

Közgazdasági és Gazdaságinformatikai
Doktori Iskola

TÉZISGYŰJTEMÉNY

Hevér Judit

**Pénzügyi közvetítés likviditási és szabályozási korlátok
mellett**

című Ph.D. értekezéséhez

Témavezető:

Dr. Csóka Péter Ph.D.

egyetemi tanár

Budapest, 2021

Befektetések és Vállalati Pénzügy Tanszék

TÉZISGYŰJTEMÉNY

Hevér Judit

**Pénzügyi közvetítés likviditási és szabályozási korlátok
mellett**

című Ph.D. értekezéséhez

Témavezető:

Dr. Csóka Péter Ph.D.

egyetemi tanár

© Hevér Judit

Tartalomjegyzék

I.	Kutatási előzmények és a téma indoklása	2
II.	Az értekezés felépítése	5
III.	Az alkalmazott módszertan	6
III.1.	Likviditás és árhatás szerepe a portfólióértékelésben	7
III.1.1.	Portfólió-értékelés likviditási elvárás mellett	7
III.1.2.	Portfólió-értékelés likviditási elvárás és permanens árhatás mellett	10
III.1.3.	Az optimalizálási problémák megoldása	13
III.2.	A likviditás és a szabályozás általános egyensúlyelméleti keretben . .	14
III.2.1.	Jelölésrendszer	14
III.2.2.	A piaci szereplők fogyasztási és portfólió-allokálási döntése . .	15
III.2.3.	Az árjegyző döntési problémája	16
III.2.4.	Az egyensúly piactisztító feltételei	18
III.2.5.	Egyensúly szabályozói előírás bevezetésével és anélkül	18
III.2.6.	Speciális modellváltozatok	19
III.3.	A tranzakciós költség, a munkamegosztás és a növekedés kapcsolata .	20
IV.	Eredmények	21
V.	Saját publikációk jegyzéke	26
	Hivatkozások	27

I. Kutatási előzmények és a téma indoklása

A likviditás pénzügyi piacokon betöltött kulcsszerepét bizonyítják az elmúlt évtizedek likviditási válságai, a Fekete Hétfő 1987-ben, az Egyesült Államok és Irak közötti háború 1990-ben, az LTCM összeomlása 1998-ban, vagy a 2007-es amerikai jelzáloghitel-válság (Brunnermeier és Pedersen, 2008). A likviditási válságok és a válságokat elemző tanulmányok felhívták a szabályozó szervek figyelmét a likviditás vizsgálatának fontosságára, így napjainkban a likviditás és a likviditási kockázat kezelése a szabályozási gyakorlatban és az elméleti modellekben egyaránt fellelhető probléma.

Az értekezés elméleti modellkeretben vizsgálja az optimalizáló piaci szereplők döntésének megváltozását likviditási és szabályozási korlátok bevezetésekor. A 2. fejezetben a likviditási elvárás melletti portfólió-értékelés elméletét (Acerbi és Scandolo, 2008) permanens árhatás bevezetésével módosítjuk a piacot befolyásoló intézményi szereplők portfólió-allokálási döntésének pontosabb kezelése érdekében. A 3. és 4. fejezetekben tranzakciós költséggel (marginális keresleti-kínálati görbével, illetve árréssel) bővített általános egyensúlyelméleti modellt vezetünk be a különböző eszközök likviditása és a bevezetett szabályozói előírás közötti kapcsolat vizsgálatához. Eredményünk, hogy a szabályozói előírás visszafogja a kockázatmegosztást, csökkenti a piaci likviditást és a piaci szereplők hasznosságát. Az 5. fejezetben a modellt az intézmények és a gazdasági növekedés kontextusába ágyazva alkalmazzuk, a tranzakciós költség és a munkamegosztás közötti kapcsolatot vizsgáljuk.

A kutatási terület relevanciáját a szabályozási gyakorlat igazolja. 2013 januárjában a Bázeli Bizottság (*Basel Committee on Banking Supervision, BCBS*) a bankokra vonatkozó Bazel III. szabályozás elemeként két új likviditási mértéket, likviditás fedezeti mutatót és nettó stabil forrás mutatót vezetett be (BCBS, 2013). A bankrendszer sokktűrő képességét növelő szabályozás előírja, hogy a bankok kötelesek elegendő mennyiségű, a pénzpiacon könnyen és azonnal likvidálható eszközt tartani, illetve a kitétségeiket stabil forrással fedezni. A bankrendszer szabályozásával párhuzamosan folyamatosan megújulnak az IOSCO (*International Organisation of Securities Commissions*) pénzügyi alapok kezelésével kapcsolatos ajánlásai. Az IOSCO (2018) ajánlás célja, hogy javítsa a nyíltvégű befektetési alapok likviditási kockázatának kezelését azért, hogy védje a befektetőket, javuljon a pénzügyi piacok hatékonysága és csökkenjen a szisztematikus kockázat. 2016-ban a SEC (*Securities and Exchange Commission*) elfogadta a 22e-4 kódszámú Új Szabályt (*New Rule 22e-4*), melyben a regisztrált nyíltvégű alapok likviditási kockázatát szabályozza¹. A bevezetett előírás négy különböző kategóriába sorolja be az eszközöket készpénz-

¹Securities and Exchange Commission, Investment Company Liquidity Risk Management Programs, 17 CFR Parts 210, 270, 274, 90. és 195. oldal <https://www.sec.gov/rules/final/2016/33-10233.pdf>.

re történő átválthatóság (konvertibilitás) alapján. A szabályozás magas, közepes és alacsony likviditású, illetve illikvid kategóriákat alkalmaz. A SEC² célkitűzései között fontos szerepet kap a pénzügyi piacokon befektető vagy hitelfeltevő háztartások védelme. Ugyanakkor a pénzügyi intézményi oldal szabályozása mellett ehhez a háztartások pénzügyi kultúrájának fejlesztése, a túlzott kockázatvállalás és eladósodottság visszaszorítása is kulcsfontosságú.

A szabályozási gyakorlat mellett elméleti modellek is foglalkoznak a kérdéskörrel. Az eszközök és piacok likviditása (az eszköz értékéről rendelkezésre álló információ transzparenciája, a likviditást biztosító piaci szereplők száma és tőkeellátottsága, illetve a növekvő bizonytalanság miatt) időben jelentősen ingadozhat, így a likviditási kockázat beemelése a modellekbe fontos feladat (Amihud, Mendelson és Pedersen, 2013). Acerbi és Scandolo (2008) alapján a modellezés során a likviditási kockázat (*liquidity risk*) jelentheti egy portfólió (tágabban: egy vállalat) cash flow-kockázatát (Acerbi és Scandolo, 2008), illikvid piacon való kereskedés, azaz az árhatás kockázatát (Almgren és Chriss, 2001; Amihud, 2002; Acharya és Pedersen, 2005), és a pénzügyi rendszerben keringő likviditás kiszáradásának kockázatát (elsők között Amihud, Mendelson és Wood (1990), Brunnermeier és Pedersen (2008), Mitchell, Pedersen és Pulvino (2007) foglalkozik a területtel). Az elméleti irodalom ennek megfelelően szerteágazó.

Acerbi és Scandolo (2008) likviditási elvárás melletti portfólióértéket definiál, amely a portfóliók legjobb vételi és eladási árakon történő értékelése helyett figyelembe veszi, hogy a jövőbeli tervek megvalósítása az eszközök egy részének likvidálását követeli meg. Bigio (2015) modelljében a vállalatok szembesülnek az eszközök azonnali likvidálásának, illetve hitelbiztosítékként történő használatának problémájával a szerződések korlátozott kikényszeríthetőségéből következő bizonytalanság miatt. Kiyotaki és Moore (2019) korlátozza a vállalkozók hitelfelvételét, így a befektetéshez likvidálniuk kell illikvid eszközeik egy részét. Csóka (2017) pénzügyi korlátok mellett modellezi egy eladósodott vállalat divíziói közötti kockázatmegosztás lehetőségét. Gromb és Vayanos (2010) a pénzügyi közvetítők tőkéje és a piaci likviditás közötti összefüggést modellezi.

Számos tanulmány vizsgálja a szabályozási előírások sikerességét és lehetséges költségeit. De Nicolò, Gamba és Lucchetta (2014) részpiaci egyensúlyi modell keretében megmutatja, hogy a Bázeli III. keretében bevezetett likviditás fedezeti mutató alkalmazása visszafogja a hitelezést, csökken a hatékonyság és a jólét szintje. Begegnau (2019) dinamikus általános egyensúlyelméleti modell segítségével vizsgálja a tőkekövetelmény optimális szintjét. A bevezetett tőkekövetelmény csökkenti a meg-

²"The SEC enforces the securities laws to protect the more than 66 million American households that have turned to the securities markets to invest in their futures – whether it's starting a family, sending kids to college, saving for retirement or attaining other financial goals." <https://www.sec.gov/>

engedett tőkeáttétel nagyságát, ezért csökken a bank kereslete a betétek iránt és az azokra fizetendő kamat, amin keresztül mérséklődik a bankok tőkeköltése. Ez végsősoron növeli a bank hitelezési tevékenységét. Emellett a magasabb tőkekövetelmény ösztönzi a bankok monitoring tevékenységét, növelve a banki működés hatékonyságát. Ezzel szemben a IOSCO (2019a) jelentés hangsúlyozza, hogy a vállalati kötvények másodpiacának válság utáni szabályozása korlátozza a pénzügyi közvetítőket a likviditás biztosításában, így a stressztesztek alapján a piaci nyomás a korábbiaknál súlyosabb hozamleesést eredményezhet. Sommer és Sullivan (2018) modellje alapján a jelzáloghitelek adókedvezményének eltörlése az ingatlanárak és a jelzáloghitelállomány csökkenését és a jólét emelkedését eredményezné.

Az értekezés minden fejezete optimalizáló piaci szereplők döntésének megváltozását vizsgálja likviditási és szabályozási korlátok bevezetésekor.

Illikvid portfóliók értékelésekor Acerbi és Scandolo (2008) felteszi, hogy a részportfólió likvidálásának nincs permanens árhatása, így a végső optimális portfólió, amely már teljesíti a likviditási elvárást, az eredeti marginális keresleti-kínálati görbe mellett értékelhető. Kisebb tranzakciós volumen, hosszabb időintervallum, vagy biztosabb kifizetést biztosító eszközök (kötvények) mellett a feltevés ésszerű. Ugyanakkor intézményi befektetők kereskedésének permanens árhatása jelentős lehet. A 2. fejezetben permanens árhatás bevezetésével (Almgren és Chriss, 2001) módosítjuk a likviditási elvárás melletti portfólióértéket (Acerbi és Scandolo, 2008) az intézményi befektetők speciális problémájának pontosabb kezelése érdekében. Az illusztrációként használt példában lineáris permanens árhatás, minimális készpénzmennyiséget előíró likviditási elvárás és exponenciális függvénnyel közelített marginális keresleti-kínálati görbe mellett már mérsékelt permanens árhatás is teljesen megváltoztatja az elérhető portfóliót, miközben enyhén módosította a portfólió értékét. A permanens árhatás szerepeltetése a készletezési hatás miatt az árelfogadás feltételének sérülésével jár együtt, hiszen a piaci szereplő kereskedéssel eltolhatja, akár manipulálhatja is az árakat. A definiált portfólióértéket használhatnánk kockázati mértékek számítására, tőkekövetelmények meghatározásakor, illetve portfóliókezelők teljesítményének vizsgálata során.

A 3. és a 4. fejezet a piaci likviditás és a szabályozási előírás bevezetése közötti kapcsolatot vizsgálja általános egyensúlyelméleti modellkeretben. Fontos különbség ugyanakkor, hogy míg a 3. fejezetben marginális keresleti-kínálati görbe, addig a 4. fejezetben árrés változása ragadja meg a piaci likviditás változását. A modellek megoldását és eredményeit N szereplő és két szereplő mellett egyaránt vizsgáljuk. A szabályozói előírás bevezetése plusz korlátozó feltétellel módosítja a piaci szereplők optimalizálási döntését, így a korábban optimális portfóliójuk nem biztos, hogy elérhető marad, hasznosságuk adott MSDC és árrés mellett nem nőhet. Ha a piaci szereplő az optimális döntés során beleütközik a szabályozói előírásba, akkor az

árjegyzőnek megéri növelni a tranzakciós költséget arra a szintre, amely mellett a szabályozói előírás mellett keresett portfólió a piaci szereplő legjobb válasza. Eredményeink alapján a szabályozás hatására csökken a piaci likviditás, ami visszafogja a piaci szereplők közötti kereskedést és kockázatmegosztást. Egyensúlyban a piaci szereplők fogyasztási profilja kockázatosabb marad, alacsonyabb hasznossági szintet érnek el. Természetesen a gyakorlatban a szabályozás kérdése sokkal összetettebb, és a beavatkozást a piaci tökéletlenségek indokoltá teszik. Az értekezés ugyanakkor megerősíti, hogy a beavatkozás költségekkel jár, a szabályozási előírás bevezetése visszahat a piaci likviditásra. A szabályozási mechanizmusok tervezésekor ezt a szempontot is mérlegelni kell.

Az 5. fejezet a bevezetett modellt az intézmények és a gazdasági növekedés irodalmába ágyazva alkalmazza, a tranzakciós költség bevezetése és a kockázatmegosztás közötti kapcsolatot vizsgálja. Megmutatjuk, hogy a munkamegosztásból fakadó természetes kitétségek tökéletes fedezése csak szabad tranzakciós környezet esetén valósulhatna meg. A tranzakciós költség visszafogja a kockázatmegosztást, ami szélsőséges esetben a piaci szereplők önellátás melletti döntését eredményezheti. Az állam tranzakciós költség szintjéről meghozott döntését korlátozza annak biztosítása, hogy egyensúlyban a gazdasági növekedést ellehetetlenítő önellátás helyett a munkamegosztást válasszák a piaci szereplők.

II. Az értekezés felépítése

Az értekezés felépítése a következő: a 2. fejezet a 2.1. bevezetés után a kapcsolódó irodalom összefoglalásával kezdődik. A 2.2. fejezet vázolja a piaci mikrostruktúra irodalom alapjait, kitér a kereskedési rendszerek működésére, bevezeti az árhatás, a likviditás és a likviditási kockázat fogalmát, és ismerteti Almgren és Chriss (2001) és Almgren (2003) alapján az optimális végrehajtási stratégiát meghatározó modelleket. A 2.3. alfejezetben Acerbi és Scandolo (2008) és Csóka és Herings (2014) alapján bevezetjük a jelöléseket és Acerbi és Scandolo (2008) likviditási elvárás melletti portfólióértékelésének keretrendszerét. A definíciókat példákkal illusztráljuk. A 2.4. alfejezetben lineáris permanens árhatás mellett módosítjuk a likviditási elvárás melletti portfólióértéket, míg a 2.5. alfejezet speciális feltevések (készpénzlikviditási elvárás és exponenciális marginális keresleti-kínálati görbe) mellett mutatja be a portfólió-optimalizálási problémát. Végül a legfontosabb megállapítások összefoglalása mellett lehetséges felhasználási területeket említünk.

A 3. fejezetben a 3.1. bevezetés után a 3.2. alfejezetben a piaci likviditás és a szabályozás gyakorlatának és elméletének irodalmából válogatunk releváns tanulmányokat. A 3.3. szakaszban Csóka és Herings (2014) és Le Roy és Werner (2001) alapján a jelölések és az általános egyensúlyelméleti keret bevezetése kap helyet,

amely leírja a piaci szereplők fogyasztási és portfólió-allokálási döntését szabályozói lépések bevezetése mellett is, vázolja az árjegyző döntési problémáját és megadja a piaci egyensúly feltételeit. A 3.4. alfejezet bemutatja a speciális modellváltozatokat, megold egy kétszereplős modellt és példák segítségével illusztrálja az eredményeket.

A 4. fejezetben a vázolt általános modellkeret speciális eseteként a piaci likviditást az árrés, azaz a vételi és az eladási árak közötti különbség nagyságával mérjük. A fejezet bevezetése után a 4.2. alfejezetben árrést alkalmazó tanulmányokat mutatunk be tömören. A 4.3. alfejezet az árrés alkalmazásához szükséges új jelölések bevezetésével és a leegyszerűsödött általános egyensúlyelméleti keret bemutatásával kezdődik, majd a modell segítségével feltárható összefüggéseket általánosan, N szereplő esetére fogalmazzuk meg. A 4.4. alfejezetben a kétszereplős modell analitikus megoldása és az eredmények példákon keresztül történő illusztrálása kap helyet.

Az 5. fejezetben a modellt az intézmények és a gazdasági növekedés kapcsolatát feltáró irodalom összefoglalása után közöljük, elhelyezve ezzel a vizsgált speciális problémánkat a kérdéskörben. A bevezetés után következő 5.2.1. alfejezet az intézmény definíciójával foglalkozik, majd az 5.2.2. alfejezetben a történeti példákat felsorakoztató tanulmányok és empirikus elemzések összefoglalása következik. Az 5.2.3. pontban az elméleti eredmények segítségével vizsgáljuk a gazdasági növekedést támogató intézményeket, az intézmények kialakulását és az országok intézményrendszerében megfigyelhető különbségek okait. Az 5.3. alfejezet a kulcsprobléma a tranzakciós költség, a munkamegosztás és a piaci szereplők közötti kockázatmegosztás kapcsolatát modellezi. Végül a legfontosabb megállapítások összefoglalásával zárjuk a fejezetet.

Az értekezés minden fejezete önálló tanulmányként is olvasható, ugyanakkor az alkalmazott módszertan, az egységes jelölésrendszer és a kutatási kérdések szervesen összekapcsolják a fejezeteket. Minden egység a szakirodalom átfogó összefoglalásával és értékelésével kezdődik, amely bevezeti és megalapozza a kutatási kérdések vizsgálatát. Majd a módszertan ismertetése után saját hozzájárulással bővítjük az irodalmat, új modellváltozatokat és önálló eredményeket mutatunk be. A 2. és a 4. fejezetekben közölt eredmények publikálása már megtörtént (Hevér, 2017; Csóka és Hevér, 2018; Hevér, 2020), míg a 3. és az 5. fejezetek publikálása folyamatban van. Az egyes szakaszok tartalmát a fejezetek végén összegezzük, így az értekezés összefoglalásában csak röviden ismételjük meg a főbb eredményeket, és vázolunk néhány lehetséges kutatási irányt.

III. Az alkalmazott módszertan

Az értekezés 2. fejezetében portfólió-optimalizálási problémát vizsgálunk, a 3., 4. és 5. fejezetben általános egyensúlyelméleti keretben modellezzük a piaci szereplők

fogyasztási és portfólió-allokálási döntését és az árjegyző profitmaximalizálási feladatát. Az optimalizálási feladatokban fontos a szerepe a likviditásnak és a szabályozásnak is. A modellekben csak tranzakciós költség figyelembevétele mellett lehetséges a vásárlás és a likvidálás, ezért a piac pillanatnyi likviditását megragadó marginális keresleti-kínálati görbe mellett határozzuk meg az árakat és a portfóliók értékét. Acerbi és Scandolo (2008) megközelítését követve a portfólióértéket a jövőben elfogadható portfóliók halmazát megadó likviditási elvárás mellett határozzuk meg. A portfólió értéke az eredetiből (egy részportfólió likvidálásán keresztül) elérhető olyan portfóliók piaci áras értékének maximuma lesz, melyek teljesítik a megadott likviditási elvárást. A likviditási elvárás rögzítheti a portfólióval kapcsolatos befektetői célokat, intézményi szereplők esetén az alapok előre lefektetett befektetési politikájának elemeit, vagy szabályozási előírásokat. Míg a fogyasztási és portfólió-allokálási döntést az *Expected Shortfall* függvényében bevezetett szabályozói előírás mellett oldjuk meg.

III.1. Likviditás és árhatás szerepe a portfólióértékelésben

Acerbi és Scandolo (2008) likviditási elvárások mellett határozza meg a portfóliók értékét. Ezen portfólióérték a likviditási kockázat mérésének eszközeként intézményi befektetők esetében kiemelt jelentőségű. Ugyanakkor meghatározó piaci erővel rendelkező szereplők portfólió-allokációról szóló döntéseiben saját kereskedésük árhatása fontos szerepet játszik (Almgren és Chriss, 2001). Az értekezés 2. fejezetében permanens árhatás bevezetésével módosítjuk a likviditási elvárás melletti portfólióértéket az intézményi befektetők speciális problémájának pontosabb kezelése érdekében. Az így definiált portfólióértéket használhatnánk kockázati mértékek számszerűsítésekor, tőkekövetelmények meghatározásakor, illetve portfóliókezelők teljesítményének vizsgálata során. A fejezet a Hevér (2017) és a Csóka és Hevér (2018) tanulmányok alapján készült.

III.1.1. Portfólió-értékelés likviditási elvárás mellett

A jelölések és definíciók bevezetése Acerbi és Scandolo (2008) és Csóka és Herings (2014) alapján történik. Egy piaci szereplő kockázatmentes eszközt/készpénzt és J kockázatos eszközt tarthat. Jelölje $\Theta \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}^J$ a portfóliók terét. Egy $\theta \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}^J$ portfólió $\theta = (\theta_0, \theta)$ vektorral adható meg, ahol θ_0 a készpénz mennyisége, $\theta \in \mathbb{R}^J$ a kockázatos eszközpozíció. A θ vektor θ_j eleme a $j \in J$ kockázatos eszköz keresett/kínált mennyisége. Jelölje $\theta \oplus a$ $a \in \mathbb{R}$ egység készpénz hozzáadását a $\theta \in \Theta$ portfólióhoz, azaz azt a $\nu \in \Theta$ portfóliót, amelyre $\nu_0 = \theta_0 + a$ és $\nu_j = \theta_j \forall j \in J$ esetén.

A portfólióérték meghatározásához a kockázatos eszközök ajánlati könyvét is

figyelembe vesszük. Az ajánlati könyv modellezéséhez Cetin, Jarrow, és Protter (2004), Jarrow és Protter (2005) és Acerbi és Scandolo (2008) alapján $\forall j \in J$ eszközre m_j marginális keresleti-kínálati görbét (*marginal supply-demand curve*, MSDC) definiálunk.

III.1. Definíció. A $j \in J$ eszköz árát a *marginális keresleti kínálati görbe* írja le, amely megadható $m_j : \mathbb{R} \setminus \{0\} \mapsto \mathbb{R}$ alakban, ahol

1. $m_j(h) \geq m_j(\bar{h})$ ha $h < \bar{h}$;
2. $m_j(h)$ jobbról folytonos $h < 0$ esetén, míg balról folytonos $h > 0$ esetén.

Jelölje $m_j(0^+)$ a legmagasabb vételi ajánlathoz tartozó árat, míg $m_j(0^-)$ a legalacsonyabb eladási ajánlathoz tartozó árat.

A marginális keresleti-kínálati görbe alkalmazásával meghatározhatjuk egy portfólió likvidációs értékét (*liquidation mark-to-market value*) (Acerbi és Scandolo, 2008).

III.2. Definíció. Egy $\theta \in \Theta$ portfólió *likvidációs értéke* megadható a következő alakban

$$L(\theta) = \theta_0 + \sum_{j \in J} \int_0^{\theta_j} m_j(h) dh.$$

A $L(\theta)$ likvidációs érték a kezdeti készpénzmenyiség korrigálva azzal az összeggel, amit a hosszú pozíció likvidálásakor kapunk és a rövid pozíció zárásához felhasználunk egy adott időpillanatban a piacon. Tökéletesen likvid piacon a legjobb árakon adhatnánk el és értékelhetnénk eszközeinket.

III.3. Definíció. Egy $\theta \in \Theta$ *portfólió értéke legjobb árakon értékelve* megadható mint

$$U(\theta) = \theta_0 + \sum_{j \in J} [m_j(0^+) \max(\theta_j, 0) + m_j(0^-) \min(\theta_j, 0)].$$

Ezzel szemben a valóságban az ajánlati könyv pillanatnyi limitáras ajánlatainak függvényében a likvidációs és a legjobb árakon meghatározott portfólióérték (*uppermost mark-to-market value*) közötti különbség jelentős lehet. Acerbi és Scandolo (2008) likviditási elvárás (*liquidity policy*) halmazt definiálva középutas megoldást kínál.

III.4. Definíció. Egy \mathcal{L} *likviditási elvárás* zárt és konvex $\mathcal{L} \subseteq \Theta$ részhalmaza a portfóliók Θ terének, amely teljesíti, hogy

1. ha $\theta \in \mathcal{L}$ és $a \geq 0$, akkor $\theta \oplus a \in \mathcal{L}$,
2. ha $\theta \in \mathcal{L}$, akkor $(\theta_0, 0^J) \in \mathcal{L}$.

Ha egy portfólió eleme a likviditási elvárás halmaznak, akkor minden olyan portfólió, amelyben *ceteris paribus* több készpénz van, szintén eleme a likviditási elvárás halmaznak (1. feltétel), illetve bármely portfólió eleme marad a likviditási elvárás halmaznak, ha csak a készpénzmennyiséget vesszük figyelembe és a kockázatos eszközök pozíciója 0 (2. feltétel). A likviditási halmaz definiálása lehetővé teszi, hogy a portfólió értékét konvex optimalizálási feladat megoldásaként határozzuk meg. Negatív kezdeti készpénzállomány esetén a második feltevés nem értelmezhető, ugyanakkor ezen feltételezés nélkül is definiálható a likviditási elvárás halmaz (Csóka és Herings, 2014).

III.5. Definíció. Adott $c \in \mathbb{R}$ mellett jelölje $\mathcal{L}(c)$ készpénzlikviditási elvárás azt a likviditási elvárás halmazt, amelyre

$$\mathcal{L}(c) = \{(\theta_0, \theta) \in \Theta \mid \theta_0 \geq c\} \quad c \in \mathbb{R}.$$

Portfóliókezelők szempontjából likvid eszközök (esetleg készpénz) tartásának kikötése indokolt lehet, ha valószínűsíthető a tőke kivonás, és el szeretnék kerülni a kényszerlikvidálást. A készpénzlikviditási elvárás speciális esete, amikor a kockázatos eszközök esetén rövid pozíciót nem engedélyezünk (Csóka, 2017), az elvárt c készpénzmennyiség azonban lehet negatív is.

III.6. Definíció. Adott $c \in \mathbb{R}$ mellett az $\mathcal{L}^+(c)$ készpénzlikviditási elvárás rövid pozíció nélkül megadható mint

$$\mathcal{L}^+(c) = \{(\theta_0, \theta) \in \Theta \mid \theta_0 \geq c \text{ és } \theta \geq 0^J\}.$$

A továbbiakban jelen értekezésben az egyszerűség kedvéért az elvárt minimális készpénzállomány szintjét meghatározó $\mathcal{L}(c)$ vagy $\mathcal{L}^+(c)$ likviditási elvárást feltételezünk, ahol a rövid pozíció nem engedélyezett.

III.7. Definíció. Egy $\nu \in \Theta$ portfólió elérhető egy adott $\theta \in \Theta$ portfólióból, ha $\exists \rho \in \Theta$, amelyre

$$\nu = \theta - \rho \oplus L(\rho).$$

Az elérhető portfóliók halmazát jelölje $Att(\theta)$.

Tehát azok a portfóliók lesznek elérhetőek (*attainable*), amelyek a kezdeti portfólió egy részének likvidálásán keresztül előállíthatóak. A portfólió likvidált részében, a ρ portfólióban rövid pozíció ($\rho_j < 0$) is lehetséges. Ilyenkor a $j \in J$ eszközből többet tartalmaz az új portfólió, amelyet készpénzzel vagy a többi eszköz likvidálásával fedezhetünk. Acerbi és Scandolo (2008) likviditási elvárás melletti portfólióértéket (*mark-to-market value*) definiál. Keretrendszerében egy portfólió értéke attól függ, hogyan tudjuk teljesíteni a likviditási elvárást az adott portfólióból kiindulva.

III.8. Definíció (Acerbi és Scandolo (2008)). Egy $\theta \in \Theta$ portfólió *likviditási elvárás melletti értéke* egy adott \mathcal{L} likviditási elvárás figyelembevétele mellett a $V^{\mathcal{L}} : \Theta \mapsto \mathbb{R}$ függvény, ahol

$$V^{\mathcal{L}}(\theta) = \sup \{U(\nu) | \nu \in \text{Att}(\theta) \cap \mathcal{L}\}. \quad (1)$$

A likviditási elvárás beemelésével a portfólió-értékeléskor a portfólióval kapcsolatos jövőbeli terveinket is figyelembe vehetjük. Azt a legértékesebb portfóliót határozzuk meg, amely elérhető a kiindulási portfólióból, és teljesíti a likviditási elvárásunkat. Acerbi és Scandolo (2008) a következő állítás bizonyításában megmutatja, hogy a keresett portfólió megadható egy konvex optimalizációs feladat megoldásaként. Ez az eredmény alapvető jelentőségű, hiszen a gyors és viszonylag egyszerű megoldás nélkülözhetetlen a gyakorlati alkalmazhatóságához.

III.1. Állítás (Acerbi és Scandolo (2008)). A (1) *optimalizációs probléma ν szerint ekvivalens egy ρ szerinti konvex optimalizációs feladattal, amit*

$$V^{\mathcal{L}}(\theta) = \sup \{U(\theta - \rho) + L(\rho) | \rho \in C_{\mathcal{L}}(\theta)\} \quad (2)$$

alakban adhatunk meg, ahol

$$C_{\mathcal{L}}(\theta) = \{\rho | \theta - \rho \oplus L(\rho) \in \mathcal{L}\}.$$

Ha $C_{\mathcal{L}}(\theta)$ üres halmaz, akkor $V^{\mathcal{L}}(\theta) = -\infty$, különben a szuprérum $V^{\mathcal{L}}(\theta) \in \mathbb{R}$.

III.1.2. Portfólió-értékelés likviditási elvárás és permanens árhatás mellett

Használjuk fel Almgren és Chriss (2001), Almgren (2003) és Almgren és szerzőtársai (2005) alapján megismert optimális végrehajtási stratégiák alapötletét Acerbi és Scandolo (2008) elméletének módosításához. Ahhoz, hogy a legmagasabb értékű (legjobb piaci árakon értékelve) elérhető portfóliót birtokolhassuk, kereskednünk kell a piacon. De vételkor vagy eladáskor limitáras ajánlatok kerülhetnek ki az ajánlati könyvből, ami a marginális keresleti-kínálati görbe változását eredményezi. Tekintsük a problémát egy intézményi, a piac mozgását befolyásoló szereplő szempontjából. Ezért feltételezzük, hogy az ideiglenes, pillanatnyi illikviditás miatt jelentkező hatások már elmúlnak, mire meg kell felelnünk a likviditási elvárásnak. Ugyanakkor tegyük fel, hogy kereskedésünk permanens árhatása beépül a piaci árakba. Azaz módosítsuk a marginális keresleti-kínálati görbét kereskedésünk várható permanens árhatásával a legjobb elérhető portfólió értékeléséhez.

Vizsgáljuk a likviditási elvárás melletti portfólióérték megváltozását, ha a kereskedett $\rho \in \Theta$ részportfólió likvidálásának permanens árhatását is figyelembe vesszük.

III.9. Definíció. Adott a $j \in J$ eszközhöz tartozó $m_j : \mathbb{R} \setminus \{0\} \mapsto \mathbb{R}$ MSDC a piacon. A $j \in J$ eszközből $\rho_j \in \mathbb{R}$ mennyiség likvidálása után a $j \in J$ eszköz *permanens árhatással módosított marginális keresleti-kínálati görbéje* $\bar{m}_j : \mathbb{R} \times \mathbb{R} \setminus \{0\} \mapsto \mathbb{R}$ függvénnyel adható meg.

A III.3 definícióval analóg módon legyen \bar{U} az \bar{m}_j permanens árhatással módosított marginális keresleti-görbe mellett a legjobb áron meghatározott portfólióérték. Definiáljuk permanens árhatás mellett a likviditási elvárás melletti portfólióértéket.

III.10. Definíció. A $\theta \in \Theta$ portfólió *permanens árhatással módosított likviditási elvárás melletti portfólióértéke* \mathcal{L} likviditási elvárás mellett megadható $\bar{V}^{\mathcal{L}} : \Theta \rightarrow \mathbb{R}$ függvénnyel a következő alakban

$$\bar{V}^{\mathcal{L}}(\theta) = \sup \{ \bar{U}(\nu) \mid \nu \in \text{Att}(\theta) \cap \mathcal{L} \}. \quad (3)$$

Fogalmazzuk át a piaci szereplő optimalizálási problémáját megadó III.1 állítást a permanens árhatás miatt módosított marginális keresleti-kínálati görbe mellett. A bizonyítás a III.1 állítás bizonyításának lépéseit követi.

III.2. Állítás. Az (3) egyenlettel megadott optimalizációs probléma ν szerint ekvivalens egy ρ szerinti optimalizációs feladattal, amit

$$\bar{V}^{\mathcal{L}}(\theta) = \sup \{ \bar{U}(\theta - \rho) + L(\rho) \mid \rho \in C_{\mathcal{L}}(\theta) \}, \quad (4)$$

alakban adhatunk meg, ahol $C_{\mathcal{L}}(\theta)$ konvex halmaz

$$C_{\mathcal{L}}(\theta) = \{ \rho \mid \theta - \rho \oplus L(\rho) \in \mathcal{L} \}.$$

Ha $C_{\mathcal{L}}(\theta)$ üres halmaz, akkor $V^{\mathcal{L}}(\theta) = -\infty$, különben a szuprémum $V^{\mathcal{L}}(\theta) \in \mathbb{R}$.

Fontos megjegyzés, hogy a III.2 állításban megadott ρ szerinti optimalizálási probléma konvexitása \bar{U} alkalmazása miatt nem egyértelmű. A jövőben (4) konvexitásának vizsgálata megkerülhetetlen feladat, hiszen a széleskörű alkalmazhatóság feltétele.

Huberman és Stanzl (2004) megmutatja, hogy a kereskedett mennyiség jövőbeli árra gyakorolt hatását leíró függvény linearitása az arbitrázsmentesség feltétele. Almgren és szerzőtársai (2005) az intézményi szereplők felaprózott tranzakcióinak empirikus vizsgálata során megerősíti a lineáris permanens árhatás hipotézist. Huberman és Stanzl (2004) és Almgren és szerzőtársai (2005) eredményeit felhasználva feltesszük, hogy a permanens árhatás a kereskedett mennyiség lineáris függvénye.

Lineáris permanens árhatás esetén a marginális keresleti-kínálati görbe a kereskedett mennyiség függvényében lineárisan mozdul el. Definiáljuk formálisan a lineáris permanens árhatással módosított MSDC-t.

III.11. Definíció. Adott a $j \in J$ eszközhöz tartozó $m_j : \mathbb{R} \setminus \{0\} \mapsto \mathbb{R}$ MSDC és a $\beta_j \in \mathbb{R}^+$ paraméter. A $j \in J$ eszközből $\rho_j \in \mathbb{R}$ mennyiség likvidálása után a $j \in J$ eszköz *lineáris permanens árhatással módosított marginális keresleti-kínálati görbéje* $\overline{m}_j^{\beta_j}(h)$ megadható mint

$$\overline{m}_j^{\beta_j}(h) = m_j(h) - \beta_j \rho_j.$$

Ha $\boldsymbol{\rho} \in \Theta$ likvidálandó portfólióban $\rho_j > 0$, akkor eladjuk a $j \in J$ eszközt, míg $\rho_j < 0$ esetén vásárolunk belőle. Ennek megfelelően az eladás lefelé (csökken minden ajánlathoz beadott árszint), a vétel pedig felfelé tolja (emelkedik minden beadott árszint) a kereskedett eszköz marginális keresleti és kínálat görbáját. Az ajánlati könyv minden limitáras ajánlatának árszintjét ugyanannyival módosítják, azaz a piacra került új információ következményeként mindenki ugyanolyan mértékben emeli vagy csökkenti az árszintet.

Ha az eszközeink értékpapírok, ekkor az árakat leíró kezdeti és módosított marginális keresleti és kínálati görbe pozitív. Szükséges feltétel, hogy $\forall j \in J$ kockázatos eszközre

$$\overline{m}_j^{\beta_j}(h) = m_j(h) - \beta_j \rho_j \geq 0,$$

amely biztosítja, hogy $\forall j \in J$ eszközre az az egységár amin a végső portfólió likvidálható, nemnegatív. Ha megengedjük a végső portfólióban a rövid pozíciót, akkor a feltétel alkalmazásával biztosítható csak a probléma korlátossága.

Jelölje a $j \in J$ eszközre $\beta_j \in \mathbb{R}^+$ a lineáris permanens árhatás együtthatóját. A III.3 definícióval analóg módon legyen \overline{U} az $\overline{m}_j^{\beta_j}$ lineáris permanens árhatással módosított marginális keresleti-kínálati görbe mellett a legjobb áron meghatározott portfólióérték. Definiáljuk lineáris permanens árhatás mellett a likviditási elvárás melletti portfólióértéket.

III.12. Definíció. Jelölje $\beta_j \in \mathbb{R}^+$ a $j \in J$ eszközre vonatkozó lineáris permanens árhatás együtthatóját. A $\boldsymbol{\theta} \in \Theta$ portfólió *lineáris permanens árhatással módosított likviditási elvárás melletti portfólióértéke* \mathcal{L} likviditási elvárás mellett megadható $\overline{V}^{\mathcal{L}} : \Theta \rightarrow \mathbb{R}$ függvénnyel a következő alakban

$$\overline{V}^{\mathcal{L}}(\boldsymbol{\theta}) = \sup \{ \overline{U}(\boldsymbol{\nu}) \mid \boldsymbol{\nu} \in \text{Att}(\boldsymbol{\theta}) \cap \mathcal{L} \}. \quad (5)$$

A III.1 állítás lineáris permanens árhatással módosított MSDC mellett szintén megfogalmazható. A bizonyítás a III.1 állítás bizonyításának lépéseit követi.

III.3. Állítás. Jelölje $\beta_j \in \mathbb{R}^+$ a $j \in J$ eszközre vonatkozó lineáris permanens árhatás együtthatóját. Az (5) egyenlettel megadott optimalizációs probléma ν szerint ekvivalens egy ρ szerinti optimalizációs feladattal, amit

$$\bar{V}^{\mathcal{L}}(\boldsymbol{\theta}) = \sup \{ \bar{U}(\boldsymbol{\theta} - \boldsymbol{\rho}) + L(\boldsymbol{\rho}) \mid \boldsymbol{\rho} \in C_{\mathcal{L}}(\boldsymbol{\theta}) \}, \quad (6)$$

alakban adhatunk meg, ahol $C_{\mathcal{L}}(\boldsymbol{\theta})$ konvex halmaz

$$C_{\mathcal{L}}(\boldsymbol{\theta}) = \{ \boldsymbol{\rho} \mid \boldsymbol{\theta} - \boldsymbol{\rho} \oplus L(\boldsymbol{\rho}) \in \mathcal{L} \}.$$

Ha $C_{\mathcal{L}}(\boldsymbol{\theta})$ üres halmaz, akkor $V^{\mathcal{L}}(\boldsymbol{\theta}) = -\infty$, különben a szuprérum $V^{\mathcal{L}}(\boldsymbol{\theta}) \in \mathbb{R}$.

III.1.3. Az optimalizálási problémák megoldása

Az értekezésben a 2 és 6 optimalizálási probléma megoldását és eredményeit összevetjük folytonos, majd exponenciális MSDC és $\mathcal{L}^+(c)$ készpénzlikviditási elvárás mellett.

Első lépésként a (2) optimalizálási problémát folytonos marginális keresleti-kínálati görbe mellett vizsgáljuk. Így az m_j függvényt 0-ban is értelmezzük, $\forall j \in J$ eszköz esetén $m_j(0) = m_j(0^+) = m_j(0^-)$. $\mathcal{L}^+(c)$ készpénzlikviditási elvárást feltételezünk és nem engedélyezzük a végső portfólióban a rövid pozíció tartását. Feltehető, hogy mindig pontosan annyi készpénzt tartalmaz a végső portfólió, amennyit a likviditási elvárás előír. A probléma a következő alakban adható meg.

III.4. Állítás. Legyen $\forall j \in J$ eszközre m_j folytonos MSDC. $\mathcal{L}^+(c)$ készpénzlikviditási elvárás mellett az (2) optimalizációs probléma ekvivalens a következő ρ szerinti optimalizációs feladattal

$$V^{\mathcal{L}^+(c)}(\boldsymbol{\theta}) = \max \{ U(\boldsymbol{\theta} - \boldsymbol{\rho}) + L(\boldsymbol{\rho}) \} \quad (7)$$

feltéve, hogy

$$\begin{aligned} \theta_0 - \rho_0 + L(\boldsymbol{\rho}) &= c, \text{ és} \\ \theta_j - \rho_j &\geq 0 \quad \forall j \in J \text{ esetén.} \end{aligned}$$

Hasonló feltevések mellett a (6) optimalizálási probléma a következő alakban adható meg.

III.5. Állítás. Legyen $\forall j \in J$ eszközre adott a $\beta_j \in \mathbb{R}^+$ együttható és m_j folytonos MSDC. $\mathcal{L}^+(c)$ készpénzlikviditási elvárás mellett az (6) optimalizációs probléma ekvivalens a következő ρ szerinti optimalizációs feladattal

$$\bar{V}^{\mathcal{L}^+(c)}(\boldsymbol{\theta}) = \max \{ \bar{U}(\boldsymbol{\theta} - \boldsymbol{\rho}) + L(\boldsymbol{\rho}) \} \quad (8)$$

feltéve, hogy

$$\begin{aligned}\theta_0 - \rho_0 + L(\boldsymbol{\rho}) &= c, \text{ és} \\ \theta_j - \rho_j &\geq 0 \quad \forall j \in J \text{ esetén.}\end{aligned}$$

Boyd és Vandenberghe (2004) alapján Karush-Kuhn-Tucker feltételek alkalmazásával keressük a feltételes optimalizálási feladatok megoldását.

Az elsőrendű feltételek megadása után a probléma megoldásához további egyszerűsítő feltevések vagy numerikus módszerek alkalmazása szükséges. Analitikus megoldáshoz Tian, Rood és Oosterlee (2013) alapján a marginális keresleti-kínálati görbéket exponenciális függvénnyel közelítettük.

III.2. A likviditás és a szabályozás általános egyensúlyelméleti keretben

Az értekezés 3., 4. és 5. fejezetét szorosan összekapcsolja az alkalmazott általános egyensúlyelméleti modellkeret. Az értekezés a modell felépítésében alapvetően Le Roy és Werner (2001) könyvére támaszkodik. Újítás ugyanakkor a várható veszteség függvényeként bevezetett szabályozói előírás, az árjegyző endogén marginális keresleti-kínálati görbéjének, illetve árrésének használata és a készpénz kiemelése az eszközök közül, ami lehetővé teszi a kockázatmentes eszközben történő megtakarítást akár minden szereplő számára egyszerre is.

III.2.1. Jelölésrendszer

A jelölések bevezetése Csóka és Herings (2014) és Le Roy és Werner (2001) alapján történik. Kétidőszakos modellt feltételezünk: a kockázatos eszközökkel a 0. időszakban kereskednek, míg a kifizetések az első időszakban történnek. Egy piaci szereplő kockázatmentes eszközt/készpénzt és J különböző kockázatos eszközt tart. Tegyük fel, hogy a kockázatmentes eszköz kamatlába 0% a piacon. Az első időszakban S különböző világállapot realizálódhat, melyek közül $s \in \{1, \dots, S\}$ világállapot $\pi_s > 0$ valószínűséggel következik be és $\sum_{s=1}^S \pi_s = 1$. Jelölje $x_{js} \in \mathbb{R}$ a $j \in J$ eszköz kifizetését az $s \in \{1, \dots, S\}$ világállapotban. Míg $x_j = [x_{j1}, \dots, x_{jS}] \in \mathbb{R}^S$ vektor $j \in J$ eszköz kifizetését az összes világállapotban és $X \in \mathbb{R}^J \times \mathbb{R}^S$ mátrix az összes eszköz kifizetését tartalmazó kifizetési mátrixot jelöli³.

Egy kockázatos portfólió J eszközből áll. Jelölje $\Theta = \mathbb{R}^J$ a kockázatos portfóliók terét, $\theta \in \Theta$ pedig egy *portfóliót*/pozíciót⁴. Az eszközök árát ismét a marginális

³Ha az X mátrix rangja S , akkor a piac teljes. Az értekezésben nem feltételezünk teljes piacot.

⁴A 2. fejezetben $\Theta \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}^J$ jelölte a portfóliók terét. A különbség az, hogy a kockázatmentes eszközt/készpénzt most külön kezeljük.

keresleti-kínálati görbét meghatározó III.1 definíció segítségével adjuk meg.

III.13. Definíció. A $j \in J$ eszköz árát a *marginális keresleti kínálati görbe* (MSDC) írja le, amely megadható $m_j : \mathbb{R} \setminus \{0\} \mapsto \mathbb{R}$ alakban, ahol

1. $m_j(h) \geq m_j(\bar{h})$ ha $h < \bar{h}$;
2. $m_j(h)$ jobbról folytonos $h < 0$, míg balról folytonos $h > 0$ esetén.

A marginális keresleti-kínálati görbe alkalmazásával definiáljuk a likvidációs értéket $\theta \in \Theta$ kockázatos eszközportfólió esetén. A III.2 definícióval szemben most kockázatmentes eszközt nem tartalmaz a θ portfólió.

III.14. Definíció. Egy $\theta \in \Theta$ kockázatos eszközportfólió *likvidációs értéke* megadható a következő alakban

$$\ell(\theta) = \sum_{j \in J} \int_0^{\theta_j} m_j(h) dh.$$

A befektető piaci szereplők halmaza I . A $\theta^i \in \mathbb{R}^J$ portfólió megmutatja, hogy az $i \in I$ befektető milyen eszközöket tart és adott el rövidre. Az $i \in I$ szereplő c_0^i -t fogyaszt a 0. időszakban és $c_1^i = [c_{11}^i, \dots, c_{1S}^i]$ -t az 1. időszakban, ahol c_{1s} az $s \in \{1, \dots, S\}$ világállapotban választott fogyasztási szintet jelöli. Az $i \in I$ szereplő rendelkezésére álló készpénz készlete a 0. időszakban ω_0^i . Az első időszakban pedig a készlet (természetes kitettség) a világállapottól függő valószínűségi változó $\omega_1^i = [\omega_{11}^i, \dots, \omega_{1S}^i]$. Az $i \in I$ szereplő preferenciáit a folytonos $u^i : \mathbb{R}^{S+1} \rightarrow \mathbb{R}$ hasznossági függvénnyel írjuk le.

III.2.2. A piaci szereplők fogyasztási és portfólió-allokálási döntése

Az $i \in I$ befektető az optimális fogyasztást és az optimális kockázatmentes és kockázatos eszköz portfóliót a következő hasznosság-maximalizálási feladat megoldásaként határozza meg

$$\max_{c_0^i, c_1^i, \theta^i, \theta_0^i} u^i(c_0^i, c_1^i) \quad (9)$$

feltéve, hogy

$$\begin{aligned} c_0^i &\leq \omega_0^i + \ell(-\theta^i) - \theta_0^i \\ c_1^i &\leq \omega_1^i + \theta^i X + \theta_0^i 1^S. \end{aligned}$$

A szereplők hasznosságuk maximalizálásakor a c_0^i és c_1^i fogyasztásról, a 0. időszakban megvásárolt, 1. időszakban kifizetést biztosító θ^i portfólióról és a θ_0^i félretett készpénzmennyiségről döntenek. A döntést korlátozza, hogy a 0. időszaki c_0^i fogyasztás nem haladhatja meg azt az összeget, ami az ω_0^i kezdeti készletből a θ^i portfólió

nyitása és θ_0^i kockázatmentes eszköz (készpénz vagy bankbetét) tartása után marad. Míg az első időszaki c_1^i sztochasztikus fogyasztás nem nagyobb, mint az ω_1^i sztochasztikus készlet, a θ^i portfólió kifizetése és a θ_0^i félretett kockázatmentes eszköz összege. Tegyük fel, hogy a modellben a szabályozó $\forall i \in I$ piaci szereplő esetén készpénzlikviditási elvárást fogalmaz meg.

III.15. Definíció. Jelölje $e : \mathbb{R} \times \mathbb{R}^S \times \mathbb{R}^S \rightarrow \mathbb{R}$ függvény a *szabályozási elvárásfüggvényt*. A kockázatmentes eszközből minimálisan elvárt készpénzmennyiséget a következő

$$\theta_0^i \geq e[\delta, \theta^i X, \omega_1^i] \quad (10)$$

egyenlőtlenség határozza meg, ahol $e[\delta, \theta^i X, \omega_1^i]$ *szabályozási elvárás* megadható a $\theta^i X$ kockázatos eszközportfólió kifizetése, a δ szabályozói paraméter és az ω_1^i természetes kitettség függvényeként.

Szabályozás esetén az $i \in I$ befektető optimális fogyasztási és portfólió-allokálási döntése a következő optimalizálási feladat megoldásaként adható meg

$$\max_{c_0^i, c_1^i, \theta^i, \theta_0^i} u^i(c_0^i, c_1^i) \quad (11)$$

feltéve, hogy

$$\begin{aligned} c_0^i &\leq \omega_0^i + \ell(-\theta^i) - \theta_0^i \\ \theta_0^i &\geq e[\delta, \theta^i X, \omega_1^i] \\ c_1^i &\leq \omega_1^i + \theta^i X + \theta_0^i 1^S. \end{aligned}$$

Vizsgáljuk azt az esetet, amikor a piaci szereplőknek a portfólió *várható veszteségének* (*Expected Shortfall, ES*) függvényeként megadott szabályozói előírásnak kell megfelelniük. Az ES definiálásához az értekezésben a Csóka, Herings és Kóczy (2009) tanulmányt követjük. Ha a várható kifizetés a k legalacsonyabb kifizetést biztosító világállapotban negatív, azaz veszteségről beszélhetünk, akkor az ES értéke pozitív lesz, míg várható nyereség esetén az ES értéke negatív. A szabályozó az eszközök, a tőkepiaci portfóliók és a természetes kitettséggel korrigált portfóliók várható veszteségének függvényében egyaránt meghatározhatja a szabályozói előírást. A korlátozások bevezetése minden esetben a kockázatvállalás visszafogásának érdekében történik, ugyanakkor a különböző definíciók jelentősen eltérő egyensúlyi portfóliókat eredményeznek.

III.2.3. Az árjegyző döntési problémája

A modellben a piaci szereplők nem kereskedhetnek közvetlenül, árjegyző/közvetítő párosítja az ellenkező oldali ajánlatokat és elfogyasztja a profitját a 0. időszakban.

Ha $|I| \geq 2$, azaz a piaci szereplők száma legalább 2, akkor egyensúlyban az árjegyző a modellben csak közvetítőként jelenik meg, nem tart eszközöket, így nem szükséges a veszteség fedezését biztosító tőkét félretennie⁵.

A pénzügyi piacok mikrostruktúráját és azon belül az árjegyzői piacokat Erb és Havran (2015) részletesen bemutatja. Tanulmányukban kiemelik, hogy a piaci tökéletlenségek háttérében a cserepartner-keresés és a kapcsolatteremtés költsége, hálózati externáliák, aszimmetrikus információ és a készlettartás költsége egyaránt állhat, amely okok aztán különböző piaci mikrostruktúrák kialakulásához vezetnek. Jelen értekezésben Le Roy és Werner (2001) alapján a legegyszerűbb esetet feltételezzük, az árjegyző/közvetítő tranzakciós monopolistaként dönt minden eszköz esetén a marginális keresleti-kínálati görbéről, ezzel befolyásolva a különböző eszközök piacának likviditását. Havran és Szűcs (2016) a közvetítői hálózatok elemzésekor duopolista árjegyzői magatartást feltételez, amely egy további kutatási irányként jelen modellkeretben szintén vizsgálható lenne.

III.16. Definíció. Definiáljuk a $j \in J$ eszközre a $T_j : \mathbb{R}^I \rightarrow \mathbb{R}$ *tranzakciós költségfüggvényt*

$$T_j(\theta_j^1, \dots, \theta_j^I) = - \sum_{i \in I} \int_0^{-\theta_j^i} m_j(h) dh \quad (12)$$

alakban.

Ekkor az összes tranzakció után az árjegyző $T : \mathbb{R}^I \times \mathbb{R}^J \rightarrow \mathbb{R}$ függvényvel megadott

$$T(\theta^1, \dots, \theta^I) = \sum_{j \in J} T_j(\theta_j^1, \dots, \theta_j^I) = - \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} \int_0^{-\theta_j^i} m_j(h) dh \quad (13)$$

tranzakciós költséget szed be.

A modellben az árjegyző profitjának maximalizálásával határozza meg a marginális keresleti-kínálati görbéket, így optimalizálási feladata

$$\max_{m_j(\cdot) \forall j \in J} \sum_{j \in J} T_j(\theta_j^1, \dots, \theta_j^I) \quad (14)$$

feltéve, hogy a befektető piaci szereplők hasznosságát maximalizálva döntenek a θ^i portfóliókról. Az árjegyző tehát a limitáras ajánlatok elhelyezésével meghatározza a marginális keresleti-kínálati görbéket, amelyek alapján piaci áras ajánlatok beadásán keresztül a piaci szereplők kereskednek. Az árjegyző bevétele tranzakciós költségként az ajánlatok párosításakor jelentkezik, nagysága az MSDC alakjától (árrés

⁵Egyetlen reprezentatív piaci szereplő esetén a modell lényegesen eltér, ekkor az árjegyző áll a piac ellenkező oldalán, jelentős kockázatot vállalva.

nagysága, tranzakciós árszintek legjobb ártól mért távolsága) függ. A tranzakciós költség-függvény alakját a marginális keresleti-kínálati görbék határozzák meg.

III.6. Állítás. *A $T(\theta^1, \dots, \theta^I)$ tranzakciós költség meghatározható a $\theta^i \in \Theta$ portfólió nyitásokor jelentkező $\ell(-\theta^i)$ likvidációs érték függvényeként*

$$T(\theta^1, \dots, \theta^I) = \sum_{j \in J} T_j(\theta_j^1, \dots, \theta_j^I) = \sum_{i \in I} -\ell(-\theta^i). \quad (15)$$

III.2.4. Az egyensúly piactisztító feltételei

Egy egyensúly az árjegyző adott optimális marginális keresleti-kínálati görbéi mellett megadható a piaci szereplők optimális kockázatos eszköz portfóliói, az optimális készpénzmennyiség és az optimális fogyasztási szintek halmazaként $\{\theta^{*i}, \theta_0^{*i}, c_0^{*i}, c_1^{*i}\}$ alakban, ahol $\theta^{*i}, \theta_0^{*i}, c_0^{*i}$, és c_1^{*i} megoldása a piaci szereplők optimalizálási feladatának. A piactisztító feltétel a tőkepiacon és fogyasztási piacon a következő

$$\sum_{i \in I} \theta^i = 0 \quad (16)$$

$$\sum_{i \in I} c_0^i \leq \sum_{i \in I} \omega_0^i - T(\theta^1, \dots, \theta^I) - \sum_{i \in I} \theta_0^i \quad (17)$$

$$\sum_{i \in I} c_1^i \leq \sum_{i \in I} \omega_1^i + \sum_{i \in I} \theta_0^i 1^S. \quad (18)$$

III.7. Állítás. *Egyensúlyban, ha a tőkepiac egyensúlyban van,*

$$\sum_{i \in I} \theta^i = 0,$$

akkor a fogyasztási piac is egyensúlyban lesz,

$$\sum_{i \in I} c_0^i \leq \sum_{i \in I} \omega_0^i - T(\theta^1, \dots, \theta^I) - \sum_{i \in I} \theta_0^i$$

$$\sum_{i \in I} c_1^i \leq \sum_{i \in I} \omega_1^i + \sum_{i \in I} \theta_0^i 1^S.$$

III.2.5. Egyensúly szabályozói előírás bevezetésével és anélkül

Kulskérdés, hogy mi történik a piaci likviditással a szabályozói előírás bevezetésekor. A kérdés vizsgálatához össze kell hasonlítanunk azt az egyensúlyt, amelynek meghatározásakor a piaci szereplők a szabályozói előírás bevezetése nélkül az (9) optimalizálási probléma alapján döntenek, azzal az egyensúllyal, amit a szabályozói korlát teljesítését is előíró (11) optimalizálási feladat megoldása határoz meg. A

szabályozói előírás bevezetésével a feltételes szélsőérték feladat megoldása addicionális korlát mellett történik, ezért a döntési lehetőségek halmaza nem bővíthet. Két esetet különböztethetünk meg.

III.8. Állítás. *Legyen a $\{\theta^{*i}, \theta_0^{*i}, c_0^{*i}, c_1^{*i}, m_j^*(\cdot)\}$ egyensúly, ahol $\theta^{*i}, \theta_0^{*i}, c_0^{*i}$, és c_1^{*i} megoldása a piaci szereplők (9) optimalizálási feladatának. Ha $\forall i \in I$ -re*

$$\theta_0^i \geq e [\delta, \theta^i X, \omega_1^i]$$

*teljesül, akkor a $\{\theta^{*i}, \theta_0^{*i}, c_0^{*i}, c_1^{*i}, m_j^*(\cdot)\}$ egyensúly marad, ha a piaci szereplők a (11) optimalizálási feladat szerint döntenek.*

A triviális állítás azt az esetet fogalmazza meg, amikor a szabályozói előírás nélkül meghatározott optimum teljesíti az előírt szabályozói korlátot, azaz a szabályozói előírás redundáns. Ekkor az eredeti egyensúly elérhető marad, az árjegyző optimális döntése nem változik, így a piaci likviditást megragadó marginális keresleti-kínálati görbék is megegyeznek a vizsgált két egyensúly esetén.

III.9. Állítás. *Legyen a $\{\theta^{*i}, \theta_0^{*i}, c_0^{*i}, c_1^{*i}, m_j^*(\cdot)\}$ egyensúly, ahol $\theta^{*i}, \theta_0^{*i}, c_0^{*i}$, és c_1^{*i} megoldása a piaci szereplők a (9) optimalizálási feladatának, és tegyük fel, hogy $\exists \bar{i} \in I$, amelyre*

$$\theta_0^{\bar{i}} < e [\delta, \theta^{\bar{i}} X, \omega_1^{\bar{i}}].$$

*Ekkor a $\{\theta^{**i}, \theta_0^{**i}, c_0^{**i}, c_1^{**i}, m_j^{**}(\cdot)\}$ egyensúly, ahol a piaci szereplők a (11) optimalizálási feladat szerint döntenek, nem egyezik meg a $\{\theta^{*i}, \theta_0^{*i}, c_0^{*i}, c_1^{*i}, m_j^*(\cdot)\}$ egyensúllyal.*

Ha a szabályozói előírás nélkül meghatározott optimumban van olyan szereplő, aki megsérti a szabályozói előírásként bevezetett korlátot, akkor számára a szabályozói előírás bevezetése után már nem érhető el a korábban választott portfólió. A szabályozói előírás bevezetésének következtében megváltozik az egyensúly. A kérdés, hogy mi történik az egyensúllyal. A 3. fejezet második felében és a 4. fejezetben erre a kérdésre keressük a választ.

III.2.6. Speciális modellváltozatok

A piaci likviditást megragadó portfólióérték beemelése a piaci szereplők optimalizálási feladatába számos kihívást tartogat. A likvidációs érték III.14 definíció szerinti számszerűsítése marginális keresleti-kínálati görbe alapján történik. Ugyanakkor a gyakorlatban az ajánlati könyv minden ajánlatmegütéskor változik, és egy árjegyző is változtat a különböző szinteken elérhető keresleti és kínálati oldali mennyiségeken a tranzakciók után. Ha a modellben szimultán dönt $|I|$ szereplő, és egyszerre több vásárol ugyanabból a $j \in J$ eszközből, akkor más áron adja el az árjegyző a

j eszköz aggregált mennyiségét, mint amikor egy szereplő veszi meg ugyanazt az eszközmennyiséget. A modellezéshez ezért nélkülözhetetlen kiegészítő feltevés megadása. Több lehetőség közül választhatunk:

- $|I| = 2$ szereplő esetén, ha az árjegyző nem tart eszközöket, akkor egyensúlyban minden eszközt egyetlen szereplő vesz és egyetlen ad el, ami kiküszöböli a problémát. Az értekezés 3. fejezetének végén bemutatott speciális modellben ezt a megoldást alkalmazzuk.
- A modell $|I| > 2$ piaci szereplő esetén marginális keresleti-kínálati görbék alkalmazása mellett akkor vizsgálható, ha biztosítható, hogy egyensúlyban minden eszközt egyetlen szereplő ad el és egyetlen szereplő vásárol. A feltétel exogén módon megadott sztochasztikus készletek és a kockázatos eszközök kifizetésének összehangolásával biztosítható. Másik megoldási lehetőség, ha Faias és Luque (2018) tanulmányt követve a piaci szereplők döntését exogén módon korlátozzuk, előre kikötve, melyik szereplő melyik eszközzel kereskedhet.
- $|I|$ szereplő esetén eltérő megoldásként alkalmazható vízszintes marginális keresleti-kínálati görbe. Ennek megfelelően a 4. fejezetben a piaci likvidást egyszerűen az eladási és a vételi ár közötti árréssel modellezzük, a piac mélységét nem vizsgáljuk.
- Jelentősen eltérő modellváltozat, ha egyetlen reprezentatív szereplőt feltételezünk. Egyetlen szereplő csak akkor kereskedhet egyensúlyban, ha feltesszük, hogy az árjegyző biztosítja a likviditást az ellenkező oldalon. Az árjegyző kockázatvállaló szereplő, döntési problémája megváltozik, a tőkepiacon a piactisztító feltétel módosul. A szabályozó célja az árjegyző kockázatvállalásának visszafogása is lehet.

III.3. A tranzakciós költség, a munkamegosztás és a növekedés kapcsolata

Az értekezés 5. fejezetében a bevezetett általános egyensúlyelméleti modell a tranzakciós költség és a piaci szereplők közötti kockázatmegosztás közötti kapcsolatot elemzi. A vizsgált kérdés Fernández és Tamayo (2017) ok-okozati láncának egyik részproblémájaként egészíti ki az intézmények és gazdasági növekedés összefüggéseit feltáró általános irodalmat. Yang és Borland (1991) tanulmányhoz hasonlóan a modellben a munkamegosztás megvalósulása a gazdasági növekedés kulcsa.

Feltesszük, hogy a két piaci szereplő a 0. időszakban ugyanazt a készletet realizálja, ugyanakkor az 1. időszakban választhatnak a magasabb, de bizonytalan kifizetést

biztosító munkamegosztás, és a 0. időszak kifizetését eredményező önellátás között. Munkamegosztás esetén a két különböző piaci szereplő két különböző specializációt választó csoportot reprezentál: az egyik csoport/szereplő az első világállapotban, a másik a második világállapotban realizál pozitív készletet. A kockázatmegosztás feltétele, hogy az állam megteremtse azt az intézményi környezetet, amely lehetővé teszi, hogy a két reprezentatív szereplő egymással kereskedhessen, ezzel csökkentve a jövőbeli kifizetés bizonytalanságát és simítva a fogyasztást a két világállapot között. Ugyanakkor az állam tranzakciós költséget vezet be, amely visszafogja a kockázatmegosztást. A bevezetett tranzakciós költség szintjének függvényében vizsgáljuk, hogyan változik az egyensúly, és meddig éri meg a két reprezentatív piaci szereplőnek a munkamegosztást választani a biztos jövőbeli kifizetés helyett. Elemezzük, hogy az aggregált növekedést maximalizáló tranzakciós költséget, azaz intézményt választja-e a politikai hatalommal rendelkező állam, amely a társadalom válaszlépéseit figyelembevéve maximalizálja kifizetését.

IV. Eredmények

Az értekezés 2., 3., 4. és 5. fejezete négy önállóan is olvasható, ugyanakkor szervesen összekapcsolódó tanulmánynak tekinthető. A fejezeteket összekapcsolja a likviditás központi szerepe, a módszertan (például a feltételes optimalizálás alkalmazása a megoldás során) és az egységes jelölésrendszer. A 2. fejezet a piac befolyásolására képes intézményi szereplők szempontjából vizsgálja, és permanens árhatással módosítja Acerbi és Scandolo (2008) likviditási elvárás melletti portfólió-értékelését. A 3. és 4. fejezet a szabályozás hatására megváltozó piaci likviditást modellezi általános egyensúlyelméleti keretben, marginális kereslet-kínálati görbét (3. fejezet), majd árrést (4. fejezet) alkalmazva. Az 5. fejezet pedig a tranzakciós költség kockázatmegosztást visszaszorító hatását elemzi az intézmények és a gazdasági növekedés kapcsolatát vizsgáló irodalomba ágyazva.

Az intézményi befektetők szempontjából a likviditási kockázat mérésének és kezelésének kiemelt jelentősége van. Acerbi és Scandolo (2008) a portfólió értékét az előírt likviditási elvárás és az eszközök pillanatnyi likviditását leíró marginális kereslet-kínálati görbék mellett határozza meg. A portfólió értéke az eredetiből (egy részportfólió likvidálásán keresztül) elérhető olyan portfóliók piaci áras értékének maximuma lesz, melyek teljesítik a megadott likviditási elvárást. Acerbi és Scandolo (2008) felteszi, hogy a részportfólió likvidálásának nincs permanens árhatása, így a végső optimális portfólió az eredeti marginális kereslet-kínálati görbe mellett értékelhető. Ugyanakkor intézményi befektetők portfólió-allokációról szóló döntéseiben saját kereskedésük árhatása fontos szerepet játszik, így nagy volumenű értékpapír-tranzakciók végrehajtásakor az optimális stratégia meghatározása a permanens és

az ideiglenes árhatás figyelembevételével történik (Almgren és Chriss, 2001).

A vázolt probléma megoldásaként a 2. fejezetben a likviditási elvárás melletti portfólióértéket a kereskedés következtében jelentkező permanens árhatás figyelembevétele mellett határoztuk meg. Az illusztrációként használt példában minimális készpénzmennyiséget előíró likviditási elvárás és exponenciális függvénnyel közelített marginális keresleti-kínálati görbe mellett már mérsékelt permanens árhatás is teljesen megváltoztatta az elérhető portfóliót, miközben enyhén módosította a portfólió értékét. A permanens árhatás szerepeltetése a készletezési hatás miatt az árelfogadás feltételének sérülésével jár együtt, hiszen a piaci szereplő kereskedéssel eltolhatja, akár manipulálhatja is az árakat. Permanens árhatás figyelembevételével az intézményi befektetők portfóliójának likviditási elvárás melletti értéke pontosabban határozható meg. Az így definiált portfólióértéket használhatnánk kockázati mértékek számszerűsítésekor, tőkekövetelmények meghatározásakor, illetve portfóliókezelők teljesítményének vizsgálata során.

A 3. és 4. fejezetben célunk egy olyan modellkeret bevezetése, melyben vizsgálható a szabályozás és a piaci likviditás kapcsolata. Elméleti modellek és a gyakorlati tapasztalat alapján a kockázatvállalás visszafogása és a likviditási sokkok megelőzésének érdekében bevezetett szabályozói lépések visszahathatnak a piaci likviditásra.

A modellben a piaci szereplők kereskedésének célja a jövőbeli kifizetés bizonytalanságából fakadó kockázat mérséklése, a fogyasztás simítása és hasznosságuk maximalizálása. A piaci szereplők kockázatos pozíciót vállalnak a tőkepiacon, ezzel fedezve természetes kitettségsüket. A szabályozó ugyanakkor nem ismeri a piaci szereplők jövőbeli világállapottól függő sztochasztikus készletét, ezért nem tudja megkülönböztetni a fedezést a spekulációtól. A kockázatvállalás visszaszorítását a kockázatos tőkepiaci pozíció szabályozásával éri el, a portfólió szintjén definiált várható veszteség (*Expected Shortfall*) függvényeként vezet be szabályozói előírást. A δ paraméter határozza meg, hogy a tőkekövetelmény az ES mekkora hányada legyen. Egyértelmű, hogy mivel szabályozás esetén egy új korláttal bővül a piaci szereplők feltételes szélsőérték feladata, az optimalizáló szereplők helyzete nem javulhat. Amíg a szabályozói előírás redundáns, az egyensúly nem változik. Ha a szabályozói előírás miatt új egyensúly alakul ki, akkor a kereskedés és a kockázatmegosztás visszaesik, a piaci szereplők hasznossága alacsonyabb.

A szabályozói előírás bevezetése az optimalizáló árjegyző problémáját is megváltoztatja, így nemcsak közvetetten, hanem közvetlenül is rontja a piaci szereplők helyzetét. Ha adott szabályozói paraméter mellett a szabályozói előírás köt, akkor az árjegyző egészen addig emeli a tranzakciós költséget, amíg a szabályozói előírás redundáns nem lesz. Ha az árjegyző növeli az exponenciális marginális keresleti-kínálati görbe paramétereit (vagy az árrést), akkor a piaci likviditás csökken. A δ szabályozói paraméter emelkedése mellett az árjegyző egyre kevésbé likvid MSDC-t

(magasabb árrést) határoz meg. Minél szigorúbb tehát a bevezetett szabályozói előírás, annál jobban csökken a piacon a likviditás. A modell felhívja a figyelmet arra, hogy a megfelelő szabályozási mechanizmus kiválasztásakor a szabályozás likviditásra gyakorolt hatását is célszerű figyelembe venni.

A szabályozás nélkülözhetetlen. Az állítást bizonyítják az elméleti közgazdaságtan eredményei (Hardin, 1968; Stigler, 1971), az elmúlt évtizedek válságai, a válságokat elemző tanulmányok (Brunnermeier és Pedersen, 2008), illetve a szabályozó szervek jelentései és stressztesztjei (IOSCO, 2019a; OECD, 2011). Célunk az értekezésben nem a szabályozás szükségességének megkérdőjelezése. Az elméleti modell nem jeleníti meg a szabályozás hozadékát, csupán a szabályozás költségeinek vizsgálatára fókuszál. Egyrészt, mert a gyakorlatban is találunk olyan problémákat, például a fenntarthatóság vagy ESG szempontok figyelembevétele során, amikor bár egyértelmű a beavatkozás szükségessége, a lépések hozadékának kvantifikálása nehezen vagy egyáltalán nem végezhető el. Másrészt, már a leegyszerűsített modell alkalmazása is rávilágít három kulcskérdésre, a likviditástartás előírásának lehetséges költségeire, a visszacsatolási mechanizmusok fontosságára és az aszimmetrikus információ problémájára (azaz a természetes kitettség ismeretének hiányára).

Mindhárom eredmény kapcsolódik gyakorlati problémákhoz. A modellben a likviditás tartásának előírása a kockázatmegosztás visszaesésén keresztül a piaci likviditás csökkenéséhez vezet. A gyakorlatban Pozsar (2019) a G-SIB (*globally systemically important*) bankokra vonatkozó Basel III. elemeként meghatározott likviditási szabályok bankközi piacon megfigyelhető következményeiről ír, míg IOSCO (2019a) a vállalati kötvénypiacon elemzi a szabályozási lépések bevezetése után a likviditást.

Az értekezés hangsúlyozza a visszacsatolási mechanizmusok jelentőségét, és megerősíti, hogy a szabályozási lépések közvetlen hatása mellett közvetett hatással is számolni kell. Az ESG szempontokat figyelembevevő szabályozási lépések bevezetése előtt is vizsgálják az előírás tőkepiacon megfigyelhető várható hatását (European Commission, 2020).

Továbbá a modellben és a gyakorlatban is kiemelt problémakör a természetes kitettség megismerésének kérdése. A modellben a bevezetett szabályozói előírás azért módosítja a szereplők optimális döntését és azért hat vissza a piaci likviditásra, mert a szabályozó úgy határozza meg az előírást, hogy nem ismeri a piaci szereplők természetes kitettségét. A kérdés az, hogy megkülönböztethető-e a gyakorlatban a spekuláns attól, aki a természetes kitettségét fedezi. A válasz nem egyértelmű. A problémát felismerve a CME (*Chicago Mercantile Exchange*) a mezőgazdasági termékekre vonatkozó határidős ügyletek esetében a limitek meghatározásakor figyelembe veszi, hogy a szereplő spekulál vagy a természetes kitettségét fedezi⁶. Egy hitelebí-

⁶ "To provide flexibility and certainty for end-users, these limits include a number of exemptions, such as a revised definition of "bona fide hedging transaction or position," and an ex-

rálási folyamat során a bank célja szintén a természetes kitettség feltérképezése, az adós gazdasági helyzetének minél pontosabb megismerésén keresztül. Ugyanakkor a realizálódó világállapottól függő jövőbeli készlet pontos megismerése nem lehetséges, így a szabályozó a rendelkezésére álló információk alapján általánosan alkalmazandó adóssághék-szabályokat vezet be⁷, hogy mérsékelje az ügyfelek eladósodását.

Az 5. fejezetben az intézmények és gazdasági növekedés kapcsolatát feltáró irodalomba ágyazva alkalmaztuk a korábbi fejezetekben vázolt modell egy egyszerűsített változatát. Tranzakciós költség bevezetésével ragadtuk meg az intézményi környezet megváltozását, és vizsgáltuk, hogy a szereplők önérdékkövetése mellett a kockázatmegosztás lehetőségének visszaszorulása mikor veszélyezteti a gazdasági növekedés kulcsát jelentő munkamegosztást.

A modellben a két reprezentatív piaci szereplő munkamegosztás és önellátás közül választhat. A munkamegosztás magasabb, de bizonytalan (kizárólag az egyik világállapotban realizálódó) jövőbeli kifizetést biztosít. A kockázatmegosztás feltétele az intézményrendszer kiépítése. Ekkor a piaci szereplők kereskedhetnek, ezzel simítva az időszakok és a világállapotok közötti fogyasztási pályát és maximalizálva hasznosságuk. Tranzakciós költség nélkül tökéletes lenne a kockázatmegosztás, a munkamegosztás következtében az aggregált készlet (amelyre tekinthetünk a termelékenység mutatójaként), a szereplők fogyasztása és hasznossága emelkedne. Ugyanakkor az állam a pénzügyi közvetítés feltételeinek megteremtésével párhuzamosan tranzakciós adót vezet be. A tranzakciós költség növelésekor a piaci szereplők egyensúlyban kevesebb kockázatos eszközt adnak/vesznek, a természetes kitettségből fakadó kockázat teljes eliminálása nem valósul meg, fogyasztásuk és hasznosságuk csökken. Szélsőséges esetben a tranzakciós adó emelése önellátás választását eredményezheti, így a munkamegosztás lehetőségéből fakadó gazdasági növekedés nem realizálódik. Ha a tranzakciós költség szintjéről bevételt maximalizálva dönt az állam, akkor önérdékkövetése biztosítja, hogy egyensúlyban a piaci szereplők optimális döntése a munkamegosztás marad. A készletek határozzák meg, hogy a munkamegosztásból fakadó többlet teljesen vagy csak részben kerül az államhoz.

Az értekezés alapján számos jövőbeli kutatási irány vázolható. A portfólió-értékelési probléma nemlineáris permanens árhatás vagy az MSDC különböző pontjaira különbözőféleképpen ható, nem párhuzamos eltolódást eredményező árhatás mellett is vizsgálható lenne. Az alkalmazhatóság kiterjesztéséhez a minimális készpénzmennyiség előírása helyett általános likviditási elvárás mellett is felírandó a probléma. A

panded list of enumerated bona fide hedges to cover common commercial hedging practices." <https://www.cftc.gov/IndustryOversight/MarketSurveillance/SpeculativeLimits/index.htm>

⁷A Magyar Nemzeti Bank 2015-ben életbe lépett adóssághék rendelete például jövedelemarányos törlesztés mutató és hitelfedezeti mutatót vezetett be. A Magyar Közlönyben kihirdetett 32/2014. (IX. 10.) MNB rendelet a jövedelemarányos törlesztőrészlet és a hitelfedezeti arányok szabályozásáról.

bemutatott módszer nagyfrekvenciás kereskedés esetén is releváns lehet, hiszen rövidebb időtávon szintén megfigyelhető permanens árhatás.

A szabályozás és a piaci likviditás kapcsolatának vizsgálatakor jelen értekezés keretében nem vizsgáljuk az egyensúly létezésének és egyértelműségének feltételeit. Az általános modell szintjén kulcsfeladat a III.9 állításban definiált két egyensúly összevetése piaci likviditás szempontjából. Emellett a 3. fejezetben több modellezési lehetőséget és modellváltozatot vázoltunk. Az alternatív modellváltozatok alkalmazásával új kutatási kérdésekre kereshetjük a választ. Érdekes kérdés, hogy mikor érdemes eszközök és mikor portfólió szintjén szabályozni. Elemezhető továbbá, hogy ha eszközök szintjén szabályozunk és eltérő szabályozói paramétert alkalmazunk, hogyan befolyásolható az eszközök piacának likviditása és kereslete. A természetes kitettség figyelembevétele elméleti jelentősége miatt releváns. Emellett összevethető az *Expected Shortfall* alapú szabályozás a kötelező fedezettartás bevezetésének lehetőségével.

V. Saját publikációk jegyzéke

- 1) Csóka P. és Hevér J. (2018), Portfolio valuation under liquidity constraints with permanent price impact, *Finance Research Letters*, 26, 235–241.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.02.019>
- 2) Hevér J. (2020), A piaci likviditás és a szabályozás kapcsolatának vizsgálata általános egyensúlyelméleti modellkeretben, *Közgazdasági Szemle*, LXVII (7-8), 708–733.
<https://doi.org/10.18414/ksz.2020.7-8.708>
- 3) Hevér J. (2015), Yakov Amihud-Haim Mendelson-Lasse Heje Pedersen: Market Liquidity. Asset Pricing, Risk and Crises, Cambridge University Press, Cambridge, 2013, 289 o., Könyvismertetés, *Közgazdasági Szemle*, LXII (7-8), 871–875.
DOI:10.18414/KSZ.2015.9.871
- 4) Hevér J. (2017), A likviditás és a permanens árhatás szerepe a portfólióértékelésben, *Közgazdasági Szemle* LXIV (6), 594–611.
<https://doi.org/10.18414/ksz.2017.6.594>

Hivatkozások

- Acerbi, C. és G. Scandolo (2008), Liquidity risk theory and coherent measures of risk, *Quantitative Finance*, 8 (7), 681–692.
<https://dx.doi.org/10.1080/14697680802373975>
- Acharya, V. V. és L. H. Pedersen (2005), Asset pricing with liquidity risk, *Journal of Financial Economics*, 77 (2), 375–410.
<https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2004.06.007>
- Almgren, R. (2003), Optimal execution with nonlinear impact functions and trading-enhanced risk, *Applied Mathematical Finance*, 10 (1), 1–18.
<https://doi.org/10.1080/135048602100056>
- Almgren, R., C. Thum, E. Hauptmann és H. Li (2005), Equity market impact, *Quantitative Trading*, 10, 21–28.
- Almgren, R. és N. Chriss (2001), Optimal execution of portfolio transactions, *Journal of Risk*, 3 (2), 5–39.
<https://doi.org/10.21314/jor.2001.041>
- Alzahrani A. A., A. Gregoriou és R. Hudson (2012), Can market frictions really explain the price impact asymmetry of block trades? Evidence from the Saudi Stock Market, *Emerging Markets Review*, 13, 202–209.
<https://doi.org/10.1016/j.ememar.2012.02.003>
- Amihud, Y. (2002), Illiquidity and stock returns cross-section and time-series effects, *Journal of Financial Markets*, 5 (1), 31–56.
[https://doi.org/10.1016/s1386-4181\(01\)00024-6](https://doi.org/10.1016/s1386-4181(01)00024-6)
- Amihud, Y., H. Mendelson és L. H. Pedersen (2013), Market Liquidity: Asset Pricing, Risk and Crises, *Cambridge University Press*.
- Amihud, Y., H. Mendelson és R. Wood (1990), Liquidity and the 1987 Stock Market Crash, *Journal of Portfolio Management*, 16 (3), 65–69.
<https://doi.org/10.3905/jpm.1990.409268>
- Basel Committee on Banking Supervision (2013), Basel III: The Liquidity Coverage Ratio and liquidity risk monitoring tools, *Bank for International Settlements*, 2013 január.
- Begenau, J. (2019), Capital Requirements, Risk Choice, and Liquidity Provision in a Business-Cycle Model, *Journal of Financial Economics*, 136 (2), 355–378.
<https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2019.10.004>

- Bigio, S. (2015), Endogenous Liquidity and the Business Cycle, *American Economic Review*, 105 (6), 1883–1927.
<https://doi.org/10.1257/aer.20110035>
- Bank for International Settlements (1999), Market liquidity: Research findings and selected policy implications, *CGFS Papers*, 11, 1999. május 1.
<https://www.bis.org/publ/cgfs11.htm>
- Boyd, S. és L. Vandenberghe (2004), Convex Optimization, *Cambridge University Press*.
- Brunnermeier, M. K. és L. H. Pedersen (2008), Market Liquidity and Funding Liquidity, *Review of Financial Studies*, 22 (6), 2201–2238.
<https://doi.org/10.1093/rfs/hhn098>
- Castellano, R. és R. Cerqueti (2011), The optimal bid/ask spread in a specialist System, *Economic Modelling*, 28 (5), 2247–2253.
<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2011.06.019>
- Çetin, U., R. A. Jarrow és P. Protter (2004), Liquidity risk and arbitrage pricing theory, *Finance and Stochastics*, 8, 311–341.
- Csóka P. (2003), Koherens kockázatmérés és tőkeallokáció, *Közgazdasági Szemle*, L (10), 855–880.
- Csóka P. (2017), Fair Risk Allocation in Illiquid Markets, *Finance Research Letters*, 21, 228–234.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.11.007>
- Csóka P. és P. J. J. Herings (2014), Risk Allocation under Liquidity Constraints, *Journal of Banking and Finance*, 49, 1–9.
<https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2014.08.017>
- Csóka P., P. J. J. Herings és L. Á. Kóczy (2007), Coherent Measures of Risk from a General Equilibrium Perspective, *Journal of Banking and Finance*, 31 (8), 2517–2534.
<https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2006.10.026>
- Csóka P., P. J. J. Herings és L. Á. Kóczy (2009), Stable allocations of risk, *Games and Economic Behavior*, 67 (1), 266–276.
<https://doi.org/10.1016/j.geb.2008.11.001>
- Csóka P. és Hevér J. (2018), Portfolio valuation under liquidity constraints with permanent price impact, *Finance Research Letters*, 26, 235–241.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.02.019>

- De Nicolò, G., A. Gamba és M. Lucchetta (2014), Microprudential Regulation in a Dynamic Model of Banking, *The Review of Financial Studies*, 27 (7), 2097–2138. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhu022>
- Erb T. és Havran D. (2015), Mit veszítünk a piaci súrlódásokkal? A pénzügyi piacok mikrostruktúrája *Közgazdasági Szemle*, LXII (3), 229–262.
- European Commission (2020), Development of tools and mechanisms for the integration of environmental, social and governance (ESG) factors into the EU banking prudential framework and into banks' business strategies and investment policies, *Interim Study*, BlackRock Financial Markets Advisory, 2020 december.
- Faias, M. és J. Luque (2018), Developers, Wall Street and the Taxmen: A Theory of Real Estate Development
- Fernández, A. és C. E. Tamayo (2017), From Institutions to Financial Development and Growth: What Are the Links?, *Journal of Economic Surveys*, 31 (1), 17-57. <https://doi.org/10.1111/joes.12132>
- Gromb, D. és D. Vayanos (2010), A model of financial market liquidity based on intermediary capital, *Journal of the European Economic Association*, 8 (2/3), 456–466. <https://doi.org/10.1111/j.1542-4774.2010.tb00516.x>
- Han, J., Doojin Ryu, Doowon Ryu és R. I. Webb (2016), The price impact of futures trades and their intraday seasonality, *Emerging Markets Review*, 26, 80–98. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2016.01.002>
- Hardin, G. (1968), The Tragedy of the Commons, *Science, New Series*, 162 (3859), 1243–1248. <https://doi.org/10.1126/science.162.3859.1243>
- Havran D. és Szűcs B. Á. (2016), Árjegyzői viselkedés belső kockázatmegosztás mellett, *Sigma*, XLVII (1–2).
- Havran D. és Váradi K. (2015), Price impact and the recovery of the limit order book: Why should we care about informed liquidity providers? *Magyar Tudományos Akadémia Közgazdasági and Regionális Kutatóközpont Műhelytanulmányok*, (MT-DP 1540), ISBN 978-615-5594-04-5.
- Hevér J. (2020), A piaci likviditás és a szabályozás kapcsolatának vizsgálata általános egyensúlyelméleti modellkeretben, *Közgazdasági Szemle*, LXVII (7-8), 708–733. <https://doi.org/10.18414/ksz.2020.7-8.708>

- Hevér J. (2015), Yakov Amihud-Haim Mendelson-Lasse Heje Pedersen: Market Liquidity. Asset Pricing, Risk and Crises, Cambridge University Press, Cambridge, 2013, 289 o., Könyvismertetés, *Közgazdasági Szemle*, LXII (7-8), 871–875.
DOI:10.18414/KSZ.2015.9.871
- Hevér J. (2017), A likviditás és a permanens árhatás szerepe a portfólióértékelésben, *Közgazdasági Szemle* LXIV (6), 594–611.
<https://doi.org/10.18414/ksz.2017.6.594>
- Huberman, G. és W. Stanzl (2004), Price manipulation and quasi-arbitrage, *Econometrica*, 72 (4), 1247–1275.
<https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2004.00531.x>
- International Organization of Securities Commissions (2018), Recommendations for Liquidity Risk Management for Collective Investment Schemes, FR01/2018 február.
- International Organization of Securities Commissions (2019), Liquidity in Corporate Bond Markets Under Stressed Condition, FR10/2019 június.
- International Organization of Securities Commissions (2019), Sustainable finance in emerging markets and the role of securities regulators, CR01/2019 február.
- Jarrow, R. A. és P. Protter (2005), Liquidity risk and risk measure computation, *Review of Futures Markets*, 11, 27–39.
- Kitamura, Y. (2016), The probability of informed trading measured with price impact, price reversal, and volatility, *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 42, 77–90.
<https://doi.org/10.1016/j.intfin.2016.02.001>
- Kiyotaki, N. és J. Moore (2019), Liquidity, Business Cycles, and Monetary Policy, *Journal of Political Economy*, 127 (6), 2926–2966.
<https://doi.org/10.1086/701891>
- Le Roy, S. F. és J. Werner (2001), Principles of Financial Economics, *Cambridge University Press*.
<https://doi.org/10.1017/cbo9781139162272>
- Mitchell, M., L. H. Pedersen és T. Pulvino (2007), Slow Moving Capital, *American Economic Review*, 97 (2), 215–220.
<https://doi.org/10.1257/aer.97.2.215>
- Pozsar Z. (2019), Countdown to QE4?, *Global Money Notes 26*, Credit Suisse, Investment Solutions and Products Global, 2019. december 9.

- Stigler, G. (1971), The Theory of Economic Regulation, *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 2(1), 3–21.
<https://doi.org/10.2307/3003160>
- Sommer, K. és P. Sullivan (2018), Implications of US Tax Policy for House Prices, Rents, and Homeownership *American Economic Review*, 108 (2), 241–274.
<https://doi.org/10.1257/aer.20141751>
- OECD (2011), Regulatory Policy and Governance: Supporting Economic Growth and Serving the Public Interest, *OECD Publishing, Paris*.
<https://doi.org/10.1787/9789264116573-en>
- Tian, Y., R. Rood és C. W. Oosterlee (2013), Efficient Portfolio Valuation Incorporating Liquidity Risk, *Quantitative Finance*, 13 (10), 1575–1586.
<https://doi.org/10.1080/14697688.2013.779013>
- Yang, X. és J. Borland (1991), A Microeconomic Mechanism for Economic Growth, *Journal of Political Economy*, 99 (3), 460–482.
<https://doi.org/10.1086/261762>