frac{1}{2}\Sigma_0 \quad \text{és} \quad (3.14)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Var(\tilde{p}) &= \lambda^2 [Var(\tilde{x}) + Var(\tilde{u})] = \lambda^2 [\beta^2 Var(\tilde{v}) + Var(\tilde{u})] = \\
 &= \frac{1}{4}\Sigma_0 + \frac{1}{4}\frac{\Sigma_0}{\sigma_u^2} \sigma_u^2 = \frac{1}{2}\Sigma_0. \quad (3.15)
 \end{aligned}$$

A (3.13)-as egyenletből látszik, hogy $\Sigma_1 = \frac{1}{2}\Sigma_0$, tehát az első aukció végére a részvény jövőbeli értékének bizonytalansága a felére csökkent. Ugyancsak kijelenthetjük, hogy egyetlen aukció során az informált kereskedő többlet-információjának fele épül be az árba.

- Az árak volatilitása nem függ a likviditási kereskedő tevékenységének szintjétől, σ_u^2 -től,
- Ebben a modellben a piac *mélyiségét*, azaz azt a mennyiséget, amely a piaci ár egy egységgel való elmozdításához szükséges, $\frac{1}{\lambda}$ adja meg. Látható, hogy itt a piac *mélyége*, arányos a likviditási kereskedés mennyiségének és az informált kereskedő várható információjának arányával.

- Az informált kereskedő maximalizált profitja arányos a piac mélységével.⁶
- Az informált kereskedő feltétel nélküli várható profitja arányos \tilde{v} és \tilde{u} varianciájával.

3.3.6. Sorozatos aukciók

Kyle cikkében egyetlen aukció egyensúlyának meghatározása után hasonló számításokat végez el sorozatos aukciókra az alábbi kiegészítő feltevésekkel:

- N db aukció, $0 = t_0 < t_1 < \dots < t_N = 1$,
- $\tilde{u}(t)$ Brown-mozgást követ, varianciája σ_u^2 , $\tilde{u}_n = \tilde{u}(t_n)$,
- $\Delta\tilde{u}_n = \tilde{u}_n - \tilde{u}_{n-1} \sim N(0, \sigma_u^2 \Delta t_n)$ a likviditási kereskedő által kereskedett mennyiség, ahol $\Delta t_n = t_n - t_{n-1}$
- $\tilde{v} \sim N(p_o, \Sigma_0)$ független a $\tilde{u}(t)$ folyamattól,
- $\tilde{x}(n)$ az informált kereskedő aggregált pozíciója t_n -ben, $\Delta\tilde{x}_n = \tilde{x}_n - \tilde{x}_{n-1}$ az informált kereskedő által t_n -ben kereskedett mennyiség,
- \tilde{p}_n a piactisztító ár t_n -ben,
- Az információhalmaz megváltozik, az informált kereskedő ismeri a korábbi árakat is, a piacvezető ismeri a korábbi kereskedett mennyiségeket, ezért i) $\tilde{x}_n = X_n(\tilde{p}_1, \dots, \tilde{p}_{n-1}, \tilde{v})$, ii) $\tilde{p}_n = P_n(\tilde{x}_1 + \tilde{u}_1, \dots, \tilde{x}_n + \tilde{u}_n)$
- Ebből az informált kereskedő kikövetkeztetheti a múltbeli $\Delta\tilde{x}_n$ -eket és a piacvezető kikövetkeztetheti a múltbeli \tilde{p}_n -eket.
- $X = (X_1, \dots, X_N)$ és $P = (P_1, \dots, P_N)$ a kereskedési stratégia és az árazási szabály függvények vektorai.
- $\tilde{\pi}_n = \sum_{k=n}^N (\tilde{v} - \tilde{p}_k) \tilde{x}_k$ a profitfüggvény, $\tilde{p}_n = \tilde{p}_n(X, P)$, $\tilde{x}_n = \tilde{x}_n(X, P)$ és $\tilde{\pi}_n = \tilde{\pi}_n(X, P)$.

Az egyensúly tulajdonságait vizsgálva Kyle kijelenti, hogy ebben a modellben az árak martingálfolyamatot alkotnak, aminek a volatilitása tükrözi azt a sebességet, amivel az információ beépül az árba; lineáris egyensúlyban az árváltozások függetlenek és nulla várható értékű normális eloszlást követnek. Mindez azért különösen izgalmas, mert egy olyan piac, melyen többlet-információval rendelkező szereplő is van, nem felel meg azoknak a szokásos versenyzői (tökéletes verseny?) feltételezéseknek, amelyekből az árváltozásokra vonatkozó függetlenséget, normalitást és az árváltozások folyamatára vonatkozó martingál tulajdonságot szokás megkapni.

A sorozatos aukció egyensúlyának meghatározása után a legérdekesebbek az informált kereskedő kereskedésének intenzitását időben mutató β_n , a piac mélységének

⁶Kyle [1985]-ben $\frac{v^2}{4\lambda}$ jön ki, míg nekem (3.11) alapján $\frac{(\tilde{v}-p_o)^2}{4\lambda}$ jött ki.

lefutását megjelenítő λ_n és az információ árakba való beépülését tükröző Σ_n sorozatok. Ezeket megvizsgálva az alábbiakat jelenthetjük ki:

1. Σ_n mutatja azt az információt, ami az informált kereskedő többlet-információjából még nem épült be az árba. Ez a sorozat időben monoton csökkenő. Bár az N . aukció után még $\Sigma_N > 0$, de elég kicsi.
2. A növekvő zaj (σ_u^2) arányosan növeli a piac mélységét és az informált kereskedő profitját, ugyanakkor változatlanul hagyja az árak információtartalmát.
3. Ha az informált kereskedő kezdeti információtartalma, $\Sigma_0^{1/2}$ nő, akkor a piac mélysége arányosan csökken, a bennfentes profitja pedig arányosan nő, mert ez a profit arányos $(\Sigma_0 \sigma_u^2)^{1/2}$ -vel.

3.3.7. Folytonos aukciók

A sorozatos aukciókat követő részben Kyle folytonos modellben vizsgálja meg az egyensúly tulajdonságait. A folytonos modellben az alábbi alapegyenleteket vezeti be:

$$\begin{aligned} d\pi(t) &= [v - p(t) - dp(t)] dx(t) = [v - p(t)] dx(t), \\ dx(t) &= \beta(t) [v - p(t)] dt, \\ dp(t) &= \lambda(t) [dx(t) + du(t)] \end{aligned} \tag{3.16}$$

A legérdekesebb kérdés itt is az, hogy Σ_n és λ_n időben hogy alakul. A diszkrét modellekben már megismert paraméterekre folytonos esetben a következőket kapja:

$$\begin{aligned} \lambda(t) &= \left(\frac{\Sigma_0}{\sigma_u^2} \right)^{1/2}, \\ \Sigma(t) &= (1 - t)\Sigma_0, \\ \beta(t) &= \frac{\sigma_u^2 \lambda(t)}{\Sigma(t)} = \frac{\sigma_u \Sigma_0^{-1/2}}{1 - t}, \end{aligned} \tag{3.17}$$

Az analitikus eredményeket megvizsgálva az alábbiakat lehet elmondani:

- Látható, hogy $\lambda(t)$ konstans, azaz a piac mélysége állandó, ezért az árak volatilitása konstans, és az információ állandó sebességgel, fokozatosan épül be az árakba.
- Mivel $\Sigma(1) = 0$,⁷ ezért a kereskedés végére az informált kereskedő minden magáninformációja beépül az árakba.

⁷A folytonos modellben a kereskedési idő, a 0 kezdőidőponttól 1-ig tart, $t \in [0, 1]$

- A véletlen változók normalitása és a piaci hatékonyság feltevéséből adódó martingál tulajdonság miatt az ár Brown-mozgást végez Σ_0 varianciával.
- Az informált kereskedő tudja, hogy az ár végül a \tilde{v} likvidációs értékhez tart, de a piacvezető, aki nem ismeri \tilde{v} -t, úgy észleli, hogy az árváltozásoknak nincs driftjük.
- Az árak volatilitását a likviditási kereskedő határozza meg, így az informált kereskedő kereskedése kicsinek tekinthető.
- Az ár konvergenciáját mégis az informált kereskedő határozza meg, ugyanis az ő kereskedett mennyiségei között pozitív korreláció van.
- Az informált kereskedő várható profitja ($\Sigma_0^{1/2} \sigma_u^2$) megegyezik a likviditási kereskedő várható veszteségével és épp duplája, mint az egyszeri aukció esetében.

3.3.8. A diszkrét és a folytonos modell egyensúlyának összevetése

Noha konstans Σ_0 és σ_u^2 mellett a sorozatos aukciós egyensúly tart a folytonos aukciós egyensúlyhoz, a két modell likviditási tulajdonságai nem azonosak. Az alábbiakban a likviditás, Kyle által kiemelt dimenziói mentén vetjük össze a modelleket.

- *Szorosság*

Míg a folytonos aukciós egyensúlyban a piac végtelenül szoros, azaz a pozíciót akár ingyen is meg lehet forgatni gyorsan, addig a sorozatos aukció esetén a piac nem végtelenül szoros, és a pozíció megforgatásának költsége annál nagyobb, minél rövidebb idő alatt akarja a befektető megtenni.

- *Mélység*

A folytonos aukciós egyensúlyban a piac mélysége állandó, míg a sorozatos aukció esetén a piac mélysége nem konstans. A piaci mélység arányos a likviditási kereskedés nagyságával és fordítottan arányos az árba még nem beépült magáninformáció mennyiségével.

- *Rugalmasság*

A piac rugalmasságát mindkét modellben az informált kereskedő határozza meg. A folytonos aukciós egyensúlyban a rugalmasság ($\beta(t)$) és a kereskedés végén a piac végtelenül rugalmas lesz ($\beta(t) \rightarrow \infty, t \rightarrow 1$).

- Továbbá a mélység és a rugalmasság a modellben az informált kereskedő és a likviditási kereskedő létéből fakad.

Ebből világos, hogy a folytonos aukciós egyensúlyban a piac likviditása megfelel a Black által megadott kritériumoknak. A Kyle modell érdeme, hogy mindezeket a tulajdonságokat maximalizáló viselkedést feltételező modelltől vezette le, valamint, hogy az informált kereskedő racionális feltételezésekkel él a piac szorosságára, mélységére és rugalmasságára nézve.

3.3.9. Végső következtetések, a modell jelentősége

A modell megmutatja, hogy:

- Az árváltozásokat a kereskedett mennyiségek függvényében modellezni nem inkonzisztens az árváltozások új információ függvényében való modellezésével.
- Az informált kereskedő monopolhelyzete nem inkonzisztens a közepes értelemben vett piaci hatékonysággal.
- Az árak állandó volatilitásához nem kell, hogy az információ folyamatosan keletkezzék, az egyszeri információs többlet is fokozatosan épül bele az árba.
- A hatékony és súrlódásmentes piac likviditási tulajdonságai levezethetők információs aszimmetriáció esetén.
- A sorozatos aukció diszkrét modellje konvergál a folytonos modellhez.

A modell némileg más szempontú, játékelméleti megközelítésben írt magyar nyelvű ismertetése megtalálható a Magyar Nemzeti Bank 42. számú tanulmányában (Gereben et al. [2005]) is.

3.4. A Glosten–Milgrom–modell

Glosten és Milgrom [1985] olyan formális modellt állítanak fel, amiben a kontra-szelekció (adverse selection) létevel magyarázzák a spread létrejöttét. Vizsgálják a spread nagyságát meghatározó tényezőket, az árak információ-tartalmának időbeli alakulását és a spread dinamikus viselkedését. Megmutatják, hogy a piacon megfigyelhető realizált hozam meghaladja azt a hozamot, amit a többlet-információval nem rendelkező kereskedők realizálnak.

3.4.1. A modell leírása

A bid-ask spreadet magyarázó korábbi megközelítések arra koncentrálnak, hogy a specialistának készletet kell fenntartania, és ez hogyan befolyásolja a spread nagyságát. Ez a cikk azt mutatja meg, hogy a spread tisztán *információs aszimmetriából* is származhat, és akkor is fellép, ha nincsenek tranzakciós költségek és a specialista profitját a verseny nullára szorítja. Az alapötlet az, hogy a specialista *kontraszlekción* (*adverse selection*) problémával szembesül, hiszen az a piaci szereplő, aki a specialista által jegyzett vételi vagy eladási árfolyamon kereskedni szeretne vele, tudhat valamit, amit a specialista nem tud. Ő ezeket a piaci szereplőket nem tudja szétválasztani, ezért úgy kereskedik, hogy az informált kereskedők (informed traders), az egyszerűség kedvéért bennfentesek, kereskedésén elszenvedett veszteségét a nem informált (uninformed), avagy likviditási kereskedőkön egyenlíti ki. A specialista ebből a célból hozza létre a bid-ask spreadet. A cikk az árak és a spread dinamikus viselkedésére fókuszál.

A modellben szerepel egy kockázatsemleges specialista, akinek nincsenek tranzakciós költségei és várható profitja nulla. A modell az informált kereskedő információs előnyének rövid távú hatásait vizsgálja. Épp rövid távúsága miatt nincs benne diszkontálás, a fő kérdés, hogy az információt hogyan dolgozza fel a piac, hogyan épül be az árakba és hogyan hat a spreadre. Az árak alakulása közepes hatékonyságot mutat, sőt egy kevéssel több információt is tartalmazhatnak, mint, ami nyilvánosan elérhető volt (amivel a specialista rendelkezett, amikor meghatározta az árakat).

3.4.2. A modell formális vázlata

A specialista meghatározza a vételi és eladási árfolyamokat, amiken részvényt hajlandó venni és eladni. A kereskedők két csoportra oszthatók: informált kereskedők és likviditási kereskedők, és a specialista nem képes őket egymástól megkülönböztetni. A kereskedés menete során a specialista egyszerre csak egyetlen kereskedővel találkozik, aki az aktuális bid és ask árfolyamok megismerése után eldönti, hogy szeretne-e kereskedni és venni vagy eladni szeretne. A kereskedett mennyiség mindig egyetlen részvény.⁸ Az adásvétel megtörténte után a specialista megváltoztathatja az árjegyzését.

Tegyük föl, hogy a részvény értéke V , véges szórású valószínűségi változó ($V \geq$

⁸Az egyetlen részvényre vonatkozó megkötés elsőre erősnek tűnik, hiszen ezzel kizárják, hogy a venni vagy eladni szándékozott mennyiség függvényében differenciáljon a specialista. A kereskedők érkezésének folyamatára (arrival process) tett feltételezés hiánya viszont némileg elfogadhatóbbá teszi ezt a megkötést a szerzők szerint.

0 , $Var(V) < \infty$), ami a jövőbeli T_0 időpontban fog realizálódni. A modell minden szereplője kockázatmentes és az x darabból álló portfólióját a $\rho xV + c$ hasznossági függvény segítségével értékeli, ahol V a részvény értéke és c a szereplő fogyasztása. Az alacsony ρ -val rendelkező piaci szereplő a jelenbeli fogyasztást jobban preferálja a részvénybirtokláshoz képest, mint a magas ρ -val rendelkező szereplő. A szerzők ezt a „likviditási” paramétert azzal magyarázzák, hogy i) a piaci szereplőknek nem egységes és nem tökéletes a pénzügyi piacokhoz való hozzáférése. ii) a szereplők részvényre vonatkozó szubjektív értékelése különböző. Normalizáljuk ρ -t úgy, hogy a specialista ρ -ja legyen 1. Ahhoz, hogy kereskedés legyen, szükségünk van arra, hogy ρ ne legyen egységes a piacon, azaz, hogy a piaci szereplők „likviditási” paramétere heterogén legyen.

Definiáljuk a következő információs halmazokat:

- H_t a t időpontban nyilvánosan elérhető információ halmaza,
- J_t az informált kereskedő információs halmaza a t időpontban,
- S_t a specialista információs halmaza a t időpontban.
- A_t az eladási (ask) ár a t időpontban
- B_t a vételi (bid) ár a t időpontban

Jelölje Z_t a piaci szereplő részvényre vonatkozó értékelését a t időpontban:

$$\begin{aligned} \text{informált kereskedő} \quad Z_t &= E(\rho_t V | H_t, A_t, B_t) \\ \text{likviditási kereskedő} \quad Z_t &= E(\rho_t V | H_t, J_t, A_t, B_t) \end{aligned}$$

Feltehetjük továbbá, hogy ρ_t értékét a likviditási kereskedő esetén H_t , a bennfentesnél közösen H_t és J_t határozza meg. Így a piaci szereplők vesznek a t időpontban, ha $Z_t > A_t$ és eladnak, ha $Z_t < B_t$. Ezek alapján felírhatjuk a specialista t időpontbeli kereskedésére vonatkozó várható profitját:

$$\begin{aligned} \text{Profit} &= E \left[(A_t - V) \chi_{\{Z_t > A_t\}} + (V - B_t) \chi_{\{Z_t < B_t\}} \middle| S_t \right] = \\ &= A_t P(Z_t > A_t | S_t) - E(V \chi_{\{Z_t > A_t\}} | S_t) \\ &\quad - B_t P(Z_t < B_t | S_t) + E(V \chi_{\{Z_t < B_t\}} | S_t), \end{aligned} \tag{3.18}$$

ahol $\chi_{\{Z_t > A_t\}}$ és $\chi_{\{Z_t < B_t\}}$ indikátor-függvények, melyeknek az értéke egy, ha $Z_t > A_t$ vagy $Z_t < B_t$ és nulla egyébként.

A szerzők felteszik, hogy a specialista várható profitja minden kereskedésen nulla,

ezért

$$A_t = \frac{1}{P(Z_t > A_t) | S_t} E(V \chi_{\{Z_t > A_t\}}), \quad (3.19)$$

$$B_t = \frac{1}{P(Z_t < B_t) | S_t} E(V \chi_{\{Z_t < B_t\}}). \quad (3.20)$$

3.4.3. A cikk állításai

A cikk öt állítást tartalmaz:

3.4.1. Állítás (GM1). *A bid és az ask közrefogja azt az árat, ami aszimmetrikus információ jelenléte nélkül lépne fel.*

3.4.2. Állítás (GM2). *A kereskedési árak martingálfolyamatot alkotnak.*

Ezzel sikerült megcáfolni azt az addig elterjedt véleményt, hogy a rövidtávú hozamokban rejlő negatív autokorreláció a spread jelenlétének szükséges következménye. Sikerült olyan modellt építeni, amiben van spread, de nincs autokorreláció, sőt az áralakulás az informált kereskedő jelenléte ellenére is martingálfolyamat. Az ilyen negatív autokorreláció abból a spreadből ered, ami a specialista tranzakciós költségeit és profitját fedezi. Így módon az autokorreláció mértéke felhasználható annak számszerűsítésére, hogy a spread mekkora része tudható be a többlet-információnak és mekkora a specialista tranzakciós költségének és profitjának.

3.4.3. Állítás (GM3). *A többlet-információból (kontraszelekciónak) eredő spread korlátos.*

Pontosabban: az átlagos spread négyzete szorozva a kereskedett mennyiséggel várható értéke korlátos. Ez sajnos csak korlátot ad, de nem határozza meg az átlagos spread nagyságrendjét.

3.4.4. Állítás (GM4). *A specialista és az informált kereskedő árvárakozásai konvergálnak.*

Ez azt jelenti, hogy a többlet-információ a kereskedés menete során idővel teljesen beépül az árakba.

3.4.5. Állítás (GM5). *A spread tágul, azaz az eladási árak növekednek és a vételi árak csökkennek, ha*

- *a többletinformáció, a bennfentes információja jobbá válik, vagy*
- *a bennfentesek aránya nő a piacon, vagy*
- *a likviditási keresedők kínálati és keresleti rugalmassága nő.*

3.4.4. Piacbezárás (market shutdown)

A Glosten–Milgrom-modell egyik érdekessége, hogy előfordulhat olyan helyzet, amikor a piac „bezár”, azaz a specialista olyan vételi és eladási árfolyamot jegyez, amelyeken a piaci szereplők nem kereskednek. Mindez akkor fordulhat elő, ha az informált kereskedők aránya túl nagy a piacon, vagy az információik túl jók a likviditási kereskedők keresleti és kínálati rugalmasságaihoz képest. Ráadásul az ilyen helyzet önmagát erősíti, hiszen a kereskedés épp az információ beépülését szolgálná. Ezért, ha a piac egyszer „bezár”, akkor zárva is marad addig, amíg a bennfentesek el nem hagyják a piacot vagy az információ (vagy legalább egy része) ismertté nem válik.

Ha valaki nem tud kereskedni, akkor ez a tény externáliaként hathat későbbi kereskedőkre, akiknek hiányzik az így be nem épült információ. A szerzők felvetik a kérdést, hogy ez a jelenség esetleg azt is jelentheti, hogy létezhet olyan kereskedési rendszer, amelyik Pareto értelemben hatékonyabb, mint a versenyzői specialista (competitive specialist system). A jóléti veszteség adott hányadéért biztos, hogy az felelős, hogy a specialistának minden kereskedésen nulla profitot kell realizálnia.⁹ A cikk javaslata szerint mindenkinek a helyzetét javítani lehetne avval, ha valamekkora veszteséget és/vagy nyereséget megengednénk neki. Ennek egyik gyakorlati módja az lehet, ha megengedjük a specialistának, hogy bizonyos monopolista hatalommal rendelkezék, de arra kötelezzük, hogy a spreadet adott sávon belül tartsa.

A cikk harmadik részében található példa egyrészt azt mutatja be, hogy az információ hogyan épül be az árakba, másrészt azt, hogy a túlzott bennfentes kereskedés hogyan vezet a piac „bezárásához”.

Glosten és Milgrom a cikk negyedik részében a modellt diszkontálással egészítik ki és bemutatják, hogy a spread léte miatt a tranzakciókból megfigyelhető hozam meghaladja a likviditási kereskedők által ténylegesen realizálható hozamot.

A modell további érdekes következménye, hogy meg lehet vele magyarázni a főleg januárban fellépő kisvállalat-hatást.

3.5. „Kyle találkozik Glosten-Milgrommal”

Back és Baruch [2004] a piaci mikrostruktúra-elmélet két klasszikus modelljét, a Kyle- (3.3. rész) és a Glosten–Milgrom-modellt (3.4. rész) hangolják össze. Mindkét modellben van informált kereskedő és likviditási kereskedő, akiknek az megbízásait a piacvezető saját készletéből elégíti ki, de míg a Glosten-Milgrom modellben egyszerre

⁹Ezt én csak várható értékben látom.

csak egyetlen ajánlat érkezik és az informált kereskedések intenzitása exogén módon adott (az informált kereskedők és a likviditási kereskedők arányától függ), addig a Kyle modellben egyszerre nagyobb részvénymennyiségekkel kereskednek. Az első modellben nincs bid-ask spread és az informált kereskedő úgy éri el a maximális profitot, ha fokozatosan kereskedik, a második modellben van spread, amit az a valószínűség határoz meg, hogy egy megbízás informált kereskedőtől származik és az informált kereskedők úgy kereskednek, hogy minden egyes megbízáson a maximális profitot szeretnék realizálni, mintha több lehetőségük nem lenne a kereskedésre.

A szerzők olyan változatát mutatja be a Glosten-Milgrom-modellnek, ahol egyetlen informált kereskedő van, aki a kereskedési időpontokat optimálisan választja meg. A cikk egyik eredménye, hogy ebben a folytonos modellben endogén módon határozódik meg a bid-ask spread, ami a likviditási és az informált kereskedések relatív érkezési intenzitásától (relative arrival rates) függ.

A cikk bebizonyítja, hogy a Glosten-Milgrom-modell fenti változata nagyjából azonos a Kyle-modell folytonos változatával, ha a megbízások mérete kicsi (trade size) és a likviditási ajánlatok gyakran érkeznek. Ekkor a megbízások mérete közti különbségtétel (egyetlen részvény vagy több részvény („batched order”)) felesleges. Ugyancsak megmutatják, hogy ekkor a két modellben az informált kereskedő kereskedési stratégiája és profitja hozzávetőleg azonos, valamint azt is, hogy a Glosten-Milgrom-modell spread-je nagyjából a megbízás méretének kétszerese szorozva a Kyle-féle λ -dával.

A szerzőpáros megmutatja, hogy ebben a Glosten-Milgrom-féle modellben a bizonyos feltételek fennállása esetén az informált kereskedő véletlenszerűen választ a cselekvési alternatívái közt, beleértve azt is, hogy a „rossz” irányban kereskedik. Ezt a jelenséget „blöffölésnek” (bluffing) nevezik. Hangsúlyozzák ugyanakkor, hogy a blöffölésből nem profitál az informált kereskedő, és ezért nem érdemes azt gondolni, hogy a piacot manipulálja, hanem csak arról van szó, hogy egyensúlyban közömbös neki, hogy vesz, elad, vagy vár. Már korábbi szerzők is bemutatottak olyan modelleket, ahol előfordult blöffölés, de azokban a modellekben a korábbi kereskedéseket nyilvánosságra kellett hozni, és emiatt volt érdemes így cselekedni.

Az alábbiakban formális eszközökkel is bemutatjuk a Kyle-, a Glosten–Milgrom-féle modelleket, majd ezek konvergenciáját. Végül a „blöffölésre” vonatkozó állítás mögötti matematikát nézzük meg.

3.5.1. A Kyle-modell

A Kyle-féle modellnek a cikk azt a változatát elemzi, amelyben Bernoulli-eloszlást követ a termék ára. A megfelelő változót \tilde{v} jelöli. Ezt ismeri az informált kereskedő, azonban csak exponenciális eloszlást követő időben lesz nyilvános ez az információ, és ekkor zárul le a kereskedés. Ezen eloszlás paramétere legyen r , a valószínűségi változó pedig τ . Az informált kereskedő által a t időpontban tartott részvények számát jelölje X_t , a piacon jelenlévő többi (nem-informált) kereskedő összesen Z_t részvényt tart. Legyen $Y_t = X_t + Z_t$. Tegyük fel, hogy a piacon jelenlévő kiegyenlítési mechanizmusok eredményeképpen a pillanatnyi ár $p_t = E(\tilde{v} | Y_s, s \leq t)$.

Az informált kereskedő vásárlási intenzitását $\theta(t)$ adja meg: tehát $X_t = \int_0^t \theta_s ds$, feltevésünk szerint Z_t Wiener-folyamat, melynek volatilitása σ^2 . Ekkor tehát

$$dY_t = \theta_t dt + dZ_t. \quad (3.21)$$

Az informált kereskedő célja természetesen profitának maximálizálása, ugyanakkor figyelembe kell venni azt is, hogy kereskedési stratégiája befolyásolja az árat is. A cikk első fő állításának tartalma, hogy feltételezve a termék árát megadó szochasztikus folyamat valamilyen folyamatosztályba tartozását, létezik olyan egyensúlyi stratégia, amely a feltételezett kereskedési stratégia mellett éppen az adott árfolyamatot eredményezi, illetve a feltételezett árfolyamat mellett az egyensúlyi ponthoz tartozó kereskedési stratégia, amelyet a termék pillanatnyi ára határoz meg, optimális.

A megengedett stratégiák osztályát két feltételezés segítségével definiáljuk. Egyfelől csak olyan kereskedési stratégiát veszünk figyelembe, amelynek értéke a termék pillanatnyi árából (és a végső árából) függ. Tehát

$$\theta_t = \tilde{v}\theta_H(p_t) + (1 - \tilde{v})\theta_L(p_t), \quad (3.22)$$

ahol $\theta_H(p_t)$ jelöli az informált kereskedő vásárlási intenzitását, feltételezve, hogy a termék valódi ára 1, $\theta_L(p_t)$ pedig a termék eladásának intenzitását azon feltétel mellett, hogy a termék ára 0. (Itt kihasználtuk, hogy \tilde{v} értéke 1 vagy 0).

Másfelől kizárjuk azokat a stratégiákat, amelyek lehetővé tennék, hogy végtelen nagy profit (majd esetleg utána végtelen nagy veszteség) keletkezzék (és megfordítva), azaz feltesszük, hogy

$$E \int_0^\tau p_t \theta_t^+ dt < \infty, \quad E \int_0^\tau (1 - p_t) \theta_t^- dt < \infty.$$

A nyilvános információhoz $(Y_s)_{s \leq t}$ tartozó innovációs folyamat

$$dY_t - \phi(p_t)dt ,$$

ahol

$$\phi(p) = p\theta_H(p) + (1 - p)\theta_L(p) .$$

Feltételezve ezt a kereskedési stratégiát, a termék árának alakulását az alábbi egyenlet írja le:

$$dp_t = \lambda(p_t) (dY_t - \phi(p_t)dt) , \quad (3.23)$$

ahol

$$\lambda(p) = \frac{p(1 - p)(\theta_H(p) + \theta_L(p))}{\sigma^2} .$$

Abban az esetben, ha \tilde{v} értéke 1, akkor az informált kereskedő várható nyeresége

$$E \left(\int_0^\tau (1 - p_t)\theta_H(p_t)dt \right) ,$$

míg $\tilde{v} = 0$ esetén

$$E \left(\int_0^\tau p_t\theta_L(p_t)dt \right)$$

A $(\lambda, \phi, \theta_H, \theta_L)$ stratégiát egyensúlyi stratégiának nevezzük, ha egyfelől feltételezve, hogy az informált kereskedő a (3.22) egyenletben meghatározott stratégiát követi, a (3.23) által leírt folyamatra teljesül, hogy értéke éppen $E(\tilde{v} | (Y_s)_{s \leq t})$. Másfelől pedig az adott (3.23) mellett az informált kereskedő éppen a θ_H és θ_L által meghatározott stratégiával maximalizálja nyereségét.

3.5.1. Tétel. Jelölje $N(\cdot)$ a standard normális eloszlás eloszlásfüggvényét. Tetszőleges $0 < p < 1$ esetén legyen $\lambda^*(p)$ az az érték, melyre

$$N \left(-\sqrt{\log \left(\frac{r}{\pi\sigma^2} \right) - 2 \log (\lambda^*(p))} \right) = \min(p, 1 - p) . \quad (3.24)$$

Ekkor a

$$\lambda^*, \phi^* = 0, \theta_H^*(p) = \frac{\sigma^2 \lambda^*(p)}{p}, \theta_L^*(p) = \frac{\sigma^2 \lambda^*(p)}{1 - p}$$

függvények egyensúlyi pontot határoznak meg.

Továbbá, azon feltétel mellett, hogy a pillanatnyi ár p_t értéke éppen p , valamely $t < \tau$

pillanatban, az informált kereskedő által a hátralévő kereskedési időben elérhető profit

$$\int_p^1 \frac{1-a}{\lambda^*(a)} da, \quad \text{ha } \tilde{v} = 1,$$

$$\int_0^p \frac{a}{\lambda^*(a)} da, \quad \text{ha } \tilde{v} = 0.$$

Végezetül, λ^ folytonos, konkáv, a $p = \frac{1}{2}$ -re szimmetrikus függvény, melynek maximuma van ott.*

Látható, hogy a profit nem függ a hátralévő időtől! Ez az exponenciális eloszlás örökifjú jellegének következménye.

Heurisztikus érveléssel nem nehéz látni, hogy a tételben leírt stratégia valóban egyensúlyi pontot szolgáltat. Ehhez a Bellmann-elvet használjuk. (A bizonyítás más eszközökkel kell történnék, mert a folytonos idejű esetben a Bellmann-függvény differenciálhatósága segíti az egyenlet megoldhatóságát, ezt viszont előre nem könnyű igazolni.) Tekintsük azt az esetet, amikor a termék ára 1. Jelölje a Bellmann-függvényt $V(p)$. Ha az informált kereskedő θ intenzitással kereskedik, akkor dt idő alatt – feltételezve az (3.23) dinamikát – az ár várható megváltozása $\lambda\theta dt - \lambda\phi dt$. Tehát az árváltozásból adódóan V megváltozása $\lambda(\theta - \phi)V' dt$. p volatilitása $\sigma^2\lambda^2$, tehát ebből fakadóan V értéke $\frac{1}{2}\sigma^2\lambda^2V'' dt$ -val változik. A V függvény értéke akkor is változik, ha a kereskedő halogatja kereskedését, hiszen az ár nyilvános bejelentése után nem lehet már profitra szert tenni. A τ feltételezett exponenciális eloszlása miatt, dt idő alatt mintegy $r dt$ annak valószínűsége, hogy V értéke nulla lesz. Tehát a Bellmann-függvény várható megváltozása

$$-rV dt + \lambda(\theta - \phi)V' dt + \frac{1}{2}\sigma^2\lambda^2V'' dt.$$

Az optimális kereskedési stratégia esetén ezt a változást kell kompenzálnia a pillanatnyi kereskedésből származó profitnak. Ez utóbbi értéke

$$(1 - p)\theta dt.$$

Azaz

$$(1 - p)\theta - rV + \lambda(\theta - \phi)V' + \frac{1}{2}\sigma^2\lambda^2V'' = 0$$

kell teljesülnön. Mivel a Bellmann-függvény a lehetséges – hátralévő időtartamon megvalósuló – kereskedési stratégiák szerinti maximum, ezért a pillanatnyi kereskedési stratégia szerinti deriválnak nullának kell lennie. Az előző egyenlet θ szerint

lineáris, tehát

$$V' \lambda = p - 1$$

így továbbá

$$rV = -\lambda \phi V' + \frac{1}{2} \sigma^2 \lambda^2 V''$$

teljesül. A kapott differenciálegyenlet-rendszerből megkapható a tételben megfogalmazott optimális kereskedési stratégia.

3.5.2. A Glosten–Milgrom modell

A cikk következő részében a Glosten–Milgrom-modell egy változatát elemzik a szerzők. Az informált kereskedő továbbra is tudja \tilde{v} konkrét értékét, amely Bernoulli-eloszlást követ. Exponenciális idejű τ adja meg a bennfentes információ nyilvánosság tételének idejét. Azonban most a feltételezés szerint a nem-informált kereskedők vásárlásai és eladásai összességében külön-külön Poisson-folyamat szerint alakulnak. Ezen folyamatok intenzitása β , a megbízások mindig δ mennyiségre (order size) szólnak. A t pillanatig beérkezett összes neminformált megbízás száma z_t^+ , az eladást z_t^- jelöli. $z_t = z_t^+ - z_t^-$ a nettó megbízás (number of orders). Ugyanígy az informált kereskedő esetében $x_t = x_t^+ - x_t^-$. $y_t = x_t + z_t$ a piacon jelenlévő teljes vásárlást írja le. Az informált kereskedő minden pillanatban ugyanakkorra nagyságú kereskedést végez, mint a többiek, hiszen egyébként felfedné informáltságát.

Ismét feltételezzük, hogy a pillanatnyi ár p_t értéke

$$p_t = E(\tilde{v} \mid (y_s)_{s \leq t}) . \quad (3.25)$$

A t pillanatban érvényes eladási (vételi) ár

$$\begin{aligned} \text{ask}_t &= E(\tilde{v} \mid (y_s)_{s < t}, \Delta y_t = 1) \\ \text{bid}_t &= E(\tilde{v} \mid (y_s)_{s < t}, \Delta y_t = -1) \end{aligned}$$

Az informált kereskedő célja, hogy a

$$E \left(\delta \int_0^\tau (\tilde{v} - \text{ask}_t) dx_t^+ + \delta \int_0^\tau (\text{bid}_t - \tilde{v}) dx_t^- \mid \tilde{v} \right)$$

várható nyereséget maximalizálja.

A szerzők ismét egyensúlyi stratégiát keresnek. Az árfolyamat struktúrájára vonatkozó feltevés mellett olyan optimális stratégia létezését, amely egyben biztosítja,

hogy a (3.25) teljesüljön. A figyelembe vett folyamat osztály

$$dp_t = f(p_{t-})dt + (a(p_{t-}) - p_{t-}) dy_t^+ + (b(p_{t-}) - p_{t-}) dy_t^- , \quad (3.26)$$

ahol a illetve b adja meg, hogy rögzített p_{t-} mellett mennyi az eladási illetve vételi ár, illetve f adja meg, hogy mennyi az ár ha nem történt tranzakció. Tehát a egyenlet első tagja azt adja meg, hogy mennyivel változik az árfolyam, ha nincs tranzakció, második tagja azt, hogy mennyivel változik, ha valaki vásárolni akar, a harmadik pedig azt, hogy mennyivel változik, ha valaki eladni akar. Mivel τ eloszlása exponenciális, azaz örökifjú, ezért feltételezhető, hogy ezek a függvények nem függenek stacionárius helyzetben az eltelt időtől. Rögzített f, a, b függvények mellett kell a várható profitot maximalizálni.

Jelölje $\theta_{HB}(p_{t-})$ az informált kereskedő vásárlási intenzitását, azon feltétel mellett, hogy a végső ár értéke 1. Ugyanígy $\theta_{HS}(p_{t-})$ az eladási intenzitást, illetve ugyanezek a $\tilde{v} = 0$ esetén θ_{LB}, θ_{LS} . Ismét a τ exponencialitása miatt jogos annak feltevése, hogy ez nem függ expliciten az eltelt időtől, csak a pillanatnyi (vásárlás illetve eladás előtti) ártól.

Az $f, a, b, \theta_{HB}, \theta_{HS}, \theta_{LB}, \theta_{LS}$ függvények ún. egyensúlyi helyzetet eredményeznek, ha

$$\begin{aligned} a(p) &= \frac{p\theta_{HB}(p) + p\beta}{p\theta_{HB}(p) + (1-p)\theta_{LB}(p) + \beta} , \\ b(p) &= \frac{p\theta_{HS}(p) + p\beta}{p\theta_{HS}(p) + (1-p)\theta_{LS}(p) + \beta} , \end{aligned}$$

azaz az eladási és vételi árra teljesülnek az

$$a(p_{t-}) = E(p_t | (y_s)_{s < t}, \Delta y_t = 1) , \quad b(p_{t-}) = E(p_t | (y_s)_{s < t}, \Delta y_t = -1)$$

egyenletek, továbbá

$$\begin{aligned} f(p) &= (a(p) - p)p\theta_{HB}(p) + (1-p)\theta_{LB}(p) + p\beta \\ &\quad + (b(p) - p)p\theta_{HS}(p) + (1-p)\theta_{LS}(p) + p\beta , \end{aligned}$$

azaz az ár várható megváltozása abból adódik, hogy a t pillanat előtti ár az eladási árra, illetve a vételi árra változik az aktuális tranzakciónak megfelelően, végezetül pedig az adott f, a, b függvények által meghatározott árdinamika mellett a θ függvények családja adja a maximális nyereséget.

3.5.2. Tétel. *Tegyük fel, hogy adott f, a, b függvények esetén az optimális kereskedelemre vonatkozó Bellmann-függvény V , ha a tényleges ár 1, illetve J , ha a tényleges*

ár 0, eleget tesz a

$$\lim_{p \rightarrow 0} V(p) = \lim_{p \rightarrow 1} J(p) = \infty, \quad \lim_{p \rightarrow 1} V(p) = \lim_{p \rightarrow 0} J(p) = 0$$

feltevéseknek, továbbá V nem-csökkenő, J nem-növekvő függvény. Ekkor azon folytonosan deriválható $\theta_{HB} > \theta_{LB}, \theta_{HS} < \theta_{LS}$ függvények, melyekre eleget tesznek az egyensúlyi helyzetben előírt fenti egyenleteknek olyan optimális kereskedési stratégiát határoznak meg, melyben (3.25) teljesül.

3.5.3. Konvergencia és blöffölés

A vizsgált két modell közötti kapcsolatot jellemzi az a tétel, amely szerint ha a Glosten–Milgrom modellben $\delta \rightarrow 0$, úgy, hogy közben $2\beta\delta^2 = \sigma^2$ teljesül, akkor – bizonyos, a Bellmann-függvényekre vonatkozó technikai feltételek mellett –

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} \frac{a_\delta(p) - p}{\delta} = \lim_{\delta \rightarrow 0} \frac{p - b_\delta(p)}{\delta} = \lambda^*(p).$$

Továbbá $p \neq \frac{1}{2}$ esetén létezik olyan $\hat{\delta}(p) > 0$ érték, hogy $\delta < \hat{\delta}(p)$ mellett $\theta_{LB}(p) > 0$, és $\theta_{HS}(p) > 0$.

Az első állítás szemléletesen azt jelenti, hogy a várható árváltozás értéke azon esetben, amikor a vételi igény jelentkezett, éppen $\delta\lambda^*(p)$, illetve eladás esetén $-\delta\lambda^*(p)$.

A második rész pedig azt mondja, hogy kicsiny δ érték mellett előfordul olyan eset, hogy bár az informált kereskedő tudja, hogy a tényleges kihirdetési ár 0 lesz, mégis vásárol, azaz „blöfföl”.

3.6. Tanuló piacvezető a GM-modellben

Das [2005] az eredeti Glosten–Milgrom modellt olyan algoritmussal egészíti ki, ami számszerűsíti a piacvezető árak meghatározására szolgáló várható érték egyenleteit, miközben a részvény valódi értékét véletlen sokkok érik. Az informált kereskedők erről értesülnek és kereskedésüket ennek megfelelően alakítják. A piacvezető nem értesül a sokkokról, ő várakozásait az order-flow alapján alakítja ki. Az eredeti Glosten–Milgrom modellben (Glosten és Milgrom [1985]) a piacvezető árakra vonatkozó várhatóérték egyenletét – egyszerűsített, szemléltető példák kivételével – nem lehetett konkrétan számszerűsíteni. A szerző olyan nemparametrikus becslési eljárást vezet be, amivel a szerző a részvény valódi értékére vonatkozó sűrűségfüggvényt

meg tudja becsülni és ennek segítségével már meg tudja határozni a konkrét vételi és eladási árakat mint a részvény valódi értékére vonatkozó feltételes várható értékek.

3.6.1. Áralakulás ugrással

A szerző szimulált piacon empirikusan értékeli az algoritmus teljesítményét, majd az algoritmust felhasználva a szimulált piacon kialakuló áralakulás tulajdonságait vizsgálja. Megállapítja, hogy ha a részvény igazi értékét ugrófolyamat vezérli, akkor rezsinváltást figyelhetünk meg; az ugrást követően az információ erőteljes heterogén, a bid-ask spread széles és a volatilitás magas, majd a piacvezető gyorsan feloldja ezt az állapotot és visszatér a homogén információ, a szűk spread és az alacsony volatilitás.

3.6.2. A profitfüggvény

Bár az eredeti Glosten-Milgrom modellben nulla-profit feltevéssel élnek a szerzők, Das feloldja ezt és megvizsgálja, hogy a piacvezető profitja hogyan alakul a spread függvényében. Ennek vizsgálatához meg kell említeni, hogy a cikk az informált kereskedőket felosztja a *tökéletesen informált kereskedőkre* (*perfectly informed traders*), akik pontosan ismerik a részvény valódi értékét és *tökéletlenül informált kereskedőkre* (*noisy informed traders*), akik nem ismerik tökéletesen a részvény értékét, de többlet-információt kapnak.

Azt kapja, hogy szűk spread mellett a profit nagy része a tökéletlenül informált kereskedők kereskedéséből származik, míg széles spread mellett a profit nagy része a likviditási kereskedők tevékenységéből származik. Az informált kereskedők arányának függvényében különböző alakú profitgörbéket kapunk. A tökéletlenül informált kereskedők kisebb aránya mellett a profitfüggvény korábban lesz meredeken emelkedő, míg nagyobb arány mellett később. Sőt, ha megfelelően sok tökéletlenül informált kereskedő van a piacon, akkor a spread túlzott növelése csökkenti a profitot, mert túl széles spread mellett még a tökéletlenül informált kereskedők véletlen faktora sem képes kereskedésre bírni az informált kereskedőket.

Ha a kereskedők 90 százaléka tökéletlenül informált, akkor a profit globális maximumát viszonylag alacsony spread mellett eléri. Ez az a pont, ahol kiegyenlíti egymást a két profithatás; szűk spread mellett az informált kereskedők véletlen faktorából származó profit és a széles spread mellett a likviditási kereskedők tevékenységéből származó profit. Ezzel szemben, ha a piacon nincsenek tökéletlenül informált kereskedők, csak tökéletesen informáltak és likviditási kereskedők, akkor a profitfüggvény

szigorúan monoton növekvő, hiszen a teljes profit a likviditási kereskedőktől származik.

3.6.3. Készlet szabályozás

Az algoritmus a szimulációk során mind kockázatsemleges, mind kockázatkerülő piacvezető esetén lehetővé tette, hogy a piacvezető alacsony spreadet jegyezzen és mégse szenvedjen veszteséget. Mivel a kockázatkerülés következtében a piacvezetők gyakran szembesülnek azzal, hogy a részvénykészletük nagyságát megfelelően szabályozniuk kell (inventory control), ezért a szerző a fenti algoritmust kiegészítette egy készlet szabályozó algoritmussal. Korábbi eredményekre támaszkodva az algoritmust úgy alakította ki, hogy az csak az árszintet befolyásolja, de a spread nagyságát nem. Ha a piacvezető hosszú pozícióban (long) van a részvényben, akkor a portfólió kockázatát úgy tudja csökkenteni, ha csökkenti az árszintet, azaz mind a vételi, mind az eladási árfolyamot. Ha a piacvezető rövid (short) pozícióban van, akkor a bid-et és az ask-ot is növeli. Azt kapja eredményül, hogy a készlet szabályozó algoritmus nagyban csökkentette a piacvezető profitjának varianciáját.

3.7. A bid-ask spread modellek

A bid-ask spread modellek célja, hogy a spread nagyságáért felelős tényezőket azonosítsa és azok hatását számszerűsítse. Természetesen ez olyan piacokon érdekes, ahol van bid-ask spread, tehát jellemzően árjegyzői piacokon (quote-driven market). Jó összefoglalását adják az ezzel kapcsolatos empirikus munkáknak Bollen, Smith és Whaley [2001], Bollen, Smith és Whaley [2004] cikkei. Az alábbiakban rövid bevezetés olvasható a bid-ask spread modellek elméleti alapjairól, elsősorban Bollen et al. [2001], Bollen et al. [2004], Csávás és Erhart [2005] alapján.

3.7.1. A bid-ask spread modellek elméleti alapjai

A Bollen et al. [2001], Bollen et al. [2004] cikkek nyolc empirikus munkát összehasonlító részének bid-ask spreadet specifikáló regressziós egyenlete az alábbi:

$$SPRD = a_0 + a_1 OPC + a_2 IHC + a_3 ASC + a_4 COMP + \epsilon, \quad (3.27)$$

ahol $SPRD$ a jegyzett bid-ask spread (quoted bid-ask spread), OPC a megbízás végrehajtásának tranzakciós költsége (order processing costs), IHC a készlettar-

tás költsége (inventory holding costs), ASC a kontraszelekciós költségek (adverse selection costs) és $COMP$ a verseny, a koncentráció mérőszáma (competition).

Csávás és Erhart [2005] a magyar deviza- és állampapírpiac likviditásának vizsgálatakor némileg eltérő regressziós egyenletet használt:

$$SPRD = \alpha + \beta_1 VOL + \beta_2 FORG + \beta_3 KONC + \epsilon, \quad (3.28)$$

ahol α a konstans, VOL a volatilitás, $FORG$ a forgalom és $KONC$ a koncentráció. A konstans a kereskedés fix költségét jeleníti meg.

A *volatilitás* a nyitott pozíció vállalásából eredő költségeket reprezentálja. Az árjegyző a piaci likviditás biztosítása érdekében készletet tart fenn, amiből kielégíti az ügyféligényeket. Nyitott pozíciót vállal akkor, amikor teljesíti az ügyfél megbízását, de ellentétes irányú tranzakcióval nem állítja vissza a készlet eredeti szintjét. Ezen kockázati faktort a készlettartás (inventory holding) kockázatának is nevezik, arra utalva, hogy az árjegyzőnek készletet kell fenntartania, hogy mindkét irányú (relatív) nyitott pozíciót fel tudjon venni. Mivel a kockázat és így a bid-ask spread-ben megjelenő költsége a volatilitás növekedésével nőni fog, ezért a spread volatilitásra vonatkozó parciális deriváltja nagyobb lesz, mint nulla.

A *forgalom* a tranzakciók végrehajtási költségének spread-re gyakorolt hatását tükrözi. Az árjegyző tevékenységének nyilvánvaló költségei (munkaerő, elszámolás, engedélyek, szaktudás, technológia) a vételi és eladási ár különbségében fog megjelenni. A forgalom azért lehet jó magyarázó változó, mert ezek a költségek nem nőnek a forgalommal arányosan, tehát fajlagosan csökkeni fognak, ha a forgalom nő. Így azt várjuk, hogy bid-ask spread forgalomra vonatkozó parciális deriváltjának előjele negatív lesz.

A *koncentráció* ebben a specifikációban egyrészt a versenyt jeleníti meg, másrészt a kontraszelekciós költségeket. A szerzők úgy gondolkodnak, hogy minél nagyobb a verseny az árjegyzők között, annál kisebb a koncentráció és annál kisebb spread-et várunk. A piaci szereplők információs heterogenitása miatt a piaci szereplők egy része jobban informált, mint az árjegyző, ami számára költséget jelent, ami a spread-ben csapódik le. Ha a forgalom nagy része néhány árjegyzőhöz köthető, akkor az a többi számára kontraszelekciós kockázatot jelent. A szerzők érvelése alapján mindkét tényező egy irányba hat, ezért a koncentráció növekedésével a spread is nőni fog.

A fenti két regressziós egyenletet, (3.28)-t és (3.29)-t összehasonlítva annyi különbség látszik, hogy (3.28) a második két kockázati faktort összevontan kezeli.

Bollen et al. [2004] a korábbi empirikus munkák részletezése és a (3.27)-es egyenlet

tárgyalása után rátérnek a konkrét formális modelljükre. Ebben a (3.29)-es egyenletet használják fel a becslésre.

$$SPRD_i = \alpha_0 + \alpha_1 InvTV_i + \alpha_2 HC_i + \alpha_3 InvND_i + \epsilon_i, \quad (3.29)$$

ahol $SPRD_i$ a jegyzett bid-ask spread (quoted bid-ask spread), $InvTV_i$ a forgalom reciproka (inverse of trading volume), $InvND_i$ az árjegyzők számának reciproka (inverse of the number of traders making a market in the security)¹⁰ és HC_i a fedezés költsége (hedging cost).

A *forgalom reciproka* a forgalomról korábban elmondottak miatt lesz jó közelítése a megbízások végrehajtási költségének (order processing costs), annyi többlettel, hogy a reciprok miatt a parciális derivált előjele épp ellentétes, azaz pozitív lesz.

Bollen et al. [2004] úgy tekintette, hogy az *árjegyzők számának reciproka* a versenyt ragadja meg. Ekkor a derivált előjele pozitív lesz, hiszen a növekvő versenyt az árjegyzők számának növekedése kíséri, ez a reciprok csökkenéséhez vezet, miközben a spread csökkenését várjuk.

A *fedezés költsége* egyszerre jeleníti meg a készlettartási költséget (inventory holding cost) és a kontraszelekciónak költséget (adverse selection costs). A szerzők nem próbálták meg elkülöníteni a két tényező hatását, mert abból indultak ki, hogy mindkettő abból a kockázatból ered, hogy az ár elmozdulhat, amíg az árjegyző saját készletében tartja az értékpapírt. Versenyzői piacon az ezért a kockázatért kapott kompenzáció épp az árfolyamkockázat fedezésének határköltsége lesz. Mekkora ez a költség?

Ha az árjegyző nem rendelkezik készlettel, de egy piaci szereplő vesz tőle értékpapírt és ő elad neki, akkor azt a kockázatot futja, hogy az ár felfelé mozdul, mielőtt vissza tudja vásárolni a piacról. Ha a készlettel nem rendelkező árjegyzőnek eladnak egy részvényt, akkor azzal a kockázattal szembesül, hogy a részvény ára csökkenhet, mielőtt sikerül eladnia a részvényt. Az első esetben vételi opcióval (call), a második esetben eladási opcióval (put) tudja fedezni magát az árfolyamkockázat ellen. A szerzők európai típusú at-the-money (ATM) opciókat használtak a fedezésre és ezek értékével közelítették a készlettartási költség és a kontraszelekciónak költség összegét.

Az opciók értékét a (3.30)-es Black–Scholes féle opcióárazási formulával (Black és

¹⁰Az információs aszimmetria költségeinek reprezentálására részvényt piacok esetén szokás még a piaci kapitalizációt is választani vagy az részvény specialistáinak számát.

Scholes [1973]) lehet meghatározni.

$$\begin{aligned} c(S, T - t) &= SN(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2), \\ d_1 &= \frac{\ln(S/K) + (r + \sigma^2/2)(T - t)}{\sigma\sqrt{T - t}}, \\ d_2 &= d_1 - \sigma\sqrt{T - t}, \end{aligned} \quad (3.30)$$

ahol c az európai típusú vételi opció (call) értéke, S az értékpapír (osztalékot nem fizető részvény) azonnali árfolyama, r a kockázatmentes loghozam, σ az értékpapír loghozamának volatilitása, $T - t$ az opció lejáratáig hátralévő idő és K az opció lehívási (kötési) árfolyama.

Mivel az opciók ATM opciók, ezért $S = K$, valamint a rövid időtáv miatt a szerzők feltették, hogy a kockázatmentes loghozam nulla, ezért a (3.31)-es put–call paritást felhasználva azt kapjuk, hogy a put és a call opció értéke azonos.

$$c + Ke^{-r(T-t)} = p + S, \quad (3.31)$$

ahol p az eladási (put) opció értéke.

Alkalmazva (3.30)-et és a fenti egyszerűsítéseket adódik, hogy

$$\begin{aligned} c + p &= 2 [SN(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2)] = 2 [SN(d_1) - SN(d_2)] = \\ &= 2S [N(d_1) - N(d_2)] = 2S [N(0, 5\sigma\sqrt{T - t}) - 1]. \end{aligned} \quad (3.32)$$

A (3.32)-es képletbe behelyettesítve Bollen et al. [2004] jelöléseit megkapjuk a fedezés költségét, (3.33)-et.

$$HC_i = P_i [2N(0, 5 \cdot \sigma_i\sqrt{T_i}) - 1]. \quad (3.33)$$

ahol P_i az értékpapír ára, amelyen az árjegyző pozíciót nyit, $N()$ a standard normális valószínűségi változó eloszlásfüggvénye, σ_i a hozam szórása és T_i az árjegyző tartási periódusának (holding period) várható hossza. Észrevehető, hogy a T_i tartási periódussal szubjektív elem jelenik meg az elemzésben, valamint a bid-ask spread regressziójában magyarázó változóként szereplő HC_i , fedezési költség nagyságát – a tartási perióduson kívül – végső soron az alaptermék volatilitása határozza meg.

A (3.29)-es abszolút spread becslése ekvivalens a (3.34)-es relatív spread súlyozott legkisebb négyzetek módszerével (weighted least square, WLS) történő becslésével. A kettő közti választásban az dönt, hogy a reziduumok hogy viselkednek.

$$\frac{SPRD_i}{P_i} = \alpha_0 \frac{1}{P_i} + \alpha_1 \frac{InvTV_i}{P_i} + \alpha_2 \frac{HC_i}{P_i} + \alpha_3 \frac{InvND_i}{P_i} + \nu_i, \quad (3.34)$$

3.7.2. A spread részei és a tranzakciós árak statisztikai tulajdonságai

Glosten [1987] egyrészt a bid-ask spread-et meghatározó tényezőket azonosítja, másrészt a bid-ask spread-nek a tranzakciós árak statisztikai tulajdonságaira gyakorolt hatását mutatja be. A korábbi tanulmányok rámutattak, hogy i) a bid-ask spread negatív autokorrelációt okoz a tranzakciós árakban; ii) a spread létezése miatt a mért átlagos hozam túlbecsüli a valódi átlagos hozamot; iii) a spread léte hamis varianciát eredményez, azaz a tranzakciós árakból becsült variancia magasabb, mint a hozamok igazi szórásnégyzete.

A szerző cikkében azt mutatja be, hogy a spread létrejöttének két fő oka van; egyrészt az árjegyző monopolhatalma, készlettartási költségei, tranzakciós költségei, stb., másrészt a piacon jelen lévő információs aszimmetria, ami kontraszelekción eredményez. Az árjegyző Glosten és Milgrom [1985]-hoz hasonlóan azért (is) jegyez spread-et, hogy az informált kereskedőkkel való tranzakciókon elszenvedett veszteségét a likviditási kereskedőkkel való ügyleteken visszanyerje. A spread létrejöttének másik oka valóban a készlettartási költség, a tranzakciós költségek és a profit, ezért a szerző konklúziója az, hogy bármely a spread-et becsülő modellben legalább két faktort azonosítani kell.

Az alapvetően elméleti irányultságú cikk tételei bebizonyítása után Glosten és Milgrom [1985]-hoz hasonlóan arra a következtetésre jut, hogy a bid-ask spread-nek a tranzakciós árakra gyakorolt hatása nem pusztán a spread nagyságától, hanem annak összetételétől függ. A tisztán aszimmetrikus információból származó spread nem okoz negatív autokorrelációt a hozamokban és a tranzakciós árakból becsült átlagos hozam torzítása is attól függ, hogy a spread mekkora részéért felelős a kontraszelekció és mekkora részéért a többi tényező.

3.7.3. A bid-ask spread modellek és a likviditás

A bid-ask spread modelleket használó empirikus tanulmányok közül érdemes megemlíteni Glosten és Harris [1988] valamint Stoll [1989] cikkeit. Ezekon kívül Csávás és Erhart [2005] összefoglalja három bid-ask spread-et vizsgáló empirikus cikk főbb eredményeit (Galati [2000], Wei [1994] és Huang-Masulis [1999]), de mivel jelen dolgozat fókuszja a likviditás és azon belül is főleg ennek hazai vonatkozása, ezért az alábbiakban az ő cikkük főbb eredményeit ismertetjük. Csávás és Erhart [2005] kifejezetten azért becsült bid-ask modellt, hogy konkrét piacok, mégpedig a magyar állampapírpiac és az EUR/HUF devizapiac likviditását elemezni tudja. Amint az

látható a korábbiakból, a bid-ask modellekben a likviditás több dimenziója is megjelenik a regressziós egyenletben, hiszen a függő változó is likviditási mutató és a független változók közül a forgalom és a koncentráció is annak tekinthető. A szerzők által választott modell céljaiknak abból a szempontból is megfelel, hogy a gyakorlati tapasztalatok szerint inkább a forgalom és a koncentráció hat a spreadre, mint fordítva.

A másik szempontjuk az volt, hogy a modell a volatilitás hatását is kezelni tudja. Mivel a piac természetes működéséhez hozzátartozónak vélik azt, hogy a volatilitás növekedésével a spread is nő, és ezt nem tekintik a likviditás csökkenésének, ezért a vizsgálatba nem a volatilitás szintjét vonták be, hanem a változásából generált idősort.

Az eredmények összefoglalásakor megállapítják, hogy a likviditásról csak több dimenzió (feszesség, mélység, szélesség, rugalmasság, azonnaliság) együttes vizsgálatával lehet következtetéseket levonni, sőt ezek elkülönült vizsgálata sem kielégítő, ezért összefüggéseikben tanulmányozták őket.

Az *azonnali devizapiaci bid-ask spread* és a volatilitás kapcsolatát vizsgálva azt tapasztalták, hogy a volatilitás növekedésekor a spread gyorsan tágul, míg a volatilitás csökkenésekor a spread lassabban szűkül, amiből arra következtettek, hogy a devizapiaci árjegyzők óvatosan alakítják spread-et. A forgalom és a koncentráció kapcsolatában megfigyelték, hogy a külföldiek jelenlétét tükröző együtthatók szignifikánsabbak lettek, amit azzal magyaráznak, hogy a külföldiek szerepe meghatározóbb lehet ezen a piacon, mint ahogy azt a forgalomból való részesedésük alapján gondolnánk. A vizsgálatok megerősítették azt a hipotézist, hogy a piac aktivitása hétfőnként magasabb, mint más napokon, amit a Monetáris Tanács hétfői kamatdöntő ülésével, valamint a magyar és amerikai kereskedés közti időeltolódással magyarázott. Nem találtak viszont bizonyítékot arra, hogy a devizapiac nyári aktivitása alacsonyabb lenne, mint az év többi részében. Végezetül megállapítják, hogy az elmúlt években a likviditás kis mértékben, de folyamatosan javult.

Az *államkötvénypiac* elemzése során azt tapasztalták, hogy az instrumentumok másodpiaci forgalmát – és így likviditását – a piacon lévő állomány nagysága egyértelműen befolyásolja, valamint, hogy az államkötvények likviditása a hátralévő futamidő függvényében csökkenő. Ennek ellenére a különböző futamidejű államkötvények bid-ask spread-je és forgalma erős együttmozgást mutat, ami az értékpapírok likviditása közti kapcsolatot mutatja. Nemzetközi összehasonlításban a magyar állampapírpiacon alacsony likviditásúnak mondható.

Az azonnali devizapiac és az állampapírpiacon likviditásának kapcsolatát illetően talál-

tak arra utaló jeleket, hogy a két piac likviditása együtt mozog, különösen turbulens időszakokban.

4. fejezet

Részvénypiaci likviditás vizsgálata

Ebben a fejezetben a BÉT négy legnagyobb részvényének likviditását vizsgálom. A kutatás célja kettős. Egyrészt különböző likviditási mutatók idősoros és keresztmetszeti elemzését végzem el. Másrészt a Hurst–együttható értéke fontos információt tartalmazhat az egyes mutatók előrejelzési stratégiájának kialakításakor, ezért a következő lépésben ezen mutató meghatározásával, becslésével foglalkozom.

Az egyik legegyszerűbb likviditási mutatónak, a forgalomnak az előrejelzése fontos lehet például az ügyfélmegbízásokat (forgalomarányos) jutalékért teljesítő brókercégek és a VWAP (volume weighted average price, forgalommal súlyozott átlagár) megbízásokat teljesítő tőzsdei kereskedők számára. Nekik feltételes forgalom-előrejelzésre van szükségük, ezért érdekes annak vizsgálata, hogy mikor jelezhető előre a forgalom és így a likviditás.

A bid–ask spread előrejelzése minden kereskedőnek fontos, hiszen az egyfajta tranzakciós költséget jelent. A becslésből az is kiderül, hogy a spread nagyságát milyen tényezők és milyen mértékben befolyásolják. Ez a pénzügyi piacok tervezői számára is fontos, hiszen következtethetnek belőle például arra, hogy az adott piacon a verseny vagy annak hiánya és a kontraszelekció mekkora költséggel jár a piaci szereplők számára. A kutatás során a bid–ask spread-et nem becsülöm meg, de az előrejelezhetőségével foglalkozom.

4.1. Adatok

A felhasznált adatok elsősorban a kötéslistát és a legjobb vételi és eladási ajánlatot tartalmazó TAQ (trades and quotes) és a legjobb öt vételi és eladási ajánlatot tartalmazó mélység (depth) adatbázisból vesszük. Az elvégzett elemzések az OTP,

a MOL, a Magyar Telekom és a Richter részvények a Budapesti Értéktőzsdén való kereskedésének szabad szakaszából vett adatait használták fel a 2006. szeptember 1-től 2009. június 30-ig terjedő időszakból.

A TAQ adatbázis egyrészt a kötéslistát tartalmazza, tehát a tranzakciók során összepárosított vételi és eladási ajánlatokat (trades), valamint az aktuális legjobb vételi és eladási ajánlatot (quotes), mindkettőt századmásodpercre pontosan. A legjobb ajánlatok akkor változnak, ha új, jobb limit ajánlatot tesz valamelyik piaci szereplő, ha visszavonják a legjobb ajánlatot vagy ha egy piaci megbízás akkora méretű, hogy nemcsak a legjobb szinten lévő ajánlattal párosul, hanem más szinteket is elér. Ekkor természetesen több rekord keletkezik azonos időponttal, de más árfolyammal.

Az adatok között néhol előfordul, hogy az ajánlati könyvben lévő legjobb vételi ajánlat nem kisebb a legjobb eladási ajánlatnál. Erre a paradoxonra az adja a magyarázatot, hogy a partnerlimitek kimerülése esetén a rendszer nem párosítja össze a két fél ajánlatait. Ezeket a rekordokat az elemzés egyszerűsítése érdekében kihagytam. A számításokat MATLAB-ban végeztem, a Hurst-együtthatót a MATLAB beépített függvényével becsültem meg.

4.2. Módszertan

A likviditási mutatók idősoros és keresztmetszeti jellemzésére standard statisztikai eszközöket fogok használni. Az előrejelezhetőség vizsgálatát a hosszú memóriával rendelkező folyamatok jellemzésére használt Hurst-mutató számszerűsítésével fogom első lépésben elvégezni.

Hurst mutató

A Hurst-mutató a hosszú memóriájú folyamatok (long memory processes) jellemzésére szolgáló mutató. Az egyik elterjedt definíció a Wiener-folyamatok általánosításából indul ki. A frakcionális Brown mozgást követő folyamatok növekményének varianciája az alábbi:

$$\text{Var}(fBm(t) - fBm(s)) = v|t - s|^{2H},$$

ahol $fBm(t)$ és $fBm(s)$ a frakcionális Brown mozgás t és s időpontban felvett értéke, v a Wiener-folyamat egységnyi idő alatti varianciája és H a Hurst-mutató vagy Hurst-együttható. Látható, hogy $H = 0,5$ -re épp a Wiener-folyamatra jellemző szórásnégyzetet kapjuk vissza.

Az $1/2$ és 1 közötti Hurst-mutató pozitív autokorrelációt mutat, a 0 és $1/2$ közötti az átlaghoz való visszahúzást (mean reversion) mutatja.

A hosszú memóriájú folyamatokat az autokovariancia-függvény segítségével is szokás definiálni. A folyamat hosszú memóriával rendelkezik, ha az autokovariancia-függvényére, $\gamma(k)$ -ra teljesül, hogy

$$\gamma(k) \sim k^{-\beta} L(k),$$

ha k tart a végtelenbe, ahol $0 < \beta < 1$ és $L(x)$ a végtelenben lassan változó függvény.¹ A hosszú memória fokát itt β adja meg; minél kisebb β , annál nagyobb a folyamat memóriája. A Hurst együttható és béta közötti kapcsolat egyszerű:

$$H = 1 - \frac{\beta}{2} \quad \text{vagy} \quad \beta = 2 - 2H.$$

Legalább két fontos következménnyel jár, ha egy folyamatnak hosszú a memóriája: a folyamat jobban előrejelezhető, és az idő előrehaladtával a folyamat varianciája jobban nő, mint a Wiener-folyamaté. Ez a diffúziós tulajdonság indokolja a Hurst-mutató használatát. A pénzügyi piaci kutatások azt találták, hogy a részvényárak volatilitásában Ding, Granger és Engle [1993]), tranzakciók méretében (Lillo és Farmer [2004]), a forgalomban, az order flowban (Bouchaud [2004], Lillo és Farmer [2004]) és a legjobb vételi vagy eladási ajánlatokban is van hosszú memória.

Becslése ugyanakkor korántsem egyértelmű, sőt kifejezetten nehéz lehet. Számos módszer összefoglalása olvasható Taqqu, Teverovsky és Willinger [1995]-ben és Lillo és Farmer [2004]-ben.

4.3. Az első eredmények

A kutatás első szakaszában az OTP részvény 2008. szeptember 1. és 2008. december 31. közötti időszak adatain végeztem el a számításokat. Ez a rész ezeket az előzetes eredményeket tartalmazza.

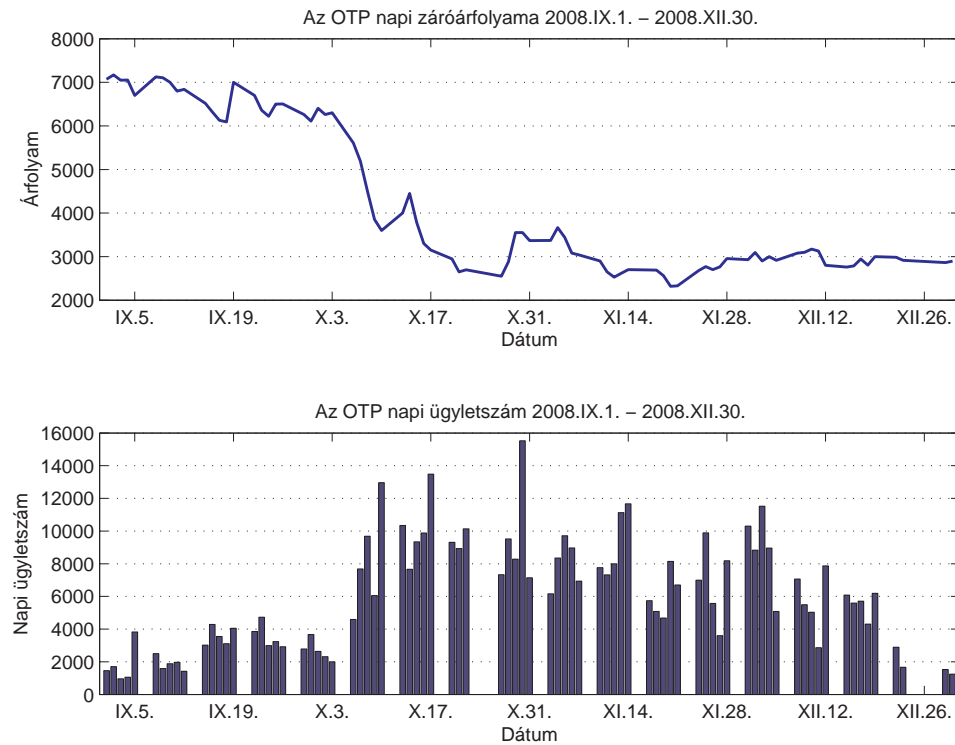
4.3.1. Napi szintű leírás

Először napi szintű adatsorokat készítettem a kötéslistából. Az 4.1-es ábra a napi záróárfolyamot, illetve a napi ügyletszámot tartalmazza, a 4.2-es ábra a forintban és

¹ $L(x)$ lassan változó, ha $\lim_{x \rightarrow \infty} L(tx)/L(x) = 1$

darabszámban kifejezett napi forgalmat és a 4.3-as ábra a forintban és darabszámban kifejezett napi átlagos ügyletméretet.

4.1. ábra. Az OTP napi záróárfolyama és a kötések napi száma 2008.IX.1. - 2008.XII.30.



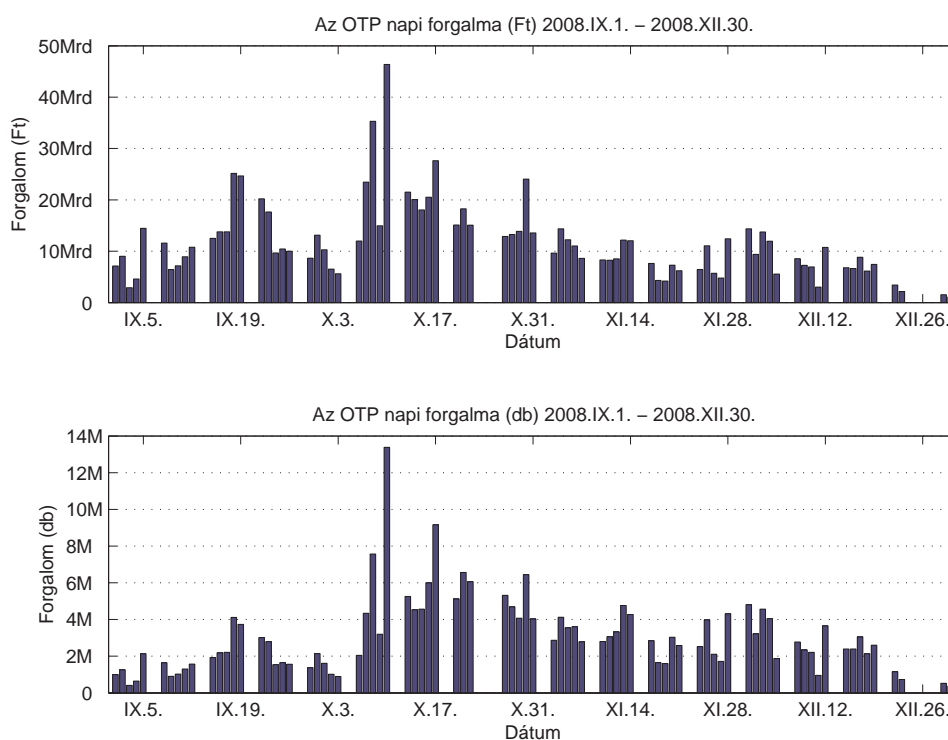
Az ábrák alapján látható, hogy az adott időszakban a részvény elvesztette értékének több, mint felét, valamint jól látható a nemzetközi hírekre adott reakció (például szeptember 15-i Lehman Brothers csőd, október elején az európai bankszektorttal kapcsolatos negatív hírek). A napi forgalom időnként – az ebben az időszakban átlagos – forgalom ötszörösét is meghaladta. Az átlagos ügyletméret növekedése szeptemberben és októberben a fokozott intézményi aktivitást valószínűsíti, a nagyobb ügyletszámból és kisebb ügyletméretből a megnövekedett kisbefektetői tevékenységre következtek a vizsgált időszak második felében.

Ezt követően a legjobb vételi és eladási ajánlatokból számoltam abszolút és relatív spreadet (a középárfolyamhoz képest). Ezek napi átlagát mutatja a 4.4-es ábra.

A napi forgalom (Ft és db), kötésméret (Ft és db), kötésszám (db), záróárfolyam (Ft), abszolút és relatív bid–ask spread (Ft és %), valamint a százalékos true range mutatók² együttmozgását tükröző korrelációs együtthatókat a 4.1-es táblázat tartalmazza.

²A $truerange = \max(P_t^{high}, P_{t-1}^{close}) - \min(P_t^{low}, P_{t-1}^{close})$ az aznapi záróárfolyamra vetítve.

4.2. ábra. Az OTP napi forgalma 2008.IX.1. - 2008.XII.30.



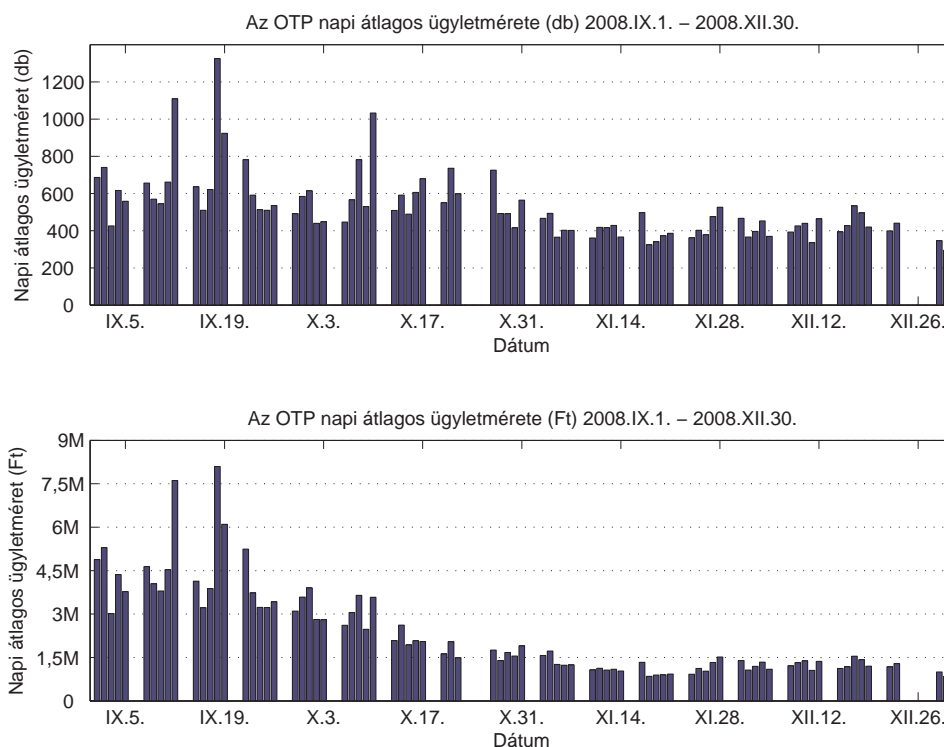
A relatív spread és a darabban mért forgalom közti *erős pozitív kapcsolat* (0,8157) jól jelzi, hogy a likviditás egyik dimenzió szerinti javulása gyakran jár együtt egy másik dimenzió szerinti romlással. A százalékos true range és a relatív spread közti *erős pozitív kapcsolat* (0,8207) pedig azt mutatja, hogy a nagy árfolyamingadozásban megjelenő bizonytalanság növeli a spread-et.

Bár egy-egy likviditási mutató önálló vizsgálatával a vizsgált négy hónapot fel lehetne osztani olyan szakaszokra, amiken belül a mutató nagyjából hasonlóan viselkedett (például válság előtt, válságban és közvetlenül válság után, ahol a „válságon” most a turbulens októberi időszakot értem), összességében nem tudok olyan időszakokat elkülöníteni, amelyekben a piac viselkedése likviditási szempontból gyökeresen különböző lenne.

4.3.2. Tranzakciós időközök idősorainak vizsgálata

A vizsgálat következő részében Gouriéroux et al. [1999] és Barra [2008] alapján a *mennyiséggel és értékkel súlyozott tranzakciós időközöket* vagy *tranzakciós átlagidőket* (volume weighted transaction duration és capital weighted transaction duration) számítottam ki. A súlyozott átlagidő azt mutatja meg, hogy adott mennyiségű vagy

4.3. ábra. Az OTP napi átlagos ügyletmérete 2008.IX.1. - 2008.XII.30.

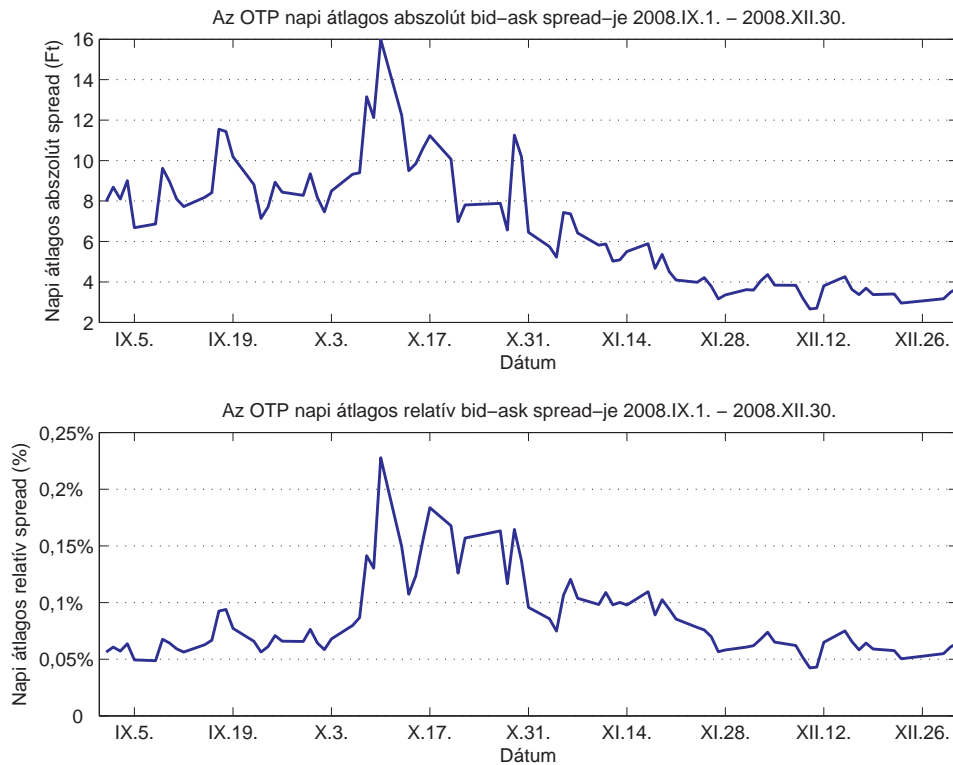


4.1. táblázat. Az OTP napi mutatói közti korreláció 2008.IX.1. - 2008.XII.30.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---|
| A | 1 | | | | | | | | |
| B | 0,854 | 1 | | | | | | | |
| C | 0,6208 | 0,345 | 1 | | | | | | |
| D | 0,5582 | 0,8371 | -0,1136 | 1 | | | | | |
| E | 0,3435 | -0,097 | 0,8416 | -0,4675 | 1 | | | | |
| F | 0,1016 | -0,3557 | 0,4959 | -0,6131 | 0,8617 | 1 | | | |
| G | 0,7144 | 0,4362 | 0,6133 | 0,1101 | 0,5884 | 0,5185 | 1 | | |
| H | 0,6595 | 0,8157 | 0,2427 | 0,6791 | -0,1309 | -0,3239 | 0,6079 | 1 | |
| I | 0,6543 | 0,7405 | 0,1336 | 0,709 | -0,1482 | -0,2875 | 0,5293 | 0,8207 | 1 |

A: forgalom (Ft), B: forgalom (db), C: kötésméret (db), D: kötésszám (db),
 E: kötésméret (Ft), F: árfolyam (Ft), G: spread (Ft), H: spread (%), I: true
 range (%)

4.4. ábra. Az OTP napi átlagos abszolút és relatív spread-je 2008.IX.1. - 2008.XII.30.



értékű részvény mennyi idő alatt fordul meg a piacon. Ezek a likviditási mutatók azért fontosak a kereskedők számára, mert azt számszerűsítik, hogy épp akkor mennyi idő alatt fordul meg az adott mennyiségű vagy értékű részvény a piacon.

Jelölje t_i az i -edik tranzakció időpontját, v_i az i -edik tranzakcióban gazdát cserélő részvények darabszámát és $N(t)$ a t időpontig lezajló tranzakciók számát. Ekkor a kereskedett mennyiség kumulatív összege t időpontig

$$V(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} v_i.$$

4.3.1. Definíció (Mennyiséggel súlyozott átlagidő). *Adott v küszöb mellett az $i \cdot v_0$ mennyiség kereskedéséhez szükséges idő:*

$$t_i(v) = \inf\{t : V(t) \geq iv_0\}.$$

Az

$$x_i(v_0) = t_i(v_0) - t_{i-1}(v_0)$$

különbséget mennyiséggel súlyozott tranzakciós időköznek (átlagidőnek) hívjuk.

Jelölje p_i az i -edik tranzakcióban a részvény árát. Ekkor a kereskedett részvények kumulatív összértéke a t időpontig

$$C(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} p_i v_i.$$

4.3.2. Definíció (Értékekkel súlyozott átlagidő). *Adott c küszöb mellett az $i \cdot c_0$ érték kereskedéséhez szükséges idő:*

$$t_i(c) = \inf\{t : C(t) \geq ic_0\}.$$

Az

$$x_i(c_0) = t_i(c_0) - t_{i-1}(c_0)$$

különbséget értékekkel súlyozott tranzakciós időköznek (átlagidőnek) hívjuk.

A súlyozott tranzakciós időközök képzéséhez megnézzük, hogy mennyi idő alatt kereskednek adott mennyiségű vagy értékű részvénnel. Legyen például a küszöb ötezer darab. Ha a kereskedés 9h02-kor indult, és az első ötezer darabot 9h04-re adják el, akkor az első időköz 2 perc. Ha a második ötezer darab 9h09-re cserél gazdát, akkor a második tranzakciós időköz 5 perc.

A kötéslistából számolt tranzakciós méretek piaci áras megbízások méreténél kisebbek, hiszen számos piaci megbízás még azonos árszinten is több részletben teljesül. Valószínűleg a türelmesebb, limit megbízást adó kereskedők sem egyetlen ajánlatként adják megbízásukat, hanem több darabban (order splitting), ezért a kötéslistából számolt tranzakcióméretnél (átlag 523, szórás 175) a releváns méret nagyobb. A vizsgálathoz választott küszöbértékek: 500, 1000, 2000, 5000 és 10000, valamint 2M 5M 25M 60M forint.³

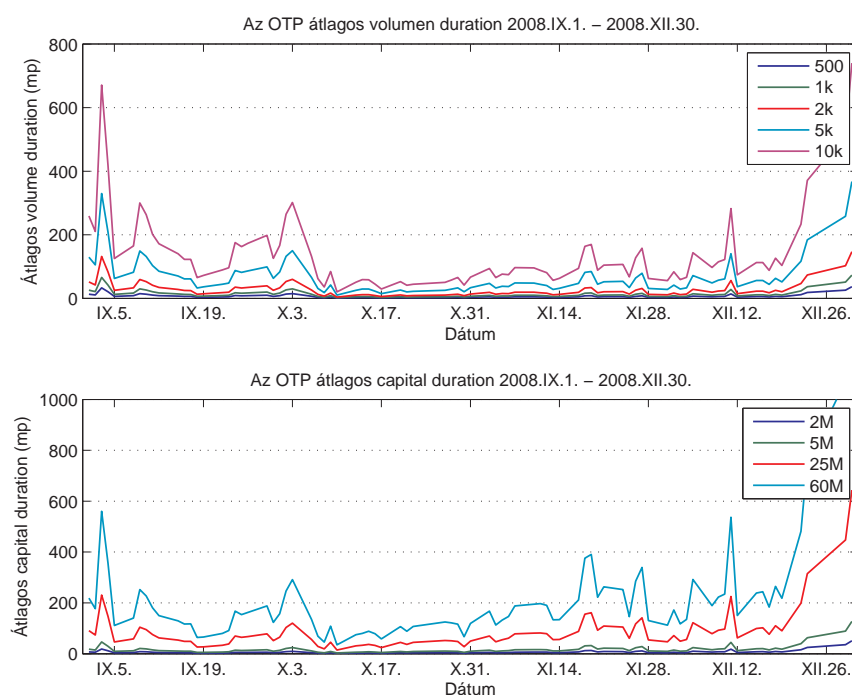
Napi átlagok vizsgálata

A 4.5-ös ábra a súlyozott tranzakciós időközök idősoraiból számolt napi átlagok alakulását tartalmazza.

Az ábrákat a korrelációs együtthatók is alátámasztják, ugyanis a különböző mennyiségi küszöbök melletti súlyozott tranzakciós időközök korrelációja is egyetlen kivétel-

³A mennyiségek és az értékek nem egymás megfelelői (a jelentős árfolyamesés miatt ez nehéz is lenne). A forint értékek meghatározásakor az átlagos kötésérték mellett a Kutas és Végh [2005]-ben a Budapesti Likviditási Mérték meghatározásakor használt 20e, 40e, 100e és 250e eurós határokat is figyelembe vettem. A későbbiekben látni fogjuk, hogy sok szempontból nincs túl nagy jelentősége a küszöb nagyságának.

4.5. ábra. Az OTP napi átlagos tranzakciós időközöi 2008.IX.1. - 2008.XII.30.



lel (0,9999) gyakorlatilag egy, és ugyanez az értékkel súlyozott mutatók kapcsolatára is elmondható (a kivétel 0,9998). Az értékkel súlyozott és a mennyiséggel súlyozott mutatók egymás közti korrelációja is igen magas, 0,85 körüli.

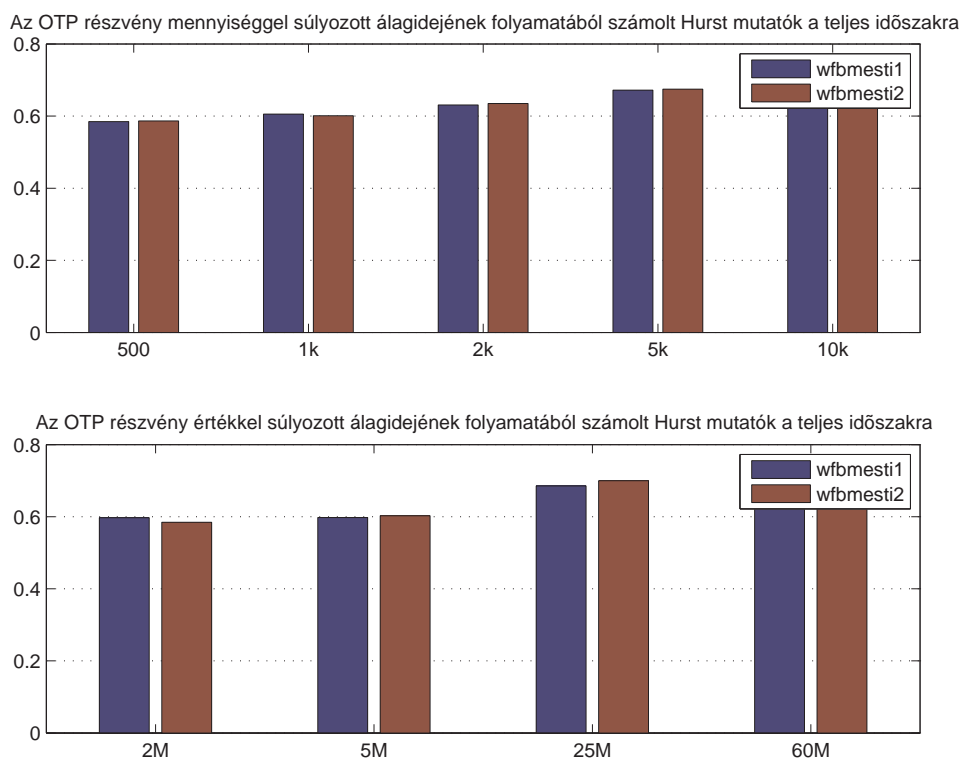
A tranzakciós időközök hosszú memóriájának vizsgálata

A tranzakciós időközök előrejelezhetőségének eldöntéséhez Hurst-mutatót számoltam a tranzakciós időközök kumulálásával készített folyamatra. Ezek értékeit a 4.6-os ábra mutatja.

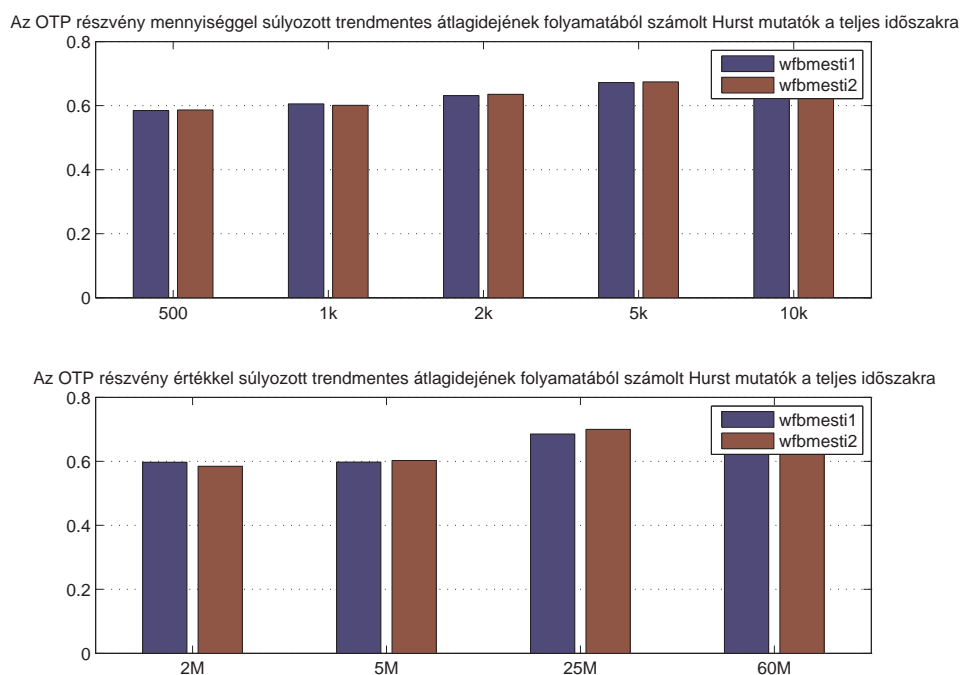
A Hurst-mutató becslése érzékeny lehet a folyamatban lévő trendre, ezért az adatso-rokat úgy transzformáltam, hogy a tranzakciós időközökből kivontam a napi átlagos értéküket, és ezeket a transzformált időközöket kumuláltam, hogy a folyamatot megkapjam. A transzformált folyamatok Hurst-együtthatóit a 4.7-es ábra mutatja.

A 4.6-os és 4.7-es ábrákat összevetve látható, hogy a becsült értékek nem változ-tak lényegesen, és jellemzően 0,6 és 0,73 között vannak, tehát ezek a folyamatok előrejelezhetők. Ugyancsak megfigyelhető, hogy a Hurst-együtthatók a küszöbnek mind a mennyiséggel súlyozott, mind az értékkel súlyozott tranzakciós időközöknél növekvő függvényei. Ez azt sugallja, hogy noha a különböző küszöbértékek melletti

4.6. ábra. Az OTP tranzakciós időközei folyamatának hosszú memóriáját mutató Hurst együtthatók 2008.IX.1. - 2008.XII.30.



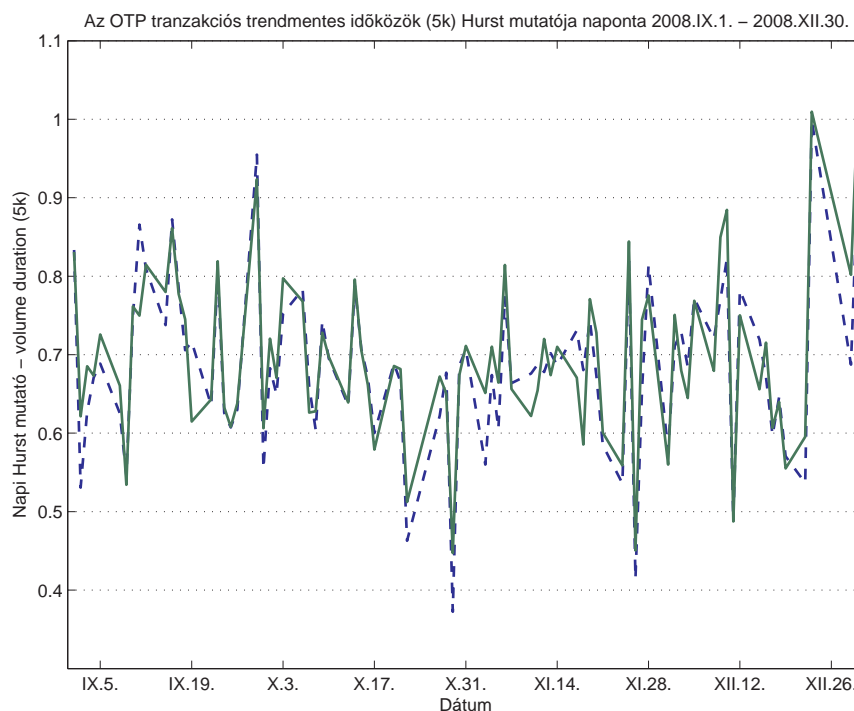
4.7. ábra. Az OTP transzformált tranzakciós időközei folyamatának hosszú memóriáját mutató Hurst együtthatók 2008.IX.1. - 2008.XII.30.



tranzakciós időköz idősorok korrelációja nagyon magas, a nagyobb küszöbvel képzett idősorok hosszú memóriája erősebb. Annak eldöntésére, hogy ez csak a véletlennek köszönhető, esetleg a mintaelemszám különbözőségének⁴ vagy mélyebb összefüggés húzódik meg a jelenség mögött, több időszakot (esetleg hosszabb idősort) és mindegyiknél több instrumentumot kell megvizsgálni.

A folyamatok Hurst-mutatóját minden napra kiszámítottam, és a boxplot-ok alapján azt találtam, hogy a nagyjából stabilan 0,6 és 0,75 között vannak, és az ebből képzett idősor változékonysága a piaci folyamatokkal nem áll kapcsolatban. A 4.8-as ábra például az 5000 darabos küszöbvel képzett transzformált tranzakciós időközök folyamatának napi Hurst-mutatóit tartalmazza kétféle módszerrel becsülve.

4.8. ábra. Példa napi Hurst együtthatóra: OTP részvény, 5000 darabos küszöb, transzformált tranzakciós időközök idősora, 2008.IX.1. - 2008.XII.30.



A különböző küszöbök melletti tranzakciós időközök folyamatainak napi Hurst-mutatóiból készített boxplot a medián emelkedését és az interkvartilis terjedelem tágulását mutatja a küszöb függvényében. Ugyanakkor a különböző küszöbökkel képzett tranzakciós időköz idősorok Hurst-mutatói közötti korrelációk nem jelentősek, pedig azt várhatnánk, hogy ezek együtt mozognak, mivel a tranzakciós időköz folyamatok szinte teljesen összefüggnek. Ez arra enged következtetni, hogy a becslési

⁴A nagyobb küszöbök esetén is 15000 feletti az idősor hossza, de kisebb küszöbre több százezer az elemszám.

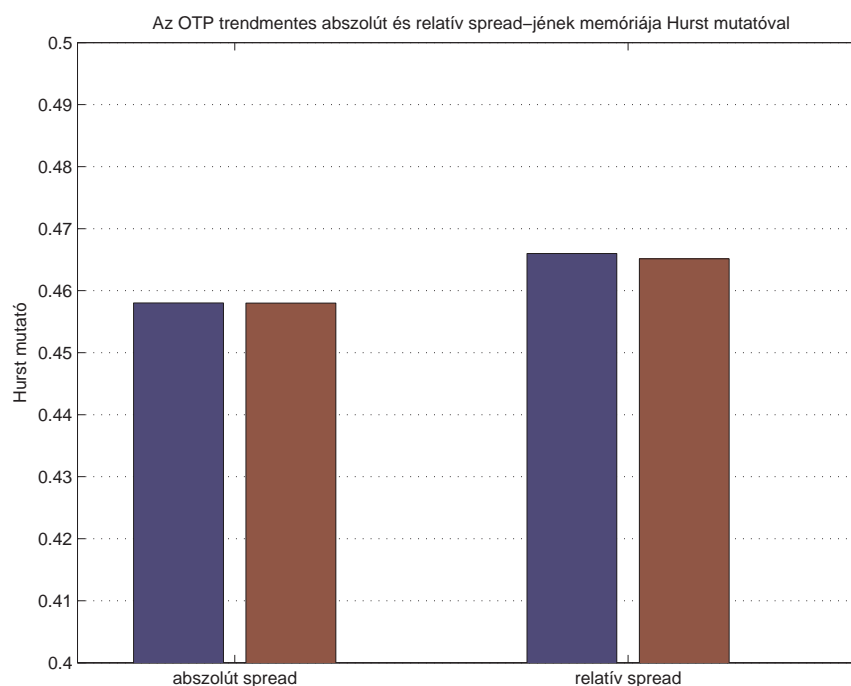
eljárás hibái nem korrelálnak egymással. Ugyanakkor óvatosságra int, hogy a nagyobb küszöbökkel képzett tranzakciós időköz idősorok pontjainak száma lehetséges, hogy túl kicsi a megbízható Hurst-bebecsléshez.

4.3.3. Bid–ask spread vizsgálata

Az abszolút és relatív spread-ek napi átlagait már bemutattam a 4.4-es ábrán. Jól látszik, hogy – nem meglepő módon – a piaci turbulencia idején a spread jelentősen kitágult.

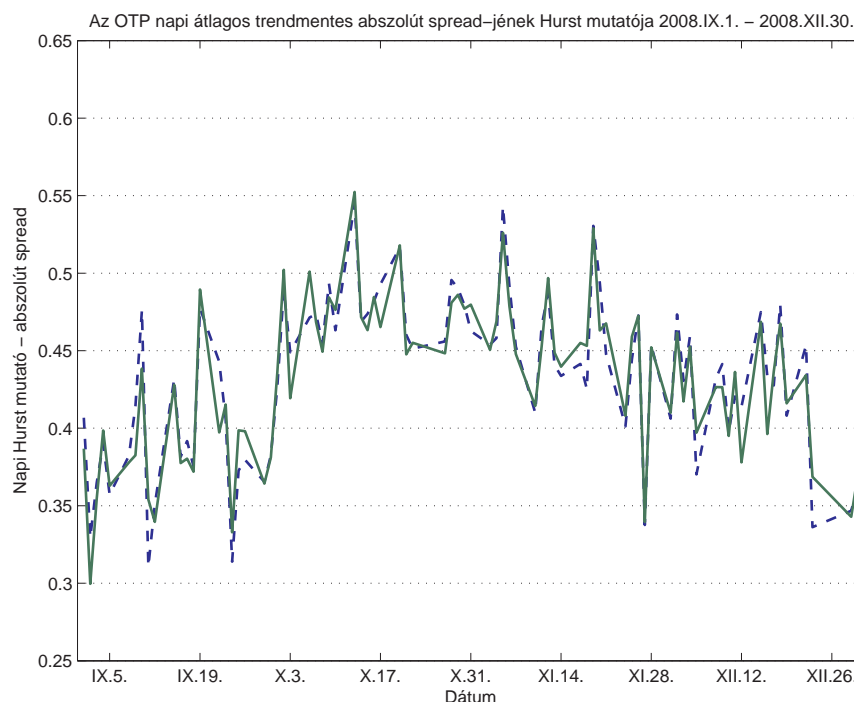
A bid–ask spread idősorokra és a napi átlaggal korrigált transzformált idősorokra is kiszámoltam a Hurst–mutatókat. Hasonló eredményeket kaptam mind az abszolút, mind a relatív spread-re vonatkozóan, illetve a trendtől tisztított és az eredeti idősorra is. A példát a 4.9-es, a napi Hurst–mutatók időbeli alakulására pedig a 4.10-es ábrák mutatják.

4.9. ábra. Az OTP trendmentes abszolút és relatív spread-jének Hurst–mutatója, 2008.IX.1. - 2008.XII.30.



A spreadek memóriáját jelző Hurst–mutatók a teljes mintában számolva 0,45 és 0,47 közötti értéket mutatnak, ami nagyon közel esik a gyengén előrejelezhetőséghez. Az időbeli alakulást tekintve látszik, hogy az októberi igen turbulens időszakban estek a Hurst–mutatók 0,5-höz nagyon közel, míg előtte és utána átlaghoz való visszahúzást

4.10. ábra. Az OTP trendmentes abszolút spread-jének napi Hurst-mutatója, 2008.IX.1. - 2008.XII.30.



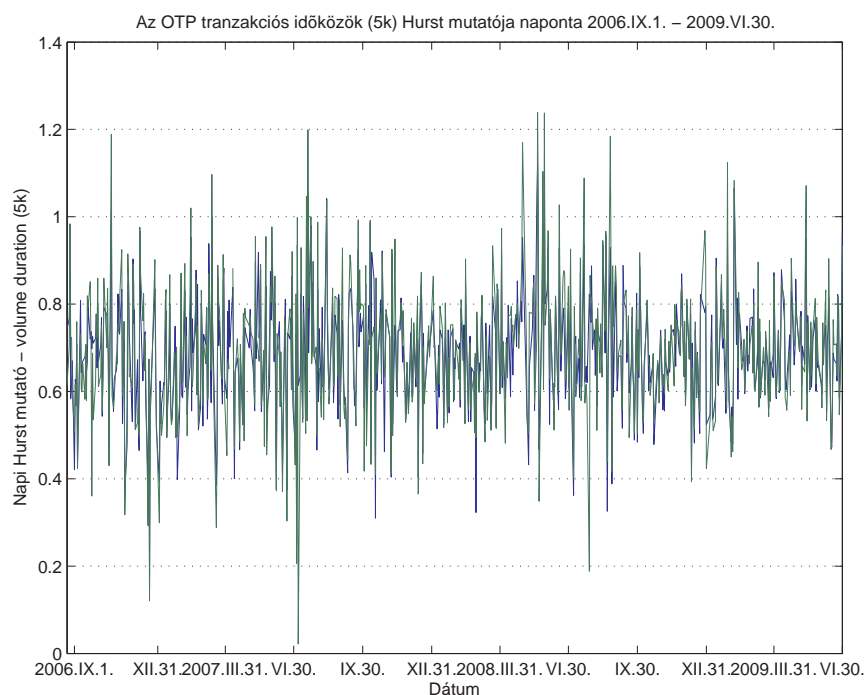
jeleznek. Bár a jellemző spread létezése könnyen hihető lenne, ennek igazolására is szükséges még más időszakok és instrumentumok további vizsgálata.

4.4. A négy részvény vizsgálata

A 4.3.1. részben elvégzett napi szintű előzetes elemzés célja az volt, hogy a képet kapjunk a különböző likviditási mutatók együttes viselkedéséről és hogy el tudjunk különíteni olyan időszakokat, amikor a piac viselkedése likviditás szempontjából gyökeresen különbözik. Az első célt el is értük, a másodikat – mégha például a 4.4-es ábrán egyértelműen látszik is, mikor az OTP napi átlagos relatív spread-je 2008 októberében a korábbi szint ötszörösére nő – nem. Nem, mert bár a 4.8-es és a 4.10-es ábrákon úgy tűnik, hogy 2008-as turbulens piaci időszakban a vizsgálandó fő fókuszát jelentő Hurst-együttható napi értéke közelít a 0,5-höz, a mutató volatilitása akkora, hogy ezt nem támasztja alá.

A teljes időszak adataiból számolt 4.11-es ábrán ugyan látszik, hogy a Hurst-együttható az általában 0,6 és 0,8 között van, akkora a volatilitása, hogy nem értelmezhető a trendszerű változás.

4.11. ábra. Napi Hurst együtthatók: OTP részvény, 5000 darabos küszöb, tranzakciós időközök idősora, 2006.IX.1. - 2009.VI.30.



A négy nagy részvény tranzakciós időközeinek idősoros vizsgálatát a 4.3.2. részben ismertettek szerint elvégeztem. A napi átlagok vizsgálata az előzetes vizsgálatokból (4.3) már ismert erős együttmozgást hozta. Ezt szemléleteti a 4.12-es ábra.

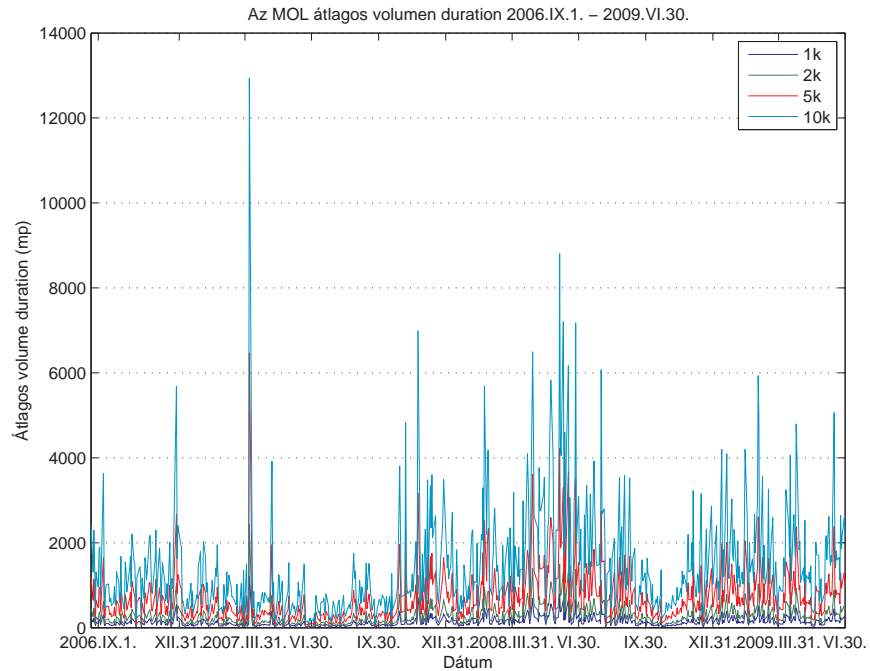
A vizsgálat legfontosabb része a teljes időszakra számolt tranzakciós időközök Hurst mutatóinak számszerűsítése volt. Mivel az előzetes vizsgálat azt mutatta, hogy a mennyiséggel súlyozott tranzakciós átlagidők és az értékkel súlyozott tranzakciós átlagidők azonos viselkedést mutatnak, ezért az alábbiakban csak a mennyiséggel súlyozott átlagidők Hurst-együtthatóit mutatom be. A 4.13-as és a 4.14-es az OTP, a 4.15-ös és a 4.16-os a Mol, a 4.17-es és a 4.18-as a Richter, a 4.19-es és a 4.20-as ábrák pedig a MTelekom adataiból számolt Hurst-mutatókat tartalmazza.

4.5. Eredmények

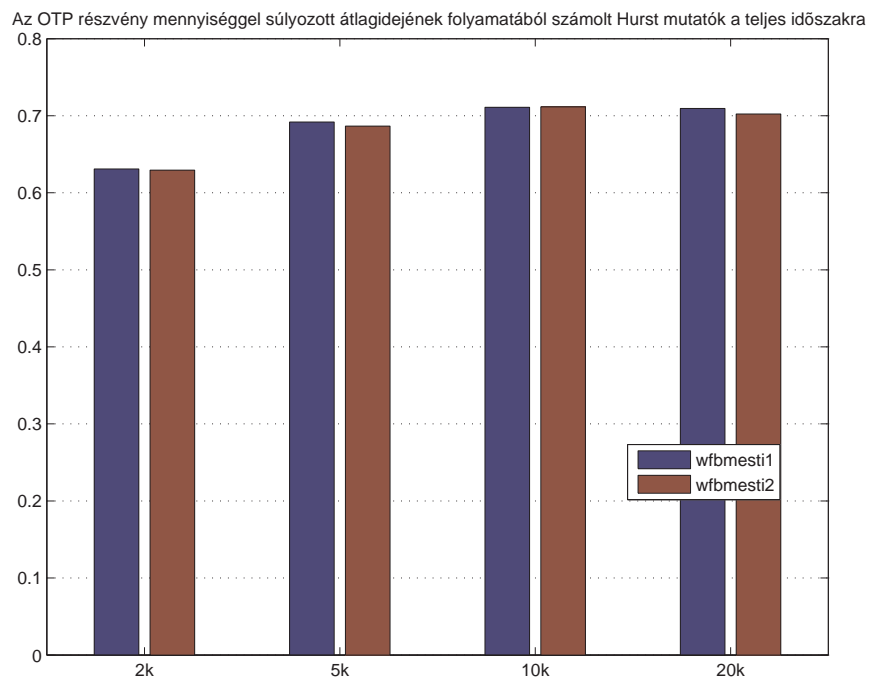
Az empirikus kutatás eredményei az alábbiakban foglalhatók össze:

H1 A tranzakciós időközök memóriáját jelző Hurst-mutató a BÉT négy legnagyobb részvényének 2006. szeptember 1. és 2009. június 30. közötti kötéslistái alapján jellemzően 0,6 és 0,75 között van, ami alátámasztja, hogy a tranzakciós időközök

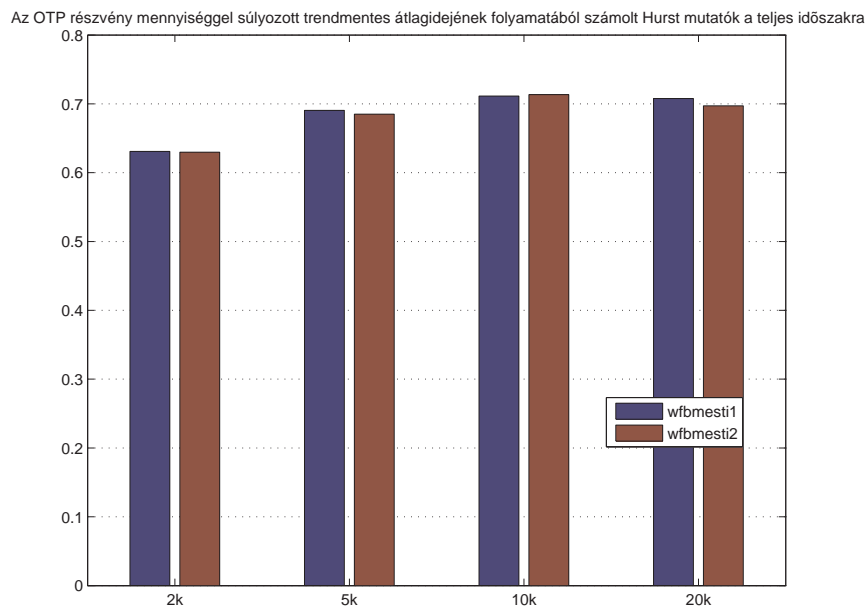
4.12. ábra. Az MOL napi átlagos tranzakciós időközei 2006.IX.1. - 2009.VI.30.



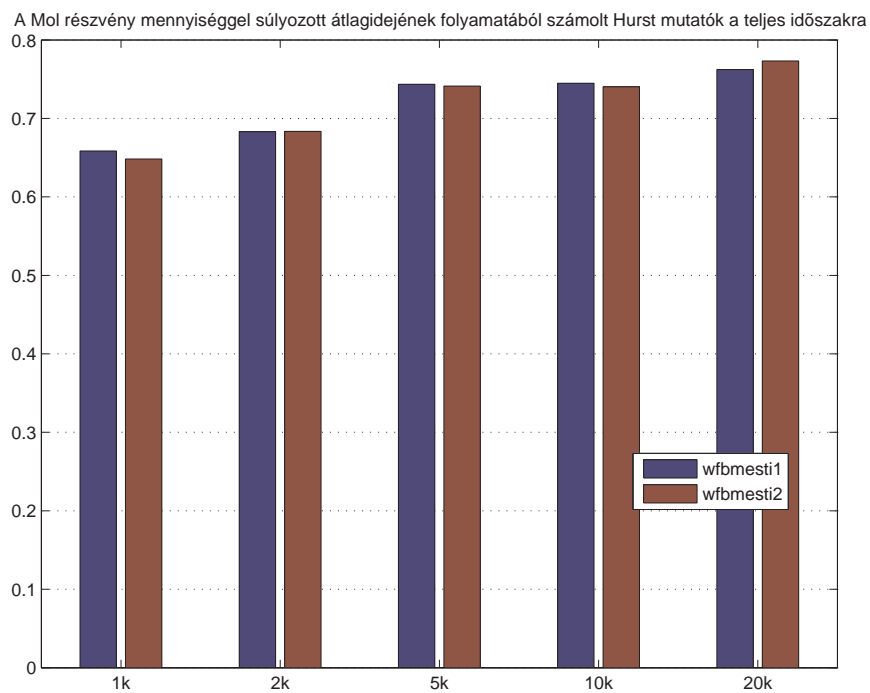
4.13. ábra. Az OTP tranzakciós időközei folyamatának hosszú memóriáját mutató Hurst együtthatók 2006.IX.1. - 2009.VI.30.



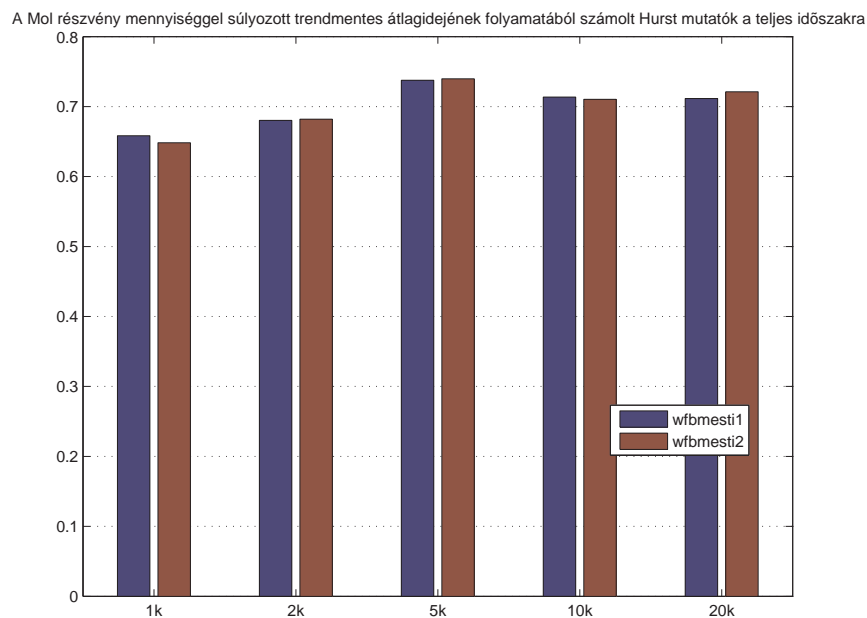
4.14. ábra. Az OTP transzformált tranzakciós időközei folyamatának hosszú memóriáját mutató Hurst együtthatók 2006.IX.1. - 2009.VI.30.



4.15. ábra. A MOL tranzakciós időközei folyamatának hosszú memóriáját mutató Hurst együtthatók 2006.IX.1. - 2009.VI.30.



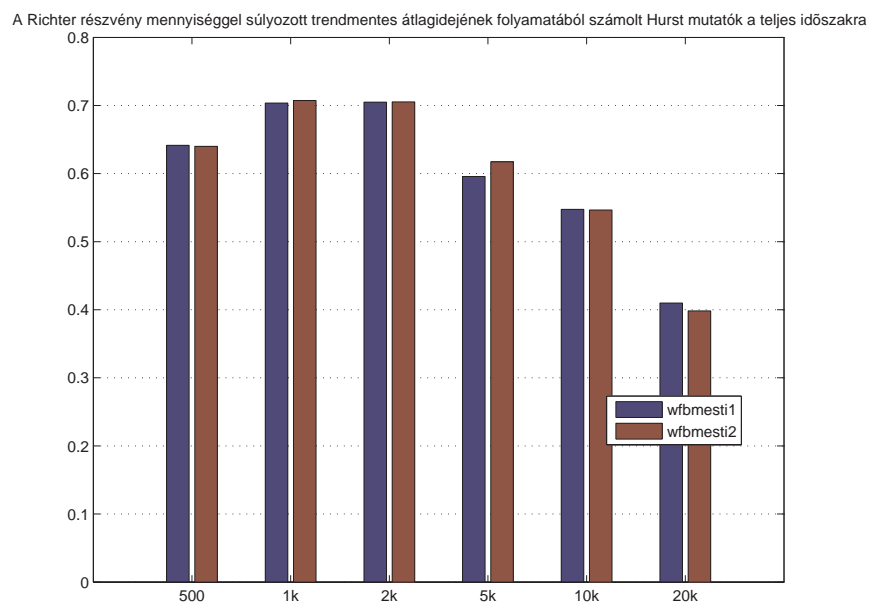
4.16. ábra. A MOL transzformált tranzakciós időközei folyamatának hosszú memóriáját mutató Hurst együtthatók 2006.IX.1. - 2009.VI.30.



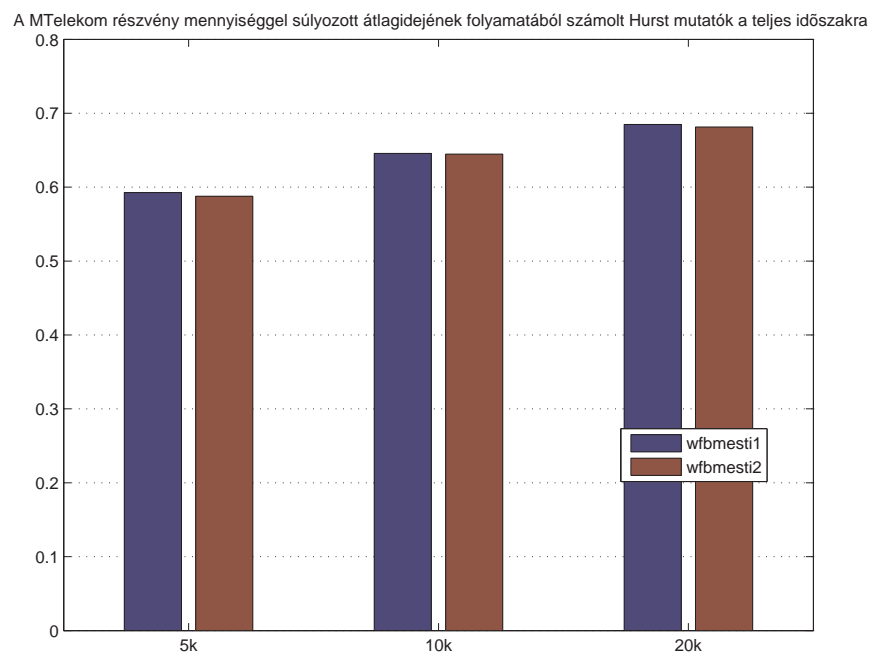
4.17. ábra. A Richter transzakciós időközei folyamatának hosszú memóriáját mutató Hurst együtthatók 2006.IX.1. - 2009.VI.30.



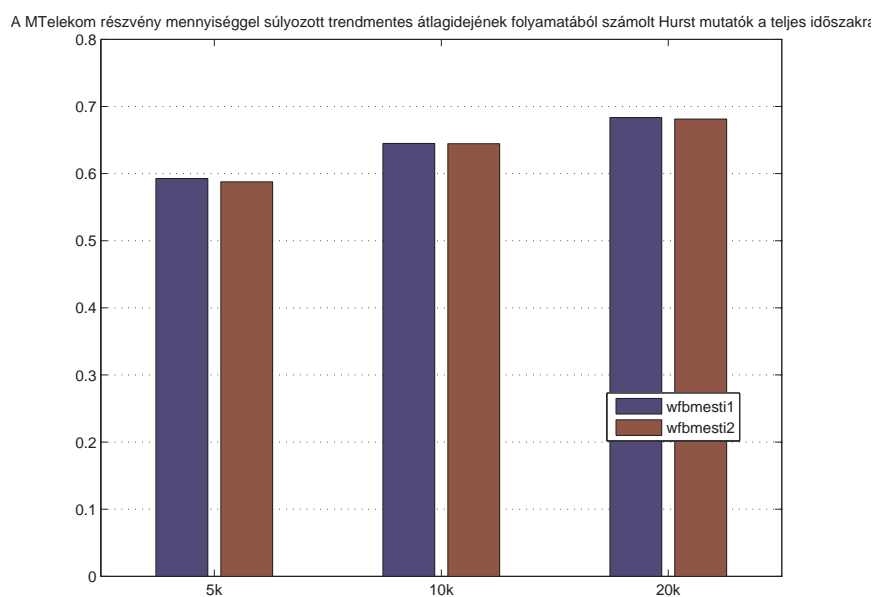
4.18. ábra. A Richter transzformált tranzakciós időközei folyamatának hosszú memóriáját mutató Hurst együtthatók 2006.IX.1. - 2009.VI.30.



4.19. ábra. A MTelekom tranzakciós időközei folyamatának hosszú memóriáját mutató Hurst együtthatók 2006.IX.1. - 2009.VI.30.



4.20. ábra. A MTelekom transzformált tranzakciós időközeli folyamatának hosszú memóriáját mutató Hurst együtthatók 2006.IX.1. - 2009.VI.30.



előrejelezhető.

- H2 A küszöb (mennyiség vagy érték) függvényében a Hurst-mutatók növekvők, majd csökkenni kezdenek. A csökkenésnek mindenképp oka, hogy a küszöb növekedésével csökken annak az időszornak a hossza, amire a Hurst-együtthatót számolom. Az emelkedés oka nem világos, de inkább tűnik statisztikai háttérűnek, mint piaci sajátosságnak, figyelembe véve, hogy i) a napi Hurst-mutatók extrém módon volatilisek ii) a különböző küszöbvel számolt tranzakciós átlag-idők erősen korreláltak.
- H3 Az előzetes vizsgálatok alapján úgy tűnt, hogy piaci turbulenciában a tranzakciós időközök folyamatának hosszú memóriája kisebb. Ez azt jelenti, hogy nehezebben előrejelezhető a tranzakciós időközök folyamata, ami egyfajta likviditási mutató. A hosszabb időszakra és több részvény bevonásával végzett vizsgálat ezt a megállapítást nem tudta megerősíteni (lásd 4.11-es ábra.)
- H4 Az előzetes vizsgálatok alapján felmerült a kérdés, hogy van-e a tranzakciós időközök hosszú memóriájának instrumentumtól és időszaktól függetlenül jellemző szintje? Valamint, hogy a memória szintje instrumentumonként stabilnak tekinthető-e? A részletes vizsgálat során az derült ki, hogy a Hurst-mutató szintje jellemző szintje 0,6 és 0,75 között van, de – még ha eltekintünk a nagyobb küszöb melletti csökkenő Hurst-együtthatóktól is – akkor sem tudunk az egyes instrumentumokra jellemző szintet meghatározni.

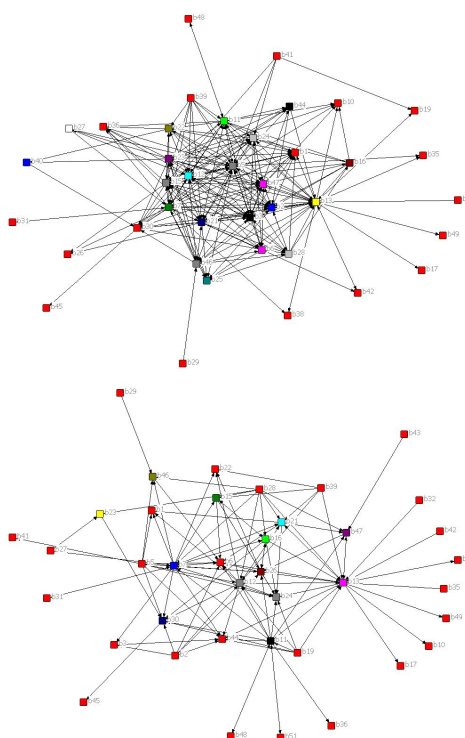
- H5 A napi Hurst–mutatók más napi adatsorokkal (ár, volatilitás, forgalom) számított korrelációjának nem volt értelme, mert a Hurst mutató túlzott változékonyságot mutatott (helyenként még értelmezni se lehetett napi szinten).
- H6 A tranzakciós időköz átlagos nagyságának változása számításaim szerint nem befolyásolja a folyamat memóriáját.

5. fejezet

A bankközi fedezetlen depo piac gráfelméleti vizsgálata

Vessünk egy pillantást az 5.1-es ábrára!

5.1. ábra. A bankközi fedezetlen depo piac havi hálózatának reprezentációja 2008 augusztusában és decemberében



Az ábra a magyar bankközi fedezetlen depo piacot mutatja 2008 augusztusában és 2008 decemberében. A gráf csomópontjai a piaci szereplő hitelintézetek, két pont között akkor van él, ha az adott hónapban a két bank között volt tranzakció. Az él

iránya a havi nettó finanszírozás irányát mutatja, a csomópontok színe attól függ, hogy abban a hónapban az adott bank mekkora forgalmat bonyolított.

Ha a 2008. szeptember 15-i Lehman-csőd előtti augusztusi hálózatot összehasonlítjuk a decemberivel¹, akkor a következők ötlenek szemünkbe: i) a korábbi hálózat sűrűbb, több a kapcsolat a bankok között, ii) a központban lévő bankok közelebb vannak egymáshoz augusztusban, mint decemberben, iii) a későbbi hálózatban több az olyan bank, amely csak egy kapcsolattal rendelkezik. Ezen kívül azon is elgondolkodhatunk, hogy vajon a finanszírozás irányát mutató nyilak változtak-e az egyik hónapról a másikra vagy sem.

Ebben az empirikus kutatásban azt a célt tűztem ki, hogy gráfelméleti eszközökkel megvizsgálom, hogy mi jellemezte a piacot a 2008. szeptember 15-i Lehman-csőd előtt és után. Tudjuk, hogy a csőd előtt a piacok, így ez a piac is alapvetően likvid volt, utána viszont megváltozott a piac jellege és illikviddé vált. További célom az, hogy olyan mutatókat találjak, melyek ezt a változást megjelenítik, mert ekkor egyfajta likviditási mutatónak is lehet őket tekinteni. Ráadás képp, ha olyan mutatót sikerül találnom, amely már a Lehman-csőd előtt szignifikánsan változott, akkor ez akár a likviditás előrejelzésére is alkalmazható lehet.

A hálózatelméleti (gráfelméleti) kutatások egy része *statikus*, másik része *dinamikus*. Az előbbieket a piac pillanatfelvételét elemzik. A dinamikus kutatások is két részre bonthatók: vannak olyanok, melyek azt nézik, hogy a piaci pillanatfelvétel alapján elkészített statikus gráf miként reagálna valamilyen exogén hatásra, és vannak azok melyek a hálózat dinamikus alakulását ragadják meg. A kutatás újszerűsége többek között abban rejlik, hogy a nemzetközi szakirodalomban is frissnek mondható a pénzügyi piacok ilyen eszközökkel való vizsgálata, magyar piacon pedig még nem történt olyan, amelyik erre fókuszált volna.

A kutatási hipotéziseim a következők:

H1 A magyar bankközi fedezetlen depo piac Lehman-csőd előtti hálózati topológiája gyökeresen különbözik a csőd utánitól.

H2 Találhatók olyan hálózati mutatók, melyek már a 2008. szeptember 15-i csődöt megelőzően is jelezték a likviditás csökkenését.

A bankközi fedezetlen piac érdekességét az adja, hogy az itt nyújtott hitelek fedezetlenek, tehát a piaci szereplők viselkedésében mindenképp szerepet játszik az, hogy mit gondolnak a partner hitelkockázatáról. Ez a vélekedés aztán megjelenhet a forgalomban, a tranzakciók kamatlábjában és abban is, hogy egyáltalán adnak-e hitelt

¹Az ábrák nagyobb változata megtalálható a függelékben ((C.1) és (C.2)).

egymásnak (hiteladagolás, credit rationing). A gráfelméleti elemzés, a bankok közti kapcsolatok vizsgálatán keresztül ehhez is hozzá tud adni.

A Lehman–csőd utáni piaci viselkedésnek sok egymással összefüggő oka lehet, ilyen például a kockázati félség csökkenése, a hitelkockázati felárak növekedése, a bankok egymás közötti limitjeinek visszaesése, az anya–leány banki kapcsolatok megváltozása. A kutatásban teszünk erre utaló megjegyzéseket, de most alapvetően nem célunk a fenti jelenségek vizsgálata.

Mivel ez a fejezet Berlinger Edinával és Szenes Márkkal közös kutatásunk eredményeire is épít, ezért itt végig többes szám első személyben fogalmazok. A számításokat elsősorban MATLAB-ban és R-ben, néhol pedig az UCINET segítségével végeztük el. A kutatást megalapozó szakirodalmat a 2.5. részben foglaltam össze.

5.1. Adatok

A vizsgálat során az MNB által rendelkezésünkre bocsátott adatbázist használtuk fel, melyben a magyar bankközi fedezetlen depo piac tranzakciói szerepelnek 2003 elejétől 2009 első negyedévének végéig. Ebben az időszakban a piacon volt nyugalmas periódus, válság és elkezdődött az abból való felépülés; volt, hogy likviditásbőséget tapasztaltak a piaci résztvevők és volt, hogy likviditáshiányt. Az adatbázist a piacon szereplő hitelintézetek kötelező jelentéseiből állítja össze a jegybank. Minden rekord tartalmazza a jelentés napját, a jelentő bank sorszámát,² a partner bank sorszámát, a tranzakció kezdő napját, a lejárat napját, a tranzakció méretét, a hitel kamatlábát és azt, hogy a jelentő bank szempontjából az adott tranzakció kihelyezés vagy hitelfelvétel volt.

Mivel mind a hitelfelvevő, mind a hitelnyújtó jelenti a tranzakciót, ezért minden tranzakciónak kétszer kell szerepelnie az adatbázisban. A rendelkezésünkre bocsátott 149 756 rekordból összesen 906-nak (az összes rekord 0,6%-a) nem találtuk meg a párját, ezért ezeket a kutatásból kihagytuk. A fennmaradó tranzakciókat párosítottuk, és a további vizsgálat alapját a 74 425 kihelyezés képezte. Az MNB szakértőivel folytatott konzultáció során fény derült arra, hogy egyes rekordok³ esetén elképzelhető, hogy a rögzített kamatláb épp a tranzakció valós kamatlábjának kétszerese. Mivel a bankközi fedezetlen depo piac elsősorban a pár napos likviditáskezelés színtere (lásd például 5.2), ezért azokat a tranzakciókat töröltük, amelyek

²Az adatok bizalmas jellegéből következően az adatbázisban a hitelintézetek nem nevükkel vagy azonosításukra alkalmas kóddal szerepelnek, hanem sorszámokkal.

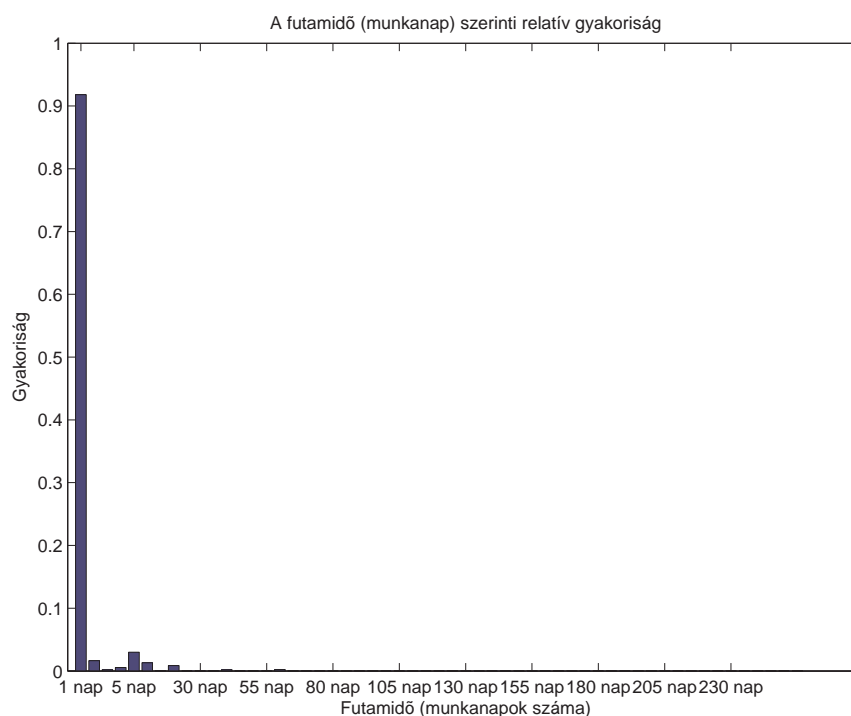
³Azokról a tranzakciókról van szó, melyeket a hitelintézetek valamilyen oknál fogva két részletben jelentettek.

kamatlába meghaladta a jegybanki O/N betétlehetőség kamatlábának kétszeresét. Ily módon töröltünk további 2 461 párosított rekordot (a 74 425 párosított rekord 3,31%-a).

A futamidő eloszlásának vizsgálata után kihagytuk a 365 naptári napnál hosszabb futamidejű tranzakciókat (109 darab), végül a kiugróan nagy mennyiségeket (40 mrd forint felett) tartalmazó tranzakciókat is (19 darab). A kutatás alapját a fennmaradó 71 836 tranzakció képezte.

A tranzakciók nagy része overnight hitel, ezért futamidejük egy nap, de előfordulnak hosszabb lejáratok is (lásd 5.2-es ábra). A kutatás során nem különböztettük meg a különböző futamidejű hiteleket, hanem mindegyiket a jelentés napjához rendeltük.

5.2. ábra. A fedezetlen depo lejáratainak relatív gyakorisága 2003-2009Q1



A rendelkezésünkre álló adatokat napi, heti és havi (vagy bármilyen más időtávra) aggregálva kaphatunk egy mátrixot, amelyik a bankok pozícióit mutatják egymással szemben. A mátrix i -edik sorának j -edik eleme azt mutatja, hogy az i -edik bank mennyi hitelt adott a j -edik banknak az adott időszakban. Az i -edik sor összege azt mutatja, hogy az i -edik bank összesen mennyi hitelt adott a többi hitelintézetnek, az i -edik oszlopösszeg pedig azt, hogy mennyi hitelt vett fel. A kettő különbsége mutatja meg, hogy az adott időszakban az i -edik bank összességében nettó hitelfeltevő vagy nettó kihelyező volt.

Minden ilyen mátrixot reprezentálni tudunk egy gráffal, amiben a csomópontok a

hitelintézeteket jelölik, a köztük lévő élek, pedig azt, hogy az egyik hitelt adott a másiknak. Ha az él irányított, akkor az is látszik, hogy melyik piaci szereplő hitelezte a másikat. A kutatás során ezeket a mátrixokat és gráfokat fogjuk felhasználni és jellemezni, legfőképpen időbeli alakulásukat fogjuk vizsgálni.

5.2. A fedezetlen depo piac általános jellemzése

A gráfelméleti eszközök alkalmazása előtt az adatsort aggregált mutatókkal jellemeztük. Ennek eredményeit tartalmazza ez a rész.

5.2.1. Forgalom

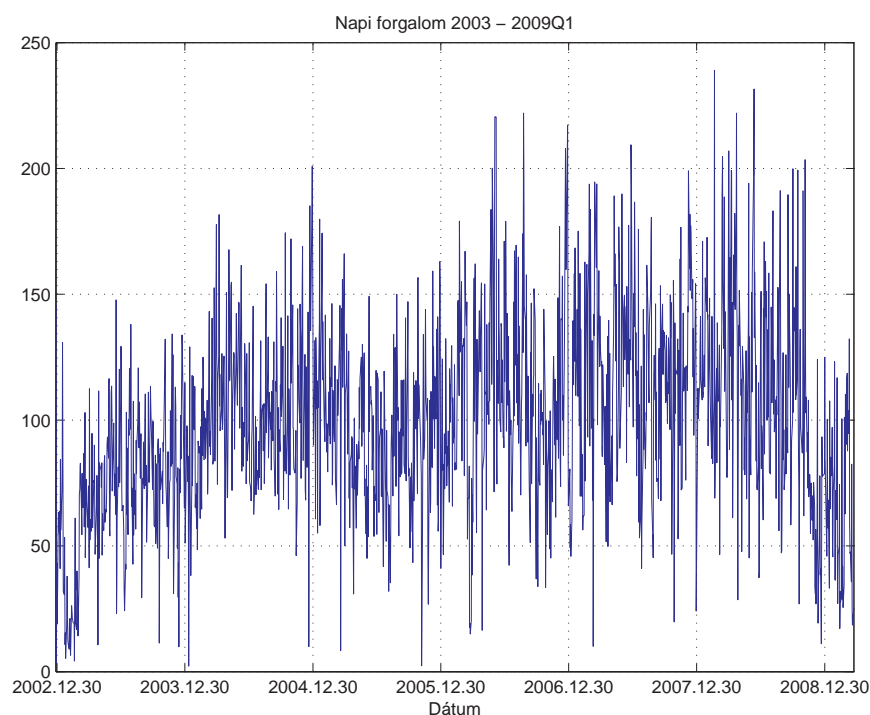
Míg „2002 végén a fedezetlen ügyletek átlagos napi forgalma 76 milliárd... forintot tett ki”,⁴ addig az általunk vizsgált időszakban az átlagos napi forgalom 99,9 mrd forint volt, a maximális 238,9 mrd forint volt, a minimális 2,2 mrd, a medián pedig 98,8 mrd, ami igen közel van az átlaghoz. A szórás 38,8 mrd forint volt, a relatív szórás 38,9% (lásd 5.1-es táblázat) és az 5.3-as ábra is megerősíti, hogy az erős volatilitás miatt a napi adatokból nem sokat lehet kiolvasni a tendenciákból, ezért szükségesnek tűnik a heti aggregálás elvégzése.

5.1. táblázat. A napi és heti tranzakciós mennyiségek jellemzése (mrd forint)

| | átlag | medián | szórás | rel szórás | min | max |
|------|-------|--------|--------|------------|------|-------|
| napi | 99,9 | 97,8 | 38,8 | 38,9% | 2,2 | 238,9 |
| heti | 484 | 487,3 | 148,5 | 30,7% | 25,3 | 909,4 |

Az átlagos heti forgalom 484 mrd forint volt, a maximális 909,4 mrd, a minimális 25,3 mrd, a medián 487,3 mrd, ami majdnem megegyezik az átlaggal. A szórás 148,5 mrd forint volt, így a relatív szórás 30,7%, ami majdnem 10 százalékponttal alacsonyabb, mint a napi adatokból mért (lásd 5.1-es táblázat). Az 5.4-es ábra egyrészt a heti adatok idősorát, másrészt ennek négyhetes mozgóátlagát mutatja. A mozgóátlagból jól látszik, hogy míg 2003-ban erőteljesen nőtt a forgalom (heti 200 mrd-ról heti 450 mrd-ra), addig 2004-től 2006 végéig a 400 mrd-tól 700 mrd-ig terjedő széles sávban oldalazott a heti átlagos forgalom. 2007 elejétől 2008 végéig a szintén nem szűk 500-800 mrd-os sávban találjuk a mozgóátlagot, majd 2008

⁴Balogh és Gábrriel [2003] p. 18. Ez egyébként 2001 második félévével összehasonlítva 7,5 százalékos növekedést jelentett.

5.3. ábra. A fedezetlen depo piac napi forgalma (mrd forint) 2003-2009Q1

végén a hitelválság hatására drasztikusan csökken; a korábbi átlagos 600-as szintről leesik 300-ra, azaz *megfeleződik*. Bár a nyári hónapokban minden évben látható némi forgalomcsökkenés, az adatsor volatilitása annyira jelentős, hogy éven belüli szezonalitást nem találtunk.

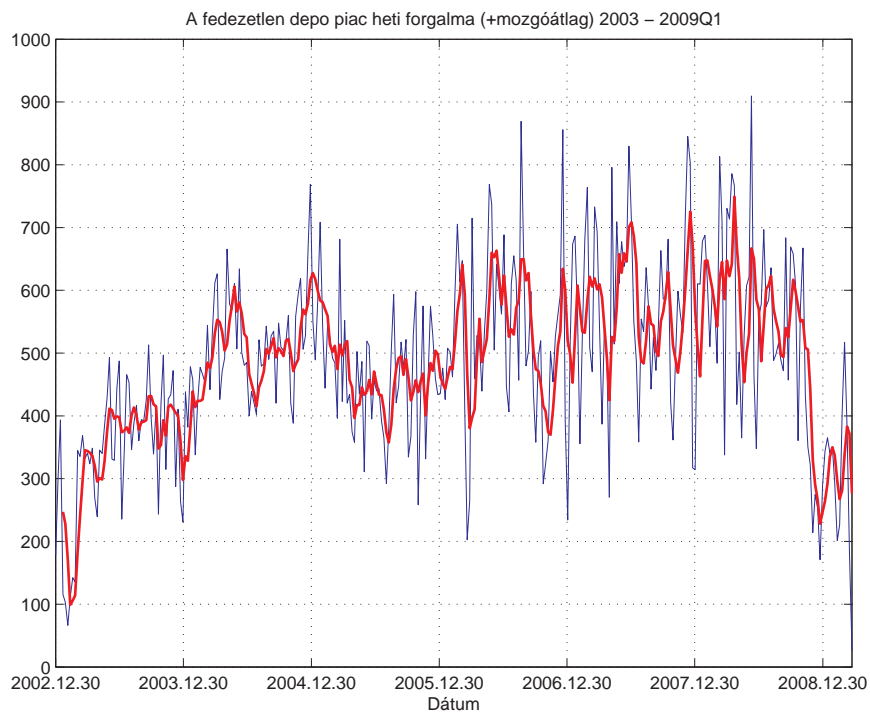
5.2.2. A tranzakciók kamatlába

A tranzakciós rekordokból számolt napi súlyozatlan átlagos kamatláb és a súlyozott átlagos kamatláb is jelentős volatilitást mutat (lásd az 5.5-ös és az 5.6-os ábrákat). Az 5.7-es ábrán a súlyozatlan és a súlyozott átlagos napi kamatlábak különbségéből képzett idősor szerepel. Látható, hogy az idősor a vizsgált időszak nagy részében nagyjából nulla körüli, de jellemzően kicsivel inkább alatta van. Ha 2003 elejétől és 2008-tól eltekintünk⁵, akkor a súlyozatlan átlag általában alacsonyabb, ami azt mutatja, hogy a magasabb kamatlábon kötött nagyobb méretű tranzakciók emelhették meg a súlyozott átlagos kamatot.

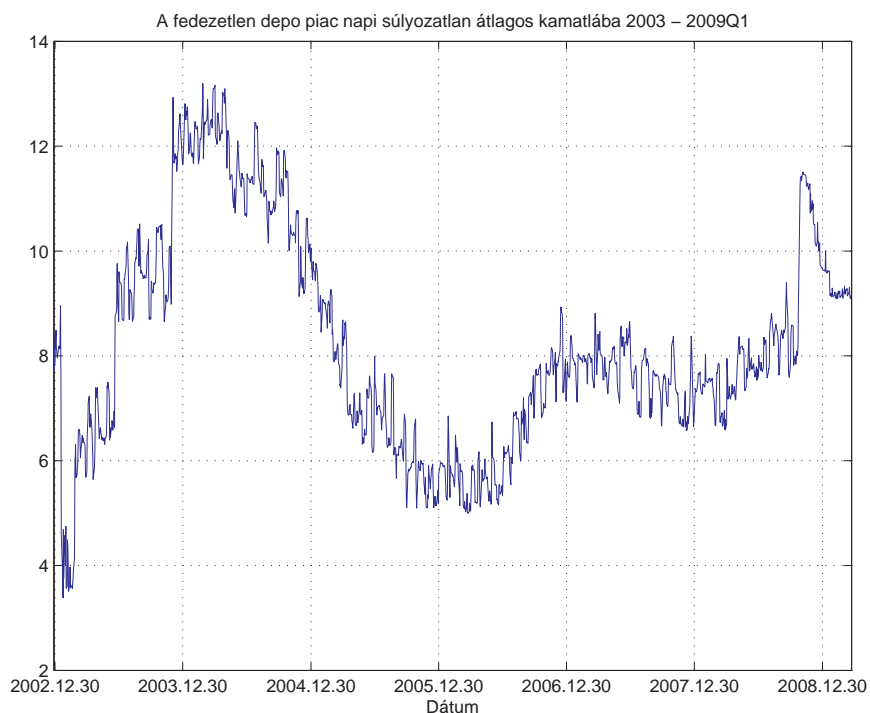
A napi átlagos kamatláb és az alapkamat összevetése (lásd 5.9-es és még inkább a 10 napos mozgóátlagot tartalmazó 5.8-as ábrát) azt mutatja, hogy a napi súlyozott átlagos kamatláb 2005 második felétől kezdve az alapkamat alatt helyezkedett el.

⁵2003 elején a súlyozott kamatláb az alacsonyabb, 2008-ban pedig jelentősen nőtt az idősor volatilitása

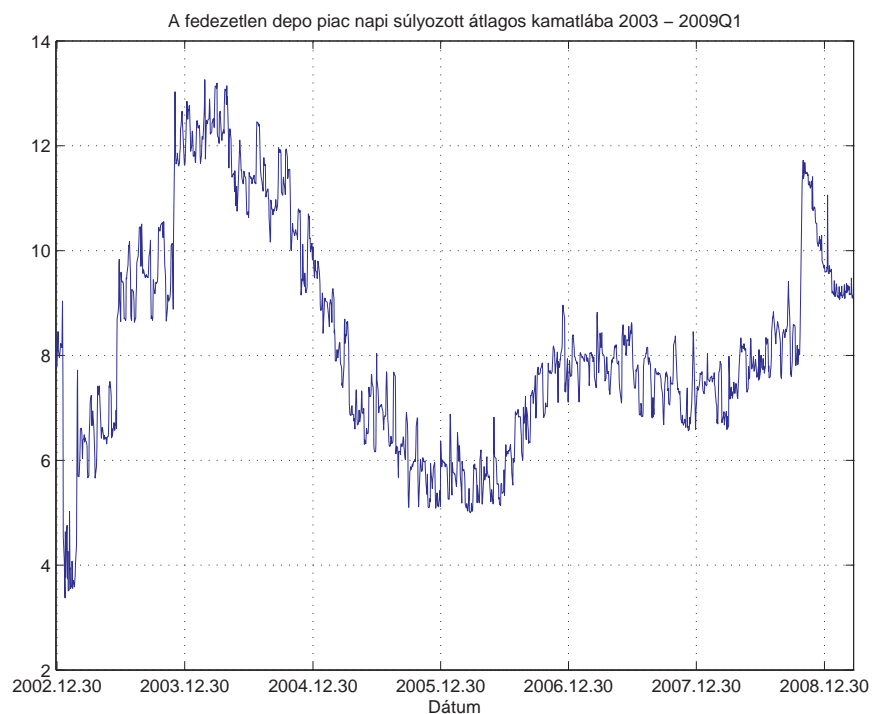
5.4. ábra. A fedezetlen depo piac heti forgalma és 4 hetes mozgóátlaga (mrd forint) 2003-2009Q1



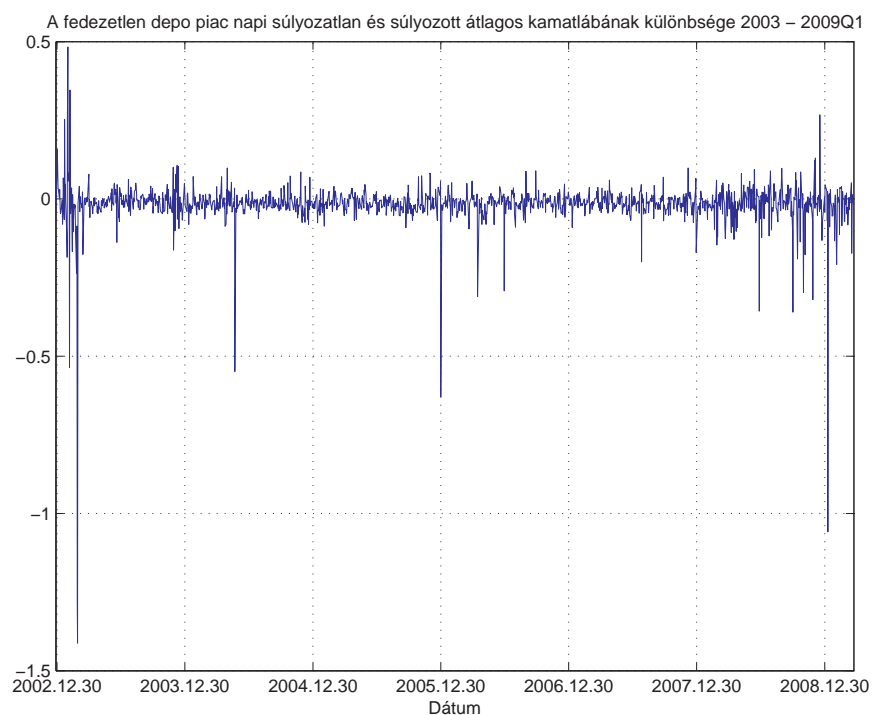
5.5. ábra. A fedezetlen depo piac napi súlyozatlan átlagos kamatlába 2003 - 2009Q1



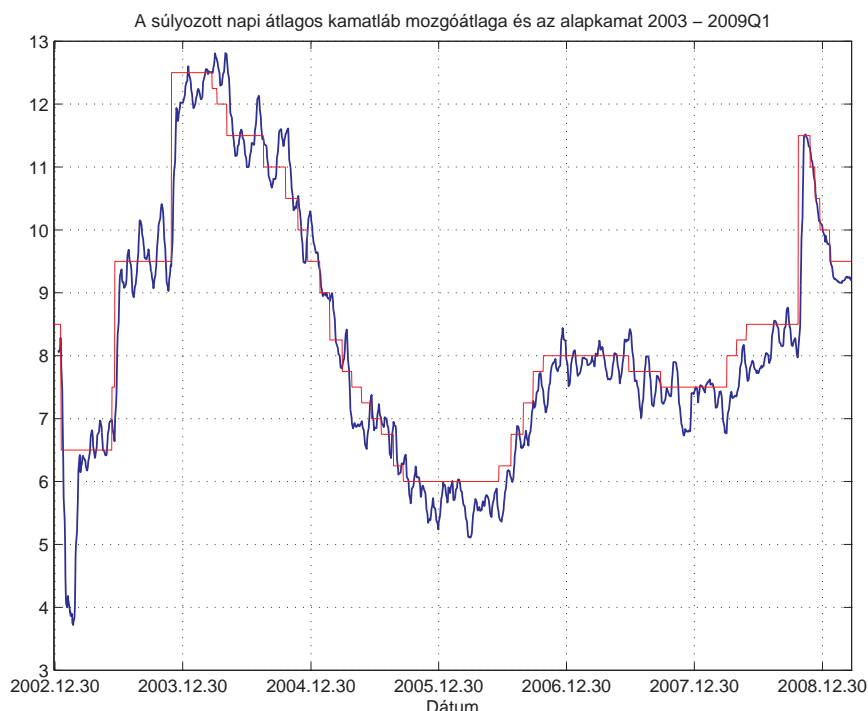
5.6. ábra. A fedezetlen depo piac napi súlyozott átlagos kamatlába 2003 - 2009Q1



5.7. ábra. A fedezetlen depo piac napi súlyozatlan és súlyozott átlagos kamatlábának különbsége 2003 - 2009Q1



5.8. ábra. A súlyozott napi átlagos kamatláb mozgóátlaga és az alapkamat 2003 - 2009Q1



Az ábrákon jól azonosítható, hogy 2003 elején a súlyozott napi átlagos kamatláb az alapkamat alatt helyezkedett el, valamint hogy 2003 második felében a piac volitilitása nőtt meg. Az első jelenség oka az volt, hogy egyszerre okoztak likviditás-bőséget a forint felértékelődésére spekulálók és szélesítette ki $\pm 3\%$ -ra a kamatfolyosót az MNB, a második pedig a forint azévi gyengülése és az ezt követő jelentős kamatemelés.

Összességében megállapíthatjuk, amit az 5.10-es ábra jól mutat: a napi súlyozott kamatláb majdnem mindig a jegybank O/N kamatfolyosóján⁶ belül helyezkedett el.

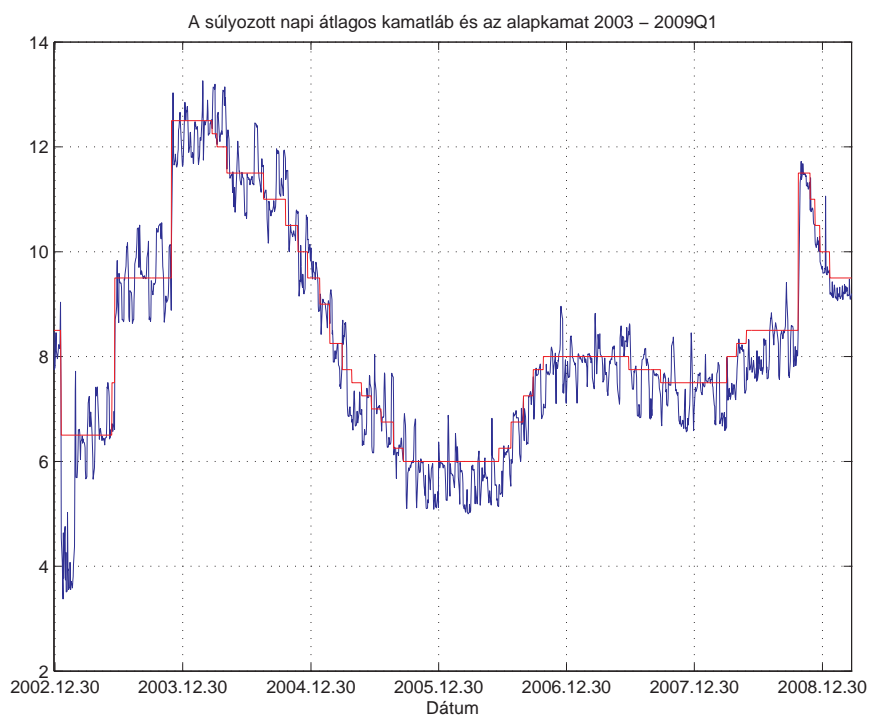
A napi átlagos kamatszint alakulásának vizsgálatokor többek között az alábbi jelenségek azonosíthatók⁷:

- 2003 januárjának elején meghaladja az alapkamatot;
- a 2003 január közepi kamatfolyosó-bővítéssel járó alapkamat-csökkentéskor jóval az alapkamat alá, az aktuális jegybanki O/N betétek kamatszintjének környékére zuhan, ami likviditásbőség egyértelmű jele;
- a 2003 végén tapasztalt forintgyengüléssel kezdődő és 2004 végéig tartó idő-

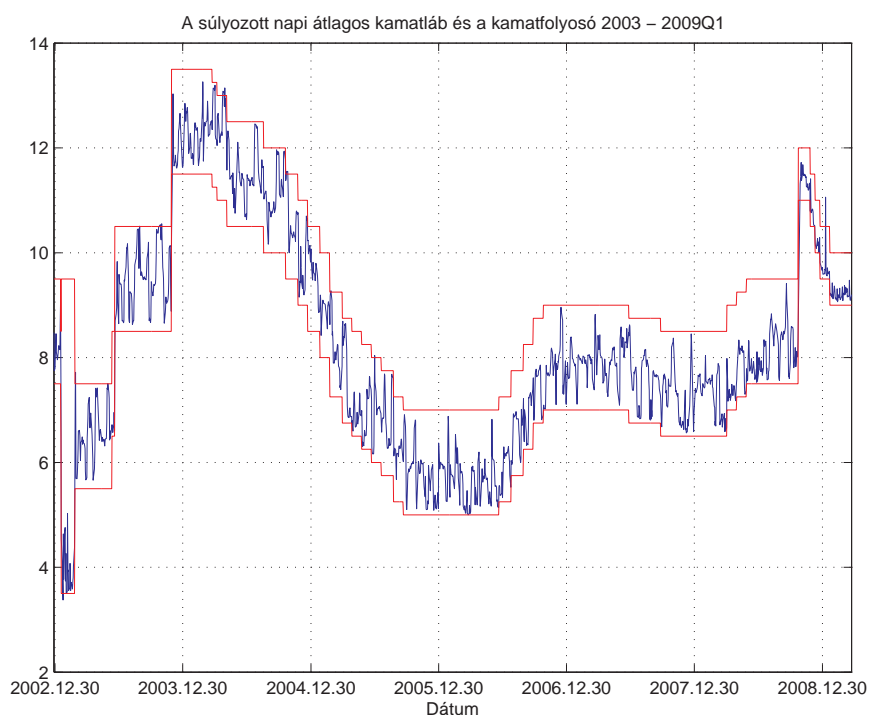
⁶A kamatfolyosó alja a jegybank kereskedelmi bankok számára nyújtott O/N betéti lehetőség kamatlába, a folyosó teteje pedig jegybank által a kereskedelmi bankok rendelkezésére bocsátott fedezet melletti O/N hitelfelvételi lehetőség kamatlába.

⁷Lásd az 5.2-es táblázat.

5.9. ábra. A súlyozott napi átlagos kamatláb és az alapkamat 2003 - 2009Q1



5.10. ábra. A súlyozott napi átlagos kamatláb és a kamatfolyosó 2003 - 2009Q1



szakban az átlagos kamatszint volatilitása magasabb volt, mint az idősor egészének volatilitása;

- a 2008. szeptember 15-i Lehman-csőd után a fedezetlen depo piac kamatlába 350 bázisponttal megemelkedett;
- 2008 közepén magasabb volatilitást látunk, ami az október 22-i 300 bázispontos kamatemelés után tovább fokozódott;
- 2009-ben az átlagos kamatláb a kamatfolyosó aljához közeli és a volatilitása meglepően alacsony.

5.2. táblázat. A napi súlyozott átlagos kamatszint szórása

| év | szórás |
|------|--------|
| 2003 | 2,207 |
| 2004 | 0,9302 |
| 2005 | 1,2436 |
| 2006 | 0,9556 |
| 2007 | 0,5051 |
| 2008 | 1,2932 |
| 2009 | 0,3023 |

5.2.3. Az extrém tranzakciók jellemzése

A tranzakciók árának vizsgálatakor láthattuk, hogy számos alkalommal a napi súlyozott átlagos kamatláb a kamatfolyosón kívülre kerül. A részletesebb vizsgálatkor azt találtuk, hogy összesen 547 tranzakció rendelkezik a jegybank O/N hitelénél magasabb kamatlábbal és 262 a betéti lehetőségnél alacsonyabban. Ezeket extrém tranzakcióknak neveztük. Vajon ezek a tranzakciók eltérő tulajdonsággal bírnak, mint a kamatfolyosón belüli (normál) tranzakciók?

5.3. táblázat. A tranzakciós mennyiségek jellemzése – normál, alacsony és magas kamatláb mellett

| | átlag | medián | szórás | rel szórás |
|----------|--------|--------|--------|------------|
| egész | 2,1986 | 1,5 | 2,2078 | 1,0042 |
| normál | 2,1989 | 1,5 | 2,2001 | 1,0005 |
| magas | 2,4345 | 1,5 | 2,9123 | 1,1963 |
| alacsony | 1,6162 | 0,881 | 2,4832 | 1,5364 |

A tranzakciós mennyiségek átlagát, mediánját, szórását és relatív szórását tartalmazza az 5.3-as táblázat. Míg a normál tranzakciók átlagos nagysága 2,2 mrd forint, addig a magas kamatlábú tranzakcióké 2,4 mrd forint, az alacsonyaké pedig 1,6 mrd

forint. Érdekes, hogy mind a magas kamatlábú tranzakcióknál, mind pedig az alacsony kamatlábúaknál a mennyiség szórása magasabb, mint az átlagos.

A tranzakciók futamideje is különbözik attól függően, hogy alacsony, normál vagy magas kamatlábú tranzakciókról van szó. Az 5.4-es és az 5.5-ös táblázatok mutatják a munkanapban és a naptári napban mért futamidők jellemzőit az egyes csoportokban. A magas kamatlábú tranzakciók átlagos futamideje (4,2 munkanap vagy 6,2 naptári nap) nagyjából kétszer akkora, mint a normál kamatlábú tranzakcióké (1,8 munkanap vagy 2,7 naptári nap); a magas kamatlábúak szórása pedig körülbelül háromszorosa a normál tranzakciókének.

5.4. táblázat. A futamidő (mn) szerinti jellemzés – normál, alacsony és magas kamatláb mellett

| | munkanapok száma szerint | | | |
|----------|--------------------------|--------|---------|------------|
| | átlag | medián | szórás | rel szórás |
| teljes | 1,8555 | 1 | 6,2384 | 3,3621 |
| normál | 1,8399 | 1 | 6,0563 | 3,2916 |
| magas | 4,1664 | 1 | 18,5175 | 4,4445 |
| alacsony | 1,2481 | 1 | 0,8371 | 0,6707 |

Az alacsony kamatlábbal bíró tranzakciók átlagos futamideje (1,2 munkanap vagy 21 naptári nap) jelentősen alacsonyabb, mint a normál tranzakciók átlagos futamideje. Emellett a szórásuk (0,8 munkanap és 1,7 naptári nap) is alacsonyabb, mint a normál tranzakcióké (6,1 munkanap és 8,9 naptári nap). Ezek alapján nem tűnnek véletlenszerűnek ezek a tranzakciók. Az MNB szakértőivel folytatott konzultációk során felmerült, hogy esetleg az anya- és leánybank közti tranzakciók lehetnek extrém kamatlábúak és/vagy a szokásosnál jelentősen hosszabb futamidejűek.

5.5. táblázat. A futamidő (nn) szerinti jellemzés – normál, alacsony és magas kamatláb mellett

| | napotári napok száma szerint | | | |
|----------|------------------------------|--------|---------|------------|
| | átlag | medián | szórás | rel szórás |
| teljes | 2,7068 | 1 | 9,1257 | 3,3713 |
| normál | 2,682 | 1 | 8,8607 | 3,3038 |
| magas | 6,234 | 1 | 27,0051 | 4,3319 |
| alacsony | 2,0916 | 1 | 1,7374 | 0,8306 |

5.2.4. A banki sorrendek a kihelyezés alapján

Ebben a részben azt vizsgáljuk meg, hogy mely bankok a legaktívabbak a kihelyezésben és, hogy vajon ugyanezek a bankok veszik-e fel a legtöbb hitelt is? Eltérő-e a forgalom szerinti sorrend, ha csak a magas vagy csak az alacsony kamatlábú tranzakciókat vizsgálom? Itt és a következő részben gyakorlatilag a teljes időszakra számolt mátrix sor- és oszlopösszegeit elemezzük.

5.6. táblázat. A bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (teljes)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|-----------|--------------------|
| 1 | 13 | 15 430,20 | 9,77% |
| 2 | 21 | 12 369,66 | 17,60% |
| 3 | 6 | 11 633,75 | 24,97% |
| 4 | 5 | 8 445,62 | 30,32% |
| 5 | 1 | 8 299,67 | 35,57% |
| 6 | 2 | 7 809,57 | 40,52% |
| 7 | 7 | 7 515,04 | 45,27% |
| 8 | 3 | 7 086,57 | 49,76% |
| 9 | 12 | 6 816,24 | 54,08% |
| 10 | 23 | 5 546,13 | 57,59% |

Az 5.6-os táblázatban a kihelyezett mennyiségek szerinti sorrendet találhatjuk és a kumulált részarányt.⁸ Nem meglepő módon a kamatfolyosón belüli tranzakciókat tekintve (normál tranzakciók) ugyanezt a sorrendet kapjuk, amit a B.2-es ábra alá is támaszt.

Eltérő sorrendet látunk a magas (5.7-es ábra) és az alacsony (5.8-as ábra) kamatlábú tranzakcióknál. Jelen vannak az egész piacon aktív nagyok is, de megjelennek újak (pl. a 24-es, 31-es) is.

A kamatfolyosón belüli és az azon kívüli kamatlábbal rendelkező kihelyezések összetevésekor észrevehetjük, hogy az alacsony és a magas kamatlábbal rendelkező forgalom sokkal koncentráltabb. A normál kamatlábú hitelek 58 százalékát az első 10 bank helyezi ki, míg az alacsony és a magas kamatlábú tranzakciók esetén az első 10 bank az összes kihelyezés több, mint 75 százalékát valósítja meg.

A koncentrációt a későbbiekben a Herfindahl–Hirschmann index (HHI) segítségével fogjuk mérni. Ennek képlete

$$HHI = \sum_{i=1}^N s_i^2,$$

⁸A vizsgált időszak legnagyobb hitelnyújtója a 13-as számú bank volt 15 430 mrd forinttal.

5.7. táblázat. A bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (magas)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 13 | 302,13 | 22,69% |
| 2 | 3 | 128,34 | 32,33% |
| 3 | 24 | 127,12 | 41,87% |
| 4 | 6 | 85,95 | 48,33% |
| 5 | 12 | 75,46 | 53,99% |
| 6 | 21 | 72,95 | 59,47% |
| 7 | 7 | 72,09 | 64,88% |
| 8 | 2 | 56,55 | 69,13% |
| 9 | 23 | 48,65 | 72,78% |
| 10 | 11 | 43,67 | 76,06% |

5.8. táblázat. A bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (alacsony)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 31 | 56,89 | 13,43% |
| 2 | 6 | 45,5 | 24,18% |
| 3 | 23 | 42,55 | 34,23% |
| 4 | 2 | 40,4 | 43,77% |
| 5 | 12 | 26,5 | 50,03% |
| 6 | 21 | 24,85 | 55,89% |
| 7 | 1 | 24,1 | 61,59% |
| 8 | 28 | 23 | 67,02% |
| 9 | 10 | 17,86 | 71,24% |
| 10 | 26 | 17,45 | 75,36% |

ahol s_i az i -edik szereplő piaci részesedése és N a piacon lévő hitelintézetek száma. Ez a mutató $1/N$ és 1 között mozog, alacsony értéke jelentős versenyt, magas értéke erős koncentrációt és alacsony versenyt mutat. Az 10% alatti értéket úgy szokás értelmezni, hogy a piac nem koncentrált, a 10% és 18% közötti értékek mérsékelt koncentrációt, 18% fölöttiek erős koncentrációt jeleznek. Mivel $1/N$ piacról piacra változik, ezért szokás normalizálni a mutatót:

$$HHI^* = \frac{H - 1/N}{1 - 1/N}.$$

Szintén használják még a H mutató reciprokát, az effektív számot.

Itt az összes kihelyezést figyelembe véve számolt Herfindahl–Hirschman Index (HHI) 4,52%, a normalizált HHI 2,52%, az effektív szám 22,1, míg a magas kamatlábú tranzakcióknál a HHI 9,2%, a normalizált HHI 7,38% és az effektív szám 22,1.

A koncentráció jelentős növekedése felveti azt a kérdést, hogy vajon nem valamely bankcsoporton belüli jellegzetes tranzakciók állnak-e a háttérben, azaz vajon nem az anya- és leánybankok közötti tranzakciók volumene nőtt-e. A kapcsolati mátrix vizsgálatakor látni fogjuk majd, hogy nem erről van szó, hanem inkább az lehet a háttérben, hogy egyes bankok piaci magatartása, ereje olyan, hogy gyakrabban képesek magasabb kamatlábon hitelt adni, más bankok piaci viselkedése pedig olyan, hogy gyakrabban szorúlnak rá a magas kamatlábon való hitelfelvételre, tehát a piaci erőfölény határozhatja meg a folyamatokat.

5.2.5. A banki sorrendek a hitelfelvétel alapján

Az 5.9-es, a B.11-es, 5.10-es és az 5.11-es ábrákon a bankok hitelfelvétel szerinti rangsorainak első 10 helyezettje látható. A minden tranzakció segítségével készített sorrend és a kamatfolyosón belüli tranzakciókból készített sorrend megegyezik. Továbbra is előkelő helyen szerepel a 13-as, a 21-es, az 5-ös és a 7-es bank, ugyanakkor nem találkozunk a 6-os bankkal az első tízben. Ebből is látszik, hogy nem minden nagy piaci szereplő aktív mindkét oldalon. A kérdés vizsgálatát a 5.3. részben fogjuk elvégezni.

A másik fontos megfigyelés a koncentrációra vonatkozik. Míg a kihelyezések esetén a teljes időszak vonatkozásában az első 10 bank a teljes forgalom 58%-áért felelt, addig a hitelfelvételek sokkal koncentráltabbak; az első 10 felveszi az összes hitel 75%-át. Ennek megfelelően a magas és alacsony kamatlábú tranzakciók még koncentráltabbak: az első 10 81%-ot helyezett ki és 88%-ot vett fel ezek közül a teljes időszakban.

5.9. táblázat. Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (teljes)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|-----------|--------------------|
| 1 | 13 | 18 190,12 | 11,52% |
| 2 | 21 | 16 602,03 | 22,03% |
| 3 | 7 | 14 727,27 | 31,35% |
| 4 | 5 | 14 054,01 | 40,25% |
| 5 | 12 | 11 754,66 | 47,70% |
| 6 | 28 | 11 474,81 | 54,96% |
| 7 | 15 | 8 913,09 | 60,60% |
| 8 | 23 | 8 398,99 | 65,92% |
| 9 | 24 | 7 563,78 | 70,71% |
| 10 | 11 | 7 263,55 | 75,31% |

5.10. táblázat. Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (magas)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 5 | 183,35 | 13,77% |
| 2 | 28 | 182,8 | 27,50% |
| 3 | 18 | 175,2 | 40,65% |
| 4 | 23 | 143,9 | 51,46% |
| 5 | 21 | 143 | 62,20% |
| 6 | 13 | 99,1 | 69,64% |
| 7 | 26 | 59,09 | 74,08% |
| 8 | 15 | 42,21 | 77,25% |
| 9 | 7 | 27,75 | 79,33% |
| 10 | 11 | 26,63 | 81,33% |

5.11. táblázat. Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (alacsony)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 13 | 122,17 | 28,85% |
| 2 | 7 | 87,64 | 49,55% |
| 3 | 3 | 44,01 | 59,94% |
| 4 | 21 | 22,81 | 65,33% |
| 5 | 2 | 20,45 | 70,16% |
| 6 | 28 | 18,7 | 74,58% |
| 7 | 15 | 15,2 | 78,16% |
| 8 | 11 | 14,12 | 81,50% |
| 9 | 12 | 13,2 | 84,62% |
| 10 | 5 | 12,52 | 87,57% |

A B.3. mellékletben további táblázatok találhatóak a banki rangsorokkal a Lehman-csőd előtti és utáni időszakból. A rangsorok összeállításának alapja a hitelfelvételi és a kihelyezési forgalmi rangsor, külön-külön a teljes, a kamatfolyosón belüli kamatlábbal rendelkező tranzakciókra, a magas kamatlábúakra és az alacsonyakra. Az egyes hitelintézetek viselkedésének változását szemléletesebben mutatja a 5.3. rész, mégha ebben a kamatláb szerinti csoportosítás elmarad is.

5.2.6. A hitelfelvétel és a kihelyezés koncentrációja

Ebben a részben azt vizsgáljuk meg, hogy a bankközi fedezetlen depo piac mennyire volt koncentrált a vizsgált időszakban. Ezt alapvetően a Herfindahl–Hirschman index segítségével és az ebből számolt effektív számmal fogjuk megtenni.

Az 5.13-as és az 5.12-es táblázatok a hitelfelvételekből és a kihelyezésekből számolt HHI -t és HHI^* -t, valamint az effektív számokat tartalmazza a teljes időszakra, illetve a Lehman-csőd előtti és azt követő időszakra.

A táblázatokból azt láthatjuk, hogy mind hitelfelvétel, mind kihelyezések szempontjából alapvetően alacsony koncentrációjú a piac. A válságban azonban egyértelműen nőtt a koncentráció, és ez különösen a hitelfelvételek esetén szembetűnő. Erre nyugodtan mondhatjuk már azt, hogy erős koncentráció (lásd például az 5.4-es effektív számot), tehát alig néhány bank vette fel a hitelek nagy részét. A többi nem merete vagy nem tudta magát erről a piacról finanszírozni. Mindezt magyarázhatja a fedezetlen piacon fontos szerepet játszó hitelkockázat növekedése.

5.12. táblázat. A kihelyezések alapján számolt forgalom koncentrációja

| | teljes időszak | Lehman-csőd előtt | Lehman-csőd után |
|---------------|----------------|-------------------|------------------|
| HHI | 4,5% | 4,6% | 6,1% |
| HHI^* | 2,6% | 2,7% | 4,2% |
| effektív szám | 22,1 | 21,5 | 16,5 |

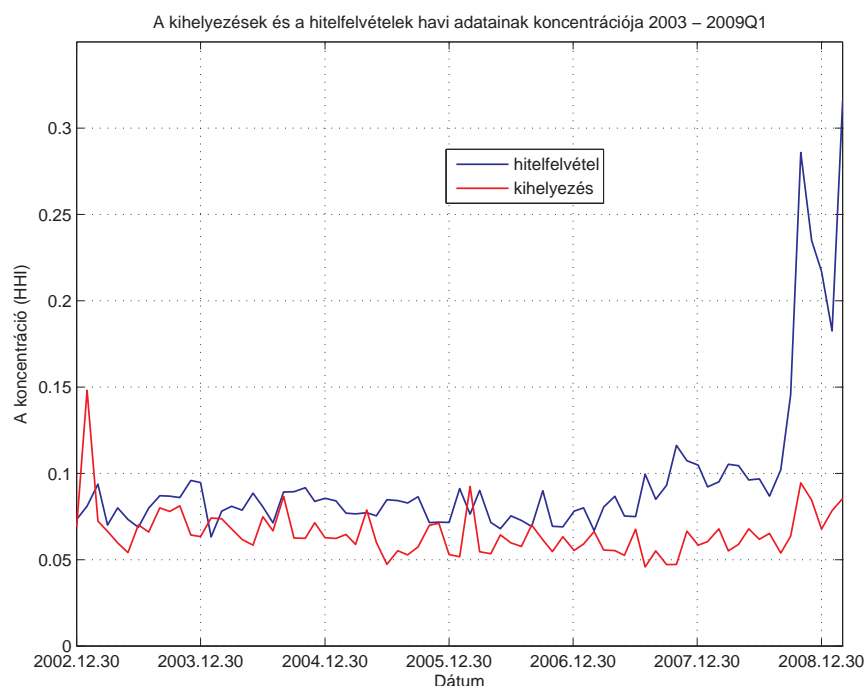
5.13. táblázat. A hitelfelvételek alapján számolt forgalom koncentrációja

| | teljes időszak | Lehman-csőd előtt | Lehman-csőd után |
|---------------|----------------|-------------------|------------------|
| HHI | 6,7% | 6,6% | 18,4% |
| HHI^* | 4,8% | 4,7% | 16,8% |
| effektív szám | 14,9 | 15,2 | 5,4 |

A koncentráció időbeli alakulásáról a havi forgalmi adatok alapján készített 5.11-es és a 5.12-es ábrák árulnak el igazán sokat. Az elsőt a kihelyezések és a hitelfelvételek

havi HHI -e, a másodikon a havi effektív számok találhatóak. A 2003. eleji időszakot leszámítva 2007 közepéig mindkét HHI az alacsony koncentrációt jelző 10%-os érték alatt maradt. A kihelyezések indexe – bár a válságban némileg emelkedett – az időszak végéig alatta maradt. A hitelfelvétel koncentrációja már 2007 végére 10% fölé ugrott, majd némi stagnálás után 2008 közepétől tovább növekedett, az erős koncentrációt jelentő 30% közelébe.

5.11. ábra. A kihelyezések és hitelfelvételek havi forgalmának koncentrációja 2003-2009Q1

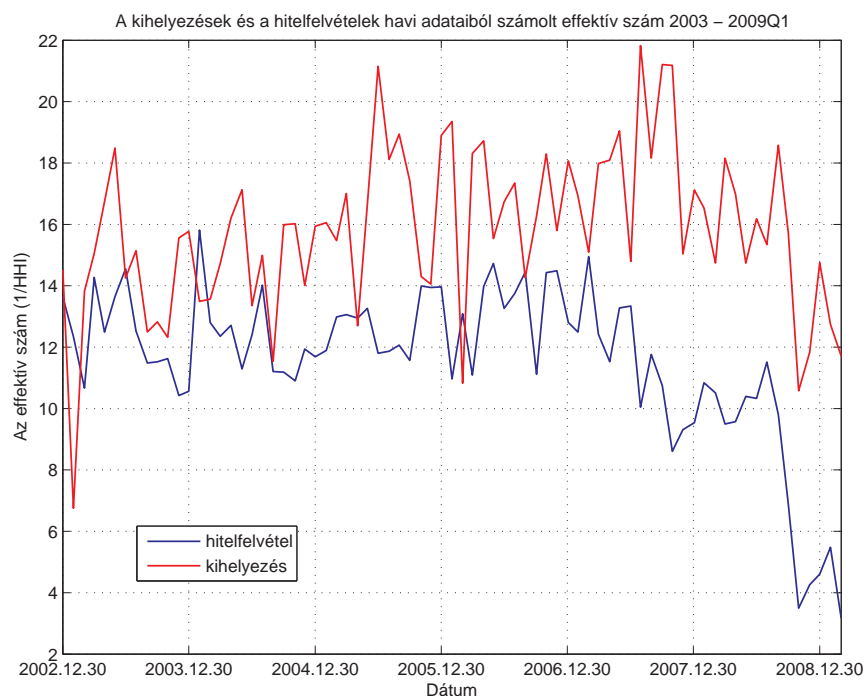


Három megfigyelést is érdemes rögzíteni:

1. A kihelyezések koncentrációs indexe a válságban emelkedett ugyan, de ennek mértéke nem tekinthető jelentősnek⁹.
2. A hitelfelvételek koncentrációs indexe már 2007 végén a szokásosnál nagyobb mértékben emelkedett, majd a válság hatására drasztikusan megnőtt.
3. A hitelfelvételből számolt effektív szám 2007 közepéig 12 körül ingadozott, 2007 végére 10-re esett, a válságban pedig 4-re zuhant. Ezt úgy is értelmezhetjük, mintha a piacon a tényleges hitelfeltevők száma négyre esett volna.
4. A válságban továbbra is nagyjából azonos számú hitelező finanszíroz egyre kevesebb hitelfeltevőt.

⁹A vizsgált időszakban volt már példa ekkora emelkedésre.

5.12. ábra. A kihelyezések és hitelfelvételek havi adataiból számolt effektív szám 2003-2009Q1



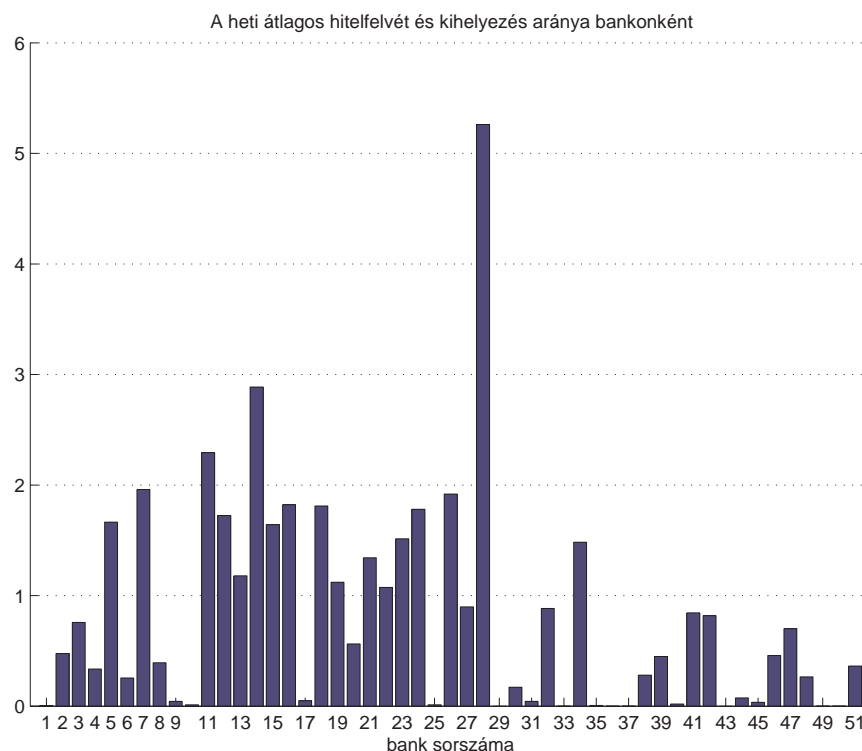
5.3. Források és nyelők vagy piacvezetők?

Ebben a részben azt tanulmányozzuk, hogy mennyire polarizált a piac. A meghatározó szereplők hitelfelvételben és kihelyezésben is aktívak, és piacvezetőként kiegyensúlyozott pozícióval bírnak? Vagy túlsúlyban van a nagyoknál a kihelyezés vagy a hitelfelvétel, és így forrásként vagy nyelőként viselkednek? Az 5.13-as és az 5.14-es ábrák a teljes időszaki kihelyezések és a hitelfelvételek egymáshoz viszonyított arányát mutatják bankonként. Az ábrákon az egyes érték jelenti azt, hogy egy bank kiegyensúlyozottan viselkedik a piacon, tehát ugyanannyi hitelt vesz fel, mint amennyit ki is helyez. Látható, hogy van olyan bank, amely az általa felvett hitel több, mint ötszörösét kihelyezi a piacon (1, 9, 10, 17, 25, 30, 31, 35, 40, 44 és 45)¹⁰; ezek a bankok egyértelműen *forrásként* viselkednek, azaz alapvetően a többiek tevékenységét hitelezik, a saját likviditásfeleslegüket lekötik.

Vannak ugyanakkor olyan bankok is, amelyek a kihelyezéseik értékének több, mint másfélszörösét vették fel hitelként (5, 7, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 22, 23, 24, 26 és 28); ők inkább a likviditás vásárlóiként lépnek fel ezen a piacon, tehát *nyelők*. Látható, hogy itt nem találunk olyan extrém értékeket, mint a kihelyezés/hitel mutatóknál, valószínűleg azért, mert a bankok – a biztonságra törekedve – inkább hajlamosak

¹⁰Csúcstartó az 1-es bank, 203-as értékkel.

5.13. ábra. A heti átlagos hitelfelvét és a kihelyezés aránya bankonként



túltartalékolni, és inkább kötik le a felesleges eszközeiket ezen a piacon, minthogy alultartalékoljanak és permanensen erre a piacra szoruljanak, hogy a szükséges likviditást megszerezzék.

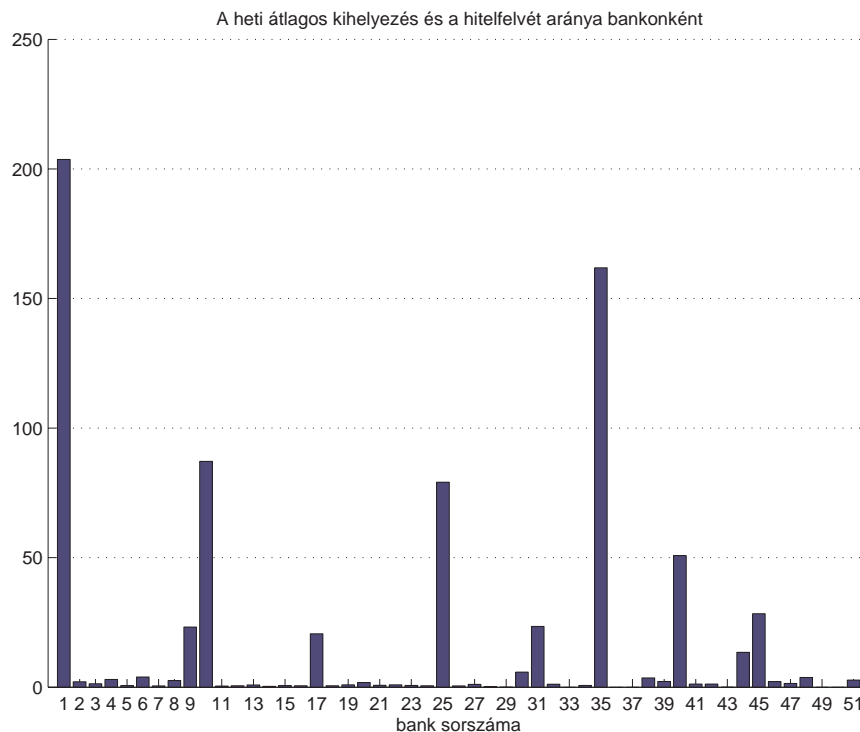
Annak megítélésakor, hogy melyik szereplő mekkora kockázatot vállal azzal, ha a bankközi fedezetlen depo piacról finanszírozza magát, mindenképpen szükséges a szereplő piaci méretét is figyelembe venni. Ebben segít az 5.15-ös ábra.

A negyvenöt fokban egyenesen lévő bankok pozíciója kiegyensúlyozott; ezek ugyanannyi hitelt adtak a vizsgált időszakban, mint amennyi betétet képeztek¹¹. A 13-as bank pozíciója (az időszak egészét tekintve) nagyjából kiegyensúlyozottnak mondható, hiszen közel van ehhez az átlóhoz. Láthatóan ő a legnagyobb szereplő mind kihelyezés, mind hitelfelvétel szempontjából. Definiáljuk úgy a kiegyensúlyozott szereplőket, hogy se a kihelyezésük ne haladja meg a hitelfelvételüket több, mint 20%-kal, se a hitelfelvételük ne haladja meg a kihelyezésüket 20%-kal! Az egyszerűség kedvéért a 20%-os eltérést számoljuk logaritmikusan:

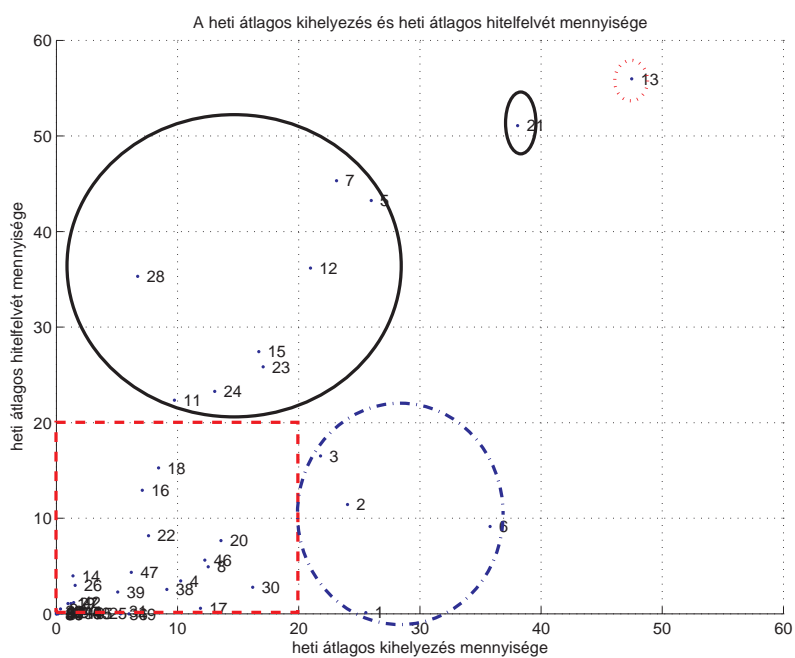
$$\left| \ln \left(\frac{\text{depo}}{\text{debt}} \right) \right| \leq \ln(1,2),$$

¹¹Természetesen elképzelhető, hogy az adott időszak egy részében nettó kihelyezők, más részében pedig nettó hitelfelvevők voltak.

5.14. ábra. A heti átlagos kihelyezés és a hitelfelvét aránya bankonként



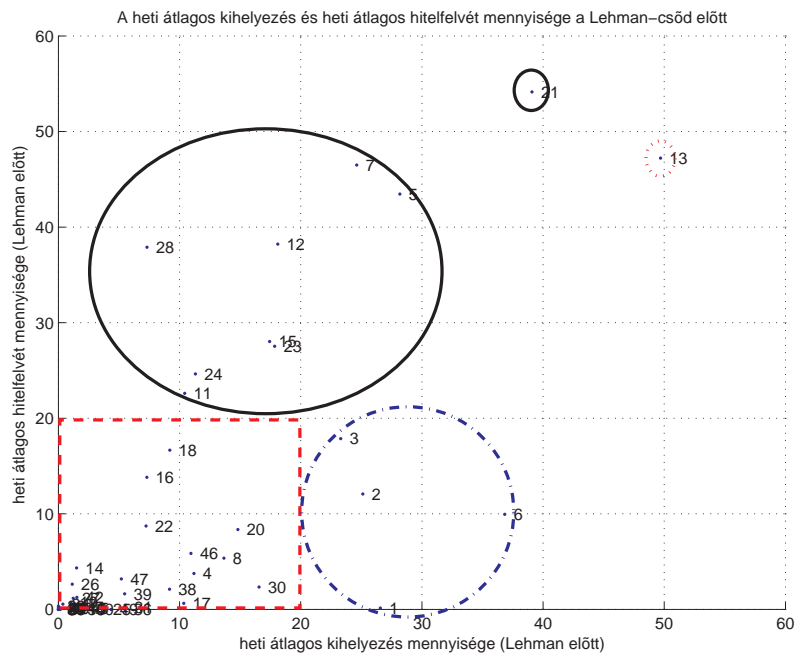
5.15. ábra. A heti átlagos kihelyezés és hitelfelvét bankonként



ahol a depo a kihelyezéseket debt pedig a hitelfelvételt jelöli. Ekkor kiegyensúlyozott szereplőnek tekinthetjük a 13-as, a 19-es, a 22-es, a 27-es, a 32-es és a 41-es hitelintézeteket. Ezek közül csak a 13-as bank forgalma éri el azt a szintet, hogy *piacvezetőként (market maker)* működhessen.¹²

Az 5.15-ös ábrán piros körrel a piacvezetőnek tekinthető 13-as bankot jelöltük. Kék szaggatott ellipszissel a azokat a nagyobb forgalmú bankokat jelöltük, melyek jelentős nettó kihelyezők, tehát *forrásnak* (6, 1, 2 és 3) tekinthetők. A fekete ellipszisekkel a jelentős nettó hitelfelvevőket jelöltük, ezek a *nyelők* (21, 5, 7, 12, 15, 23, 24, 11 és 28). Piros szaggatott vonalú téglalappal pedig azokat a kis forgalmú hitelintézeteket jelöltük, melyek lehetnek források, nyelők vagy akár piacvezetők is, a kis forgalmuk miatt ez nem lényeges a piacon.

5.16. ábra. A heti átlagos kihelyezés és hitelfelvétel bankonként – a Lehman–csőd előtt

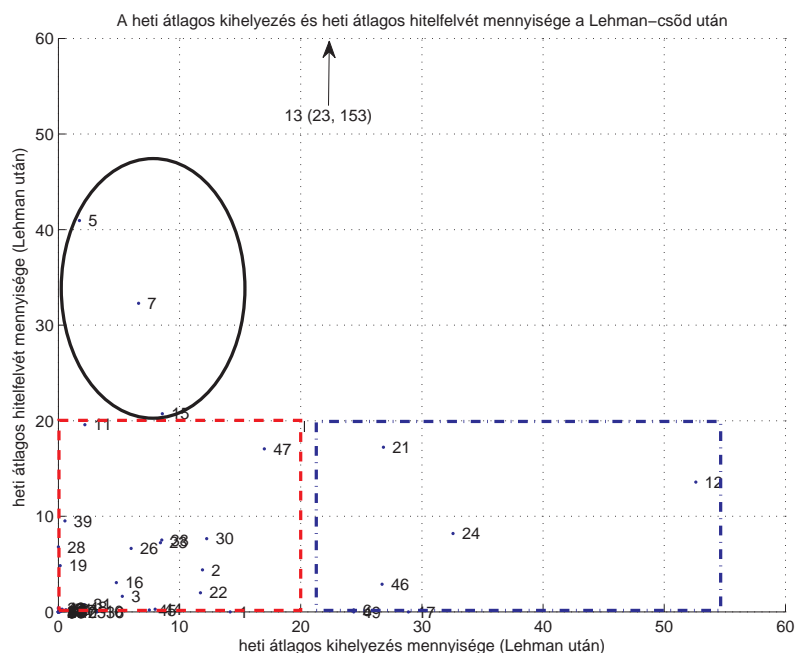


Az 5.16-os és az 5.17-es ábrák a piacvezetőket, forrásokat és nyelőket mutatják a válságot megelőzően és a válságban. Ezt foglalja össze az alábbi, 5.14-es táblázat. A két ábrát összevetve az alábbi megállapításokat tehetjük:

1. A korábbi piacvezető 13-as a válságban több, mint hétszer annyi hitelt vett fel, mint amennyit kihelyezett, ezzel piacvezetőből nyelővé vált.

¹²A méretben következő hitelintézet a 22-es; ennek összes forgalma csak nagyjából 15%-a a 13-as bank forgalmának. A 22-es összforgalma a teljes piaci forgalom 1,6%-át teszi ki, míg egyenletes eloszlást feltételezve 1,9% forgalmi részesedés jutna egy bankra.

5.17. ábra. A heti átlagos kihelyezés és hitelfelvétel bankonként – a Lehman–csőd után



2. A korábbi jelentős nyelők közül nyelő maradt az 5-ös, a 7-es és a 15-ös hitelintézetek, de míg a válság előtt a kettő a hitel/kihelyezés arányuk felső korlátja volt, most ez alsó korlát.
3. A korábban jelentős szerepet játszó nyelő 21-es a válságban forrássá vált. A 12-es és a 24-es, melyek szintén nyelők voltak – bár kevésbé fontosak – a válságban szerepet cseréltek és forrássá váltak.
4. A 11-es némileg veszített jelentőségéből, de maradt nyelő. A 28-as drasztikusan visszafogta forgalmát, nem végzett a válságban kihelyezést, csak hitelfelvételt, de azt szinte elhanyagolható mértékűt.
5. A válság előtt forrásként viselkedő 1-es, 2-es, 3-as és 6-os bankok közül csak a 6-os maradt forrás, a többi elvesztette kiemelt szerepét.
6. Új szereplőként tűnt fel a válságban a 46-os, a 49-es és a 17-es bankok; mind forrás szerepet játszottak.
7. Szintén új szerepre tett szert a 47-es bank, melynek összforgalma ugyan nem meghatározó az időszak egészét tekintve, a válságbeli erősen csökkent forgalomban – kiegyensúlyozott pozíciójánál fogva – nyugodtan nevezhető (közepes méretű) piacvezetőnek.

5.14. táblázat. Jellegzetes banki magatartásformák

| | Lehman előtt | Lehman után | A teljes időszakban |
|------------|------------------------------|---------------------|--------------------------|
| piacvezető | 13 | 47 | 13 |
| forrás | 6,3,2,1 | 12,24,21,46,17,49,6 | 6,1,2,3 |
| nyelő | 12,24,21, 5,7,15,23,11,28 | 13,5,7,15 | 21,5,7,12,15,23,24,11,28 |

5.4. Banki csoportok viselkedése a Lehman–csőd előtt és után

Ebben a részben azt vizsgáljuk, hogy vajon egyes banki csoportok viselkedése megváltozott-e a fedezetlen bankközi depo piacon a Lehman 2008. szeptember 15-i csődjét követően vagy sem. Azt fogjuk találni, hogy a csoportok viselkedése gyökeresen megváltozott a Lehman–csődöt követően.

5.4.1. Banki csoportok a kihelyezések alapján Lehman–csőd előtt és után I.

Első lépésként a Lehman csőd előtti tranzakciókat figyelembe véve kihelyezések szerint sorrendbe raktuk a bankokat. Ennek első 10 helyezettjét tartalmazza a B.3-as táblázat. Az első csoportba a három legnagyobb bankot tettük, melyek az összehelyezés kicsivel több, mint 25%-át végezték. A második csoportba a következő 25%-ért felelős bankokat tettük, a harmadik és negyedik csoportba pedig a fennmaradó 25-25% kihelyezést produkáló hitelintézeteket.

5.15. táblázat. A bankok négy csoportja a Lehman–csőd előtti kihelyezéseik alapján

| Csoport száma | bank |
|---------------|---|
| I. csoport | 13, 21, 6 |
| II. csoport | 5, 1, 2, 7, 3 |
| III. csoport | 12, 23, 15, 30, 20, 8, 24, 4 |
| IV. csoport: | 46, 11, 17, 18, 38, 28, 16, 22, 31, 36, 39, 47, 49, 25, 9, 40, 45, 35, 10, 42, 14, 27, 26, 19, 44, 34, 48, 32, 37, 41, 33, 29, 43, 50, 51 |

Az eszerint kialakított négy csoportot az 5.15-ös táblázat mutatja. A 2008. szeptember 15-e előtti és utáni időszak bankszempontok közti összes kihelyezését tartalmazó

táblázatok (lásd 5.16-os és 5.17-es táblázatok) még nem fedik fel azonnal, hogy a két időszakban mennyire gyökeresen különbözőképp viselkedtek az egyes bankcsoportok.

5.16. táblázat. A négy bankcsoport kihelyezései a Lehman-csőd előtt

| | I.csoport | II.csoport | III.csoport | IV.csoport | Összesen |
|--------------|-----------|------------|-------------|------------|-----------|
| I. csoport | 6 384,0 | 8 370,1 | 10 755,6 | 11 921,1 | 37 430,9 |
| II. csoport | 8 698,9 | 7 615,6 | 11 591,1 | 10 178,7 | 38 084,3 |
| III. csoport | 8 029,2 | 9 320,7 | 10 471,9 | 8 216,9 | 36 038,7 |
| IV. csoport | 10 059,8 | 10 461,6 | 8 369,6 | 6 962,6 | 35 853,6 |
| | 33 171,9 | 35 768,1 | 41 188,2 | 37 279,3 | 147 407,4 |

5.17. táblázat. A négy bankcsoport kihelyezései a Lehman-csőd után

| | I.csoport | II.csoport | III.csoport | IV.csoport | Összesen |
|--------------|-----------|------------|-------------|------------|----------|
| I. csoport | 509,6 | 320,7 | 324,9 | 847,6 | 2 002,8 |
| II. csoport | 384,2 | 242,9 | 210,8 | 234,3 | 1 072,2 |
| III. csoport | 1 023,9 | 925,0 | 465,3 | 675,3 | 3 089,5 |
| IV. csoport | 2 671,3 | 651,4 | 548,1 | 493,9 | 4 364,7 |
| | 4 589,0 | 2 140,0 | 1 549,1 | 2 251,0 | 10 529,1 |

Ha a bankcsoportok közti nettó kihelyezéseket a bruttó forgalom feléhez (másképpen átlagos forgalomhoz) viszonyítjuk (átlagos vagy relatív kihelyezés)¹³, akkor sokkal inkább szembeűnő a különbség (lásd 5.18-as és 5.19-es táblázatok).

5.18. táblázat. A négy bankcsoport relatív nettó kihelyezései a Lehman-csőd előtt

| | I.csoport | II.csoport | III.csoport | IV.csoport |
|-------------|-----------|------------|-------------|------------|
| I.csoport | 0% | -4% | 29% | 17% |
| II.csoport | 4% | 0% | 22% | -3% |
| III.csoport | -29% | -22% | 0% | -2% |
| IV.csoport | -17% | 3% | 2% | 0% |

Az 5.18-as és az 5.19-es ábrák vizualizálják a főbb áramlási irányokat. Az egyszeres nyíl gyengébb kapcsolatot, kisebb áramlást, a kétszeres nyíl erősebb kapcsolatot, nagyobb áramlást jelez. A folytonos vonal a Lehman-csőd előtt is meglévő, régi kapcsolatot, a szaggatott vonal a csőd utáni, új kapcsolatot jelenti. A főbb tapasztalatok az alábbiak:

¹³Például az I. csoport 2008. szeptember 15. előtt összesen 8 370,1 mrd forint hitelt adott a II. csoportnak, de kapott is 8 698,9 mrd forintot, tehát nettó értelemben a II. csoport hitelezte az I. csoportot 328,7 mrd forint értékben. Ennek megfelelően a relatív nettó táblázat első sorának második oszlopába $-328,7/(8\,370,1+8\,698,9)*2 = -4\%$ kerül.

5.19. táblázat. A négy bankcsoport relatív nettó kihelyezései a Lehman-csőd után

| | I.csoport | II.csoport | III.csoport | IV.csoport |
|-------------|-----------|-------------|--------------|--------------|
| I.csoport | 0% | -18% | -104% | -104% |
| II.csoport | 18% | 0% | -126% | -94% |
| III.csoport | 104% | 126% | 0% | 21% |
| IV.csoport | 104% | 94% | -21% | 0% |

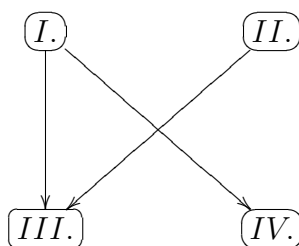
1. A Lehman-csőd előtti időszakban a csoportokon kívüli finanszírozás viszonylag kiegyensúlyozott¹⁴. Ez különösen a Lehman-csőd utáni időszakkal összehasonlítva tűnik egyértelműnek.
2. A Lehman-csőd előtti időszakot önmagában vizsgálva azt láthatjuk, hogy a legnagyobb bankokból álló csoport (I. csoport) finanszírozta a III. és a IV. csoportot. Erre utal a 29% és a 17% az 5.18-as táblázatban.
3. A Lehman-csőd előtti időszakban a közepesen nagy bankok csoportja (II. csoport) finanszírozta a III. csoportot. (Lásd a 22% az 5.18-as táblázatban.)
4. A Lehman-csőd utáni időszakban a korábbi kiegyensúlyozott finanszírozás felborul és a csoportok közötti megerősödik. A korábbi 17%, 22% és 29%-ok helyett itt 104%, 126% és 104% nagyságú finanszírozás látunk. 100% feletti számot akkor kaphatunk, ha két csoport közül az egyik legalább háromszor annyi hitel ad a másik csoportnak, mint amennyit tőle kap!
5. A Lehman-csőd utáni időszakban a csoportok közötti korábbi finanszírozási irány megfordul. Most már a IV. csoport finanszírozza az I. csoportot és a III. csoport finanszírozza az I. és a II. csoportot.
6. A Lehman-csőd utáni időszakban új fontos kapcsolatok alakulnak ki a csoportok között. A IV. csoport finanszírozza a II. csoportot, a II. csoport finanszírozza az I. csoportot, valamint a III. csoport a IV. csoportot.

Mi magyarázhatja a fenti jelenségeket?

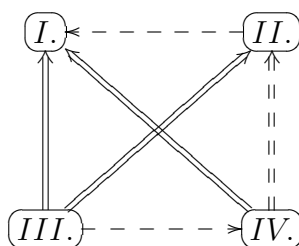
1. A válságban a nagyobb bankok nemcsak abszolút értelemben csökkentették kihelyezéseiket, hanem a hálózaton belüli relatív fontosságukból is visszavettek. Ennek lehet oka az, hogy a kisebb hitelintézetek hitelképessége olyan

¹⁴A csoportokon belüli finanszírozás definíció szerint kiegyensúlyozott, hiszen egy csoport a saját tagjainak épp annyi hitelt ad, mint amennyit kap.

5.18. ábra. Banki csoportok közti hitelezés a Lehman–csőd előtt I.



5.19. ábra. Banki csoportok közti hitelezés a Lehman–csőd után I.



mértékben csökkent, hogy a nagyok nem voltak hajlandók (annyi) hitelt adni nekik.

2. A válságban a kisebb bankok egymást sem tartottak megfelelő partnernek és biztonságosabbnak ítélték a nagyok hitelezését.¹⁵
3. A többi pénzpiac (FX-swap és repo) likviditási helyzete és a hitelintézetek egymással szembeni pozícióit ezeken a piacokon szintén hatással lehettek a fedezetlen depo piacra.
4. A válságban az anya-leánybank finanszírozás is változhatott, ami ugyancsak befolyásolhatta a fedezetlen depo piacot.

Mindenképpen meg kell jegyeznünk, hogy a kihelyezési forgalom sorrendje alapján felállított sorrend sem marad változatlan 2008. szeptember 15-e után.¹⁶ Bár a korábbi első három bank (13, 21 és 6) maradt az első tízben, együttes részesedésük nem éri el a korábbi 25%-ot, hanem leesik 19%-ra. A második csoportot alkotó hitelintézetek (5, 1, 2, 7 és 3) kihelyezési tevékenysége még drasztikusabban visszaesik, a Lehman–csőd után csak az összes kihelyezés 10%-át éri el, míg a harmadik csoportba

¹⁵Ennek némileg ellentmond az, hogy a III. csoport elkezdte finanszírozni a IV. csoportot, de ha figyelembe vesszük, hogy a Lehman–csőd utáni csoportközi finanszírozási struktúrában a fontos kapcsolatok közül ez a legkevésbé fontos, akkor ettől már könnyebben eltekinthetünk.

¹⁶Lásd a (B.7)-es táblázatot.

tartozó bankok 29%-ra növelik részesedésüket, a negyedik csoport részaránya pedig 41%-ra emelkedik.

5.4.2. Banki csoportok a teljes forgalom alapján a Lehman–csőd előtt és után II.

A különbség az előző vizsgálathoz képest az, hogy itt a banki csoportok meghatározásához nem a kihelyezések forgalmi rangsorát fogjuk alapul venni, hanem a bankok teljes forgalmát, tehát a kihelyezéseket és a hitelfelvételeket együtt. A Lehman csőd előtti tranzakciókat figyelembe véve a teljes forgalom alapján sorrendbe tett bankok közül az első tízet az 5.20-as táblázat tartalmazza.

5.20. táblázat. Bankok sorrendje a teljes forgalom alapján (teljes, Lehman előtt)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 13 | 28 881,8 | 9,80% |
| 2 | 21 | 27 782,5 | 19,22% |
| 3 | 5 | 21 347,0 | 26,46% |
| 4 | 7 | 21 192,0 | 33,65% |
| 5 | 12 | 16 784,2 | 39,34% |
| 6 | 6 | 13 938,5 | 44,07% |
| 7 | 15 | 13 549,8 | 48,67% |
| 8 | 23 | 13 522,6 | 53,25% |
| 9 | 28 | 13 472,5 | 57,82% |
| 10 | 3 | 12 269,5 | 61,98% |

Az első csoportba itt is három bank került, együtt a forgalom több, mint 26%-át generálták. A második csoportba a következő 25%-ért felelős bankokat tettük, a harmadik és negyedik csoportba pedig a fennmaradó 25-25% kihelyezés produkáló hitelintézeteket.

5.21. táblázat. A bankok négy csoportja a Lehman–csőd előtti teljes forgalmuk alapján

| Csoport száma | bank |
|---------------|---|
| I. csoport | 13, 21, 5 |
| II. csoport | 7, 12, 6, 15, 23 |
| III. csoport | 28, 3, 2, 24, 11, 1 |
| IV. csoport: | 18, 20, 16, 8, 30, 46, 22, 4, 38, 17, 47, 39, 14, 31, 36, 49, 25, 26, 42, 9, 40, 27, 45, 19, 10, 35, 44, 34, 48, 29, 32, 41, 37, 43, 33, 50, 51 |

A kialakított csoportokat az 5.21-es táblázat mutatja. A 2008. szeptember 15-e előtti és utáni időszak banksoportok közti összes kihelyezését tartalmazó táblázatok (lásd 5.22-es és 5.23-as táblázatok) még nem fedik fel azonnal, hogy a két időszakban mennyire gyökeresen különbözőképp viselkedtek az egyes banksoportok.

5.22. táblázat. A négy banksoport kihelyezései a Lehman–csőd előtt II.

| | I.csoport | II.csoport | III.csoport | IV.csoport | Összesen |
|--------------|-----------|------------|-------------|------------|-----------|
| I. csoport | 6 744,0 | 12 030,7 | 9 140,6 | 6 938,7 | 34 854,0 |
| II. csoport | 11 054,5 | 9 115,0 | 8 351,0 | 5 702,5 | 34 222,9 |
| III. csoport | 10 127,4 | 8 629,1 | 6 449,7 | 5 802,5 | 31 008,8 |
| IV. csoport | 15 231,3 | 14 989,5 | 10 391,5 | 6 709,4 | 47 321,8 |
| | 43 157,2 | 44 764,3 | 34 332,8 | 25 153,1 | 147 407,4 |

5.23. táblázat. A négy banksoport kihelyezései a Lehman–csőd után II.

| | I.csoport | II.csoport | III.csoport | IV.csoport | Összesen |
|--------------|-----------|------------|-------------|------------|----------|
| I. csoport | 277,5 | 247,1 | 182,8 | 684,2 | 1 391,5 |
| II. csoport | 1 531,4 | 563,0 | 341,4 | 280,6 | 2 716,4 |
| III. csoport | 812,9 | 531,3 | 155,5 | 285,3 | 1 784,9 |
| IV. csoport | 3 067,2 | 657,1 | 416,6 | 495,4 | 4 636,3 |
| | 5 689,0 | 1 998,5 | 1 096,2 | 1 745,5 | 10 529,1 |

Ha a banksoportok közti nettó kihelyezéseket a bruttó forgalom feléhez (másképpen átlagos forgalomhoz) viszonyítjuk (átlagos vagy relatív kihelyezés)¹⁷, akkor sokkal inkább szembetűnő a különbség (lásd 5.24-es és 5.25-ös táblázatok).

5.24. táblázat. A négy banksoport relatív nettó kihelyezései a Lehman–csőd előtt II.

| | I.csoport | II.csoport | III.csoport | IV.csoport |
|--------------|-----------|------------|-------------|-------------|
| I. csoport | 0% | 8% | -10% | -75% |
| II. csoport | -8% | 0% | -3% | -90% |
| III. csoport | 10% | 3% | 0% | -57% |
| IV. csoport | 75% | 90% | 57% | 0% |

Az 5.20-as és az 5.21-es ábrák vizualizálják a főbb áramlási irányokat. Az egyszeres nyíl gyengébb kapcsolatot, kisebb áramlást, a kétszeres nyíl erősebb kapcsolatot, nagyobb áramlást jelez. A folytonos vonal a Lehman–csőd előtt is meglévő, régi

¹⁷Például az I. csoport 2008. szeptember 15. előtt összesen 12 030,7 mrd forint hitelt adott a II. csoportnak, de kapott is 11 054,5 mrd forintot, tehát nettó értelemben a II. csoport hitelezte az I. csoportot 976,2 mrd forint értékben. Ennek megfelelően a relatív nettó táblázat első sorának második oszlopába $976,2 / (12 030,7 + 11 054,5) * 2 = 8\%$ kerül.

5.25. táblázat. A négy bankcsoport relatív nettó kihelyezései a Lehman-csőd után II.

| | I.csoport | II.csoport | III.csoport | IV.csoport |
|--------------|-----------|--------------|--------------|--------------|
| I. csoport | 0% | -144% | -127% | -127% |
| II. csoport | 144% | 0% | -44% | -80% |
| III. csoport | 127% | 44% | 0% | -37% |
| IV. csoport | 127% | 80% | 37% | 0% |

kapcsolatot, a szaggatott vonal a csőd utáni, új kapcsolatot jelenti. A főbb tapasztalatok az alábbiak:

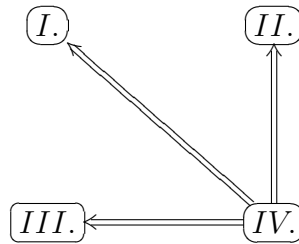
1. A Lehman-csőd előtti időszakban a csoportokon belüli és kívüli finanszírozás kevésbé kiegyensúlyozott, mint a csak hitelfelvétel alapján képzett bankcsoportok esetén. A fő finanszírozási irány az, hogy a legkisebb forgalmú bankok (IV. csoport) – érdekes módon – az összes többi bankot hitelek (75%, 90% és 57%).
2. A Lehman-csőd előtt a többi kapcsolat vonatkozásában 10%-osnál nem találunk nagyobb különbséget a kihelyezések és a hitelfelvelek között.
3. A Lehman-csőd utáni időszakban a IV. csoport továbbra is hitelez a többit; az I. csoportot még erősebben (127%), a II. és III. csoportot a korábbinál kicsit kevésbé, de még mindig nagyon jelentősen (80% és 37%)¹⁸.
4. A Lehman-csőd utáni időszakban a másik fontos változás, hogy minden csoport finanszírozni kezdi az összes többi csoportot, mely nagyobb forgalmú hitelintézetekből áll, mint az adott csoport bankjai. Tehát a III. és a II. is finanszírozza az I. csoportot (127% és 144%), illetve a III. csoport is finanszírozza a II. bankcsoportot (44%). Ezeket a fontos, új kapcsolatokat szaggatott kettős nyíl mutatja az 5.21-es ábrán.

A jelenségek korábbi magyarázata itt is érvényesnek tűnik. Újdonságnak tekinthető viszont, hogy most a válság után egyértelműen az látszik, hogy a kisebb bankokból álló csoportok finanszírozzák a nagyobb bankokból álló csoportokat. Ez tovább erősíti a hitelképesség és a kockázaterőztetésre vonatkozó korábbi vélekedésünket.

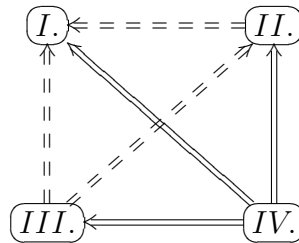
Természetesen a teljes forgalom alapján kialakított csoportok súlya is megváltozik a válság után, ez a változás azonban kisebb, mint a csak kihelyezések alapján elké-

¹⁸A 80% például azt jelenti, hogy a IV. csoport a II. csoportnak 2,34-szer nagyobb mennyiségben ad hitelt, mint amennyit kap; a 37% pedig azt, hogy a IV. csoport másfélszer annyi hitelt ad a III. csoportnak, mint amennyit kap tőle.

5.20. ábra. Banki csoportok közti hitelezés a Lehman–csőd előtt II.



5.21. ábra. Banki csoportok közti hitelezés a Lehman–csőd után II.



szített csoportok esetén. Érdekes módon az első csoport súlya 34%-ra növekszik és a III. csoporté 14%-ra esik, míg a II. csoport nagyjából szinten marad (22%) és a IV. csoport halványan erősödik, 30% lesz.

Az 5.21-es ábrából egyértelműen látszik, hogy a IV. csoport összességében nettó finanszírozó, az I. csoport pedig nettó hitelfelvevő. A II. és a III. csoportról azonban csak a számok alapján (lásd (5.23-as és 5.23-es táblázat) tudjuk eldönteni. Ebből az derül ki, hogy az I. csoport 4 297,4 mrd forinttal vesz föl több hitelt, mint amennyit kihelyez. Ez az átlagos forgalmának $(\text{kihelyezés} + \text{hitelfelvétel})/2$ 60,7%-a. A IV. csoport 2 890,8 mrd forinttal ad több hitelt, mint amennyit felvesz, ami az átlagos forgalmának 45,3%-a. A III. és a II. csoport is nettó hitelnnyújtó (688,7 és 23,9%, illetve 717,9 és 15,2%).

5.4.3. Banki csoportok nettó pozíciója a Lehman–csőd előtt és után

Az 5.4.2. rész utolsó megjegyzéséből kiindulva ebben a részben azt vizsgáljuk meg, hogy az egyes banki csoportok többiekkel szembeni nettó pozíciója miként alakult 2008. szeptember 15. előtt és után. Az 5.26-os táblázat a kihelyezések alapján elkészített csoportok teljes, többiekkel szembeni forgalmukhoz viszonyított (relatív)

nettó forgalmukat tartalmazza. A negatív szám azt jelenti, hogy nettó hitelfelvevők voltak, a pozitív azt, hogy nettó kihelyezők. Az I. csoport például a Lehman–csőd előtti időszakban összesen 4 259 mrd hitelt adott a másik három csoportnak, az átlagos forgalma (kihelyezés és hitelfelvétel fele) $(37\,430,9 \text{ mrd} + 33\,171,9 \text{ mrd})/2 = 35\,301,4$ mrd forint volt, tehát a nettó kihelyezés a teljes forgalomhoz viszonyítva 12,1% volt (lásd az 5.16-os táblázatot.).

5.26. táblázat. A négy bankcsoport relatív nettó pozíciója 2008. szeptember 15. előtt és után – a csoportosítás alapja a kihelyezés

| Bankcsoport | relatív nettó pozíció | |
|----------------------------------|-----------------------|-------------|
| | Lehman előtt | Lehman után |
| I. csoport \Rightarrow többi | 12,1% | -78,5% |
| II. csoport \Rightarrow többi | 6,3% | -66,5% |
| III. csoport \Rightarrow többi | -13,3% | 66,4% |
| IV. csoport \Rightarrow többi | -3,9% | 63,9% |

Az 5.27-es táblázatban szintén az egyes bankcsoportok többiekkel szembeni, teljes forgalmukhoz viszonyított (relatív) nettó kihelyezéseit láthatjuk, csak hogy itt a csoportok a Lehman–csőd előtti teljes forgalom alapján lettek kialakítva.

5.27. táblázat. A négy bankcsoport relatív nettó pozíciója 2008. szeptember 15. előtt és után – a csoportosítás alapja a teljes forgalom

| Bankcsoport | relatív nettó pozíció | |
|----------------------------------|-----------------------|-------------|
| | Lehman előtt | Lehman után |
| I. csoport \Rightarrow többi | -21,3% | -121,4% |
| II. csoport \Rightarrow többi | -26,7% | 30,5% |
| III. csoport \Rightarrow többi | -10,2% | 47,8% |
| IV. csoport \Rightarrow többi | 61,2% | 90,6% |

Az alábbi megállapításokat tehetjük:

1. A kihelyezéseken alapuló csoportok esetében (lásd az 5.26-os táblázat):
 - a) Minden bankcsoport többiekkel szembeni válság előtti nettó pozíciója kifejezetten közel állt a semlegeshez, hiszen még a legkevésbé kiegyensúlyozott III. csoport is csak nagyjából 14%-kal vett fel több hitelt, mint amennyit kihelyezett.
 - b) A válságban minden bankcsoport többiekkel szembeni nettó pozíciója jelentősen távolodott a nullától. Minden bankcsoport relatív nettó pozíciója 64% és 79% közé nőtt, ami azt jelenti, hogy vagy a kihelyezési haladják meg 94-130%-kal a hitelfelvételét, vagy fordítva.

- c) A válság előtt a nagyobb bankokból álló csoportok (I. és II.) összességében külön-külön is nettó kihelyezőként viselkedtek, míg a kisebb bankok csoportjai (III. és IV.) nettó hitelfelvevőként. Azaz a válság előtt a csoportok nagyjából kiegyensúlyozottak voltak, és a nagyobb bankok finanszírozták a kisebbeket.
- d) A válságban a csoportok közti finanszírozás erősödik, és a kisebb bankok kezdik finanszírozni a nagyobbakat. Egész pontosan a III. és a IV. csoport nettó kihelyező, míg az I. és a II. csoport nettó hitelfelvevő, és csoportközi pozícióik jelentősnek mondhatók.

2. A teljes forgalmon alapuló csoportok esetében (lásd az 5.27-es táblázat):

- a) A négyből három banksorozat többiekkel szembeni relatív nettó pozíciója nem haladta meg a 27%-ot, ami azt jelenti, hogy ezek kihelyezései legfeljebb 30%-kal haladták meg a hitelfelvételeiket, vagy fordítva. Az egyetlen, nagyon komoly kitettséggel rendelkező banksorozat a IV. volt, 61,2%-os relatív nettó pozícióval, azaz a kihelyezései 88%-kal haladták meg a hitelfelvételeit.
- b) A válságban minden banksorozat többiekkel szembeni nettó pozíciója távolodott a nullától. A II. és a III. csoport korábbi nettó hitelfelvevő szerepüket nettó finanszírozóra cserélték! A legkevésbé kitett csoport (II.) relatív nettó pozíciója is meghaladta a 30%-ot, míg a leginkább kitett csoport (I.) mutatója -121,4%-ra változott.
- c) A válság előtt azt látjuk, hogy a legkisebb bankokból álló IV. banksorozat finanszírozza a többit (különösen a II-at), hiszen ennek relatív nettó pozíciója pozitív (61,2%), míg a többié negatív.
- d) A válságban a csoportok közti finanszírozás erősödik, és a kisebb bankok finanszírozzák a nagyobbakat. Konkrétan a három kisebb bankokból álló csoport finanszírozza a három legnagyobb összforgalmú bankból álló banksorozatot.

5.5. A fedezetlen depo piac topológiája

Ebben a részben a fedezetlen depopiac egészét vizsgáljuk gráfelméleti eszközökkel. Míg korábban főleg a piacot reprezentáló mátrix sorösszegeit és oszlopösszegeit vizsgáltuk, addig most általában a mátrix belsejére vagyunk kíváncsiak. A vizsgált időszakban 1581 nap alatt 71 836 tranzakció történt, a ügyletekben 51 bank vett

részt. Az átlagos tranzakcióméret 2,2 mrd volt, naponta átlagosan 45,4 tranzakciót kötöttek 99,9 mrd forint értékben.

5.5.1. A hálózat egészének jellemzése

A hálózat mérete

A hálózat mérete az adott időszakban tranzakciót folytató bankok számával egyezik meg. A napi tranzakciók aggregálásából készített hálózat méretének időbeli alakulását a C.5-ös ábra mutatja. Az napi hálózat átlagos mérete 28,1 volt, 4,4-ös szórással. Az ábrán jól látszik, hogy végig nagy a mutató volatilitása, gyakran követi egymást 10 csúccsal és akár 30 vagy 35 csúccsal rendelkező hálózat is. Szébb képet kaphatunk a hálózat méretének időbeli alakulásáról, ha heti szintű aggregált hálózatokat vizsgálunk. A C.6-os ábra tartalmazza ennek lefutását. Itt az átlagos méret 34,1, a szórás 2,7, ami már sokkal kisebb relatív szórást jelent (8,1% a korábbi 15,6%-kal szemben). Az idősor és a belőle képzett 4 hetes mozgóátlag egyértelműen megmutatja, hogy 2003 elejét leszámítva az első négy évben a heti hálózat átlagos nagysága 32-34 volt, majd 2007-ben és 2008-ban a piacon részt vevő bankok száma felment 36 és 38 közé. A 2008 őszi hitelválságban a heti hálózat mérete visszaesett először 30-32 közé, majd 2009-ben még tovább, 28-ra.

A hálózat átmérője

A hálózat átmérője a legkisebb olyan d , amelyre teljesül, hogy a hálózat bármely pontjából bármely másikba legfeljebb d lépésben el lehet jutni. A heti hálózat átlagos átmérője 5,7, ennek szórása 1,3 volt, minimális és maximális átmérője 3 és 11 volt (lásd C.12-es ábra). Az első két évben változékonyabb volt a mutató (jellemzően 4 és 8 között), 2005-től 2008 őszeig némileg kisebb változékonysággal átlagosan 5-7 közötti értékeket vett fel. Az őszi hitelválság hatására 4-5 környékére csökkent a heti hálózat átmérője.

A klaszterek száma és mérete

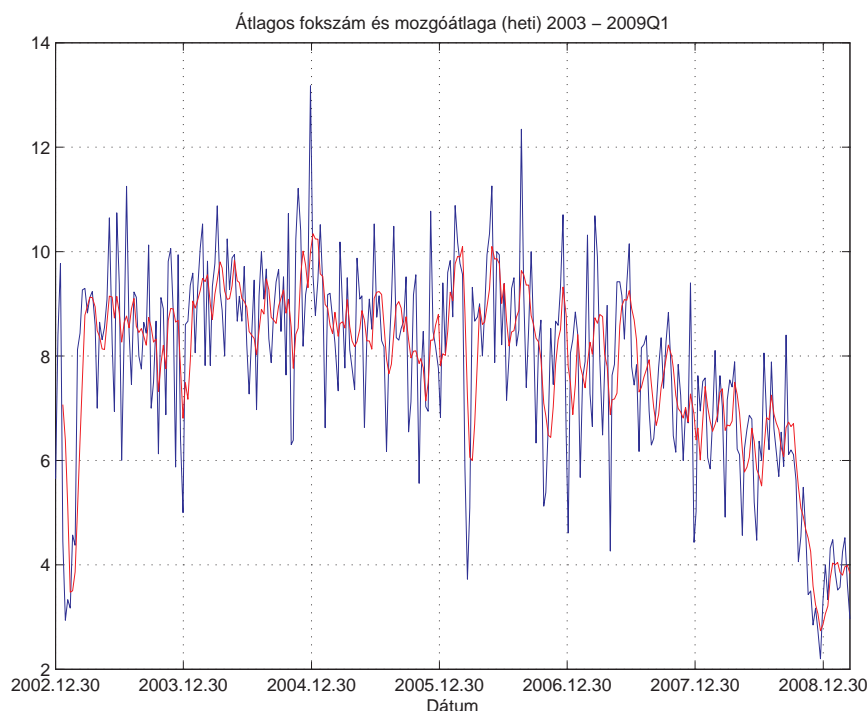
A C.7-es és C.8-as ábrákat elemezve nem meglepő, hogy a napi hálózatok szintjén gyakran találunk 3-4 vagy akár még több (maximális érték 8) klasztert, míg a heti hálózat alapvetően összefüggő, csak néhány alkalommal marad két darabban. A heti klaszterek méretét mutató C.10-es ábrán ennek megfelelően gyakorlatilag a hálózat

méretének alakulását kapjuk vissza.¹⁹ További vizsgálódást igényel, hogy mi lehet az oka annak a néhány esetnek, amikor a heti hálózat nem vált összefüggő egészé.

Átlagos fokszám

Egy csomópont fokszáma azt mutatja meg, hogy az a csomópont hány másik csomóponttal van kapcsolatban. A heti hálózatok átlagos fokszámát és ennek négy hetes mozgóátlagát az 5.22-es ábra tartalmazza. Látható, hogy az piac szereplői az időszak nagy részében átlagosan 6 és 10 közötti kapcsolattal rendelkeztek hetente (átlag 7,8, szórás 1,9, relatív szórás 25%, maximum 13,2 és minimum 2,2). Kivételt képez ez alól a 2003 eleje, 2008 első három negyedéve, amikor a fokszám 6 és 8 között volt és a 2008 októbere utáni időszak, amikor a fokszám az időszak átlagának felére, 4 körülre esik. Úgy tűnik, hogy a pénzügyi turbulenciák (2003 eleje, 2008 ősze és utána) a fokszám esésével járnak. Érdekes ugyanakkor, hogy a 2003 végi turbulencia nem járt az átlagos fokszám csökkenésével, hanem inkább a volatilitás növekedésével.

5.22. ábra. Átlagos fokszám (heti) és mozgóátlaga



A heti forgalom (5.4-es ábra) és a heti átlagos fokszám együttmozgását különösen a belőlük számított négy hetes mozgóátlag mutatja szépen. Az erős együttmozgást

¹⁹A köztük lévő korrelációs együttható 0,8175.

észrevéve figyelemre méltó, hogy 2008 első három negyedében a forgalom még nem csökken, de az átlagos fokszám csökkenésnek indult.

2008 végén a hitelválság megjelenésével a likviditás megcsappanása megjelent a forgalom csökkenésében és az átlagos fokszámában is. Elvben elképzelhető lenne, hogy a forgalom úgy csökken, hogy a piaci szereplők kihelyezéseik nagyságát egyenletesen csökkentik, de a kapcsolataik számát nem változtatják. Ez azzal járna, hogy a forgalom csökken ugyan, de az átlagos fokszám nem. Az adatokból azonban nem ezt látjuk, hanem azt, hogy a forgalom és az átlagos fokszám együtt csökken, aminek az a következménye, hogy – a fokszám kellő mértékű csökkenésekor – lesz olyan hitelintézet, amelyik elhagyja a piacot.

Láttuk korábban, hogy a válságban a kihelyezések koncentrációja nem változik jelentősen, a hitelfelvételeké azonban igen. Ez a koncentráció nőhetne úgy is, ha a hálózat átlagos fokszáma nem változna. A hitelfelvétel koncentrációjának és az átlagos fokszámnak az együttes növekedése előrevetíti a banki kapcsolatok koncentrációjának növekedését, amit a 5.5.3. részben vizsgálunk meg.

A heti hálózat fokszámának szórása viszonylag stabilan 6 körül van (lásd C.15-ös ábra, átlag 5,8, szórása 1,3), az idősor a 2003 eleji és a 2008 őszi pénzüpi zavarra csökkenéssel reagált.

Súlyozott átlagos fokszám

A heti hálózat súlyozott átlagos fokszáma (lásd C.17-es ábra) úgy rendel egy-egy fokszámot minden piaci szereplőhöz, hogy csúcshoz tartozó éleken lévő – a tranzakciókból jövő – mennyiségeket is figyelembe veszi. Két azonos számú kapcsolattal rendelkező szereplő közül az kap nagyobb súlyozott fokszámot, amelyik nagyobb forgalmat bonyolít. A súlyozott átlagos kifokszám (lásd C.19-es ábra) ugyanígy számolódik, de csak a csúcsból kiinduló éleket veszi figyelembe.²⁰ Ennek értéke – az hálózaton belüli átlagolás miatt – éppen fele a súlyozott átlagos fokszámnak. Ezek az adatsorok nagyjából a fokszám időbeli alakulását tükrözik vissza.

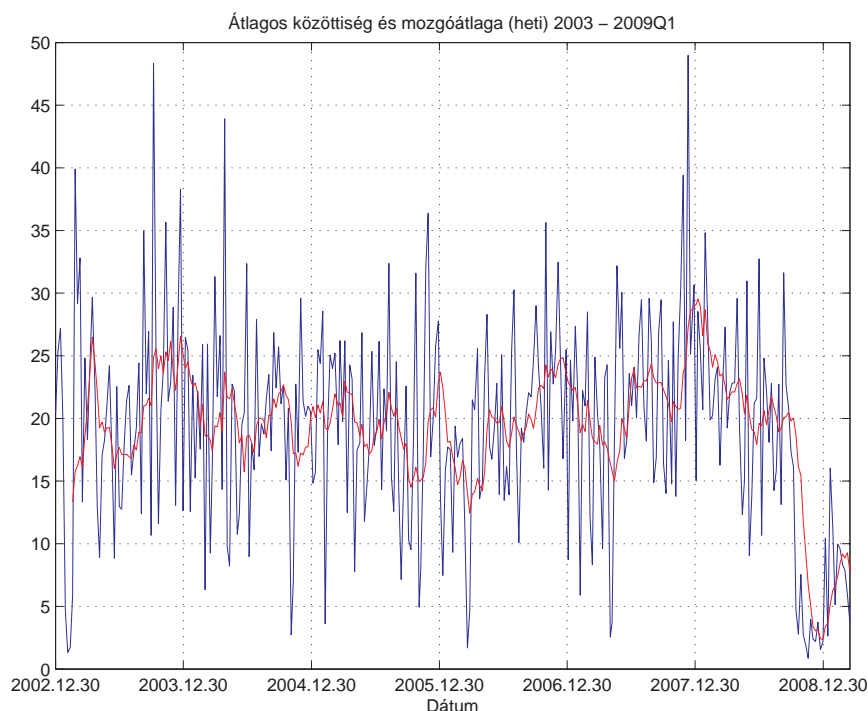
Átlagos közöttiség

Az átlagos közöttiség (*mean betweenness*) a csúcsok központiságát azzal méri, hogy az adott csúcs hány legrövidebb úton van rajta. Minél többön, annál magasabb közöttiség értéket kap az adott csúcs. A C.20-as ábrán látszik, hogy a napi hálózat

²⁰A súlyozott átlagos befokszám csak a csúcsba beérkező éleket venné figyelembe. Ennek értéke – mivel átlagos értékről van szó – azonos lenne a súlyozott átlagos kifokszámmal.

annyira kiforratlan, hogy ez nem ad értelmezhető idősort. A heti hálózat átlagos közöttsége (lásd 5.23-as ábra) volatilisabb, mint az átlagos foksám (átlagos értéke 19,3, szórása 8,4, relatív szórása 43,8%), gyakran esik az értéke az átlagos érték negyedére és nő másfélszeresére, 30-ra. A mozgóátlagból²¹ azért kiolvasható, hogy a hitelválság hatására az év közepi 25 körülről drasztikusan lezuhant 5-10 körültre.

5.23. ábra. Átlagos közöttség (heti)



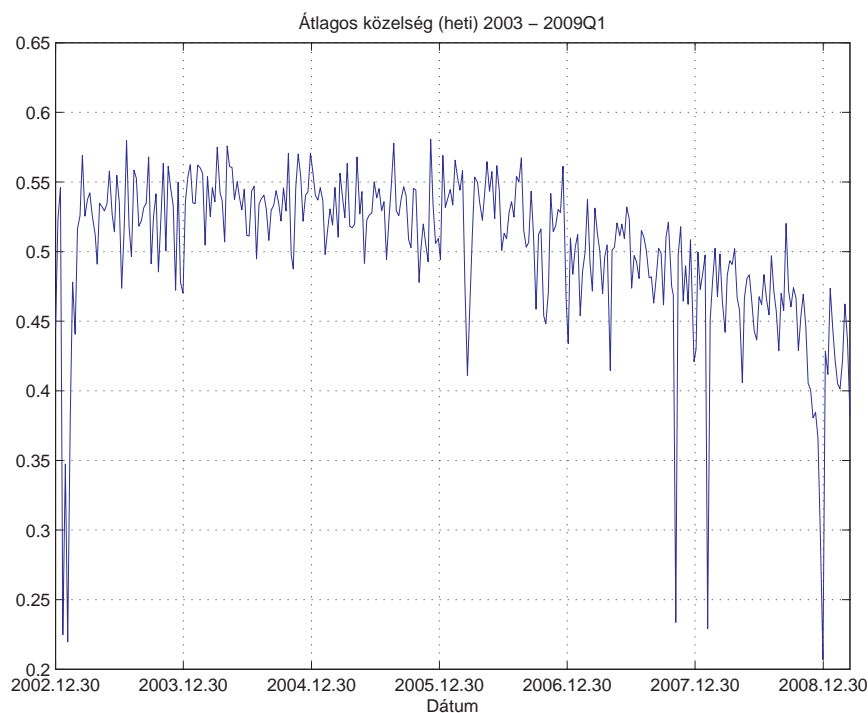
Átlagos közelség

Az közelség (*closeness*) mutató azt ragadja meg, hogy hány lépés kell ahhoz, hogy egy adott csúcsból eljussunk az összes többi csúcsba. A csúcsokra számolt közelség mutatók átlagát tartalmazza az átlagos közelség, amit úgy kalibrálnak, hogy nulla és egy között vehet fel értéket, és minél magasabb a mutató értéke, átlagosan annál kevesebb lépésre van szükség. A 0,5-ös érték azt jelenti, hogy átlagosan 2 lépésből elérhető minden más csúcs. Az 5.24-es ábra tartalmazza a heti hálózatból számolt átlagos közelség értékek idősorát (átlag 0,5024, szórás 0,057, relatív szórás 11,2%, maximum 0,581, minimum 0,207). Azok a hetek, amikor a mutató 0,2-0,25 közötti tartományba esik, megfelelnek azoknak a heteknek, amikor a hálózat két részre szakadt és az átlagos klaszterméret megefeleződött. A teljes idősorban a két mutató közepes pozitív kapcsolatot (korrelációs együttható 0,4219) mutat, ami azt jelenti,

²¹A szokásos négyheti mozgóátlag helyett itt a 8 hetes mozgóátlag adott olyan idősort, amiből látszott a tendencia.

hogy a hálózat átlagos klaszterméretének emelkedésével az átlagos közelség is nőtt. A hálózat méretével és a hálózat átmérőjével a kapcsolat kifejezetten gyenge, 0,0575 és 0,0504.

5.24. ábra. Átlagos közelség (heti)



5.5.2. Az egyes szereplők jellemzése

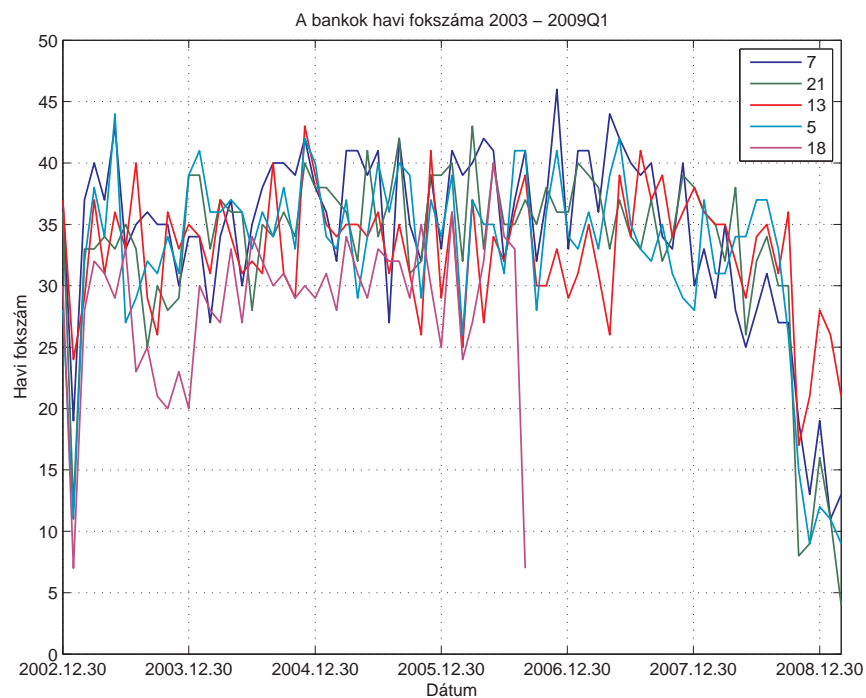
A hálózat egészének időbeli alakulását jellemző átlagos értékek vizsgálatán túl érdemes egy pillantást vetni az egyes hitelintézetek hálózati jellemzőinek időbeli alakulására. Mivel mind az 51 hitelintézet mutatóját együtt ábrázolva nem sokat lehetne látni, ezért a vizsgált időszak átlagában első öt bank fokszámának, közöttségének és közelségének havi adataiból készült idősorait mutatjuk be.

Az 5.25-ös, az 5.26-os és az 5.27-es ábrákon a fokszám, a közöttség és a közelség alakulását követhetjük nyomon. Nem meglepő módon az eddigi vizsgálatok során is jelentősnek mutatózó bankok jelennek meg: az 5-ös, a 7-es, a 13-as, a 21-es és ráadásaként a 11-es, a 47-es és a 18-as.

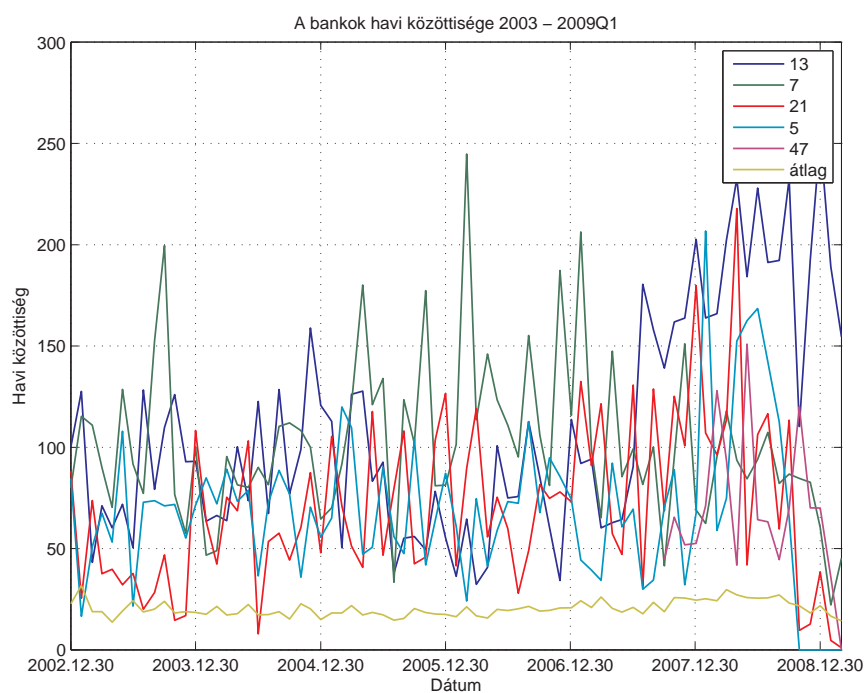
Érdekes módon a piacon csak 2007 októberében megjelenő 47-es bank²² azonnal

²²Ez a hitelintézet már a piacvezetők, források és nyelők azonosításakor is megmutatta magát, hiszen a Lehman-csőd utáni időszakban ez volt a legnagyobb olyan hitelintézet, melynek hitel felvétele és kihelyezései nagyjából egyensúlyban voltak, és így (közepes méretű) piacvezetőként definiáltuk.

5.25. ábra. Az első öt bank havi fokszáma 2003–2009Q1

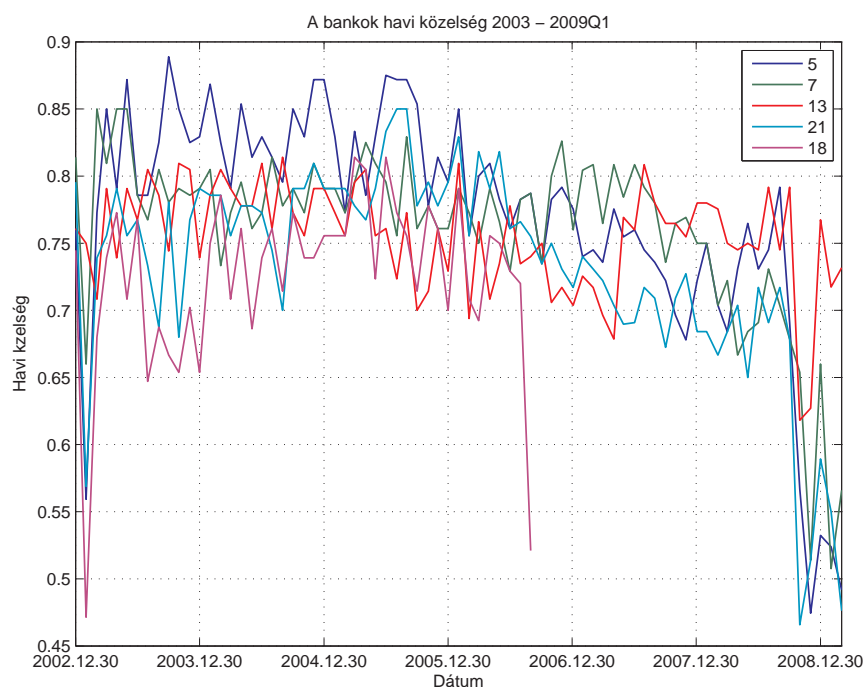


5.26. ábra. Az első öt bank és az átlag havi közöttsége 2003–2009Q1



fontos szerepet játszott, ami a közöttség mutatójában meg is jelent.²³ Szintén figyelemre méltó a 18-as hitelintézet viselkedése, amely az átlagos közelség tekintetében az előkelő ötödik helyen foglalta el, és azt szinte végig tartotta is, amíg piacon volt. Csakhogy 2006 októberében ez a bank távozik a piacról.

5.27. ábra. Az első öt bank havi közelsége 2003–2009Q1



Az 5.26-os ábrán az havi hálózatokból számolt átlagos közöttség is megjelenik²⁴. Az átlagos közöttség Lehman–csőd utáni csökkenése azért észrevehető. Az igazán érdekes az, hogy ebben az időszakban, a válságban a legmagasabb közöttséggel rendelkező hitelintézetek közül három is (5-ös, 21-es, és 47-es) az átlag alá esik, míg a 13-as bank közöttsége ugyan az egyik hónapban megfeleződik, alapvetően mégis tartja a 2007 közepén megkezdett emelkedő trendjét, és jellemzően 150-200 körül van.

5.5.3. Kapcsolati sorrendek

A legfontosabb bankok kiválasztásakor érdemes megvizsgálni a bankok egymás közötti kapcsolatait. Elképzelhető, hogy egy bank forgalma a piac egészéhez képest alacsonynak mondható, mégis rendelkezik olyan kapcsolattal, amely stabilitása és

²³Átlagos fokszámát és átlagos közelség mutatóját tekintve azonban csak a 16-17. helyen állt.

²⁴Ez a mutató 15 és 30 között változik, míg az első öt 50-től 250-ig szóródnak, ezért a változása nehezen látszik. A heti hálózatokból számolt átlagos közöttség alakulását mégis ismerjük az 5.23-as ábrából, és a havi hálózatok átlagos közöttsége is hasonló mintázatú.

mérete folytán az egész piac szempontjából növeli az adott bank jelentőségét. Ehhez érdemes megvizsgálni a bankok közötti kapcsolatokat. Ebben a vizsgálatban kifejezetten a mátrix belsejére vagyunk kíváncsiak. Az 10 legnagyobb banki kapcsolat részletes²⁵ táblázatait a B.4. függelék tartalmazza.

5.28. táblázat. A banki kapcsolatok koncentrációja a válság előtt és a válságban

| | Lehman–csőd előtt | Lehman–csőd után |
|---------------|-------------------|------------------|
| <i>HHI</i> | 0,400509% | 2,05300% |
| <i>HHI*</i> | 0,361435% | 2,01457% |
| effektív szám | 249,7 | 48,7 |

Itt most csak egyetlen dologra hívjuk fel a figyelmet, mégpedig arra, ahogy a banki kapcsolatok koncentrációja a válságban. Az 5.28-as táblázat a banki kapcsolatok koncentrációját mutatja a válság előtt és a válságban. A piacon lévő 51 bankot figyelembe véve $51 \cdot 50 = 2550$ kapcsolat lehetséges. A táblázatból jól látszik, hogy a korábbi koncentráció a válságban ötszörösére nő, így a *HHI* nagyságrendet vált. Legkönnyebb az effektív számon észrevenni a változást, hiszen ez azt jelzi, hogy a lehetséges 2550 kapcsolatból a válság előtt „ténylegesen” 250 él, a válságban ezek nagy része eltűnik, és a mindössze 49-re esik a „tényleges” kapcsolatok száma. Itt látszik jól, hogy a hálózat miként lesz ritka a válságban.

5.5.4. A hálózat magja

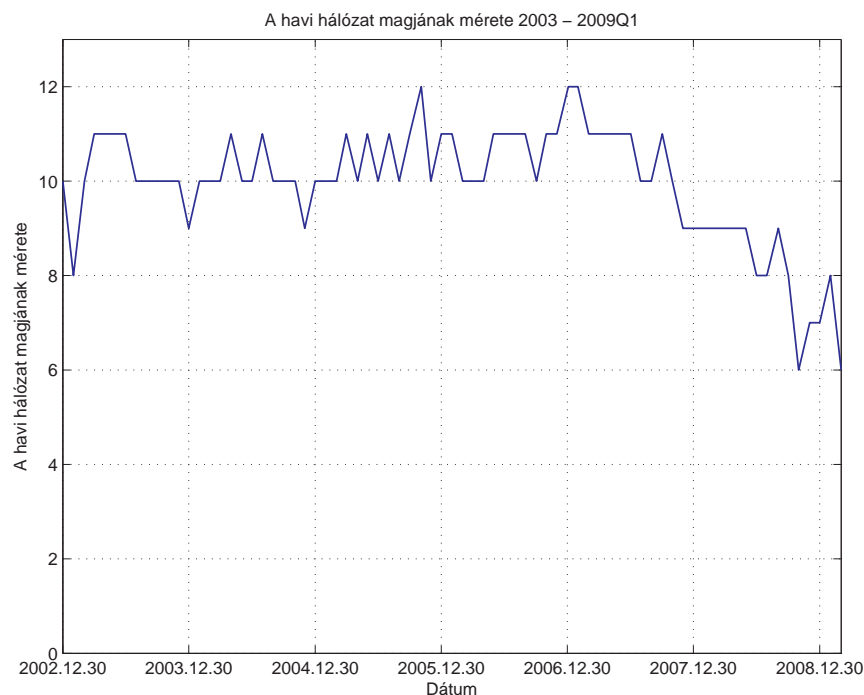
A hitelintézetek működése – azok gazdaságban betöltött kiemelt szerepe folytán – mindig is a kormányzat, a jegybank és a Pénzügyi Szervezetek Állami Felügyelete érdeklődésének középpontjában állt. Válság esetén, amikor a bankok akár csődközelbe is kerülhetnek, a megfelelő felügyeleti intézkedések meghozatalához érdemes tisztában lenni azzal, hogy a piacon aktív hitelintézetek közül melyek az igazán fontosak, melyek bírnak központi jelentőséggel rendszerkockázati szempontból. Szintén fontos ez, ha olyan kormányzati intézkedéscsomag készül, melynek célja a pénz- és tőkepiacok minél zavartalanabb működésének elősegítése, valamint a pénzügyi nehézségekkel küzdő hitelintézetek megmentése vagy helyzetének javítása.

A forgalom is segít bennünket ennek megítélésében, de egy olyan összetett piacon, mint a bankközi fedezetlen depo piac érdemes lehet arra is figyelemmel lenni, hogy

²⁵Teljes időszak / Lehman–csőd előtt / Lehman–csőd után, alacsony / magas / normál kamatlábú tranzakciók.

mely bankok rendelkeznek a meghatározó kapcsolatokkal. Tartozzanak a hálózat magjába azok a bankok, melyek együtt a kapcsolatok nem kevesebb, mint 90 százalékkal rendelkeznek.²⁶

5.28. ábra. A havi hálózat magjának mérete 2003-2009Q1



Az 5.28-as ábra azt mutatja, hogy a havi adatok alapján összeállított hálózatokban a hálózat magja hány elemből állt. Látható, hogy 2004 végéig a mag 9–11 elemből állt, 2005 elejétől 2007 közepéig 10–12 bankból állt, 2007 végére a mag mérete leesett 9-re, 2008-ban a válságig 8-9 volt, a válságban 6-ig esett. Észrevehetjük, hogy a mag méretének csökkenése már 2007-ben megkezdődött!

Azt is megvizsgáltuk, hogy melyik hónapban melyik hitelintézet volt benne a hálózat magjában és ez időben hogyan változott. Az alábbi megállapításokat tehetjük:

1. Meglepően sok bank volt a vizsgált időszakban valamikor (legalább egy hónapban) a hálózat magjának része, szám szerint 25. 10 hitelintézet volt 10 vagy annál kevesebb hónapban a magban. 8 bank volt a mag része több, mint 10, de kevesebb, mint 45 hónapban. 3 bank volt a magban több, mint 45-ször

²⁶Mivel ez a definíció még nem egyértelmű, ezért a hálózat magját határozzuk meg a következő algoritlussal! Első lépésként vegyük ki azt a hitelintézetet és minden kapcsolatát a hálózatból, amelyik a legtöbb kapcsolattal rendelkezik. Második lépésként az új hálózatból megint vegyük ki azt a bankot és minden kapcsolatát, amelyik ebben az új hálózatban a legtöbb kapcsolattal rendelkezik. Folytassuk ezt addig, míg ki nem vesszük az eredeti hálózat kapcsolatainak 90%-át.

és nem többször, mint 60-szor. Négy hitelintézet (a 13-as, a 7-es, a 21-es és az 5-ös) volt a mag része 70-szer vagy többször.

2. A legtöbbször részt vevő négyes mag viszonylag stabilnak mondható, hiszen a 75 hónapból csak 6 volt olyan, amikor nem volt mind a négy közülük eleme a magnak.
3. Érdekes, hogy a négyes *kemény mag* épp a 2008. októberi turbulenciában bomlik fel; a 13-as és a 7-es hitelintézet benn marad, de a 21-es októberben és novemberben nincs a magban, utána visszatér; az 5-ös októberben még a mag része, de novembertől eltűnik.

5.6. Eredmények

A kutatás főbb eredményeit az alábbiakban oly módon foglalom össze, hogy kiemeltem a fedezetlen depo piac Lehman–csőd utáni változásait.

- E1 A forgalom a 2008 végi hitelválság hatására drasztikusan csökken, a korábbi átlagos 600-as szintről leesik 300-ra, azaz *megfeleződik*.
- E2 A piaci kamatláb a Lehman–csőd után a korábbi 8%-ról 11,5%-ra nőtt, azaz 350 bázisponttal megemelkedett.
- E3 Az 5.2.6. részben tárgyalt *kihelyezési koncentráció* érzékelhetően növekedett (a *HHI* 4,6%-ról 6,1%-re nőtt), a *hitelfelvételi koncentráció* pedig drasztikusan megnőtt a Lehman–csődöt követően, amit a *HHI* 6,6%-ról 18,4%-ra történő emelkedése is mutat. Az hitelfelvételi effektív szám 15,2-ről 5,4-re esett. Az 5.11-es ábra jelzi, hogy a hitelkoncentráció növekedése már a Lehman–csődöt megelőzően, 2007 második felében megkezdődött.
- E4 Az extrém kamatlábú tranzakciók koncentrációja a Lehman–csődöt megelőzően és utána is magasabb, mint a normál kamatlábú tranzakcióké. A válság hatására az extrém kamatlábú tranzakciók koncentrációja is nőtt.
- E5 Az 5.3. részben láthattuk, hogy a válság hatására a banki szerepek alapvetően megváltoztak; a korábbi források, nyelők és piacvezetők közül sokan helyet cseréltek vagy elvesztették kiemelt szerepüket, és új piaci szereplők is felvettek kiemelt szerepeket. (A korábban kiegyensúlyozott 13-as bank például a Lehman–csőd után hétszer annyi hitelt vett fel, mint amennyit kihelyezett. A válság előtt

forrásként viselkedő 1-es, 2-es, 3-as és 6-os hitelintézet közül csak a 6-os maradt forrás, a többi elvesztette kiemelt szerepét. A 21-es korábban nyelő volt, a válságban forrás lett.)

- E6 Az 5.4.1. részben láthattuk, hogy a kihelyezések alapján elkészített banki csoportok közti finanszírozás a Lehman–csődöt megelőzően viszonylag kiegyensúlyozott volt, és az I. csoport finanszírozta a III. és a IV. csoportot, valamint a II. csoport a III. csoportot. A válságban a finanszírozás régi iránya megfordul, ez hasonló a De Masi, Iori és Caldarelli [2006] által kapott eredményhez, a csoportok közötti hitelezés megerősödik, illetve új hitelezési kapcsolatok születnek.
- E7 A teljes forgalom alapján elkészített banki csoportok (lásd 5.4.2. rész) közti finanszírozás a Lehman–csőd előtt nagyjából kiegyensúlyozott, az egyedüli komoly egyensúlytalanságot a IV. csoport okozza, ezek (a forgalom szempontjából) legkisebb bankok jelentős mértékben finanszírozzák a másik három csoportot. A válságban a többi csoport között is erős kapcsolatok alakulnak, a kisebb bankokból álló csoportok hitelezik a nagyobb bankokból álló csoportokat. A IV. továbbra is finanszírozza a III., a II. és az I. csoportot, de most már a III. hitelez a II. és az I. csoportot, illetve a II. csoport hitelez az I. csoportot. A válságban minden banki csoport a nála nagyobb forgalmú bankokból álló csoportot finanszírozza.
- E8 A banki csoportok többi csoporttal szembeni nettó pozícióinak vizsgálata azt mutatta (5.4.3. rész), hogy a válság előtt az egyes csoportok nagyjából semleges pozícióban voltak (egyedül a teljes forgalom alapján kialakított IV. csoport volt erősen nettó hitelező), a válságban viszont erős csoportközi kapcsolatok alakultak. A kihelyezések alapján meghatározott csoportok esetén a válságban a III. és a IV. csoport finanszírozta az I. és a II. csoportot; a teljes forgalom alapján kialakított csoportoknál a válságban az I. csoportot hitelezte az összes többi.
- E9 A válságban a heti hálózat mérete 36-ról visszaesett 30-ra, majd még tovább, 28-ra (lásd 5.5.1. rész).
- E10 A heti hálózat átmérője a Lehman–csőd előtti 5-7-ről összességében 4-5-re esett (lásd 5.5.1. rész).
- E11 A heti hálózat átlagos fokszáma a Lehman–csődöt követően a korábbi 7-ről 4 körülre esett (lásd 5.5.1. rész). Érdeemes észrevenni, hogy a heti hálózat átlagos fokszáma a megelőző években 9 körül volt, és ez már 2007-ben lecsökkent 7-re. Szintén fontos, hogy 2008 első három negyedévében a piaci forgalom még nem csökken, de az átlagos fokszám már igen. A Lehman–csőd idején már együtt

csökken az átlagos fokszám és a forgalom, aminek bizonyos mértékű visszaesés után az a következménye, hogy lesz olyan szereplő, amelyik elhagyja a piacot.

E12 Az heti hálózat átlagos közöttsége 2007 végén éri el 30 körüli csúcspontját, 2008-ban végig csökken, majd a Lehman–csőd előtti 20-ról a válságban 5 alá zuhan (lásd 5.5.1. rész).

E13 A heti hálózat átlagos közelsége már 2006 közepe óta csökkent (lásd 5.5.1. rész).

E14 A havi közöttség, közelség és fokszám (lásd 5.5.2. rész) tekintetében első öt hitelintézet viselkedése a válságban a 13-as bank kivételével hasonló volt az átlagéhoz, tehát visszaestek. A 13-as bank azonban más utat járt be: kapcsolatainak száma (fokszáma) jóval kevésbé esett vissza; közöttsége már 2006 közepe óta jelentősen emelkedett, és a Lehman–csőd hatására is csak egyetlen hónapra esik vissza jelentősen; közelsége is csak egy hónapban esik vissza, majd gyorsan visszatér a korábbi szintjére.

E15 A bankok közötti kapcsolatok koncentrációjának (lásd 5.5.3. rész) emelkedése még a hitelfelvevő bankok koncentrációjának növekedését is meghaladta. A kapcsolatok effektív szám a Lehman–csőd előtti időszakot figyelembe véve 250 volt, ez a csődöt követően leesett 49-re.

E16 A havi hálózat magja 2007 közepéig 10-11 elemből állt, ez 2008 közepére 8-ra esik, majd a válság hatására tovább esik 6-ra. Fontos észrevenni, hogy a mag csökkenése már 2007-ben megkezdődött (lásd 5.5.4. rész).

E17 A havi hálózat magjában legtöbbször részt vevő négyes mag viszonylag stabilnak mondható, hiszen a 75 vizsgált hétből csak 6 volt olyan, amikor nem volt mind a négy közülük eleme a magnak.

E18 Érdekes, hogy a négyes *kemény mag* épp a 2008. októberi turbulenciában bomlik fel; a 13-as és a 7-es hitelintézet benn marad, de a 21-es októberben és novemberben nincs a magban, utána visszatér; az 5-ös októberben még a mag része, de novembertől eltűnik.

A bevezetőben felsorolt kutatási hipotéziseket a fenti eredmények alapján az alábbiakban értékelem.

H1 A magyar bankközi fedezetlen depo piac Lehman–csőd előtti hálózati topológiája gyökeresen különbözik a csőd utánitól.

E1–E18 alapján *elfogadva*.

H2 Találhatók olyan hálózati mutatók, melyek már a 2008. szeptember 15-i csődöt megelőzően is jelezték a likviditás csökkenését.

E3, E11–E13 és E16 alapján *elfogadva*.

H3 Találtunk két – a likviditással összefüggő – járulékos jelenséget, a piaci *szereplők szerepcseréjét* (lásd E5), és a *banki csoportok közötti finanszírozás* megváltozását (lásd E6–E8).

H4 A kutatás eredménye, hogy a fenti mutatókból sok alkalmas lehet a likviditás sokrétű jelenségének megragadására. A forgalom mellett alkalmas lehet erre a szerepre a hálózat mérete, átmérője, fokszáma, közöttsége, közelsége, a hálózat magjának mérete és kemény magjának stabilitása, a hitelfelvétel és a kihelyezés koncentrációja, valamint ennek a kettőnek a különbsége, a banki kapcsolatok koncentrációja és a banki csoportok finanszírozási viszonyainak változása.

Ezen *új likviditási mutatók* közül a legígéretesebbek azok, melyek már a Lehman-csőd előtt változást mutattak, mégpedig a *hálózat fokszáma*, a *közöttség*, a *közelség*, a *hálózati mag mérete* és a *hitelfelvétel koncentrációja*.

5.7. További lehetséges kutatási irányok

A fentiekben röviden megvizsgáltuk a bankközi fedezetlen depo piac elmúlt hat évét. Az elvégzett kutatás természetesen számos kérdést nyitva hagyott, és számos újat fel is vetett. A különböző mutatók idősoraiban helyenként meglepő értékeket tapasztaltunk. Meg lehetne próbálni összekötni ezeket konkrét piaci eseményekkel. További érdekes kutatási terület lehet a fedezetlen depopiac kapcsolata az FX-swap piaccal és a repo piaccal.

A piaci tapasztalatok szerint a bankok deviza likviditáskezelése kihat a depo piacon történő forint likviditáskezelésükre, hiszen például ha az FX swap piacon kimerítik a partnerlimitjeiket, akkor a depo piacon sem jutnak forint forráshoz, ami a depo piac likviditásának csökkenéséhez, akár a piac kiszáradásához vezethet. Ilyenkor jellemzően a központi bankhoz fordulnak forrásért. Hogyan jelentkezik ez a jelenség a hálózatelméleti mutatókban?

Érdekes lehet azt megvizsgálni, hogy az MNB intézkedései (alapkamatváltozás, a 2003-as monetáris politikai rezsimváltás, a 2001. tavaszi devizaliberalizáció, a kamatfolyosó szűkítése, a kötelező tartalékráta megváltoztatása vagy a tartalékolási előírások megváltozása) hatnak-e a depo piac topológiájára, és ha igen, akkor hogyan.

A legérdekesebb felmerült kutatási kérdés az, hogy a bankok hitelkockázata miként hat a fedezetlen depo piacra. A bankok hogyan döntenek el, hogy adnak-e egymásnak fedezetlen hitelt, és ha igen, akkor milyen feltételekkel (mennyiség, futamidő és kamatláb)?

A. függelék

Definíciók

A.1. Likviditási mutatók

A.1.1. Tranzakciós költségeket megragadó mutatók

1. *bid-ask spread* (bid-ask spread)¹

$$SPRD_t = P_t^A - P_t^B,$$

ahol P_t^A az ask, azaz legjobb eladási árfolyam, P_t^B a bid, azaz legjobb vételi árfolyam.

2. *relatív bid-ask spread* (proportional bid-ask spread)²

$$RSPREAD_t = \frac{P_t^A - P_t^B}{(P_t^A + P_t^B)/2}$$

A.1.2. Volumen típusú mutatók

1. *ügyletkötési gyakoriság* – T időszak alatt kötött ügyletek száma

$$n_t = \frac{N_t}{T},$$

ahol N_t a t . periódusban az ügyletkötések száma (?).

\implies *ügyletkötések napi átlagos darabszáma* – *átlagos ügyletszám*

az azonnalíságnak (immediacy) lehet mérőszáma

¹Van belőle jegyzett és effektív.

²Van belőle jegyzett és effektív.

2. ajánlati mennyiség

$$Q_t = \frac{q_a + q_b}{2},$$

ahol q_a és q_b a t -edik periódusban az ajánlati könyvben szereplő átlagos eladási (ask) és vételi (bid) ajánlati mennyiség.

3. forgalom

$$VOL_t = \sum_{i=1}^{N_t} p_t^i q_t^i,$$

ahol p_t^i a t -edik periódusban megkötött i -edik ügylet ára és q_t^i a t -edik periódusban megkötött i -edik ügylet mennyisége.

\implies napi forgalom

4. forgalmi ráta

$$VOLrate_t = \frac{VOL_t}{STOCK_t},$$

ahol $STOCK_t$ a t -edik időszak végén a piacon lévő állomány.

5. átlagos ügyletméret

$$avgtrsize_t = \frac{VOL_t}{N_t}.$$

A.1.3. Ár alapú mutatók

1. árhatás-mutató I.

$$\gamma_t = \frac{|\Delta p_t|}{trsize_t},$$

ahol $|\Delta p_t|$ a t -edik tranzakció által okozott árváltozás (vagy árváltozás a t -edik periódusban) és $trsize_t$ a t -edik tranzakció mérete (vagy a t -edik periódusbeli tranzakciók össznagysága)

2. árhatás-mutató II.

$$\delta_t = \frac{|SPRD_t|}{avgtrsize_t},$$

ahol a számláló a t -edik tranzakció (periódus) spread-jének változása, a nevező pedig a t -edik periódusbeli tranzakciók átlagos mérete.

3. spread rugalmassági mutató

$$\varepsilon_t = \frac{|SPRD_t|}{sprdcontime_t},$$

ahol $spreadcontime_t$ a spread konvergenciájának ideje.

A.1.4. Egyéb mutatók

1. *Amihud illikviditási mutatója*

$$IL_{c,t} = \frac{1}{D_t} \sum_{d=1}^{D_t} |r_d| / VOL_d,$$

ahol D_t a kereskedési napok száma a t . hónapban, r_d és VOL_d az értékpapír napi hozama és forgalma a t . hónap d . napján.

2. *volatilitás*

- a loghozam éves szórása,

$$\sigma = T^{0.5} \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D (r_d - \bar{r})^2,$$

ahol $r_d = \ln(P_d/P_{d-1})$ a loghozam, D a napok száma a $(0, T)$ időszakban és \bar{r} a loghozam átlaga az időszakban.

- a (napi) maximális és minimális árfolyam szintje közti százalékos eltérés,

$$vol = \frac{P_t^H - P_t^L}{P_t^L},$$

ahol P_t^H a (napi) legnagyobb árfolyam és P_t^L a (napi) legkisebb árfolyam.

- GARCH modellekből becsült volatilitások.

3. *külföldiekkel szembeni napi forgalom - külföldiek forgalma*

4. *koncentráció*

Herfindahl index: az azonnali devizapiacra például az egyes bankok napi forgalmán belüli részesedéseiből számolt H-index. Az egyes szereplők százalékban mért részesedésének négyzetösszege 1000-rel osztva. A legnagyobb értéke 1, azaz 100%, ami a maximális koncentrációt jelenti. Minél egyenletesebb a megoszlás, annál kisebb lesz az index értéke, a minimális értéke a nulla.³

³Empirikus tanulmányokban az iparági koncentráció esetén 10 – 20% közötti H-index értéket mérsékelt koncentrációnak tartják. Átszámolva ez azt jelenti, hogy például 25 fős sokaságot feltételezve az 5 legnagyobb bonyolítja a forgalom több, mint 60 százalékát. Forrás: Csávás és Erhart [2005] p. 33.

Belföldiek koncentrációja és külföldiek koncentrációja (HI_KULF vs. HI_BELF).

Érdekes lehet az árjegyzők koncentráltsága és a befektetők koncentráltsága is. Mindkettő az információs aszimmetria jelenlétére hívhatja fel a figyelmet.

A.2. Központiság mutatók

Fokszám centralitás

A.2.1. Definíció (Fokszám centralitás). *A fokszám centralitás (degree centrality) (lehet befok (indegree) és kifok (outdegree))*

$$0 \leq d_{in}(p_i) = \frac{\sum_{j=1}^n a_{i,j}}{n-1} \leq 1,$$

ahol p_i az i -edik szereplőt jelenti, n a rendszerben lévő szereplők száma és $a_{i,j}$ a szomszédsági mátrix i -edik sorának j -edik eleme. Ez akkor 1, ha az i -edik szereplő az adott időszakban kapott átutalást a j -edikétől.

$$0 \leq d_{out}(p_i) = \frac{\sum_{j=1}^n a_{j,i}}{n-1} \leq 1,$$

Súlyozott fokszám centralitás

A.2.2. Definíció (Súlyozott fokszám centralitás). *A súlyozott fokszám centralitás (valued degree centrality)*

$$0 \leq \text{valued}d_{in}(p_i) = \frac{\sum_{j=1}^n p_{i,j}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n p_{i,j}} \leq 1,$$

ahol $p_{i,j}$ az i -edik szereplőhöz a j -edikétől beérkező átutalás értéke.

$$0 \leq \text{valued}d_{out}(p_i) = \frac{\sum_{j=1}^n p_{j,i}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n p_{i,j}} \leq 1,$$

ahol $p_{j,i}$ az i -edik szereplőtől a j -edikhez elküldött átutalás értéke.

Szomszédsági centralitás

A.2.3. Definíció (Szomszédsági centralitás). A szomszédsági centralitás (*proximity centrality*)

$$0 \leq p_{in}(p_i) = \frac{I_i/(n-1)}{\sum_{j=1}^n d(p_j, p_i)/I_i} \leq 1,$$

ahol I_i az i -edik szereplő befolyási övezetében (*influence domain*) lévő bankok száma és $d(p_i, p_j)$ az i -edik és a j -edik bank közötti távolság (hány lépésben érhető el egyikből a másik). A „be” szomszédsági centralitásnál a befolyási övezetben azok vannak, akik közvetlenül vagy közvetve küldenek átutalást az i -edik banknak; a „ki” szomszédsági centralitásnál azok a bankok vannak a befolyási övezetben, akiknek az i -edik bank közvetlenül vagy közvetve utal.

$$0 \leq p_{out}(p_i) = \frac{I_i/(n-1)}{\sum_{j=1}^n d(p_i, p_j)/I_i} \leq 1,$$

Közöttiség centralitás

A.2.4. Definíció (Közöttiség centralitás). A közöttiség centralitás (*betweenness centrality*)

$$0 \leq b(p_i) = \sum_{j < k} \frac{g_{j,k}(p_i)}{g_{j,k}} \leq 1,$$

ahol $g_{j,k}$ a j -edik és k -edik csomópont közötti legrövidebb utak száma és $g_{j,k}(p_i)$ a j -edik és k -edik csomópont közötti olyan legrövidebb utak száma, amely átvezet az i -edik csomóponton.

B. függelék

Táblázatok

B.1. A fedezetlen depo piac általános jellemzése – táblázatok

Tranzakciós mennyiségek

B.1. táblázat. A tranzakciós mennyiségek éves jellemzése

| | átlag | medián | szórás | rel szórás |
|------|--------|--------|--------|------------|
| 2003 | 1,6624 | 1,074 | 1,4738 | 0,8866 |
| 2004 | 1,97 | 1,5 | 1,7065 | 0,8662 |
| 2005 | 2,0367 | 1,5 | 1,8191 | 0,8931 |
| 2006 | 2,284 | 1,7 | 2,1361 | 0,9353 |
| 2007 | 2,3773 | 1,6 | 2,3015 | 0,9681 |
| 2008 | 2,8441 | 2 | 3,1425 | 1,1049 |
| 2009 | 3,1857 | 2 | 4,0448 | 1,2697 |
| | 2,1986 | 1,5 | 2,2078 | 1,0042 |

B.2. Banki sorrendek a teljes időszakban

B.2. táblázat. Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (normál)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|-----------|--------------------|
| 1 | 13 | 15114,227 | 9,68% |
| 2 | 21 | 12271,864 | 17,53% |
| 3 | 6 | 11502,305 | 24,90% |
| 4 | 5 | 8402,09 | 30,28% |
| 5 | 1 | 8262,77 | 35,57% |
| 6 | 2 | 7712,615 | 40,51% |
| 7 | 7 | 7442,953 | 45,27% |
| 8 | 3 | 6958,23 | 49,73% |
| 9 | 12 | 6714,275 | 54,03% |
| 10 | 23 | 5454,93 | 57,52% |

B.3. Banki sorrendek a Lehman–csőd előtt és után – táblázatok

Kihelyezések alapján

B.3. táblázat. Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (teljes, Lehman előtt)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|-----------|--------------------|
| 1 | 13 | 14809,986 | 10,05% |
| 2 | 21 | 11645,364 | 17,95% |
| 3 | 6 | 10975,505 | 25,39% |
| 4 | 5 | 8398,62 | 31,09% |
| 5 | 1 | 7916,77 | 36,46% |
| 6 | 2 | 7488,315 | 41,54% |
| 7 | 7 | 7336,399 | 46,52% |
| 8 | 3 | 6944,17 | 51,23% |
| 9 | 12 | 5395,965 | 54,89% |
| 10 | 23 | 5318,67 | 58,50% |

B.4. táblázat. Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (normál, Lehman előtt)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|-----------|--------------------|
| 1 | 13 | 14509,371 | 9,94% |
| 2 | 21 | 11552,564 | 17,85% |
| 3 | 6 | 10860,055 | 25,29% |
| 4 | 5 | 8358,89 | 31,01% |
| 5 | 1 | 7900,97 | 36,42% |
| 6 | 2 | 7421,365 | 41,51% |
| 7 | 7 | 7264,459 | 46,48% |
| 8 | 3 | 6815,83 | 51,15% |
| 9 | 12 | 5297,005 | 54,78% |
| 10 | 23 | 5236,07 | 58,36% |

B.5. táblázat. Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (magas, Lehman előtt)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 13 | 286,765 | 25,13% |
| 2 | 3 | 128,34 | 36,38% |
| 3 | 6 | 80,95 | 43,47% |
| 4 | 12 | 75,46 | 50,09% |
| 5 | 21 | 72,95 | 56,48% |
| 6 | 7 | 71,94 | 62,79% |
| 7 | 2 | 52,55 | 67,39% |
| 8 | 23 | 48,65 | 71,66% |
| 9 | 11 | 43,67 | 75,48% |
| 10 | 15 | 41,6 | 79,13% |

B.6. táblázat. Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (alacsony, Lehman előtt)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 31 | 55,138 | 21,58% |
| 2 | 6 | 34,5 | 35,09% |
| 3 | 23 | 33,95 | 48,38% |
| 4 | 12 | 23,5 | 57,58% |
| 5 | 28 | 23 | 66,58% |
| 6 | 21 | 19,85 | 74,35% |
| 7 | 2 | 14,4 | 79,99% |
| 8 | 13 | 13,85 | 85,41% |
| 9 | 30 | 5,65 | 87,62% |
| 10 | 35 | 3,67 | 89,06% |

B.7. táblázat. Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (teljes, Lehman után)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 12 | 1 420,3 | 13,49% |
| 2 | 24 | 879,4 | 21,84% |
| 3 | 17 | 779,8 | 29,25% |
| 4 | 21 | 724,3 | 36,13% |
| 5 | 46 | 721,4 | 42,98% |
| 6 | 6 | 658,3 | 49,23% |
| 7 | 49 | 658,1 | 55,48% |
| 8 | 13 | 620,2 | 61,37% |
| 9 | 47 | 459,1 | 65,73% |
| 10 | 1 | 382,9 | 69,37% |

B.8. táblázat. Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (normál, Lehman után)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 12 | 1417,27 | 13,94% |
| 2 | 17 | 774,3 | 21,55% |
| 3 | 24 | 743,893 | 28,86% |
| 4 | 21 | 719,3 | 35,93% |
| 5 | 46 | 711,36 | 42,93% |
| 6 | 49 | 658,1 | 49,40% |
| 7 | 6 | 642,25 | 55,71% |
| 8 | 13 | 604,856 | 61,66% |
| 9 | 47 | 437,6 | 65,96% |
| 10 | 1 | 361,8 | 69,52% |

B.9. táblázat. Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (magas, Lehman után)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 24 | 123,9 | 64,99% |
| 2 | 47 | 21,5 | 76,27% |
| 3 | 13 | 15,362 | 84,33% |
| 4 | 45 | 10 | 89,57% |
| 5 | 6 | 5 | 92,20% |
| 6 | 48 | 4,073 | 94,33% |
| 7 | 2 | 4 | 96,43% |
| 8 | 5 | 3,8 | 98,43% |
| 9 | 51 | 2,151 | 99,55% |
| 10 | 41 | 0,5 | 99,82% |

B.10. táblázat. Bankok sorrendje a kihelyezési forgalom alapján (alacsony, Lehman után)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 2 | 26 | 15,48% |
| 2 | 1 | 21,1 | 28,04% |
| 3 | 10 | 14,75 | 36,82% |
| 4 | 26 | 13,9 | 45,09% |
| 5 | 44 | 12,95 | 52,80% |
| 6 | 24 | 11,6 | 59,71% |
| 7 | 6 | 11 | 66,26% |
| 8 | 46 | 10 | 72,21% |
| 9 | 45 | 9,5 | 77,86% |
| 10 | 23 | 8,6 | 82,98% |

Hitelfelvételek alapján

B.11. táblázat. Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (normál)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|-----------|--------------------|
| 1 | 13 | 17968,849 | 11,51% |
| 2 | 21 | 16436,22 | 22,03% |
| 3 | 7 | 14611,876 | 31,38% |
| 4 | 5 | 13858,146 | 40,26% |
| 5 | 12 | 11725,456 | 47,77% |
| 6 | 28 | 11273,305 | 54,98% |
| 7 | 15 | 8855,682 | 60,65% |
| 8 | 23 | 8255,09 | 65,94% |
| 9 | 24 | 7553,276 | 70,78% |
| 10 | 11 | 7222,799 | 75,40% |

B.12. táblázat. Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (teljes, Lehman előtt)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|-----------|--------------------|
| 1 | 21 | 16137,12 | 10,95% |
| 2 | 13 | 14071,749 | 20,49% |
| 3 | 7 | 13855,638 | 29,89% |
| 4 | 5 | 12948,34 | 38,68% |
| 5 | 12 | 11388,246 | 46,40% |
| 6 | 28 | 11291,305 | 54,06% |
| 7 | 15 | 8353,477 | 59,73% |
| 8 | 23 | 8203,88 | 65,30% |
| 9 | 24 | 7342,626 | 70,28% |
| 10 | 11 | 6734,744 | 74,85% |

B.13. táblázat. Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (normál, Lehman előtt)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|-----------|--------------------|
| 1 | 21 | 15980,11 | 10,94% |
| 2 | 13 | 13996,829 | 20,53% |
| 3 | 7 | 13775,49 | 29,97% |
| 4 | 5 | 12763,025 | 38,71% |
| 5 | 12 | 11368,346 | 46,49% |
| 6 | 28 | 11092,805 | 54,09% |
| 7 | 15 | 8305,577 | 59,78% |
| 8 | 23 | 8062,98 | 65,30% |
| 9 | 24 | 7332,126 | 70,32% |
| 10 | 11 | 6704,03 | 74,91% |

B.14. táblázat. Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (magas, Lehman előtt)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 28 | 182,8 | 16,02% |
| 2 | 18 | 175,2 | 31,38% |
| 3 | 5 | 174,45 | 46,66% |
| 4 | 23 | 140,9 | 59,01% |
| 5 | 21 | 139 | 71,20% |
| 6 | 15 | 39,7 | 74,67% |
| 7 | 13 | 29,1 | 77,22% |
| 8 | 22 | 24,85 | 79,40% |
| 9 | 20 | 24,19 | 81,52% |
| 10 | 7 | 22,75 | 83,52% |

B.15. táblázat. Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (alacsony, Lehman előtt)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 7 | 57,398 | 22,47% |
| 2 | 13 | 45,82 | 40,41% |
| 3 | 3 | 34,06 | 53,74% |
| 4 | 21 | 18,01 | 60,79% |
| 5 | 28 | 15,7 | 66,93% |
| 6 | 2 | 15,6 | 73,04% |
| 7 | 5 | 10,865 | 77,29% |
| 8 | 24 | 8,4 | 80,58% |
| 9 | 11 | 8,3 | 83,83% |
| 10 | 15 | 8,2 | 87,04% |

B.16. táblázat. Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (teljes, Lehman után)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 13 | 4118,37 | 39,11% |
| 2 | 5 | 1105,671 | 49,62% |
| 3 | 7 | 871,632 | 57,89% |
| 4 | 15 | 559,614 | 63,21% |
| 5 | 11 | 528,804 | 68,23% |
| 6 | 21 | 464,91 | 72,65% |
| 7 | 47 | 460,6 | 77,02% |
| 8 | 12 | 366,41 | 80,50% |
| 9 | 39 | 257,06 | 82,94% |
| 10 | 24 | 221,15 | 85,04% |

B.17. táblázat. Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (normál, Lehman után)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 13 | 3972,02 | 39,05% |
| 2 | 5 | 1095,121 | 49,82% |
| 3 | 7 | 836,386 | 58,05% |
| 4 | 15 | 550,105 | 63,45% |
| 5 | 11 | 518,769 | 68,56% |
| 6 | 47 | 457,08 | 73,05% |
| 7 | 21 | 456,11 | 77,53% |
| 8 | 12 | 357,11 | 81,05% |
| 9 | 39 | 257,06 | 83,57% |
| 10 | 24 | 221,15 | 85,75% |

B.18. táblázat. Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (magas, Lehman után)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 13 | 70 | 36,72% |
| 2 | 26 | 55 | 65,57% |
| 3 | 38 | 15,06 | 73,47% |
| 4 | 43 | 11 | 79,24% |
| 5 | 30 | 10 | 84,49% |
| 6 | 5 | 8,9 | 89,15% |
| 7 | 7 | 5 | 91,78% |
| 8 | 11 | 4,215 | 93,99% |
| 9 | 21 | 4 | 96,09% |
| 10 | 23 | 3 | 97,66% |

B.19. táblázat. Bankok sorrendje a hitelfelvételi forgalom alapján (alacsony, Lehman után)

| sorszám | bank | forgalom | kumulált részarány |
|---------|------|----------|--------------------|
| 1 | 13 | 76,35 | 45,45% |
| 2 | 7 | 30,246 | 63,46% |
| 3 | 3 | 9,95 | 69,38% |
| 4 | 30 | 9,5 | 75,03% |
| 5 | 12 | 9,3 | 80,57% |
| 6 | 15 | 7 | 84,74% |
| 7 | 11 | 5,82 | 88,20% |
| 8 | 2 | 4,85 | 91,09% |
| 9 | 21 | 4,8 | 93,95% |
| 10 | 47 | 3,52 | 96,04% |

B.4. Banki kapcsolatok sorrendjei – táblázatok

B.20. táblázat. Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (teljes)

| sorszám | hitelnyújtó | hitelfelvevő | forgalom | résarány |
|---------|-------------|--------------|-------------|----------|
| 1 | 21 | 28 | 2247,189941 | 1,42% |
| 2 | 13 | 21 | 2015,26001 | 1,28% |
| 3 | 49 | 13 | 1949,906006 | 1,23% |
| 4 | 21 | 12 | 1853,5 | 1,17% |
| 5 | 6 | 21 | 1838,900024 | 1,16% |
| 6 | 17 | 13 | 1753,699951 | 1,11% |
| 7 | 31 | 7 | 1707,947021 | 1,08% |
| 8 | 13 | 12 | 1640,26001 | 1,04% |
| 9 | 38 | 13 | 1467,015015 | 0,93% |
| 10 | 6 | 7 | 1422,400024 | 0,90% |

B.21. táblázat. Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (normál)

| sorszám | hitelnyújtó | hitelfelvevő | forgalom | résarány |
|---------|-------------|--------------|-------------|----------|
| 1 | 21 | 28 | 2204,98999 | 1,40% |
| 2 | 13 | 21 | 1965,26001 | 1,24% |
| 3 | 49 | 13 | 1949,906006 | 1,23% |
| 4 | 21 | 12 | 1848,5 | 1,17% |
| 5 | 6 | 21 | 1800,5 | 1,14% |
| 6 | 17 | 13 | 1748,199951 | 1,11% |
| 7 | 31 | 7 | 1651,062988 | 1,05% |
| 8 | 13 | 12 | 1640,26001 | 1,04% |
| 9 | 38 | 13 | 1463,415039 | 0,93% |
| 10 | 6 | 7 | 1417,400024 | 0,90% |

B.22. táblázat. Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (magas)

| sorszám | hitelnyújtó | hitelfelvevő | forgalom | részarány |
|---------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| 1 | 13 | 18 | 67,19999695 | 0,04% |
| 2 | 24 | 13 | 60 | 0,04% |
| 3 | 24 | 26 | 55 | 0,03% |
| 4 | 13 | 21 | 50 | 0,03% |
| 5 | 21 | 28 | 34,70000076 | 0,02% |
| 6 | 13 | 23 | 29,5 | 0,02% |
| 7 | 7 | 28 | 28,79999924 | 0,02% |
| 8 | 3 | 18 | 26,70000076 | 0,02% |
| 9 | 13 | 5 | 25 | 0,02% |
| 10 | 13 | 28 | 23 | 0,01% |

B.23. táblázat. Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (alacsony)

| sorszám | hitelnyújtó | hitelfelvevő | forgalom | részarány |
|---------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| 1 | 31 | 7 | 56,88399887 | 0,04% |
| 2 | 2 | 13 | 32,29999924 | 0,02% |
| 3 | 6 | 21 | 20,70000076 | 0,01% |
| 4 | 10 | 13 | 17,37999916 | 0,01% |
| 5 | 28 | 13 | 12 | 0,01% |
| 6 | 45 | 30 | 10,19999981 | 0,01% |
| 7 | 1 | 13 | 10 | 0,01% |
| 8 | 12 | 13 | 10 | 0,01% |
| 9 | 21 | 13 | 10 | 0,01% |
| 10 | 23 | 3 | 10 | 0,01% |
| 11 | 46 | 13 | 10 | 0,01% |
| 12 | 12 | 3 | 9 | 0,01% |

B.24. táblázat. Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (teljes, Lehman előtt)

| sorszám | hitelnyújtó | hitelfelvevő | forgalom | részarány |
|---------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| 1 | 21 | 28 | 2201,090088 | 1,49% |
| 2 | 13 | 21 | 1951,26001 | 1,32% |
| 3 | 21 | 12 | 1799,5 | 1,22% |
| 4 | 6 | 21 | 1788,099976 | 1,21% |
| 5 | 31 | 7 | 1650,025024 | 1,12% |
| 6 | 13 | 12 | 1597,76001 | 1,08% |
| 7 | 13 | 11 | 1336 | 0,91% |
| 8 | 6 | 7 | 1329,5 | 0,90% |
| 9 | 49 | 13 | 1291,80603 | 0,88% |
| 10 | 21 | 13 | 1271,439941 | 0,86% |

B.25. táblázat. Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (normál, Lehman előtt)

| sorszám | hitelnyújtó | hitelfelvevő | forgalom | részarány |
|---------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| 1 | 21 | 28 | 2158,889893 | 1,46% |
| 2 | 13 | 21 | 1901,26001 | 1,29% |
| 3 | 21 | 12 | 1794,5 | 1,22% |
| 4 | 6 | 21 | 1754,5 | 1,19% |
| 5 | 13 | 12 | 1597,76001 | 1,08% |
| 6 | 31 | 7 | 1594,886963 | 1,08% |
| 7 | 6 | 7 | 1329,5 | 0,90% |
| 8 | 13 | 11 | 1315,599976 | 0,89% |
| 9 | 49 | 13 | 1291,80603 | 0,88% |
| 10 | 21 | 13 | 1261,439941 | 0,86% |

B.26. táblázat. Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (magas, Lehman előtt)

| sorszám | hitelnyújtó | hitelfelvevő | forgalom | részarány |
|---------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| 1 | 13 | 18 | 67,19999695 | 0,05% |
| 2 | 13 | 21 | 50 | 0,03% |
| 3 | 21 | 28 | 34,70000076 | 0,02% |
| 4 | 13 | 23 | 29,5 | 0,02% |
| 5 | 7 | 28 | 28,79999924 | 0,02% |
| 6 | 3 | 18 | 26,70000076 | 0,02% |
| 7 | 13 | 5 | 25 | 0,02% |
| 8 | 13 | 28 | 23 | 0,02% |
| 9 | 3 | 23 | 21,79999924 | 0,01% |
| 10 | 12 | 23 | 21 | 0,01% |

B.27. táblázat. Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (alacsony, Lehman előtt)

| sorszám | hitelnyújtó | hitelfelvevő | forgalom | részarány |
|---------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| 1 | 31 | 7 | 55,13800049 | 0,04% |
| 2 | 6 | 21 | 15,89999962 | 0,01% |
| 3 | 28 | 13 | 12 | 0,01% |
| 4 | 12 | 13 | 10 | 0,01% |
| 5 | 23 | 3 | 10 | 0,01% |
| 6 | 12 | 3 | 9 | 0,01% |
| 7 | 21 | 28 | 7,5 | 0,01% |
| 8 | 23 | 5 | 7 | 0,00% |
| 9 | 2 | 13 | 6,300000191 | 0,00% |
| 10 | 6 | 3 | 5 | 0,00% |

B.28. táblázat. Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (teljes, Lehman után)

| sorszám | hitelnyújtó | hitelfelvevő | forgalom | részarány |
|---------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| 1 | 17 | 13 | 779,7999878 | 7,41% |
| 2 | 49 | 13 | 658,0999756 | 6,25% |
| 3 | 12 | 13 | 559 | 5,31% |
| 4 | 46 | 13 | 425,2000122 | 4,04% |
| 5 | 6 | 13 | 286,6000061 | 2,72% |
| 6 | 47 | 13 | 262,1000061 | 2,49% |
| 7 | 12 | 5 | 240,8999939 | 2,29% |
| 8 | 38 | 13 | 225,9799957 | 2,15% |
| 9 | 45 | 30 | 202,8000031 | 1,93% |
| 10 | 13 | 38 | 201,9660034 | 1,92% |

B.29. táblázat. Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (normál, Lehman után)

| sorszám | hitelnyújtó | hitelfelvevő | forgalom | részarány |
|---------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| 1 | 17 | 13 | 774,2999878 | 7,35% |
| 2 | 49 | 13 | 658,0999756 | 6,25% |
| 3 | 12 | 13 | 559 | 5,31% |
| 4 | 46 | 13 | 415,2000122 | 3,94% |
| 5 | 6 | 13 | 286,6000061 | 2,72% |
| 6 | 47 | 13 | 252,1000061 | 2,39% |
| 7 | 12 | 5 | 240,8999939 | 2,29% |
| 8 | 38 | 13 | 225,9799957 | 2,15% |
| 9 | 13 | 38 | 186,9060059 | 1,78% |
| 10 | 24 | 5 | 186,1499939 | 1,77% |

B.30. táblázat. Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (magas, Lehman után)

| sorszám | hitelnyújtó | hitelfelvevő | forgalom | résarány |
|---------|-------------|--------------|-------------|----------|
| 1 | 24 | 13 | 60 | 0,57% |
| 2 | 24 | 26 | 55 | 0,52% |
| 3 | 13 | 38 | 15,06000042 | 0,14% |
| 4 | 47 | 43 | 11 | 0,10% |
| 5 | 45 | 30 | 10 | 0,09% |
| 6 | 47 | 13 | 10 | 0,09% |
| 7 | 24 | 5 | 8,899999619 | 0,08% |
| 8 | 6 | 7 | 5 | 0,05% |
| 9 | 2 | 21 | 4 | 0,04% |
| 10 5 | 23 | 3 | 0,03% | |

B.31. táblázat. Bankok közötti kapcsolatok sorrendje a forgalom alapján (alacsony, Lehman után)

| sorszám | hitelnyújtó | hitelfelvevő | forgalom | résarány |
|---------|-------------|--------------|----------|----------|
| 1 | 2 | 13 | 26 | 0,25% |
| 2 | 10 | 13 | 14,75 | 0,14% |
| 3 | 46 | 13 | 10 | 0,09% |
| 4 | 45 | 30 | 9,5 | 0,09% |
| 5 | 1 | 3 | 7,10 | 0,07% |
| 6 | 1 | 7 | 7 | 0,07% |
| 7 | 1 | 13 | 7 | 0,07% |
| 8 | 15 | 7 | 6 | 0,06% |
| 9 | 23 | 12 | 6 | 0,06% |
| 10 | 17 | 13 | 5,5 | 0,05% |
| 11 | 6 | 15 | 5 | 0,05% |

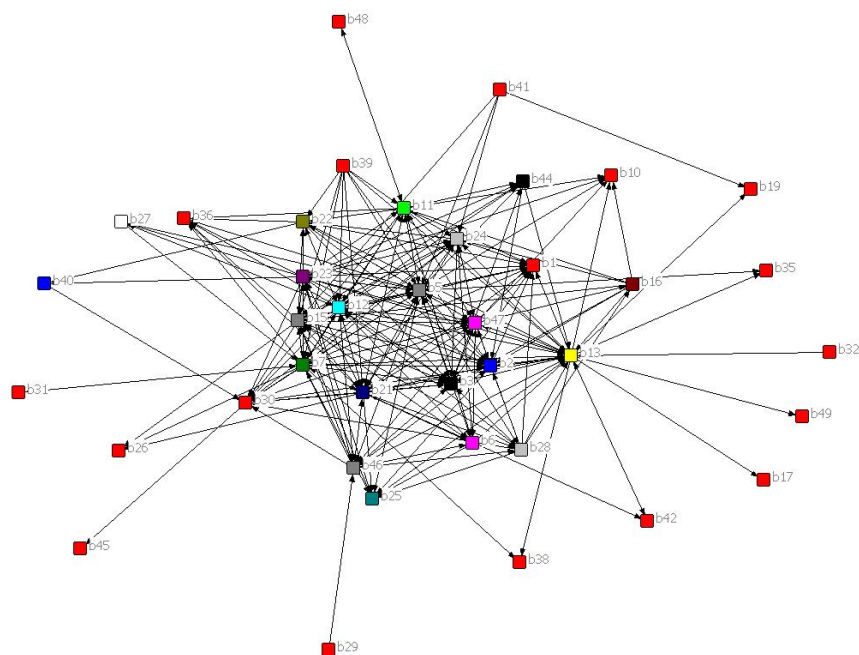
C. függelék

Ábrák

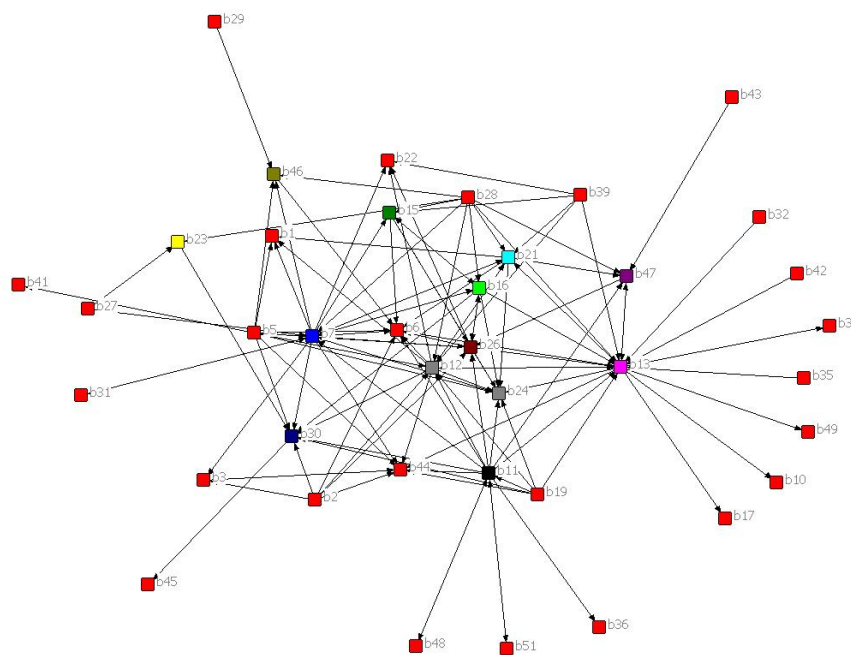
C.1. A fedezetlen depo piac általános jellemzése – ábrák

A havi hálózatok reprezentációja

C.1. ábra. A bankközi fedezetlen depo piac havi hálózata 2008 augusztusában

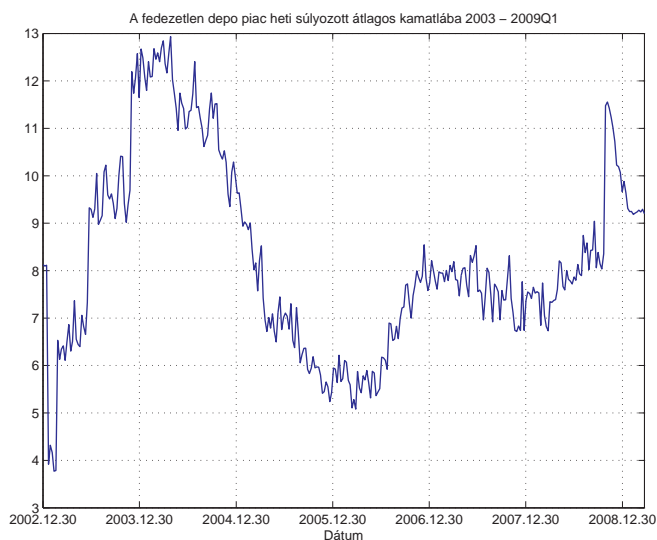


C.2. ábra. A bankközi fedezetlen depo piac havi hálózata 2008 decemberében

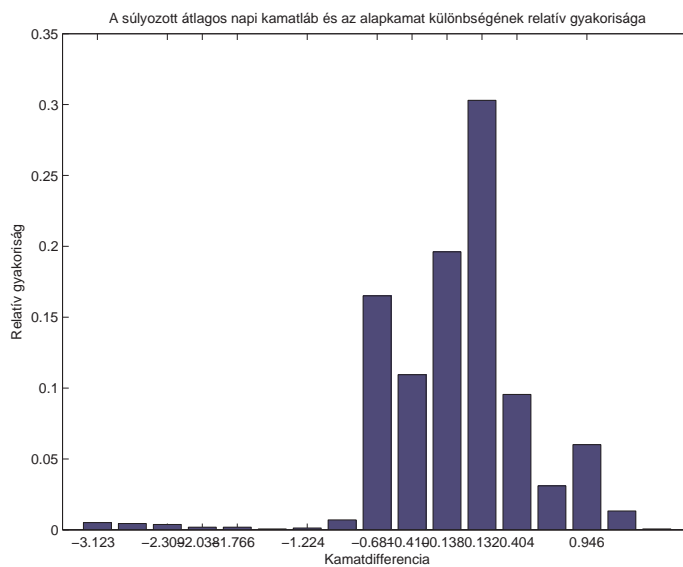


Kamatláb jellemzése

C.3. ábra. A fedezetlen depo piac heti súlyozott átlagos kamatlába 2003 - 2009Q1

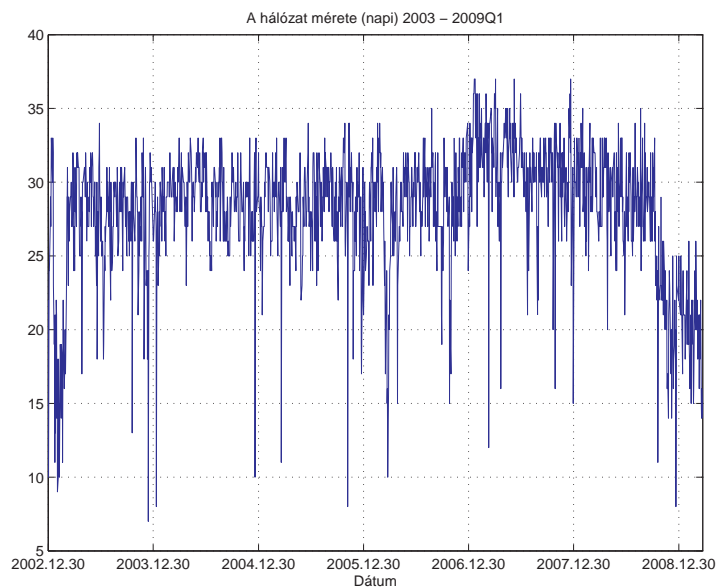


C.4. ábra. A súlyozott átlagos napi kamatláb és az alapkamat különbségének hisztogramja 2003-2009Q1

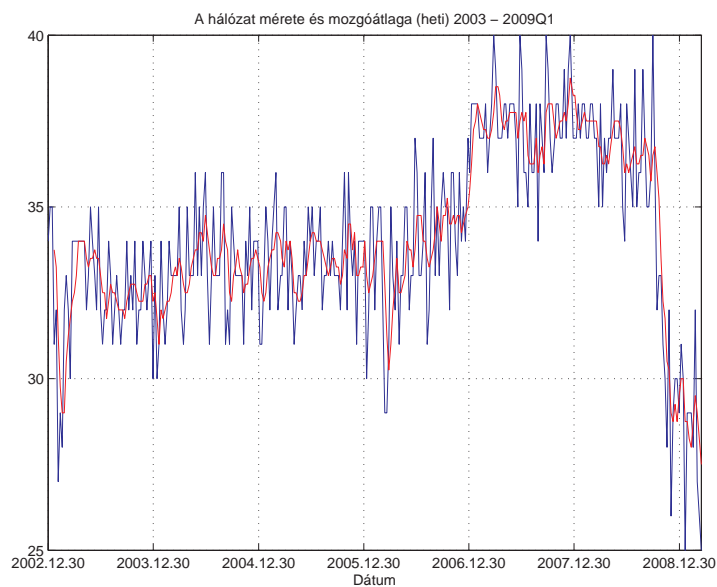


C.2. A fedezetlen depo piac gráfelméleti jellemzése – ábrák

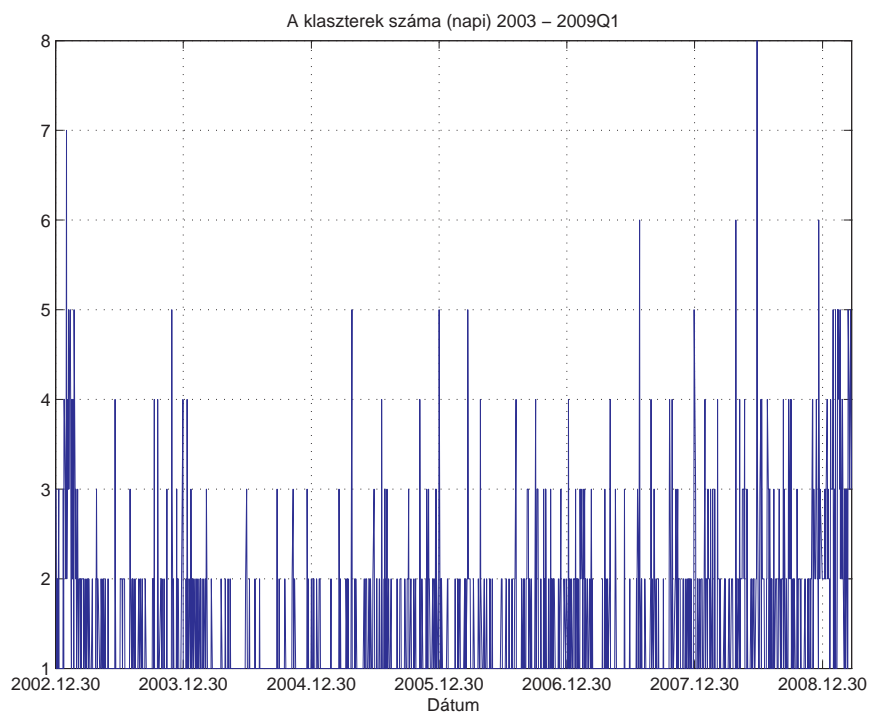
C.5. ábra. A hálózat mérete (napi)



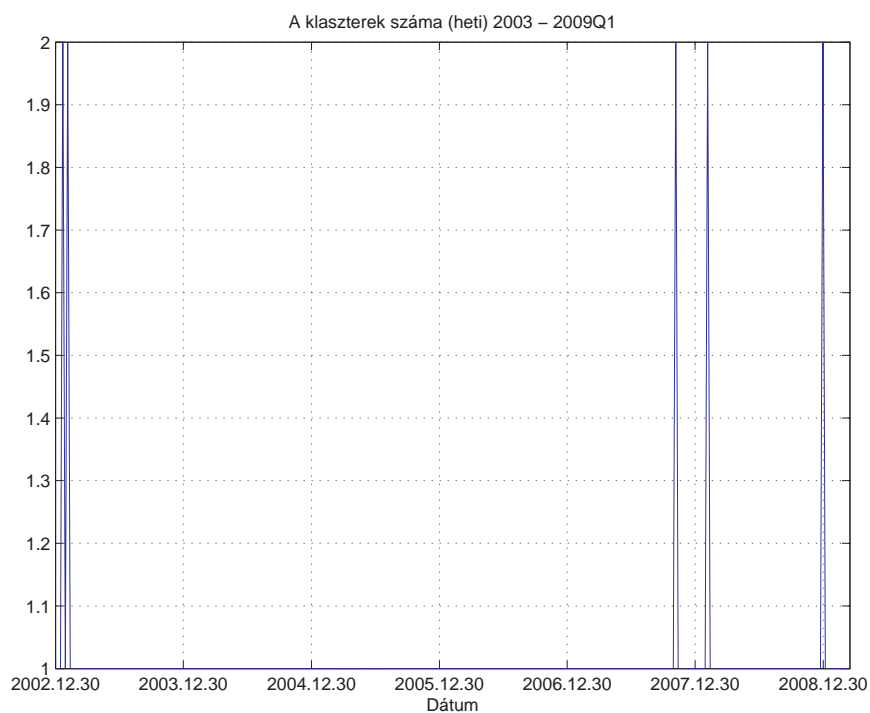
C.6. ábra. A hálózat mérete (heti)

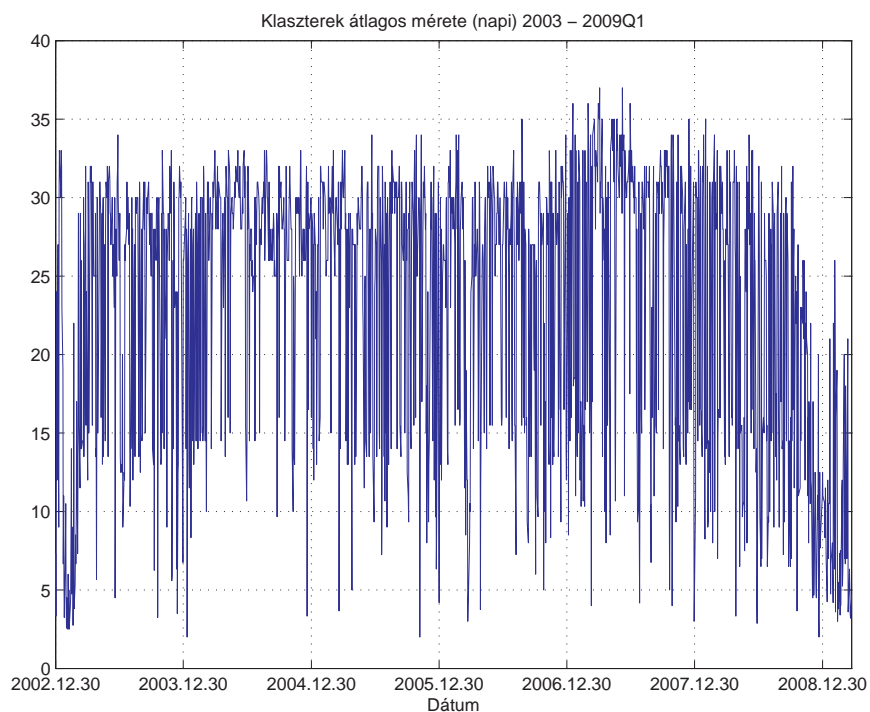
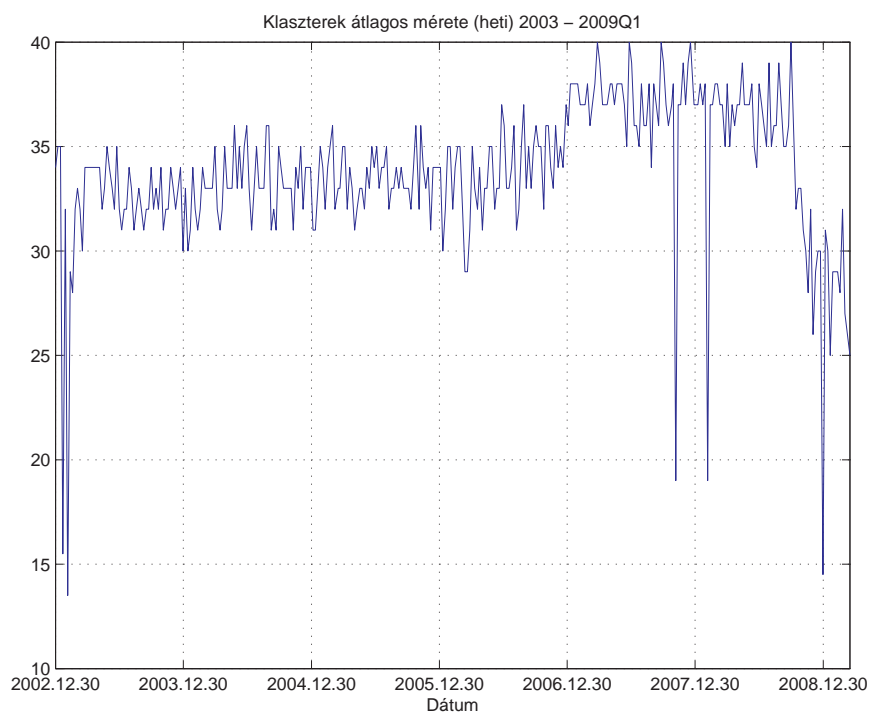


C.7. ábra. Klaszterek száma (napi)

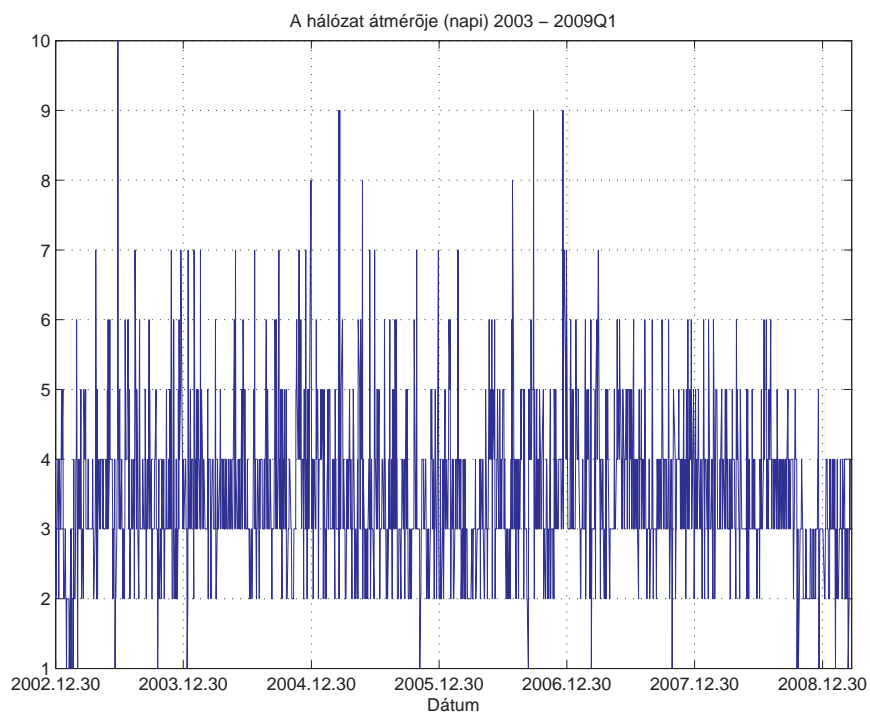


C.8. ábra. Klaszterek száma (heti)

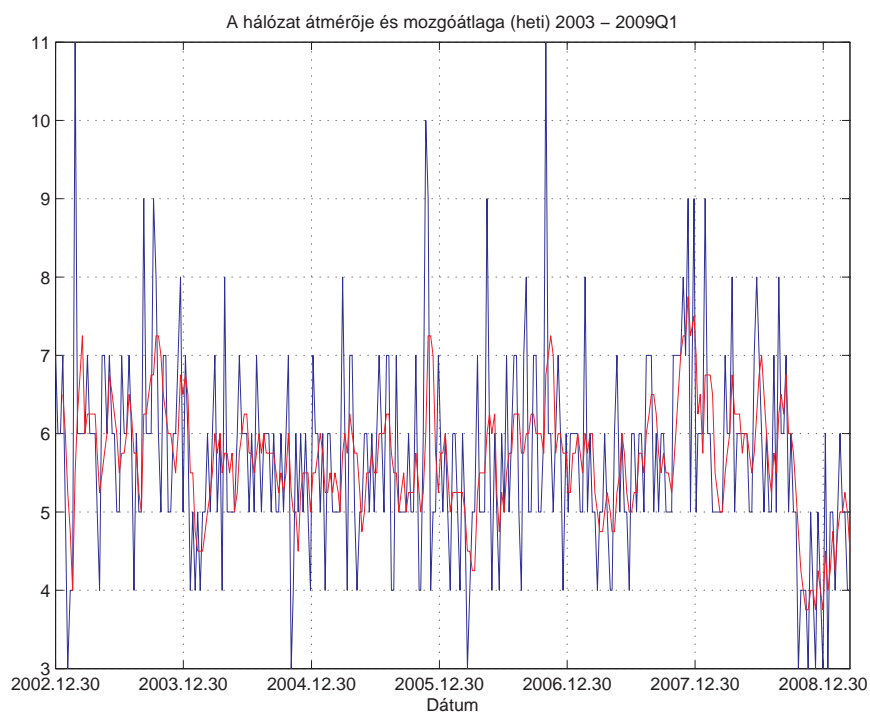


C.9. ábra. Klaszterek átlagos mérete (napi)**C.10. ábra.** Klaszterek átlagos mérete (heti)

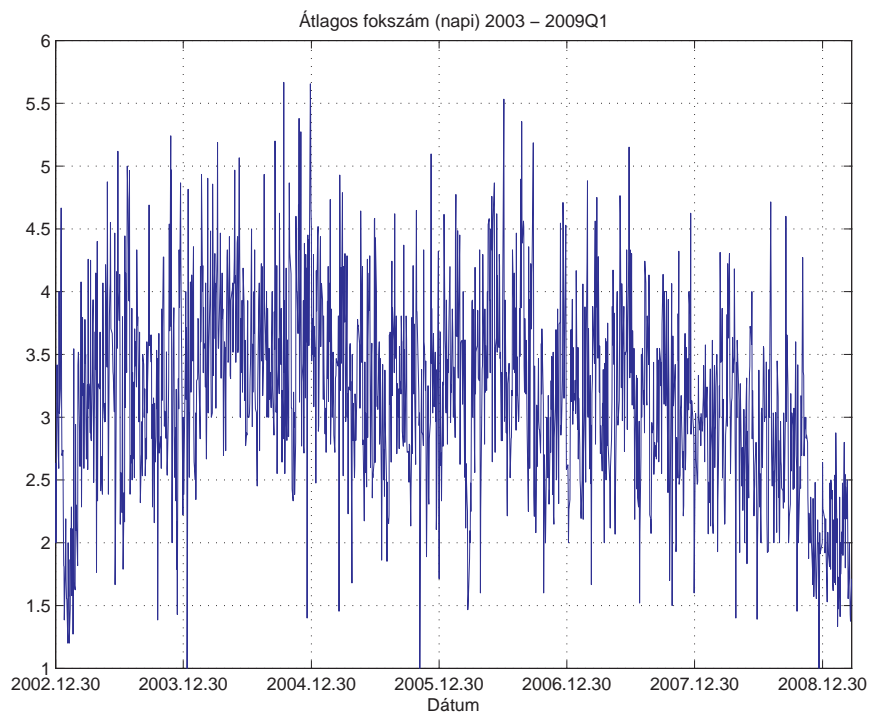
C.11. ábra. A hálózat átmérője (napi)



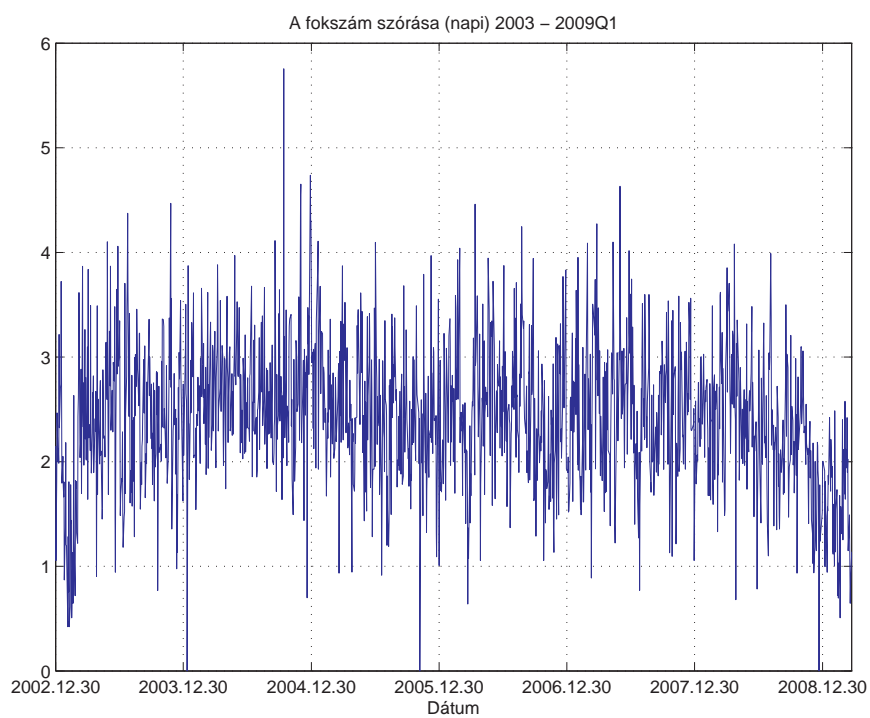
C.12. ábra. A hálózat átmérője (heti) és mozgóátlaga



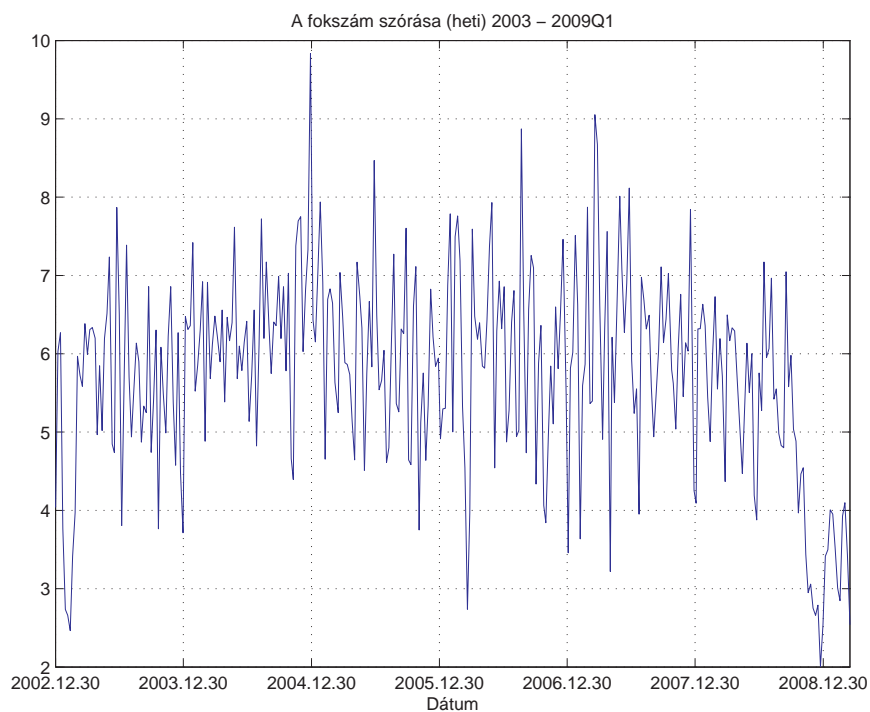
C.13. ábra. Átlagos foksám (napi)



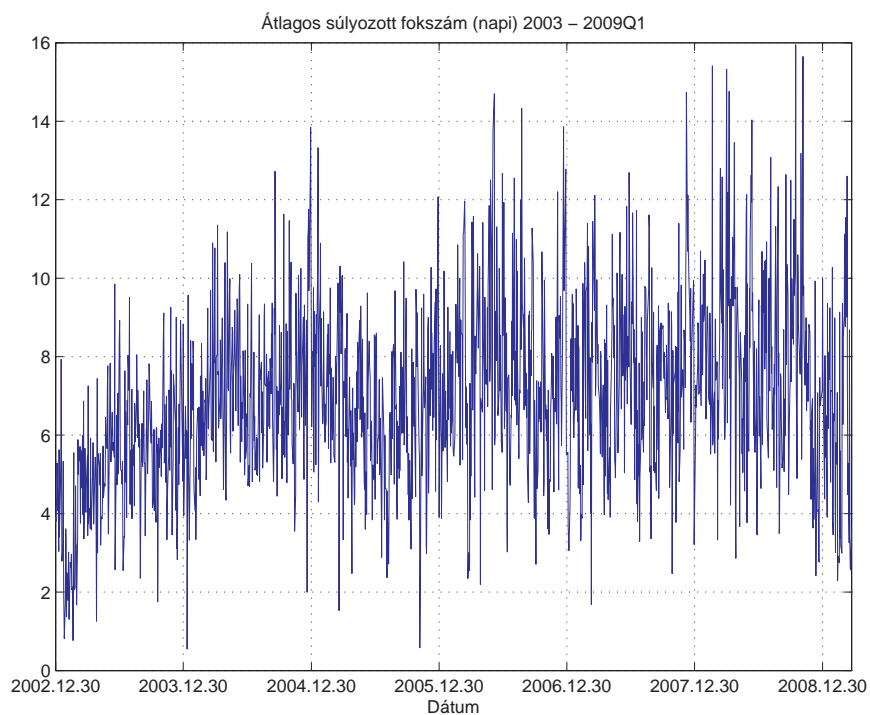
C.14. ábra. A foksám szórása (napi)

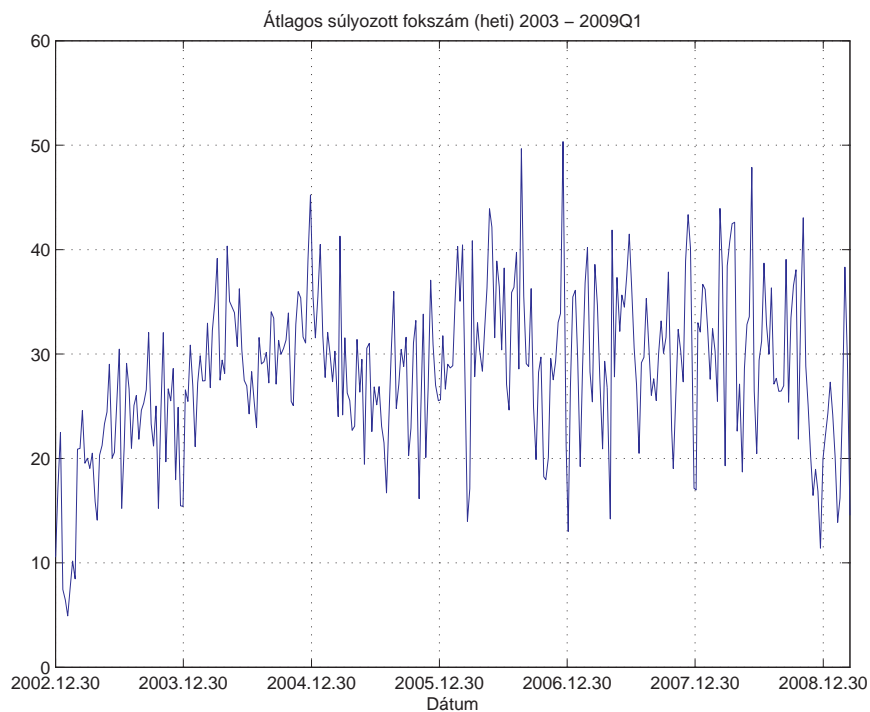
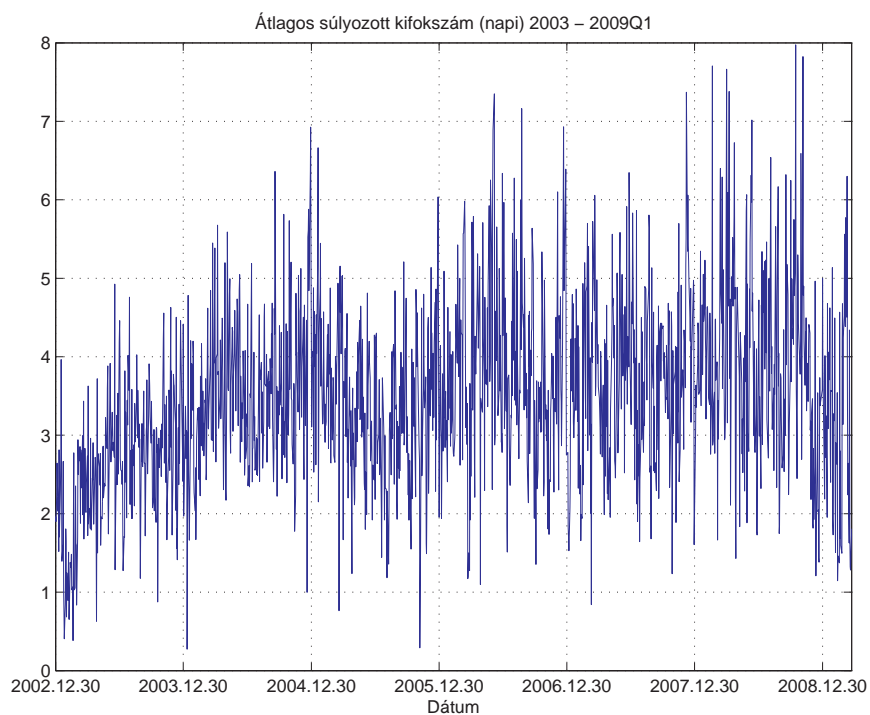


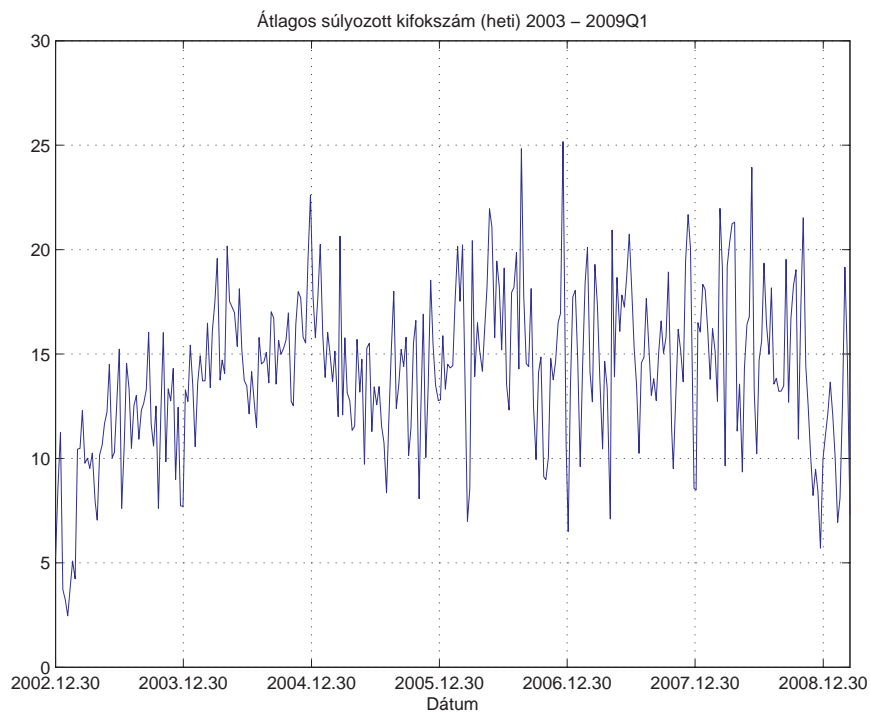
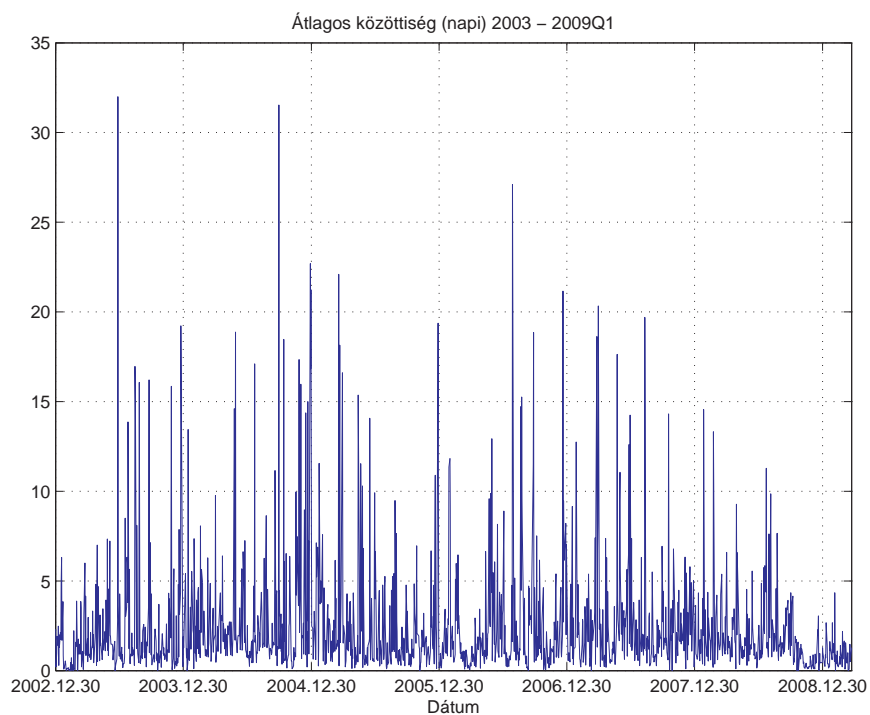
C.15. ábra. A foksám szórása (heti)



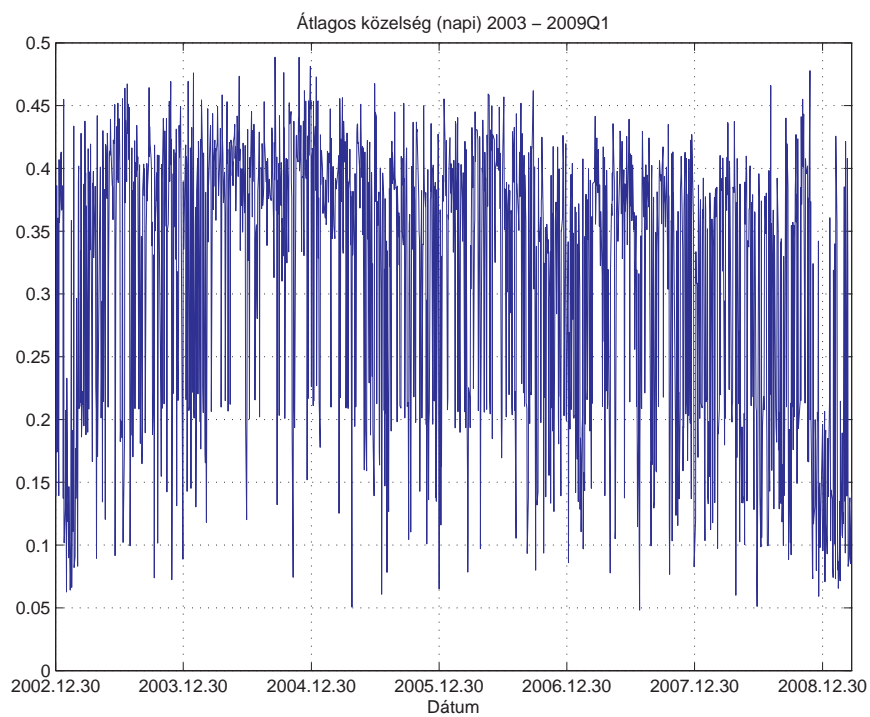
C.16. ábra. Átlagos súlyozott foksám (napi)



C.17. ábra. Átlagos súlyozott fokszám (heti)**C.18. ábra.** Átlagos súlyozott kifokszám (napi)

C.19. ábra. Átlagos súlyozott kifokszám (heti)**C.20. ábra.** Átlagos közöttiség (napi)

C.21. ábra. Átlagos közelség (napi)



Irodalomjegyzék

- Acerbi, C. és Scandolo, G. [2007]: „Liquidity risk theory and coherent measures of risk”. *SSRN eLibrary, Working Paper* .
- Alács P. [2004]: „Optimális loglineáris nyugdíjösztönzés megoldása numerikus módszerrel”. *Közgazdasági Szemle* **60.**, 1029–1047.
- Amihud, Y. [2002]: „Illiquidity and stock returns: cross-section and time-series effects”. *Journal of Financial Markets* **5**, 31–56.
- Amihud, Y. és Mendelson, H. [1986]: „Asset pricing and the bid-ask spread”. *Journal of Financial Economics* **17**, 223–249.
- Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J.-M. és Heath, D. [1999]: „Coherent measures of risk”. *Mathematical Finance* **9**(3), 203–228.
- Back, K. és Baruch, S. [2004]: „Information in securities markets: Kyle meets Glosten and Milgrom”. *Econometrica* **72**, 433–465.
- Baker, M. és Stein, J. C. [2004]: „Market liquidity as a sentiment indicator”. *Journal of Financial Markets* **7**, 271–299.
- Balogh Cs. és Gábrriel P. [2003]: „Bankközi pénzpiacok fejlődésének trendjei”. *MNB Műhelytanulmányok* **28**.
- Barra I. [2008]: „Analysis of market liquidity based on transaction durations”. *BCE szakdolgozat* .
- Basel Committee on Banking Supervision [1988, 1998]: „International convergence of capital measurement and capital standards”.
<http://www.bis.org/publ/bcbasc111.htm>, This document contains the July 1988 text of the Basle Capital Accord amended with changes.
- Basel Committee on Banking Supervision [2000]: „Sound practices for managing liquidity in banking organisations”.

- Basel Committee on Banking Supervision [2004]: „International convergence of capital measurement and capital standards”.
- Basel Committee on Banking Supervision [2008]: „Liquidity risk: Management and supervisory challenges”.
- Basel Committee on the Global Financial System [1999]: „Market liquidity: Research findings and selected policy implications”. *CGFS Publications* **11**.
- Bech, M. L. és Atalay, E. [2008]: „The topology of the federal funds market”. *Federal Reserve Bank of New York, Staff Reports* **354**.
- Benedek G., Lubl6y . . Szenes M. [2007]: „A hl6zatelmlet banki alkalmazsa”. *K6zgazdasgi Szemle* **54**, 682-702.
- Berlinger E., Lubl6y . . Szucs N. [2008]: „Kockztatott rtek szamtas”. *BCE egyetemi jegyzet, kezirat* .
- Black, F. . Scholes, M. [1973]: „The pricing of options and corporate liabilities”. *The Journal of Political Economy* **81**(3), 637–654.
- Bollen, N. P. B., Smith, T. . Whaley, R. E. [2001]: „Modeling the bid/ask spread: on the effects of hedging costs and competition”. *Otago School of Business, New Zealand* .
- Bollen, N. P. B., Smith, T. . Whaley, R. E. [2004]: „Modeling the bid/ask spread: measuring the inventory–holding premium”. *Journal of Financial Economics* **72**, 97–141.
- Bouchaud, J. [2004]: „Fluctuations and response in financial markets: The subtle nature of ”random” price changes”. *Quantitative Finance* **4**(2), 176–190.
- Bouchaud, J.-P., Farmer, J. D. . Lillo, F. [2008]: „How markets slowly digest changes in supply and demand”. *in* T. Hens . K. Schenk-Hoppe, eds, „Handbook of Financial Markets: Dynamics and Evolution”. Elsevier. Amsterdam.
- Brealey, R. A. . Myers, S. C. [2005]: *Modern Vallalati Penzugyek*. Panem, Budapest.
- Brennan, M. J., Chordia, T. . Subrahmanyam, A. [1998]: „Alternative factor specifications, security characteristics, and the cross-section of expected stock returns”. *Journal of Financial Economics* **49**, 345–373.

- Brennan, M. J. és Subrahmanyam, A. [1996]: „Market microstructure and asset pricing: On the compensation for illiquidity in stock returns”. *Journal of Financial Economics* **41**, 441–464.
- Caprio, G. J. és Klingebiel, D. [1997]: „Bank insolvency: Bad luck, bad policy, or bad banking?”. *in* M. Bruno és B. Pleskovic, eds, „Annual World Bank Conference on Development Economics”. World Bank, Washington D.C.
- Chordia, T., Roll, R. és Subrahmanyam, A. [2000]: „Commonality in liquidity”. *Journal of Financial Economics* **56**, 3–28.
- Chordia, T., Roll, R. és Subrahmanyam, A. [2001]: „Market liquidity and trading activity”. *The Journal of Finance* **56**(2), 501–530.
- Csávás Cs., Kóczán G. és Varga L. [2006]: „A főbb hazai pénzügyi piacok meghatározó szereplői és jellemző kereskedési stratégiái”. *MNB-tanulmányok* **54**.
- Csávás Cs. és Erhart Sz. [2005]: „Likvidek-e a magyar pénzügyi piacok? – a deviza- és állampapír-piaci likviditás elméletben és gyakorlatban”. *MNB-tanulmányok* **44**.
- Daniélsson, J., Embrechts, P., Goodhart, C., Keating, C., Muennich, F., Renault, O. és Shin, H. S. [2001]: „An academic response to basel ii”. *LSE Financial Markets Group, Special Paper Series* **130**.
- Das, S. [2005]: „A learning market-maker in the glosten-milgrom model”. *Quantitative Finance* **5**(2), 169–180.
- De Masi, G., Iori, G., és Caldarelli, G. [2006]: „Fitness model for the Italian interbank money market”. *Physical Review E* **74**.066112(5).
- Ding, Z., Granger, C. J. és Engle, R. F. [1993]: „A long memory property of stock returns and a new model”. *Journal of Empirical Finance* **1**(83).
- Evans, M. D. D. és Lyons, R. K. [2005]: „Meese–rogoﬀ redux: Micro-based exchange rate forecasting”. *NBER Working Paper Series* (11042).
<http://www.nber.org/papers/w11042>.
- Farmer, J. D., Gillemot L., Lillo, F., Mike Sz. és Sen, A. [2004]: „What really causes large price changes?”. *arXiv:cond-mat/0312703v2* .
- Farmer, J. D. és Zamani, N. [2008]: „Mechanical vs. informational components of price impact”. *Technical report, unfinished manuscript* .

- Gereben Á., Gyomai Gy. és Kiss M. N. [2005]: „A devizaárfolyamok mikrostruktúramegközelítése: a szakirodalom áttekintése jegybanki szemmel”. *MNB-tanulmányok* **42**.
- Gereben Á. és Kiss M. N. [2006]: „A bankközi forint/euró kereskedés jellemzői nagyfrekvenciás adatok alapján”. *MNB-tanulmányok* **58**.
- Glosten, L. R. [1987]: „Components of the bid-ask spread and the statistical properties of transaction prices”. *The Journal of Finance* **42**(5), 1293–1307.
- Glosten, L. R. és Harris, L. E. [1988]: „Estimating the components of the bid/ask spread”. *Journal of Financial Economics* **21**, 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.
- Gouriéroux, C., Jasiak, J. és Le Fol, G. [1999]: „Intra-day market activity”. *Journal of Financial Markets* **2**, 193–226.
- Hasbrouck, J. és Seppi, D. J. [2001]: „Common factors in prices, order flows and liquidity”. *Journal of Financial Economics* **59**, 383–411.
- Iori, G., Daniels, M. G., Farmer, J. D., Gillemot L., Krishnamurthy, S. és Smith, E. [2003]: „An analysis of price impact function in order-driven markets”. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* **324**(1–2), 146–151. Proceedings of the International Econophysics Conference.
- Janki G. [2008]: „Cash flow at risk modellek nem-pénzügyi vállalkozások gyakorlatában”. *BCE, szakdolgozat*.
- Jorion, P. [1999]: *A kockázatos érték*. Panem, Budapest.
- 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), 1315–1336.
- Leinonen, H. és Soramäki, K. [2003]: „Simulating interbank payment and securities settlement mechanisms with the bof-pss2 simulator”. *Bank of Finland Discussion Papers* **23**.

- Lillo, F. és Farmer, J. D. [2004]: „The long memory of the efficient market”. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics* **8**(3).
- Lillo, F., Farmer, J. D. és Mantegna, R. N. [2003]: „Econophysics – master curve for price-impact function”. *Nature* **421**, 129–130.
- Lillo, F., Mike Sz. és Farmer, J. D. [2005]: „A theory for long-memory in supply and demand”. *Physical Review E* **7106**(287).
- Lublóy Á. [2005]: „Dominóhatás a magyar bankközi piacon”. *Közgazdasági Szemle* **52**, 377-401.
- Lublóy Á. [2006]: „Topology of the hungarian large-value transfer system”. *MNB Occasional Papers* **57**.
- Lyons, R. K. [2001]: *The Microstructure of Exchange Rates*. The MIT Press, London.
- Madhavan, A. [2000]: „Market microstructure: A survey”. *Journal of Financial Markets* **3**, 205–258.
- Meese, R. A. és Rogoff, K. [1983]: „Empirical exchange rate models of the seventies, do they fit out of sample?”. *Journal of International Economics* **14**, 3–24.
- O’Hara, M. [1995]: *Market Microstructure Theory*. Basil Blackwell, Cambridge, MA.
- Ozoguz, A. [2006]: „The cross-section of liquidity dynamics”. *Research Paper of Inquire Europe* .
- Páles J. és Varga L. [2008]: „A magyar pénzügyi piacok likviditásának alakulása – mit mutat az MNB új aggregált piaci likviditási indexe?”. *MNB-Szemle*, 44-51.
- Pratt, S. P. [1989]: *Valuing a business: The analysis and appraisal of closely held companies*. Dow Jones-Irwin, Homewood, IL.
- Pástor, L. és Stambaugh, R. F. [2003]: „Liquidity risk and expected stocks return”. *Journal of Political Economy* **113**, 642–685.
- Ranaldo, A. [2001]: „Intraday market liquidity on the swiss stock exchange”. *Financial Markets and Portfolio Management* **15**(3), 309–327.
- RiskMetrics [1999]: „*CorporateMetricsTM* Technical Document”. *New York: Risk-Metrics Group* .
- Smith, E., Farmer, J. D., Gillemot L. és Krishnamurthy, S. [2003]: „Statistical theory of the continuous double auction”. *Quantitative Finance* **3**, 481–514.

- Soramäki, K., Bech, M. L., Arnold, J., Glass, R. J. és Beyeler, W. E. [2006]: „The topology of interbank payment flows”. *Federal Reserve Bank of New York, Staff Reports* **243**.
- Stein, J., Usher, S., LaGattuta, D. és Youngen, J. [2001]: „A comparables approach to measuring cashflow-at-risk for non-financial firms”. *Journal of Applied Corporate Finance* **Winter**, 100–109.
- Stoll, H. R. [1989]: „Inferring the components of the bid-ask spread: Theory and empirical tests”. *The Journal of Finance* **44**(1), 115–134.
- Taqqu, M. S., Teverovsky, V. és Willinger, W. [1995]: „Estimators for long-range dependence: an empirical study”. *Fractals* **3**(4), 785–788.
<http://math.bu.edu/people/murad/pub/estimators-posted.ps>.
- Tirole, J. [2005]: *The Theory of Corporate Finance*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Tulassay Zs. [2008]: „Likviditási kockázat”. *Empirikus pénzügyek előadás, kézirat* .
- von Wyss, R. [2004]: „Measuring and predicting liquidity in the stock market”. *Universität St. Gallen, Dissertation* **2899**.
- Weber, P. és Rosenow, B. [2004]: „Large stock price changes: volume or liquidity?”. *arXiv:cond-mat/0401132v1* .